

Известия

САМАРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

№3/2010



**Современные технологии и средства
механизации растениеводства**

**Эффективность и эксплуатационная надежность
сельскохозяйственной техники**

**Машиноиспользование в специализированных
технологиях АПК**

ISSN 1997-3225



9 771997 322635 >

ИЗВЕСТИЯ

САМАРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

ВЫПУСК №3/2010

Самара 2010

УДК 631.3
И-33

Учредители:
Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации
ФГОУ ВПО СГСХА

ISSN 1997-3225

Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии

Выпуск №3/2010

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года №6/6 журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Выпуск №3

**Современные технологии и
средства механизации
растениеводства**

**Эффективность и
эксплуатационная
надежность
сельскохозяйственной
техники**

**Машиноиспользование в
специализированных
технологиях АПК**

Редакция
научного журнала:
Петрова С.С.
ответственный редактор
Панкратова О.Ю.
технический редактор
Краснова О.В.
корректор

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 446442,
Самарская обл.,
пгт. Усть-Кинельский,
ул. Учебная, 2

Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47

Факс: 46-6-70

E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии
ООО Издательство «Книга»
г. Самара, ул. Песчаная, 1
Тел.: (846) 267-36-82.
E-mail: slovo@samaramail.ru

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

в каталоге «Почта России» – 72654

Подписано в печать 1.07.2010.

Формат 60×84/8

Печ. л. 13.

Тираж 500. Заказ №

Журнал зарегистрирован в Поволжском
Управлении регистрации и лицензионной
работы в сфере массовых коммуникаций
Федеральной службы по надзору за
соблюдением законодательства в сфере
массовых коммуникаций и охране культурного
наследия 29 ноября 2006 г.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС7 – 4086

Милюткин В.А., доктор технических наук, профессор
Главный научный редактор, председатель
редакционно-издательского совета

Зам. главного научного редактора:

Васин В.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Петров А.М., кандидат технических наук, профессор

Редакционно-издательский совет

Казаков Г.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Каплин В.Г., доктор биологических наук, профессор
Дулов М.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Баймишев Х.Б., доктор биологических наук, профессор
Ухтверов А.М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Карамеев С.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Ленивцев Г.А., кандидат технических наук, профессор
Крючин Н.П., доктор технических наук, профессор
Миронов В.М., доктор физико-математических наук, профессор
Петрова С.С., кандидат технических наук, доцент
Пенкин А.А., кандидат экономических наук, профессор
Иванова А.Г., кандидат экономических наук, доцент
Уварова Л.С., кандидат экономических наук, доцент
Бессараб В.Ф., доктор педагогических наук, профессор
Сычева Г.В., кандидат исторических наук, доцент

УДК 631.3

© ФГОУ ВПО СГСХА, 2010

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

УДК 631.421

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ КАРТ НЕОДНОРОДНОСТИ ГУМУСОВОГО ГОРИЗОНТА

Милюткин Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедры “Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств” ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 10.

Тел.: 8 (846-63) 46-1-31.

Канаев Михаил Анатольевич, ассистент кафедры “Сельскохозяйственные машины” ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 10.

Тел.: 8 (846-63) 46-3-46.

Ключевые слова: координатное земледелие, твердость почвы, плодородие, карты неоднородности, поле.

Предложен способ построения карт неоднородности распределения показателей твёрдости почвы.

В последнее время всё больше внимания уделяется такому направлению сельского хозяйства как координатное земледелие. Оно в свою очередь включает в себя множество факторов, одним из которых является корректировка плодородия почвы, а, следовательно, и корректировка урожайности. Точная корректировка урожайности культуры за счёт внесения минеральных удобрений подразумевает наличие точных карт плодородия почвенного горизонта учитывающих перманентное изменение мощности гумусового горизонта на каждом участке почвы. Одной из важнейших характеристик почвы является её твердость, так как она, по мнению ученых, является интегральной составляющей многих величин образующих почвенное плодородие.

Цель исследования – обосновать и разработать способ построения карт неоднородности почвы для корректировки урожайности.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: провести описание твердости почвы функцией пространственной системы координат и исследовать свойства этой функции.

В общем случае твердость почвы любого участка поля можно описать некоторой функцией пространственной декартовой системы координат:

$$P(x, y, z),$$

где P – твердость почвы.

Для полей сельскохозяйственного назначения с высокой степенью точности функцию $P(x,y,z)$ можно считать непрерывной и дифференцируемой. Зная корреляцию этой функции с мощностью гумусового горизонта, с принципиальной точки зрения, можно решить проблему корректировки плодородия через твердость почвы.

С помощью существующей методики измерения, возможно, получить набор величин которые определяют эту функцию с той или иной степенью точности. Для решения последней задачи, необходимо обратить внимание на тот факт, что рассматриваемая функция во многих отношениях аналогична функции, которая описывает электростатическое поле в классической электродинамике. В электростатике [4] поле также описывается скалярной функцией пространственных координат $\Phi(x, y, z)$. Проводя эту аналогию, введём понятие эквипотенциальные линии твёрдости. Эквипотенциальной линией твёрдости будем называть геометрическое множество точек равного потенциала, т.е. линию удовлетворяющую уравнению:

$$P(x, y) = C_i,$$

где $C_i - 1, 2, 3, \dots, n$.

В слое, лежащем между эквипотенциальными линиями $P(x, y) = C_1$ и $P(x, y) = C_2$, твёрдость меняется в интервале от P_1 до P_2 . Таким образом, построение эквипотенциальных линий даёт картину распределения твёрдости по участку поля. Однако потенциал твёрдости $P(x, y)$ не даёт полную картину для распределения твёрдости на поле. $P(x, y)$ является скалярной функцией, и не даёт информацию о направлении и скорости изменения твёрдости. Для определения последних характеристик, нужно будет ввести понятие градиента плоскости:

$$\vec{G} = \vec{\nabla}P(x, y) = \text{grad}P(x, y), \quad (1)$$

где $\vec{\nabla}$ – векторный оператор Гамильтона [1].

Следовательно формулу (1) можно переписать в виде:

$$\vec{G} = \text{grad}P(x, y).$$

Модуль вектора \vec{G} согласно теореме Пифагора будет иметь вид:

$$|\vec{G}| = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial y}\right)^2}.$$

В декартовой системе координат для двумерного случая $\vec{\nabla}$ определяется отношением:

$$\vec{\nabla} = i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y},$$

где $\frac{\partial}{\partial x}$ и $\frac{\partial}{\partial y}$ – частные производные по осям X и Y , а единичные векторы i, j являются ортами

направленными вдоль осей X и Y , соответственно. Векторная функция \vec{G} является важной характеристикой для распределения твёрдости. Во первых вектор \vec{G} указывает направление наиболее быстрого изменения твёрдости, а его модуль $|\vec{G}|$ характеризует скорость изменения твёрдости в этом направлении.

Рассмотрим две близкие точки в пространстве M и N . Переход от точки M к N охарактеризуем вектором \vec{dr} , который в декартовых координатах задаётся выражением:

$$\vec{dr} = i \cdot dx + j \cdot dy, \quad (2)$$

в таком случае изменение потенциала твёрдости при переходе от точки M к N будет равно:

$$dP = \frac{\partial P}{\partial x} dx + \frac{\partial P}{\partial y} dy.$$

Принимая во внимание формулы 1 и 2 это выражение можно представить в виде скалярного произведения градиента $\text{grad}P$ на \vec{dr} :

$$dP = (\text{grad}P \cdot \vec{dr}) = (\vec{G} \cdot \vec{dr}) = |\text{grad}P| \cdot |\vec{dr}| \cdot \cos \alpha, \quad (3)$$

где α – угол между векторами \vec{G} и \vec{dr} .

Если близлежащие точки M и N лежат на одной эквипотенциальной линии, то $dP = 0$, следовательно,

$$(\text{grad}P \cdot \vec{dr}) = |\text{grad}P| \cdot |\vec{dr}| \cdot \cos \alpha = 0,$$

где α – угол между $\overrightarrow{gradP} = \vec{G}$ и dr , отсюда следует, что $\cos \alpha = 0$ и следовательно, $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Из этого

можно заключить, что вектор \vec{G} нормально ориентирован к эквипотенциальной линии и направлен в сторону увеличения потенциала.

Если точки М и N взять на двух близких эквипотенциальных поверхностях, то из формулы (3) следует заметить, что изменение потенциала будет наиболее быстрым, если переход от точки М к N осуществляется вдоль градиента, т.е. перпендикулярно к силовым линиям. Таким образом, градиент указывает направление наиболее короткого пути между двумя эквипотенциальными линиями. Итак, градиент твёрдости является важной характеристикой неоднородности твердости почвы.

Для того чтобы охарактеризовать распределение твердости на участке, нужно построить вектор градиента твердости $\vec{G} = gradP$ в каждой точке поверхности участка, такой способ описания с практической точки зрения не удобен для построения наглядной картины, можно воспользоваться силовыми линиями градиента твердости. Подобная методика используется в теории электростатического поля. Силовые линии строятся таким образом, что касательная к силовой линии в любой точке совпадает с направлением вектора градиента в этой точке. Модуль градиента определяется частотой силовых линий [3]. Таким образом, силовые линии характеризуют степень неоднородности твердости почвы на всей поверхности участка. Из приведенного анализа следует, что построение эквипотенциальных поверхностей и силовых линий дает достаточно полную картину, которая позволяет наглядно увидеть характерные особенности исследуемого участка.

Предлагаемый способ исследования дает возможность получить количественные характеристики для всей поверхности участка.

Для практической реализации этого плана исследования необходимо получить достаточно большой набор данных о твердости почвы в различных точках участка. Эти данные удобно представить в виде матрицы. Для примера возьмем некую матрицу следующего вида:

$$A := \begin{pmatrix} 15.1 & 16.6 & 14.6 & 13.2 & 12.9 & 13.2 & 14.4 \\ 14.7 & 14.2 & 12.1 & 11.2 & 12.1 & 14.1 & 12.4 \\ 15 & 11.1 & 13.2 & 14 & 13.5 & 11.2 & 11.2 \\ 13.8 & 13.7 & 14.5 & 11.6 & 14.2 & 17.3 & 17.1 \\ 16 & 12.1 & 15 & 15 & 12.5 & 13.2 & 14.9 \end{pmatrix},$$

где A_{ik} – значение твердости с координатами i и k .

Эта матрица позволяет построить эквипотенциальные линии твердости почвы (рис. 1).

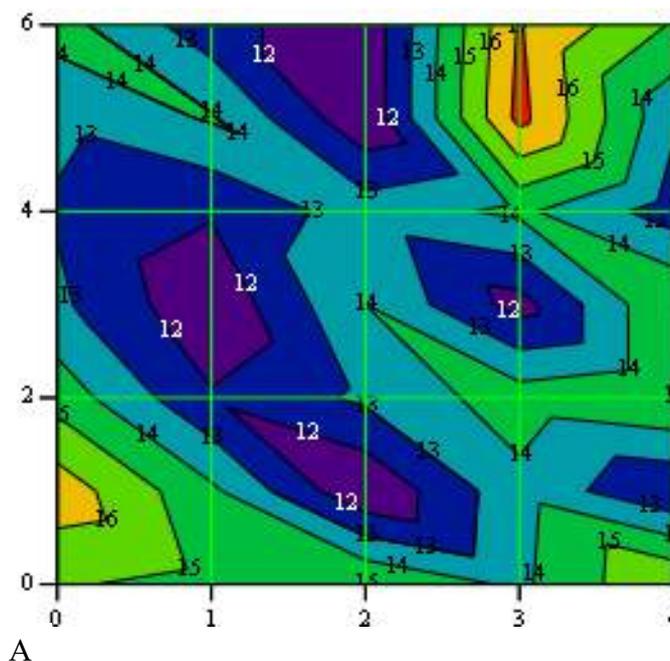


Рис. 1. Эквипотенциальные линии твёрдости поля

Этот процесс проще всего осуществить с помощью специализированного программного обеспечения на персональном компьютере.

Заключение. Предлагаемый способ позволяет составлять и определять состояние и динамику плодородия почвы на конкретном участке, а также корректировать урожайность культуры.

Библиографический список

1. Арфкен, Г. Математические методы в физике. – М. : Атомиздат, 1970. – 712 с.
2. Кин, Б.А. Физические свойства почвы. – М. : ГТТИ, 1933. – 264 с.
3. Левич, В.Г. Курс теоретической физики. – М. : Физматиздат, 1962.
4. Парселл, Э. Электричество и магнетизм. – М. : Наука, 1971. – 448 с.

УДК 631.431

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЩЕЛЕРЕЗА-РЫХЛИТЕЛЯ

Савельев Юрий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., п. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.
Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: уплотненная почва, щелерез-рыхлитель, энергетический принцип, энергия, глубина рыхления, качество крошения, рабочая длина.

Теоретически обоснованы параметры рабочих элементов щелереза-рыхлителя.

Качественная осенняя основная безотвальная обработка уплотненной почвы комбинированным рабочим органом с дополнительным безотвальным поверхностным рыхлением должна обеспечивать оптимальную площадь поверхности почвенных агрегатов для эффективного впитывания осенне-зимней влаги. Решение данной задачи достигается при оптимальных конструктивно-технологических параметрах щелереза-рыхлителя в составе безотвального комбинированного рабочего органа (рис. 1), выполняющего поверхностное безотвальное рыхление почвы лапками-рыхлителями 2, а также образование сверху на неразрыхленной части пласта почвы вертикальных надрезов-щелей ножами-щелерезами 1 с определенным интервалом над плоскорежущей лапой.

Цель исследования: теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров щелереза-рыхлителя.

Задачей исследования является определение рациональной рабочей длины ножа-щелереза для надреза-щели и ширины захвата его лапки, которые позволят не только повысить качество крошения, но и уменьшить энергоемкость в целом комбинированного рабочего органа.

В процессе работы плоскорежущая лапа обрабатывает пласт почвы, над которым предварительно сверху надрезаны щели с интервалом b_u щелерезами-рыхлителями (рис. 1). Каждый участок лезвия плоскорежущей лапы, в силу ее установки в плане к направлению движения под углом γ_o , взаимодействует с соответствующими интервалами по фронту движения поочередно с определенным промежутком времени.

Предположим, что при невысокой осенней влажности, почва характеризуется в основном упругой деформацией. Взаимодействие рабочей поверхности плоскорежущей лапы с пластом почвы от одной границы интервала до другой сопровождается деформацией почвы до предела ее упругости и подъемом на высоту h_x . При этом расстояние между верхними надрезанными границами интервалов увеличивается и, при достижении предела прочности, пласт почвы над лапой отрывается и отделяется от смежного интервала в поперечном направлении с образованием трещины, и дополнительно рыхлится, двигаясь одновременно над лапой в продольном направлении.

Для эффективной реализации рассматриваемого процесса определим глубину необработанного пласта почвы относительно основания щели и соответственно длину рабочей части ножа-щелереза 1 для надреза-щели неразрыхленной части пласта почвы над плоскорежущей лапой 3.

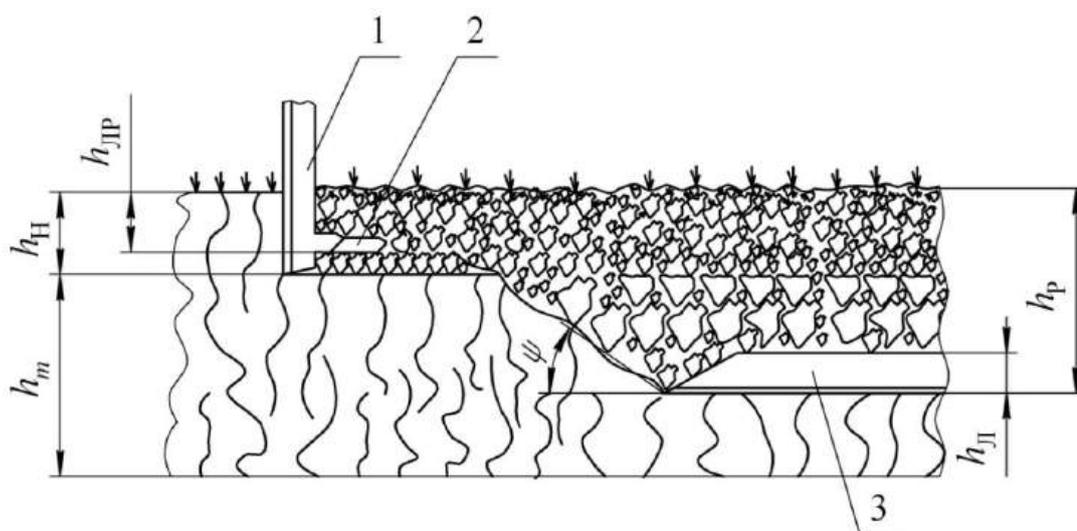


Рис. 1. Схема процесса работы безотвального комбинированного рабочего органа:
1 – нож-щелерез; 2 – лапка-рыхлитель; 3 – плоскорежущая лапа

Уравнение образования трещины в почве, используя энергетический принцип, можно представить следующим образом [1]:

$$\frac{d}{dh_m} (A_u - U_u) = \frac{dW_u}{dh_m}, \text{ Дж}; \quad (1)$$

где h_m – глубина необработанного пласта почвы относительно основания щели-надреза, м;

A_u – работа, выполняемая плоскорежущей лапой по перемещению половины интервала пласта почвы до его отрыва от другой смежной половины, Дж;

U_u – упругая энергия, содержащаяся в половине интервала почвы высотой h_m , Дж;

W_u – энергия, необходимая для образования трещины в интервале пласта почвы высотой h_m , Дж.

Предположим, что работа A_u выполняется половиной вертикальной составляющей движущей силы P_ϵ плоскорежущей лапы на рассматриваемом интервале при отделении половины интервала смещением вверх на расстояние высоты подъема плоскорежущей лапы h_λ и может быть определена по формуле:

$$A_u = \frac{P_\epsilon}{2} \cdot h_\lambda, \text{ Дж}. \quad (2)$$

Энергию, необходимую для образования трещины в интервале пласта почвы высотой h_m , площадью сечения S_u , применив энергетический критерий Гриффитса [1], определим по формуле:

$$W = \frac{\pi \cdot \sigma_p^2 \cdot S_u \cdot b_u}{E} = \frac{\pi \cdot \sigma_p^2 \cdot h_m \cdot l \cdot b_u}{E}, \text{ Дж}; \quad (3)$$

где σ_p – предельное сопротивление почвы растяжению, Па;

E – модуль Юнга, Па.

Упругая энергия в рассматриваемом интервале пласта почвы может быть выражена по формуле:

$$U_u = P_\epsilon \cdot \Delta h, \text{ Дж}, \quad (4)$$

где P_ϵ – внешняя сила, действующая на половину интервала почвы, Н;

Δh – величина растяжения почвы по линии действия силы, м.

Используя закон Гука [2], суммарная предельная величина растяжения почвы на участке расположения предполагаемой трещины определится следующим выражением:

$$\Delta h = \int_{h_u}^{h_p} \frac{P_e}{E \cdot S_u} dh = \frac{P_e \cdot h_m}{E \cdot S_u}, \text{ м}, \quad (5)$$

где P_e – вертикальная составляющая результирующей силы плоскорежущей лапы, действующей на рассматриваемый интервал почвы, Н.

Для определения силы P_e и необходимых её составляющих, рассмотрим рисунок 2.

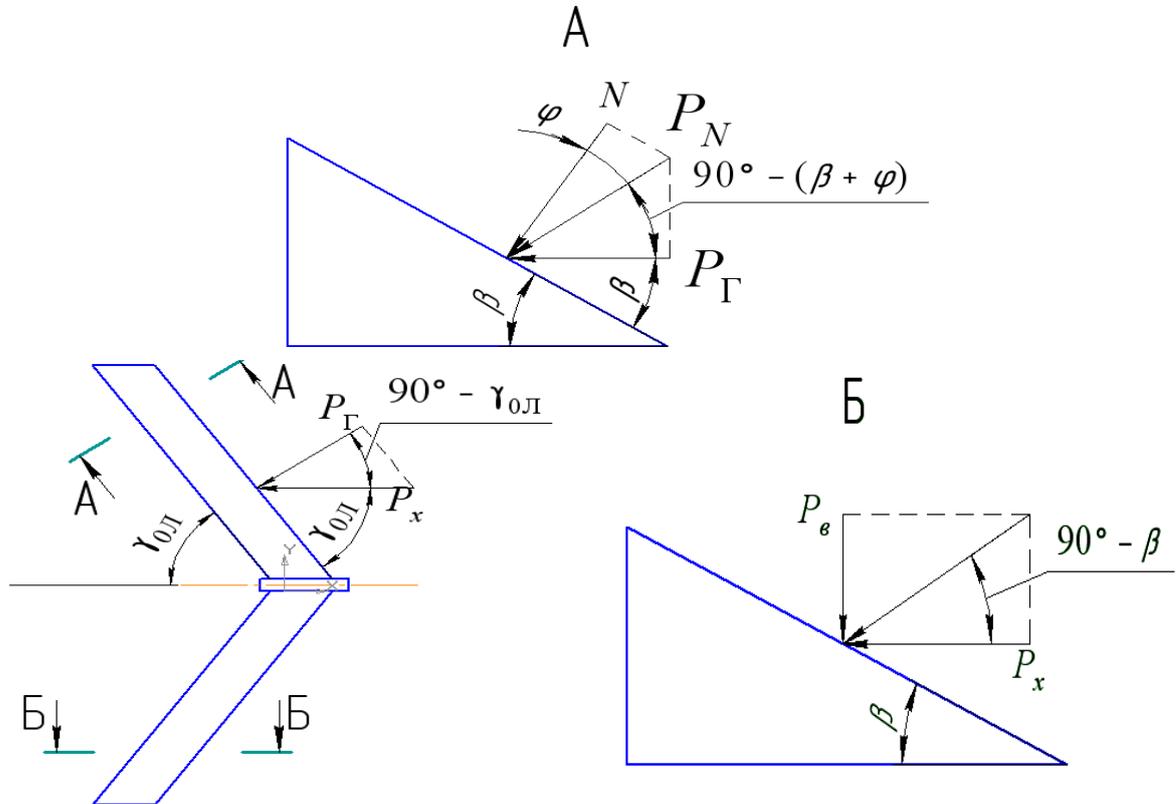


Рис. 2. Схема сил, действующих на рабочую поверхность плоскорежущей лапы

Результирующую силу, действующую на рабочую поверхность плоскорежущей лапы в плоскости перпендикулярной ее лезвию P_N , её горизонтальную составляющую P_e , а также горизонтальную составляющую по направлению движения P_x определим по следующим формулам:

$$P_N = \frac{N}{\cos \varphi}, \text{ Н}; \quad P_e = \frac{N \cdot \sin(\beta + \varphi)}{\cos \varphi}, \text{ Н}; \quad P_x = \frac{N \cdot \sin(\beta + \varphi)}{\cos \varphi \cdot \sin \gamma_0}, \text{ Н}; \quad (6)$$

где β – угол крошения плоскорежущей лапы, град;

γ_0 – половина угла в плане плоскорежущей лапы, град.

Вертикальная составляющая P_e результирующей силы плоскорежущей лапы, действующей на рассматриваемый интервал почвы в плоскости параллельной направлению движения, выразится через силу P_x :

$$P_e = P_x \cdot \text{ctg} \beta = \frac{N \cdot \sin(\beta + \varphi) \cdot \text{ctg} \beta}{\cos \varphi \cdot \sin \gamma_0} = \frac{\sigma_0 \cdot S_{ul} \cdot \sin(\beta + \varphi) \cdot \text{ctg} \beta}{\cos \varphi \cdot \sin \gamma_0}, \text{ Н}; \quad (7)$$

где N – сила нормального давления на рабочую поверхность плоскорежущей лапы, Н;

σ_0 – нормальное давление на рабочую поверхность плоскорежущей лапы, Па;

S_{ul} – площадь рабочей поверхности плоскорежущей лапы, действующей на обрабатываемый интервал почвы, м².

С учетом выражения (7), величина упругой энергии обрабатываемого интервала почвы определится уравнением:

$$U_u = \left| \frac{\sigma_0 \cdot S_{ул} \cdot \sin(\beta + \varphi) \cdot ctg\beta}{\cos\varphi \cdot \sin\gamma_0} \right|^2 \cdot \frac{h_m}{E \cdot S_{ул}}, \text{ Дж.} \quad (8)$$

Работа A_u , выполняемая плоскорежущей лапой по перемещению половины интервала пласта почвы до его отрыва от смежной половины определяется выражением:

$$A_u = \frac{\sigma_0 \cdot S_{ул} \cdot \sin(\beta + \varphi) \cdot ctg\beta \cdot h_l}{2 \cdot \cos\varphi \cdot \sin\gamma_0}, \text{ Дж.} \quad (9)$$

Выражения формул (3), (8), (9) подставим в формулу (1) и определим величину высоты слоя почвы над плоскорежущей лапой до щели-надреза:

$$h_m = \frac{\left| \sigma_0 \cdot S_{ул} \cdot \sin(\beta + \varphi) \cdot ctg\beta \cdot h_l \right| \cdot h_{ул} \cdot E \cdot S_{ул} \cdot \cos\varphi \cdot \sin\gamma_0}{\left| \sigma_0 \cdot S_{ул} \cdot \sin(\beta + \varphi) \cdot ctg\beta \right|^2 + \pi \cdot \sigma_p^2 \cdot l_l \cdot b_u \cdot S_{ул} (\cos\varphi \cdot \sin\gamma_0)^2}, \text{ м.} \quad (10)$$

По заданной глубине рыхления h_p и величине высоты слоя почвы над плоскорежущей лапой до щели-надреза h_m определим длину рабочей части ножа-щелереза для формирования щели-надреза:

$$h_n = h_p - h_m, \text{ м,} \quad (11)$$

данная величина будет зависеть от заданной глубины обработки, свойств почвы и параметров рабочего органа.

При безотвальном поверхностном рыхлении щелерезами-рыхлителями, расставленными с обоснованным интервалом b_u в составе комбинированного рабочего органа, обеспечивающего работу без сгуживания и забивания, необходимо обоснование ширины захвата его лапок для минимизации тягового сопротивления. Для этого необходимо, чтобы линии скола почвы от смежных лапок в вертикально-поперечной плоскости не пересекались на дневной поверхности, то есть в соответствии с исследованиями Кленына Н.И. [3], должно выполняться следующее условие:

$$l_{ск} = h_{пл} \cdot tg \frac{\Theta}{2}, \text{ м;}$$

где $h_{пл}$ – глубина рыхления лапки,

$\frac{\Theta}{2}$ – угол скола почвы лапкой в вертикально-поперечной плоскости лапы

Отсюда определим ширину захвата лапки щелереза-рыхлителя:

$$l_l = b_u - 2 \cdot h_{пл} \cdot tg \frac{\Theta}{2}, \text{ м.} \quad (12)$$

Заключение. В результате теоретических исследований обоснованы: рациональная рабочая длина ножа-щелереза для надреза-щели, ширина захвата его лапки, которые позволят повысить качество крошения почвы и уменьшить энергоемкость в целом комбинированного рабочего органа.

Библиографический список

1. Брок, Д. Основы механики разрушения / пер. с англ. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с. : ил.
2. Заславский, В.В. Краткий курс сопротивления материалов. – М. : Машиностроение, 1986. – 260 с.
3. Кленына, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленына, В.А. Сакун. – М. : Колос, 1994. – 751 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОШНИКОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Гниломёдов Владимир Григорьевич, канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».
446436, Самарская обл., г. Кинель, ул. Ново-Садовая, д. 75.
Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: почва, поверхностная предпосевная обработка, сеялка-культиватор, сошник, культиваторная лапа, тяговое сопротивление, удельные энергозатраты.

Приводятся данные и анализ энергетической оценки сошников посевных комплексов и сеялок-культиваторов, различающихся конструктивными параметрами и представляющими три основных типа культиваторных, плоскорезных и комбинированных лап, предназначенных для поверхностной предпосевной обработки почвы с одновременным высевом семян.

Одним из основных стратегических направлений отрасли растениеводства является внедрение энергосберегающих технологий и прямого посева «No-till», что требует разработки комплекса мер по качественному росту технической оснащённости машинных технологий комбинированными почвообрабатывающе-посевными комплексами и машинами.

Предлагаемая посевная техника в настоящее время имеет большую разномарочность и конструктивное исполнение рабочих органов, а её конкретный выбор неоднозначен из-за существенного различия зональных почвенно-климатических, производственно-технологических и экономических условий.

Цель исследования – анализ использования различных рабочих органов в условиях Среднего Поволжья и определение путей снижения тягового сопротивления стрельчатых лап почвообрабатывающе-посевных комплексов и машин.

Задача исследования – энергетическая оценка сошников посевных комплексов и сеялок-культиваторов, различающихся конструктивными параметрами и представляющими три основных типа культиваторных, плоскорезных и комбинированных лап, предназначенных для поверхностной предпосевной обработки почвы с одновременным высевом семян.

Объектом исследования являлся технологический процесс предпосевной обработки почвы экспериментального орудия на базе культиватора КПЭ-3,8, на раме которого были смонтированы С-образные стойки по трехрядной расстановке сошников. Это позволяло оценить непосредственно исследуемые стрельчатые лапы и исключить сглаживающие влияния борон, катков и других дополнительных устройств.

Исследуемые варианты серийных и экспериментальных рабочих органов представлены на рисунках 1, 2 и 3, а основные их геометрические параметры приведены в таблице 1:

- вариант 1 – контроль – серийная культиваторная лапа (рис. 1);
- вариант 2 – экспериментальная плоскорезущая лапа (рис. 2);
- вариант 3 – экспериментальная комбинированная культиваторная лапа (рис. 3).

Таблица 1

Параметры	Показатели		
	Параметры исследуемых лап сошников		
	вариант 1	вариант 2	вариант 3
1. Конструктивно-технологическая схема	культиваторная лапа	плоскорезущая лапа	комбинированная лапа
2. Ширина захвата, м	0,40	0,40	0,40
3. Угол раствора крыльев лапы, град.	70	80	90
4. Угол постановки рабочей поверхности крыла лапы ко дну борозды, град.	40	15-18	40
5. Высота лапы, м	0,04	0,025	0,04
6. Длина средней рабочей (носовой) поверхности лапы, м	0,20	0,15	0,10
7. Ширина кронштейна, м	0,075	0,075	0,075
8. Отличительная особенность в середине рыхлящей части	удлиненный выступ	поверхность ровная	вертикальная режущая пластина
9. Угол наклона вертикальной режущей кромки, град.	-	-	вперед-15
10. Способ посева семян	сплошной	ленточный	сплошной

Различие конструктивно-технологических схем и геометрических параметров экспериментальных сошников, представленных в таблице 1, обосновано выведенными аналитическими зависимостями [1] с целью снижения бороздообразования и тягового сопротивления рабочих органов без и с установкой вертикальной режущей пластины (соответственно вариант 2 и вариант 3).

При этом, во-втором варианте оценивалось совокупное влияние увеличения угла раствора крыльев лапы 2γ и уменьшение угла крошения β , высоты лапы h_l и длины средней рабочей части l_p лапы.

В третьем варианте определялось влияние установки вертикальной режущей пластины, увеличение угла раствора 2γ и уменьшение длины средней рабочей части l_p лапы.



Рис. 1. Серийная культиваторная лапа для сплошного посева



Рис. 2. Плоскорезущая лапа для ленточного посева



Рис. 3. Комбинированная культиваторная лапа для сплошного посева

Конструктивно-технологическая схема стрелчатой культиваторной лапы серийного сошника посевного комплекса, в соответствии с рисунком 1, позволяет производить воздействие только горизонтального силового потока для подрезания пласта почвы и выполнять сплошной посев семян зерновых культур.

Выдавленный удлиненный выступ в середине лапы не производит вертикального разрезания почвы, а лишь способствует частичному крошению почвенного пласта, находящегося на рабочей поверхности лапы. Следует отметить и то, что создание этого выступа повлекло за собой значительное увеличение длины и площади средней рабочей части лапы и, соответственно, увеличение сгуживания почвы перед кронштейном и рост тягового сопротивления сошника.

Экспериментальная плоскорезущая лапа производит также воздействие только горизонтального силового потока для подрезания пласта почвы. Значительное уменьшение угла постановки рабочей поверхности лапы ко дну борозды до $15-18^{\circ}$ позволило уменьшить высоту лапы до 0,025 м и уменьшить длину средней рабочей поверхности лапы до 0,15 м. Это обеспечивает снижение бороздообразования и тягового сопротивления сошника в целом. Но образованный подлапный свод получился малого объема, не обеспечивающий выполнение сплошного (подпочвенно-разбросного) посева. Плоскорезущая лапа (вариант 2) выполняет ленточный посев семян зерновых культур.

Проведенный анализ устройств для рыхления уплотнённой или влажной почвы и конструкций культиваторных лап показал, что для снижения тягового усилия и повышения качества обработки почвы и посева семян сельскохозяйственных культур перспективным направлением работы является создание комбинированной культиваторной лапы (Патент №19892 КР А01В 39/20), имеющей следующую конструктивно-технологическую схему в соответствии с рисунком 3.

Культиваторная лапа содержит два крыла, каждое из которых имеет режущую кромку, наклонную рабочую поверхность и направляющую поверхность. Осевая часть состоит из вертикальной режущей пластины и кронштейна. Вертикальная режущая пластина имеет режущую кромку, наклоненную от вертикали вперёд.

Технологический процесс мелкой обработки почвы, находящейся в различном состоянии по твердости и влажности и выполняемой комбинированной культиваторной лапой, состоит из сочетания вертикальных и горизонтальных силовых потоков. При рабочем ходе первоначально обрабатываемый слой почвы разрезается по осевой линии в вертикальной плоскости и разрушается режущей кромкой, а затем вертикальной пластиной почва раздвигается, образуя два почвенных пласта. Каждый почвенный пласт и корни растительности подрезаются в горизонтальной плоскости режущими кромками крыльев по всей ширине захвата культиваторной лапы. Когда под этими почвенными пластами проходит рыхлящая часть лапы, почва поднимается по наклонным рабочим поверхностям и дробится за счёт эффекта скалывания. В месте перехода почвы с рабочих поверхностей на горизонтальные направляющие поверхности почва подвергается дополнительной деформации, разрыву и крошению, а затем она свободно проходит по направляющим поверхностям и опускается за кромками крыльев лапы, закрывая дно борозды.

В то же самое время, в продольном направлении, по осевой линии, деформированные почвенные пласты раздвигаются вертикальной режущей пластиной и, под совокупным действием режущей пластины и рабочих поверхностей, рыхлая почва отклоняется по обе стороны кронштейна и стойки. Тем самым снижается усилие, затрачиваемое на уплотнение почвы кронштейном, устраняется сгуживание почвы и образование почвенного клина на лапе перед стойкой. При дальнейшем движении культиваторной лапы, под действием бокового подпора, оба рыхлых почвенных потока заходят за стойку и закрывают среднюю часть борозды.

При работе культиваторной лапы, между рыхлящей частью лапы и дном борозды образуется подлапное пространство, которое, при установке на стойке семяпровода и распределительного устройства, позволяет производить подпочвенно-разбросной посев семян зерновых культур или внесение гранулированных минеральных удобрений.

Высота вертикального силового потока определяется глубиной мелкой обработки $a = 0,06...0,12$ м, а величина горизонтального силового потока должна составлять ширину захвата рабочего органа $b = 0,25...0,40$ м. Следовательно, полученные параметры технологического процесса мелкой обработки сухой и твёрдой почвы можно принять за оптимальные.

Описанные конструкции исследуемых стрелчатых лап обеспечивают их фронтальное размещение на сеялках и культиваторах для поверхностной и плоскорезной обработки почвы с расстановкой смежных стоек 0,30...0,35 м между их осями.

С целью проверки аналитических выражений по определению тягового сопротивления стрелчатых культиваторных лап, определения удельного тягового сопротивления и удельных энергозатрат исследуемых сошников, экспериментально были определены эти показатели в зависимости от скорости движения

экспериментального орудия на паровом поле в полном соответствии с методикой энергетической оценки. Рабочая ширина захвата экспериментального орудия составила 2,31 м, глубина хода сошников равнялась 10 ± 1 см.

При проведении энергетической оценки исследуемых сошников использовалась информационно-измерительная система ИП-238 (рис. 4).

Малогабаритная переносная информационно-измерительная система ИП-238 предназначена для измерения, анализа, запоминания и отображения, как в реальном времени, так и по окончании опыта в удобной форме параметров, определяющих эксплуатационно-технологические качества тракторов и сельскохозяйственных машин.



Рис. 4. Информационно-измерительная система ИП-238



Рис. 5. Тензометрическая балка

Аппаратура состоит из измерительного блока, портативного компьютера и коммутационного блока.

При энергетической оценке сошников экспериментальное орудие агрегатировалось с трактором Т-150К посредством тензометрического звена (рис. 5), а скорость движения агрегата определялась путеизмерительным колесом.

Опыты проводились на 4-х скоростях движения агрегата с 4-х кратной повторностью для каждого вида исследуемых лап сошников.

Энергетические показатели работы машины с исследуемыми сошниками представлены в сводной таблице 2, на основании данных которой построены графики зависимостей (рис. 6; 7 и 8).

Для проверки теоретических предпосылок и правильности уравнений, изложенных в статье автора [1], в диапазоне скоростей от 1 до 2 м/с были рассчитаны значения тягового сопротивления орудия с предлагаемыми опытными комбинированными культиваторными лапами (вариант 3). В расчетах использованы обоснованные конструктивные параметры комбинированной культиваторной лапы и параметры, характеризующие почвенные условия близкие к физико-механическим свойствам почвы при энергетической оценке, принятые по справочным данным и материалам исследований:

$$q_n = 7000 \text{ н/м}^2; \tau_{\max} = 6000 \text{ н/м}^2; \rho = 100000 \text{ н/м}^3;$$

$$f_{n/c} = 0,7; f_{n/n} = 1,7; \varphi_{n/c} = 35^\circ; \varphi_{n/n} = 60^\circ; \Psi_1 = 30^\circ \text{ и } \Psi_2 = 45^\circ.$$

Результаты расчетов:

- при $V_1 = 1$ м/с тяговое сопротивление $P_{\text{но}1} = 8,91$ кН;
- при $V_2 = 1,25$ м/с тяговое сопротивление $P_{\text{но}2} = 9,90$ кН;
- при $V_3 = 1,5$ м/с тяговое сопротивление $P_{\text{но}3} = 11,11$ кН;
- при $V_4 = 1,75$ м/с тяговое сопротивление $P_{\text{но}4} = 12,54$ кН;
- при $V_5 = 2$ м/с тяговое сопротивление $P_{\text{но}5} = 14,19$ кН.

Графическая зависимость, представленная на рисунке 6 показывает, что расчетные значения тягового сопротивления с высокой вероятностью согласуются с экспериментальными результатами, так как максимальная разница полученных значений не превышает 3,5% для сошников варианта 3 с комбинированными культиваторными лапами.

Анализ показателей энергетической оценки экспериментального орудия со сравниваемыми сошниками на предпосевной обработке почвы выявил:

- теоретические положения по обоснованию конструктивно-технологической схемы комбинированной культиваторной лапы и полученные теоретические зависимости правильно отражают технологический

процесс и могут быть использованы при расчете и выборе оптимальных параметров рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин;

- по тяговому сопротивлению (рис. 6) экспериментальные сошники вариантов 2 и 3 имеют преимущества над серийными сошниками варианта 1, соответственно на 5,52-7,31 и 8,62-9,45 кН, а характер их изменения от скорости движения агрегата аппроксимируется следующими выражениями в раскодированном виде:

для серийной лапы

$$P_{\text{noc}} = 4,5071 \cdot V^2 - 8,2651 \cdot V + 21,575; \quad (1)$$

для плоскорезающей лапы

$$P_{\text{пол}} = 3,4162 \cdot V^2 - 6,8021 \cdot V + 15,862; \quad (2)$$

для комбинированной культиваторной лапы

$$P_{\text{пок}} = 2,6962 \cdot V^2 - 3,4174 \cdot V + 9,8027; \quad (3)$$

- по удельному тяговому сопротивлению (рис. 7) разница между ними существенная, с увеличением скорости движения возрастает соответственно до 3,17 и 4,10 кН/м и аппроксимируется также полиномиальными зависимостями:

для серийной лапы

$$k_{\text{удс}} = 1,9378 \cdot V^2 - 3,5327 \cdot V + 9,3037; \quad (4)$$

для плоскорезающей лапы

$$k_{\text{удл}} = 1,4713 \cdot V^2 - 2,9232 \cdot V + 6,8498; \quad (5)$$

для комбинированной культиваторной лапы

$$k_{\text{удк}} = 1,1722 \cdot V^2 - 1,5061 \cdot V + 4,2681. \quad (6)$$

Таблица 2

Энергетические показатели машины по ГОСТ 10.2.2-2002

Показатели	Варианты сошников											
	1 – контроль				2 – эксперимент				3 – эксперимент			
1. Скорость движения, м/с	1,16	1,56	1,76	2,07	1,18	1,54	1,74	2,09	1,16	1,59	1,74	2,05
2. Тяговое сопротивление машины, кН	18,16	19,03	21,50	23,63	12,64	13,15	14,81	16,32	9,54	10,61	12,47	14,18
3. Тяговая мощность машины, кВт	21,07	29,98	37,96	49,38	14,99	20,26	25,62	34,20	11,06	16,93	21,65	28,82
4. Потребляемая мощность агрегата, кВт	30,05	45,98	63,12	89,65	21,35	31,05	45,00	62,10	15,80	26,00	36,05	52,34
5. Удельные энергозатраты, кВт·ч/га	33,39	38,32	45,08	52,74	23,72	25,88	32,14	36,53	17,55	21,67	25,75	30,78
6. Удельное тяговое сопротивление машины, кН/м	7,86	8,24	9,31	10,23	5,47	5,69	6,41	7,06	4,13	4,59	5,39	6,13
7. Коэффициент использования номинальной мощности двигателя	0,25	0,38	0,53	0,74	0,17	0,25	0,38	0,52	0,13	0,21	0,30	0,43
8. Буксование движителей, %	3,4	3,4	3,5	3,6	2,3	2,5	2,8	2,9	2,0	2,3	2,6	2,8

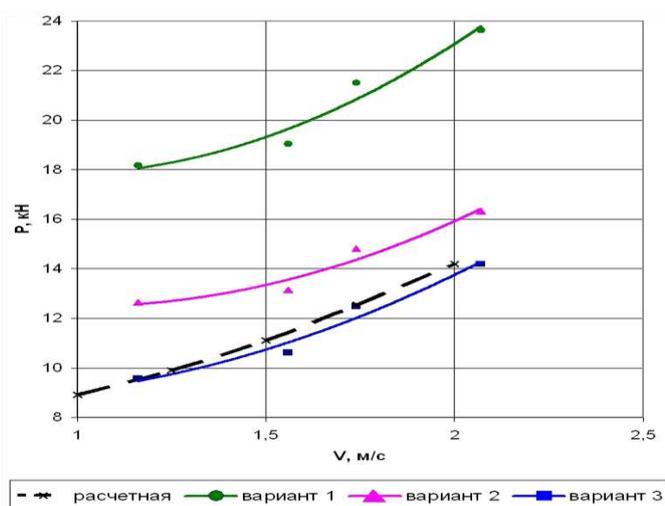


Рис. 6. Зависимость тягового сопротивления сошников от скорости при глубине обработки 0,10 м

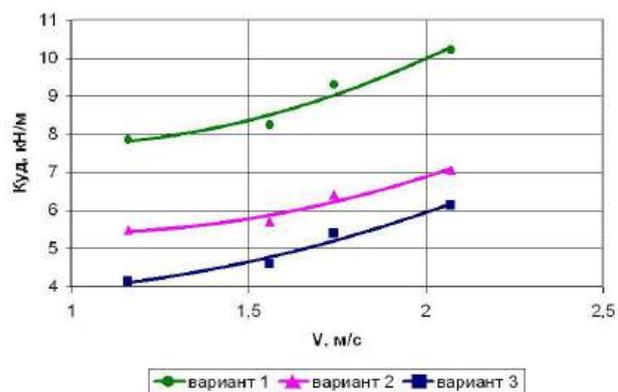


Рис. 7. Зависимость удельного тягового сопротивления сошников от скорости при глубине обработки 0,10 м

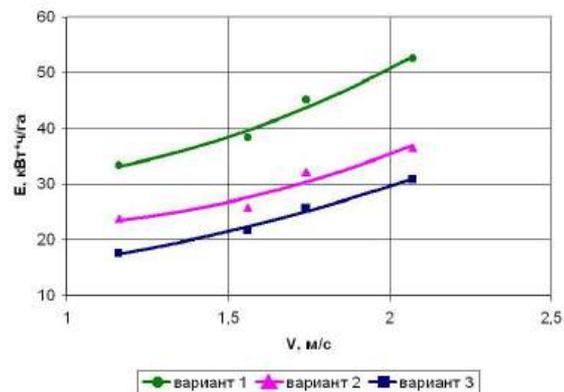


Рис. 8. Зависимость удельных энергозатрат от скорости при глубине обработки 0,10 м

Следовательно, для выполнения технологического процесса мелкой обработки почвы серийные культиваторные лапы (вариант 1) потребуют удельных энергозатрат от 33,39 до 52,74 кВт·ч/га, плоскорезущие лапы (вариант 2) – от 23,72 до 36,53 кВт·ч/га, а комбинированные культиваторные лапы (вариант 3) – от 17,55 до 30,78 кВт·ч/га.

Выявлена тенденция изменения энергоёмкости технологического процесса мелкой обработки почвы от скорости движения в сопоставимых условиях:

для серийной лапы

$$E_c = 10,67 \cdot V^2 - 12,821 \cdot V + 33,674; \quad (7)$$

для плоскорезущей лапы

$$E_n = 8,8279 \cdot V^2 - 13,672 \cdot V + 27,408; \quad (8)$$

для комбинированной культиваторной лапы

$$E_k = 5,1445 \cdot V^2 - 1,7823 \cdot V + 12,582; \quad (9)$$

Сошники варианта 3 обеспечивают самые лучшие энергетические показатели, которые меньше на 40,0-47,5%, чем у сошников варианта 1 и на 13,2-26,0%, чем у сошников варианта 2.

Заключение. Таким образом, энергетическая оценка показала, что имеется научная необходимость и производственная целесообразность модернизации сошников серийных сеялок-культиваторов и посевных комплексов, с целью выполнения рационального технологического процесса мелкой обработки тяжелосуглинистых почв путем воздействия на почвенный пласт вертикального и горизонтального силовых потоков.

На основании лабораторных и лабораторно-полевых исследований серийных и экспериментальных рабочих органов посевных комплексов произведена проверка правильности теоретических зависимостей и выводов, изложенных в материалах статьи автора [1], а также осуществлено обоснование оптимальных параметров опытных сошников, рекомендуемых в сельскохозяйственное производство.

Плоскорезущие лапы (вариант 2) рекомендуется использовать при оптимальной влажности почвы 18-24% для предпосевной обработки почвы и ленточного посева семян, а также для мелкой обработки паровых полей.

Разработанные комбинированные культиваторные лапы (вариант 3) производят технологический процесс предпосевной обработки почвы и сплошной посев семян в любых (и сухих, и влажных) почвах с наилучшим качеством и наименьшими энергозатратами, что позволяет повысить рабочую скорость движения почвообрабатывающих агрегатов и посевных комплексов и на 16,8-20,3% увеличить их производительность.

Библиографический список

1. Гниломёдов, В.Г. Анализ тягового сопротивления комбинированной культиваторной лапы при обработке почвы // Известия ФГОУ ВПО Самарская ГСХА. – 2009. – Вып. №3. – С. 3-9.

НОВЫЙ СПОСОБ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ПОСЕВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Милюткин Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедры "Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств" ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 10.

Тел.: 8 (846-63) 46-1-31.

Канаев Михаил Анатольевич, ассистент кафедры "Сельскохозяйственные машины" ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 10.

Тел.: 8 (846-63) 46-3-46.

Ключевые слова: точное земледелие, твердость почвы, плодородие, удобрения, поле, посев.

Рассматривается новый способ внесения удобрений при посеве сельскохозяйственных культур.

Развитие средств спутникового зондирования, компьютерной техники, автоматики, средств коммуникаций создало благоприятные условия для ведения сельского хозяйства на совершенно новой основе, позволяющей контролировать рост и развитие растений на каждом участке почвы. Для этого обработку почвы, выполнение технологических операций, внесение удобрений, гербицидов и пестицидов рационально проводить дифференцированно, с учётом плодородия почвы каждого конкретного участка.

Одним из важнейших показателей плодородия почвы, является толщина гумусового слоя почвенного горизонта. В ходе исследований на кафедре сельскохозяйственных машин Самарской ГСХА подтвердились зависимости удельного сопротивления и твёрдости почвы от толщины гумусового слоя.

Целью исследования является обоснование влияния дозировки удобрений на урожайность яровой пшеницы на различных гумусовых горизонтах.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: закладка опыта дифференцированного внесения удобрений на посевах яровой пшеницы; расчет экономической эффективности предлагаемого способа дифференцированного внесения удобрений при посеве.

Прежде чем обосновать влияние дозировки удобрений на различных гумусовых горизонтах была получена информация о толщине гумусового слоя в горизонте от 0 до 25 см при помощи дискового твердомера, разработанного на кафедре сельскохозяйственных машин Самарской ГСХА [4].

Для опыта был выбран участок площадью 1 га, расположенный в центральной зоне Самарской области в южной части лесостепи Заволжья. Рельеф опытного участка выровненный, облесенность окружающей территории 8-10%. По южной границе участка имеются старые лесные полосы. Весной 2006 г. путём рекогносцировочных прикопок был проведён поиск выровненного по плодородию почвы участка для закладки опыта по координатной технологии.

Урожайность зерна озимой пшеницы изменялась от 10,4 до 21,8 ц/га.

В 2008 г. с помощью твердомера определены деланки с мощностью гумусового горизонта от 30-50 см и 51-70 см. Отобраны почвенные пробы из горизонта 0-30 см на содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Схема опыта включала 5 вариантов:

- мощность гумусового горизонта 30-50 см без применения удобрений (контроль);
- мощность гумусового горизонта 30-50 см + N₅₁ P₃₅;
- мощность гумусового горизонта 51-70 см без применения удобрения (контроль);
- мощность гумусового горизонта 51-70 см + N₄₂ P₃₀;
- мощность гумусового горизонта – N₃₉ P₃₃ без определения твердости почвы.

Для исследований использована экспериментальная сеялка DMC-Primera 300 T, изготавливаемая фирмой "AMAZONEN-WERKE". Она создана на базе стандартной сеялки DMC-PRIMERA 301 и имеет дополнительное оборудование (бункер и рабочие органы) для внесения удобрений одновременно с посевом.

Доза внесения взята как средняя по двум горизонтам. Условно назовем его – базовый вариант. Повторение четырехкратное, учетная площадь деланки – 100 м². Посев произведен 5 мая, уборка урожая – 10 августа комбайном «Сампо» сорт пшеницы Кинельская 60.

Доза внесения удобрений рассчитана на получение планируемого урожая зерна, исходя из среднемноголетней влагообеспеченности, и составляет 2,15 т с 1 га.

$$ДВУ_{т/га} = (140 \text{ мм} + 138 \text{ мм} \times 0,7) / (110 \text{ мм} / \text{т зерна}) = 237 \text{ мм} / 110 \text{ мм/т} = 2,15 \text{ т зерна},$$

где 140 мм – запасы продуктивной влаги весной в период посева (среднемноголетнее);

138 мм – сумма осадков за период вегетации яровой пшеницы (среднемноголетнее);

0,7 – коэффициент использования летних осадков;

110 мм/т – коэффициент водопотребления.

В 2008 г. за счет лучшей влагообеспеченности расчетная урожайность зерна была равна 2,61 т/га.

Расчетная урожайность по обеспеченности почвы питательными веществами в зависимости от мощности гумусового горизонта по азоту составляет 1,59-1,69 т/га, по фосфору – 1,57-1,65 т/га и по калию – 3,63-3,77 т/га, то есть фактором, ограничивающим получение планируемого урожая, является содержание доступных форм азота и фосфора (табл. 2).

Таблица 2

Расчетная урожайность зерна яровой пшеницы по обеспеченности питательными веществами

Мощность гумусового горизонта, см	Содержание элементов питания мг/100г			Расчетная урожайность зерна т/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	по азоту	по фосфору	по калию
30-50	8,9	7,6	14,8	1,59	1,56	3,63
51-70	9,5	8,1	16,2	1,69	1,65	3,97

Для получения планируемого урожая (2,15 т/га) на участке с мощностью гумусового горизонта 30-50 см нужно внести удобрение из расчета N₅₁ P₃₃ (табл. 3), а на делянках с более мощным гумусовым горизонтом – N₄₂ P₃₀ (табл. 4).

Таблица 3

Расчет доз удобрений на планируемый урожай по среднемноголетней влагообеспеченности, ДВУ-2,15 т/га, мощность гумусового горизонта 30-50 см

№	Показатели	Элементы питания		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос питательных веществ на 1 т зерна, кг	41,9	11,5	17,1
2	Вынос питательных веществ с урожаем, кг/га	90	25	37
3	Содержание в пахотном горизонте, мг/100 г почвы	8,9	7,6	14,8
4	Содержание в пахотном горизонте, кг/га	267	228	444
5	Коэффициент использования элементов питания из почвы, %	25	8	14
6	Возможное использование из почвы, кг/га	67	18	62
7	Необходимо усвоить из удобрений, кг/га	23	7	–
8	Коэффициент использования элементов питания из удобрений, %	45	20	–
9	Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га	51	35	–

Для сбалансирования питательных веществ по фосфору, необходимо внести нитроаммофоса 152 кг/га (35кг / 23%) × 100 и для обеспечения азотом ещё и аммиачную селитру 47 кг/га (51 кг – 35 кг) / 34 × 100, то есть всего туков необходимо внести 199 кг/га.

Для внесения 30 кг действующего вещества фосфора, нитроаммофоса потребуется 130 кг (30 кг / 23%) × 100. Аммиачной селитры нужно внести 35 кг/га (42 кг – 30 кг) / 34%. Норма внесения туков – 165 кг/га. На базовом варианте вносится средняя доза – N₄₇P₃₃. Нитроаммофоса нужно 143 кг и аммиачной селитры – 41 кг/га.

Таблица 4

Расчет доз удобрений на планируемый урожай по среднемноголетней влагообеспеченности, ДВУ – 2,15 т/га, мощность гумусового горизонта 50-70 см

№	Показатели	Элементы питания		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вынос питательных веществ на 1 т зерна, кг	41,9	1,5	17,1
2	Вынос питательных веществ с урожаем, кг/га	90	25	37
3	Содержание в пахотном горизонте, мг/100г почвы	9,5	8,1	16,2
4	Содержание в пахотном горизонте, кг/га	8,5	2,43	4,86
5	Коэффициент использования элементов питания из почвы, %	25	8	14
6	Возможное использование из почвы, кг/га	7,1	9	68
7	Необходимо усвоить из удобрений, кг/га	9	6	-
8	Коэффициент использования элементов питания из удобрений, %	5	0	-
9	Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га	42	0	-

Дифференцированное внесение минеральных удобрений было высокоэффективным (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность зерна яровой пшеницы, 2008 г.

№ вариантов	Глубина гумусового горизонта, см	Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		
				в % к контролю	т/га	На 1 кг д.в. удобрений, кг
1	30-50	без удобрений (контроль)	1,74	100	-	-
2	30-50	N ₅₁ P ₃₅	2,71	156	0,97	11
3	51-70	без удобрений	1,92	100	-	-
4	51-70	N ₄₂ P ₃₀	2,85	148	0,93	13
5	30-70	N ₄₇ P ₃₃	2,25	123	0,42	5

Несмотря на разные дозы внесения минеральных удобрений урожайность при дифференцированном внесении была близкой – 2,71 т/га и 2,85 т/га. Разница в урожайности находится в пределах ошибки опыта.

Урожайные данные подтверждаются анализом структуры урожая (табл. 6).

Таблица 6

Анализ структуры урожая

Варианты опыта	Дозы удобрений	Высота растений, см	Длина колоса, см	Масса колоса, г	Масса зерна в колосе, г	Число зёрен в колосе, шт.	Число колосьев на 1 м ²	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность	
									г/м ²	%
1	-	63	5,4	0,83	0,53	20	385	26,5	204	100
2	N ₅₁ P ₃₅	68	5,6	0,95	0,66	21,3	445	31,0	293	144
3	-	63	5,3	0,82	0,54	20,3	82	26,7	207	100
4	N ₄₂ P ₃₀	70	5,7	1,07	0,70	22,9	466	30,5	226	157
5	N ₄₇ P ₃₃	66	5,5	0,91	0,64	21,0	401	30,4	357	125

Сравнительная экономическая оценка даёт возможность определить какие из изучаемых вариантов по сравнению с контрольным вариантом выгодно применять.

Таблица 7

Экономическая эффективность применения минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы

№	Показатели	Варианты опыта		
		2	4	5
		N ₅₁ P ₃₅	N ₄₂ P ₃₀	N ₄₇ P ₃₃
1	Прибавка урожая от внесения удобрений, т/га	0,97	0,93	0,42
2	Цена реализации зерна, руб./т	4500	4500	4500
3	Стоимость прибавки урожая, руб./га	4365,0	4185,0	1890,0
4	Стоимость удобрений, руб./га	1726,0	1445,0	1604,5
5	Дополнительный доход, руб./га	2639,0	2740,0	285,5
6	Рентабельность, %	152,9	189,6	17,8
7	Окупаемость удобрений, руб./руб.	2,52	2,9	1,17

Таким образом, применение дифференцированного внесения удобрений при возделывании яровой пшеницы позволяет создавать наиболее благоприятные условия для роста и развития растений и рационально использовать дорогостоящие минеральные удобрения, тем самым обеспечить снижение себестоимости продукции и получить дополнительный экономический эффект.

Библиографический список

1. Адамчук, В.В. Точное земледелие: существо и технические проблемы / В.В. Адамчук, В.К. Моисеенко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – №8. – С. 4-7.
2. Антонович, К.М. Мониторинг объектов с применением GPS технологий и других методов определения положения / К.М. Антонович, А.П. Карпик // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2003. – №6. – С. 123-135.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1979. – 423 с.
4. Канаев, М.А. Описание конструкции и принцип работы дискового твердомера // Известия Самарской ГСХА. – 2008. – Вып. 3. – С. 5-8.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Петров Александр Михайлович, канд. техн. наук, профессор, зав. кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел. 8(84663) 46-4-31.

Зелёва Наталья Викторовна, аспирантка кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: высевательный аппарат, сеялка, посев, распределение семян, полевые опыты.

Представлена и описана схема дисково-ленточного высевательного аппарата, которая позволит повысить качество посева мелкосеменных культур в селекционном производстве.

В последние годы интерес к проблемам посева сельскохозяйственных культур значительно возрос, что объясняется важностью этой операции для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, необходимостью обеспечения перерабатывающие производства сырьем, а также внедрением в производство интенсивных и ресурсо-влагосберегающих технологий.

Необходимость совершенствования посевных машин определяется разнообразием физико-механических свойств семян сельскохозяйственных культур, схем, способов, трудоемкости их посева и возделывания, а также различием почвенно-климатических условий и агротехнических требований.

Весьма важной отличительной особенностью посевных машин служит тип применяемых в них высевательных аппаратов. Он существенно оказывает влияние на формирование исходного потока с заданными параметрами. От того, как работает высевательный аппарат, зависит качество распределения семян по площади поля и в конечном итоге урожайность растений.

В настоящее время наибольшее распространение получила селекционная сеялка ССНП-16, однако применяемая в них крупногабаритная катушка не позволяет получить высокую равномерность распределения семян вдоль рядка и, особенно для мелкосеменных культур. Причиной этого является порционность посева семян катушкой, вследствие чего посевы получаются неравномерными – со сгущением или разрежением растений в рядке. Это, в конечном итоге, приводит к снижению урожайности мелкосеменных культур.

Цель исследований – повышение качества посева мелкосеменных культур в селекционном производстве за счет совершенствования высевательного аппарата.

Для достижения представленной цели необходимо решить следующую задачу: обосновать конструктивно-технологическую схему дисково-ленточного высевательного аппарата.

На кафедре «Сельскохозяйственные машины» Самарской ГСХА был разработан дисково-ленточный высевательный аппарат непрерывного действия для посева мелкосеменных культур (рис. 1). Аппарат состоит из следующих основных элементов: бункера 1, высевательного диска 7, эластичной прижимной ленты 12, подающего 13 и натяжного 10 роликов, заслонки 5.

Высевательный аппарат работает следующим образом. При вращении высевательного диска 7 семена из бункера 1 поступают в семяпровод 2, а затем увлекаются подающим роликом 13 в проточку 8 между щитками 3. Проточка 8, щитки 3 и заслонка 5 формируют начальный поток семян, который в дальнейшем при взаимодействии с эластичной лентой 12, сходящей с подающего ролика 13 на обод высевательного диска, уплотняется. Далее семена поступают по проточке 8, закрытой лентой 12, к натяжному ролику 10 в зону сброса семян, образуя уплотненный равномерный поток семян.

Для проведения исследований экспериментальный высевательный аппарат был установлен на базовую селекционную сеялку ССНП-16 (рис. 2). Был проведен посев мальвы с целью проверки качества работы экспериментального высевательного аппарата.

Посев производился в сравнении с селекционной сеялкой ССНП-16. Для оценки работы высевательных аппаратов в полевых условиях определялась неустойчивость общего посева. Опыты проводились при различных нормах посева на разных скоростях движения сеялки.

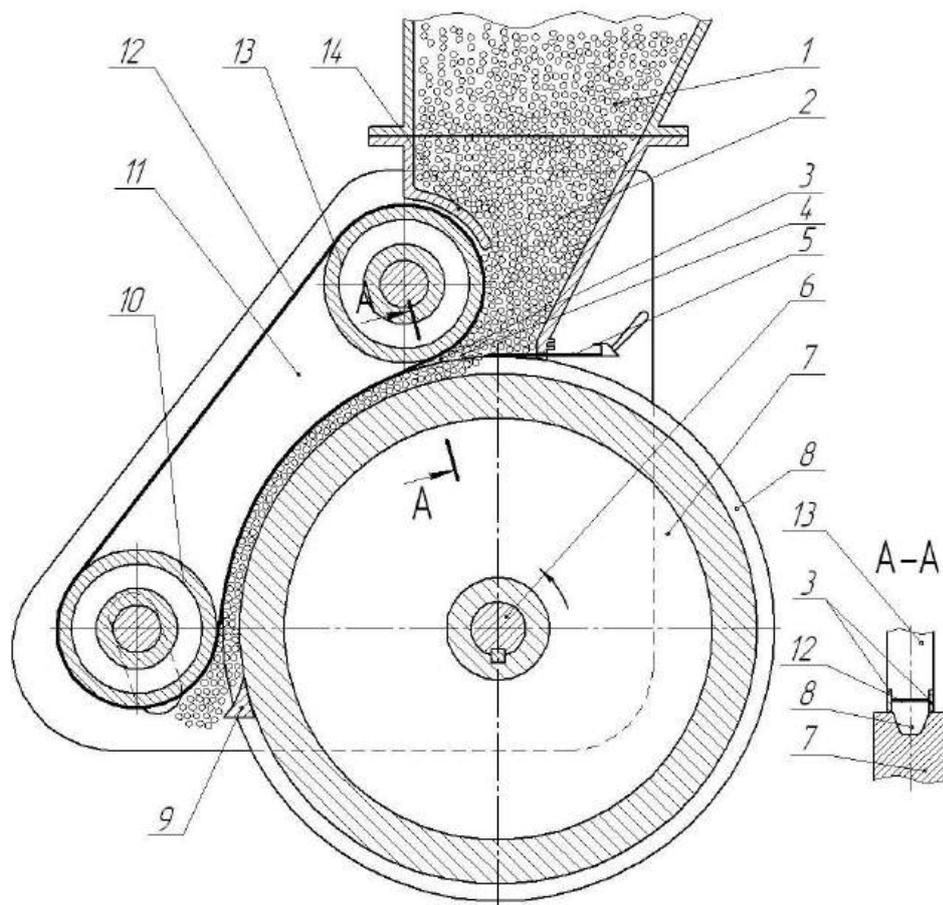


Рис. 1. Конструктивная схема высевающего аппарата:

1 – бункер, 2 – семяпровод, 3 – щитки, 4 – высевающее окно, 5 – заслонка, 6 – вал, 7 – высевающий диск, 8 – проточка, 9 – клин, 10 – натяжной ролик, 11 – вертикальная пластина, 12 – эластичная лента, 13 – подающий ролик, 14 – козырек

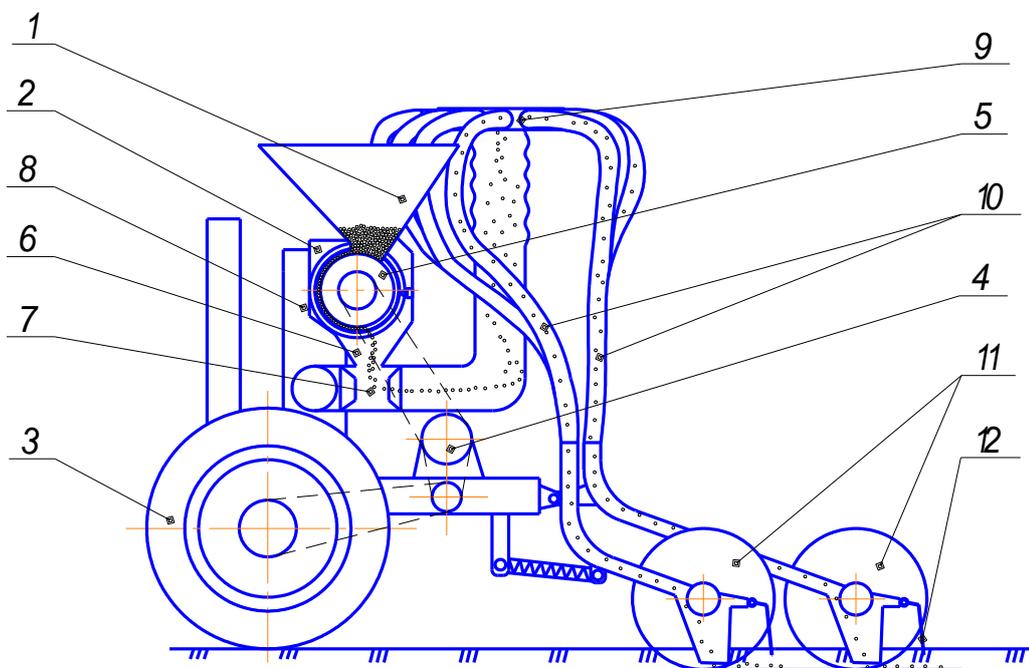


Рис. 2. Схема экспериментальной селекционной сеялки:

1 – бункер; 2 – высевающий аппарат; 3 – опорно-приводное колесо; 4 – привод; 5 – высевающий диск; 6 – приемная воронка; 7 – эжектор; 8 – вентилятор; 9 – распределитель; 10 – пневмосемяпровод; 11 – сошники; 12 – загортачи

Отклонение общего высева экспериментальной сеялки не превышало 3%, против 4,2% базовой ССНП-16. Качество проведения посевов мальвы оценивалось по показателю равномерности распределения растений в рядке. Лучшие показатели по равномерности распределения растений в рядке получены при высевае экспериментальным высевающим аппаратом, где средний интервал между растениями составил $a_{cp}=2,5$ см, против $a_{cp}=3$ см при посеве сеялкой ССНП-16.

Коэффициент вариации интервалов между растениями при посеве экспериментальной сеялкой составил $v=55\%$, а на посевах сеялкой ССНП-16 $v=76,3\%$.

Заключение. Таким образом, проведенные полевые исследования позволяют сделать вывод о том, что применение экспериментального высевающего аппарата на селекционной сеялке ССНП-16 позволяет улучшить качество посевов, обеспечить экономию дорогостоящего посевного материала, а также повысить урожайность высеваемых культур по сравнению с посевами, проводимыми в настоящее время базовой сеялкой ССНП-16.

УДК 631.331.022

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ МЕЛКОСЕМЯННЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Крючин Николай Павлович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механика и инженерная графика» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: кормовые культуры, комбинированный сошник, клин-почвоотделитель, семяпровод, глубина заделки, семена, равномерность.

Предложен комбинированный сошник для мелкосемянных кормовых культур, который позволяет производить посев в более влажную почву с соблюдением высокой равномерности заделки семян на заданную глубину.

Интенсификация животноводства неразрывно связана с увеличением производства кормов, расширением их ассортимента и повышением качества.

Важное место в создании полноценных кормовых рационов отводится таким культурам как донник, эспарцет, люцерна, козлятник восточный, клевер, житняк, овсяница и другие. Большинство этих представителей зеленого кормового конвейера относятся к категории мелкосемянных культур, у которых масса 1000 семян не превышает 9 г. Эта ботаническая особенность требует для получения полноценных всходов и благоприятного развития растений очень тщательного соблюдения требуемой глубины заделки семян, которая не должна превышать 2-3 см.

При наличии существующей посевной техники и рабочих органов это требование выполнить сложно. Поэтому для проведения качественного посева в технологической карте возделывания мелкосемянных кормовых культур обязательно предусматриваются дополнительные операции, такие как прикатывание, выравнивание и т.п. Выполнение этих предпосевных операций усложняет технологию возделывания кормов и увеличивает затраты на их производство.

Цель исследования – снижение затрат на производство кормов за счет совершенствования рабочих органов посевных машин для мелкосемянных кормовых культур.

Задача исследования – разработка комбинированного сошника для мелкосемянных кормовых культур.

Полозovidные сошники существующих сеялок чаще всего выполняют только одну функцию – нарезку бороздок для семян. Подготовительные операции по выравниванию поверхности поля и удалению комков перед сошником, а также засыпание бороздки почвой производится дополнительными устройствами и орудиями. Это усложняет конструкцию рабочих органов и снижает надежность их работы.

Для посева мелкосемянных культур разработан комбинированный сошник (рис. 1), в котором в виде одного рабочего органа совмещены почвоотводящая, бороздообразующая и загортующая части.

Комбинированный сошник содержит клин-почвоотделитель 1, образованный двумя пластинами, поставленными на ребро и сходящимися на плоскости симметрии сошника. Он выполняет функцию отвода подсушенного комковатого слоя почвы и нарезки семенной бороздки во влажном слое. Нижние ребра 2 и 3 пластин на головной и хвостовой частях клина-почвоотделителя 1 выполнены в разных взаимно параллельных уровнях.

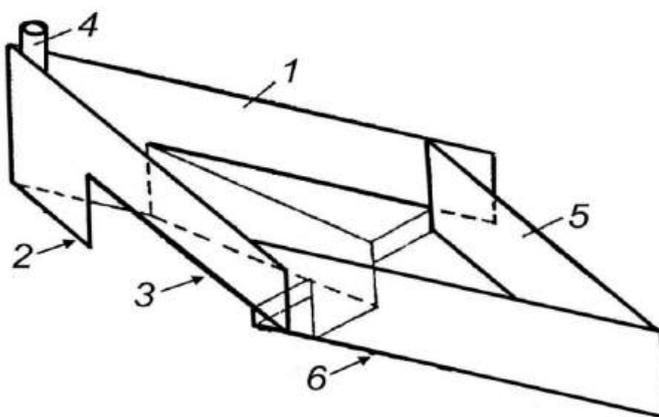


Рис. 1. Схема комбинированного сошника

Клин-почвоотделитель в его головной части опирается на треугольник, образованный двумя сходящимися пластинами, что необходимо для получения уплотнённого ложа дна бороздки.

К головной части клина-почвоотделителя прикреплен конец семяпровода 4, по которому семена подаются из бункера к носку клина-почвоотделителя.

С хвостовой частью клина-почвоотделителя попарно скреплены две поставленные на ребро планки, которые сходятся на плоскости симметрии сошника, образуя клин-загортач 5, направленный обратно клину-почвоотделителю.

Так как уровень нижних ребер хвостовой части клина-почвоотделителя выполнен выше уровня нижних ребер его головной части, а уровень нижних ребер 6 клина-загортача расположен между уровнями нижних ребер головной и хвостовой частей клина-почвоотделителя, достигается равенство объема почвы, вытесненной клином-почвоотделителем, объема почвы, заделываемой в борозду клином-загортачем.

Технологический процесс заделки семян в почву осуществляется следующим образом. При движении посевной секции по полю клин сошника заглубляется в почву на некоторую глубину. Головной частью сошник нарезает в почве бороздку, шириной равной расстоянию между задним обрезом щек бороздообразователя. Причем, дно бороздки уплотняется за счет того, что клин опирается на треугольник и это способствует восстановлению капиллярных ходов притягивающих влагу к высеянному семени. Одновременно с нарезанием бороздки крылья почвоотделителя смещают верхний слой почвы в междурядье, образуя тем самым световую поверхность поля. Предусмотренные конструкцией, взаимосмещающиеся бороздообразующая и почвоотделяющая части сошника, позволяют изменять глубину заделки семян в зависимости от вида семян и состояния почвы. Диапазон регулировок обеспечивает высев семян на глубину от 0,5 до 4,0 см. Причём, глубина хода сошника в почве не влияет на глубину заделки семян.

Равномерность размещения семян по глубине обеспечивается ещё и тем, что в комбинированном сошнике семена из семяпровода направляются к носу наральника, куда не достигает основание конуса осыпи бороздки и ее дно имеет горизонтальную поверхность. Благодаря вертикальной постановке пластин бороздообразующей части сошника, исключается такое нежелательное явление, как фиксация семян на стенке борозды, а не на дне, которое присуще дисковым сошникам.

Загортающая часть комбинированного сошника присыпает бороздку с семенами рыхлой почвой в объеме, вытесненном клином бороздообразователя.

Семяпроводящие и направляющие части сошника обеспечивают высев семенного материала в широком диапазоне физико-механических свойств, в том числе и замоченных семян, относящихся к категории плохосыпучих семенных материалов.

Совмещение в одном рабочем органе почвоотводящей, бороздообразующей и загортающей частей позволяет снизить металлоемкость сеялки, повысить надежность заделки семян, исключить влияние микрорельефа поля на качество распределения семян по глубине. Кроме того, конструкция комбинированных сошников не требует дополнительного переоборудования сошниковых секций при установке их на серийные сеялки.

Сравнительные испытания комбинированных сошников и дисковых сошников производились при посеве козлятника восточного сеялкой СО-4,2.

Результаты статистической обработки измерений глубины заделки семян в почву на посевах модернизированной сеялкой и серийной сеялкой СО-4,2 с дисковыми сошниками показали, что качество распределения семян по глубине при использовании комбинированных сошников выше. Количество семян

заделанных в почву в заданный горизонт ($2\pm 0,5$ см), при посеве на одинаковой скорости (2,2 м/с), у модернизированной сеялки составило 74...78%, в то время как у сеялки с дисковыми сошниками 62...67%. Коэффициент вариации глубины составил соответственно 14...17% и 26...29%.

Полозовидная форма комбинированного сошника и малый угол раствора крыльев бороздообразующей части ($16...18^\circ$) позволяют производить посев в более влажную почву по сравнению с дисковыми сошниками.

Исследования показали, что налипание почвы на реборды дисковых сошников происходит при влажности почвы 23...28%. Для очистки реборд от почвы в сошниках предусмотрены чистики, которые не всегда работают эффективно, поэтому сошники выглубляются и снижают равномерность заделки вплоть до высева семян на поверхность поля. Налипание почвы на крылья комбинированных сошников наблюдалось при влажности 26...31% (в слое 0...10 см). Причем, если для дисковых сошников увеличение скорости посева приводило к еще большему их выглублению, то у комбинированных сошников происходила самоочистка крыльев от налипшей почвы. Качество заделки семян у модернизированной сеялки не снижалось на скорости до 4,0 м/с.

Анализ наблюдений за ростом растений показал, что интенсивность появления всходов выше при посеве модернизированной сеялкой, чем при посеве сеялкой с серийными дисковыми сошниками. Полные всходы козлятника восточного на участках, засеянных с использованием комбинированных сошников получены раньше на 1,5...2 дня, чем на контрольных участках. Наряду с этим было отмечено, что полевая всхожесть семян при посеве модернизированной сеялкой увеличилась на 12...18% по сравнению с сеялкой СО-4,2.

Благоприятные условия развития растений козлятника восточного, созданные при посеве, обеспечили им большую конкурентную способность по отношению к сорнякам.

Выводы.

1) Дисковые сошники в силу своего конструктивного и технологического несовершенства не отвечают требованиям, предъявляемым к рабочим органам для посева мелкосемянных культур.

2) Разработанная технология высева семян козлятника восточного, с использованием комбинированных сошников, позволила производить посев в более влажную почву с соблюдением высокой равномерности заделки семян на заданную глубину. За счет этого повышается полевая всхожесть семян на 12...18%, возрастает конкурентоспособность растений козлятника восточного к сорнякам, экономится дорогостоящий посевной материал, увеличивается продуктивность растений.

УДК 631.331.022

ПОЭТАПНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫСЕВА СЕМЯН

Котов Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».
446435 Самарская обл., г. Кинель, ул. Украинская, д. 34.
Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: посев, технологический процесс, высевающая система, многомерная детерминированная модель.

Проведен поэтапный анализ технологического процесса высева семян сельскохозяйственных культур высевающей системой, на основе многомерной детерминированной модели, построенной по принципу «вход – выход».

Посев является одной из важнейших агротехнических операций в технологической цепи возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Основная задача посева состоит в обеспечении наилучших условий прорастания семян и дальнейшего развития растений, а также в получении их оптимальной густоты при равномерном размещении в рядах.

При этом качество посева в значительной степени зависит от высевающей системы, как технического средства для отбора, дозирования, транспортировки и подачи семян на дно борозды.

Для получения высококачественного биологически полноценного урожая сельскохозяйственных культур необходимо определить оптимальные способы посева и изыскать эффективную конструкцию технических средств высевающей системы.

В этой связи разработка и создание высевающей системы для посева сельскохозяйственных культур с учетом их агробиологических особенностей, является актуальной проблемой и требует своего комплексного и неотложного решения.

Целью исследований является разработка многомерной детерминированной модели технологического процесса высева семян высевальной системой и определение на основе этой модели условий эффективного функционирования высевальных систем.

Задача исследований: разработка теоретических предпосылок к обоснованию многомерной детерминированной модели технологического процесса высева семян высевальной системой.

Изучение взаимодействий между входными и выходными параметрами процесса высева семян, позволяет собрать и обобщить показатели качества посева, разработать и провести исследование этого процесса на математических моделях.

В общем случае любой технологический процесс можно представить в виде модели, построенной по принципу «вход – выход» [1].

В операторной форме модель вида «вход – выход» можно записать в виде:

$$\bar{X} \xrightarrow{S(\bar{F})} \bar{Y}, \quad (1)$$

где $\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ – вектор внешних входных показателей, описывающих условия выполнения технологического процесса;

$\bar{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ – вектор выходных показателей, характеризующих эффективность технологического процесса;

$\bar{F} = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ – вектор внутренних входных показателей, характеризующих конструктивные и технологические параметры применяемых технических средств;

$S(\bar{F})$ – оператор системы, характеризующий ее управляемость и зависящий от параметров применяемых технических средств.

Эффективное функционирование системы состоит в определении вида оператора $S = S(\bar{F})$, который является алгоритмом преобразования входных показателей $\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ в выходные $\bar{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$.

Применительно к технологии высева семян сельскохозяйственных культур в качестве рассмотренной выше системы выступает высевальная система, детерминированная модель, которая может быть представлена в следующем виде (рис. 1).

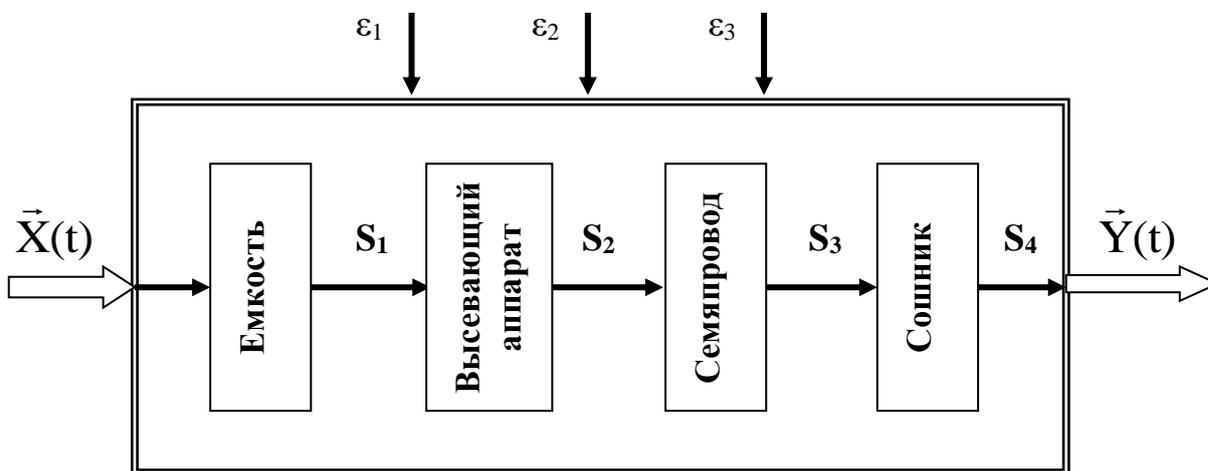


Рис. 1. Схема многомерной детерминированной модели процесса высева семян сельскохозяйственных культур высевальной системой

Для рассматриваемых технологических процессов высева семян в качестве входного вектора $\bar{X}(t)$ выступают те показатели, которые связаны с особенностями выполнения технологических операций, а именно:

$P(t) = f_n(t)$ – состояние (физико-механические свойства) почвенной среды перед обработкой;

$C(t) = f_c(t)$ – состояние (физико-механические свойства) семян перед посевом;

$R(t)$ – конструктивные и технологические параметры применяемых технических средств.

В общем виде для выходного вектора критерием оценки будут выступать эксплуатационные показатели, выраженные следующей зависимостью:

$$Y(t) = \{K(t), C\}, \quad (2)$$

где $K(t)$ – комплекс показателей эффективности, характеризующих качество выполнения технологических процессов высева семян применяемыми техническими средствами;

C – экономические показатели, характеризующие затраты на выполнения технологических процессов.

В многомерном процессе высева ненаблюдаемые ошибки ε_i характеризуют случайные, неконтролируемые воздействия на показатели качества посева, для получения которых к функциям отклика следует добавить соответствующие величины $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_k$:

$$Y_{S1} = f_{s1}(x_1, x_2, \dots, x_k; \beta_{s1}, \beta_{s2}, \dots, \beta_{sn}) + \varepsilon_{si}, \quad (3)$$

где β_{sn} – параметры модели многомерного процесса высева, подлежащие оцениванию по экспериментальным данным.

Внутренними входными показателями технических средств ($S_1; S_2; S_3; S_4$) будут служить соответствующие конструктивные и технологические параметры ($f_1; f_2; f_3$). Для каждого технического средства внутренними входными показателями могут выступать как разные параметры (показатели), так и одинаковые.

Так если в качестве внутреннего входного вектора принять постоянный расход семенного материала (Q) на всех этапах выполнения технологического процесса, то алгоритмом преобразования входных показателей в выходные будет следующее условие, которое является рабочей гипотезой нашей работы:

$$S = \text{Var}(S_1 = f_1(Q); S_2 = f_2(Q); S_3 = f_3(Q); S_4 = f_4(Q)) = \text{const}. \quad (4)$$

Для реализации рассмотренной системы требуется решение ряда задач.

1) Так как на разработку и функционирование технических средств существенное влияние оказывают физико-механические свойства семян, возникает необходимость в изучении их физико-механических свойств как объекта исследования.

2) Образование потока в семенном ящике и его истечение через отверстия ящика в полости высевающего аппарата во многом определяет конечный результат технологического процесса. Поэтому вопросы выбора формы и размера емкости материалов представляются важными, и требуются их обоснования.

3) От движения материалов и их истечения через высевное окно зависит выполнение технологических процессов высева семян. Здесь возникает необходимость изучения вопроса сводообразования, определения конструктивных параметров рабочих органов высевающей системы и установления зависимостей влияния этих параметров на расход и скорость истечения для различных свойств и видов семян.

4) Для снижения чувствительности существующих технологических процессов высева семян и минеральных удобрений на выходные технологические показатели работ машин необходимо чтобы выполнялось условие (4).

Проведенные исследования показали, что выполнение условия (4) может быть достигнуто с применением групповых высевающих аппаратов непрерывного дозирования [2]. Особенностью технологического процесса работы является создание в сечении высевного равноуплотненного семенного потока, что позволяет уменьшить влияние рельефа поля на неравномерность высева и снизить габариты и металлоемкость сеялки.

Библиографический список

1. Браунли, К.А. Статистическая теория и методология в науке и технике. – М. : Наука, 1977. – 408 с.
2. Патент №2173039 РФ МКИ А01 С7/16. Высевающий аппарат / Н.П. Крючин, Ю.В. Ларионов, Д.Н. Котов, А.Н. Андреев. – №99119568/13 ; заяв. 10.09.1999 ; . опубли. 10.09.2001, Бюл. №25.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВЫСЕВА ЛЕНТОЧНО-ДИСКОВЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Васильев Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10. Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Васильев Александр Александрович, студент 4 курса инженерного факультета, ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10. Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: высеваящий аппарат, исходный поток, мелкосеменные культуры, экспериментальная сеялка, удельная подача.

Представлено описание конструкции и технологического процесса работы ленточно-дискового высеваящего аппарата при высеве мелкосеменных культур, а также определены качественные показатели его работы, обеспечивающие заданные пределы варьирования норм высева семян.

Во время селекционных исследований ведется работа с дорогостоящим и, как правило, редким посевным материалом, поэтому совершенствование высеваящих аппаратов селекционных сеялок, как одного из направлений по улучшению равномерности распределения семян и растений в рядке, оптимизации их площади питания и, в конечном итоге увеличение урожайности селекционируемых культур является актуальной задачей.

В связи с этим, целью исследования является повышение качества высева экспериментальным ленточно-дисковым высеваящим аппаратом мелкосеменных культур.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать ленточно-дисковый высеваящий аппарат непрерывного действия для мелкосеменных культур;
- определить качественные показатели высева мелкосеменных культур ленточно-дисковым высеваящим аппаратом и установить пределы их варьирования.

Создание равномерного исходного потока семян является одним из основных агротехнических требований предъявляемых к высеваящим аппаратам. На кафедре механики и инженерной графики Самарской ГСХА был разработан ленточно-дисковый высеваящий аппарат (рис. 1) непрерывного действия. Отличительной особенностью работы данного устройства является уплотнение относительно рыхлого начального потока семян, что, несомненно, улучшает качество исходного потока.

Высеваящий аппарат состоит из следующих основных элементов: бункера 12, высеваящего диска 2, эластичной прижимной ленты 7, натяжного 5, подающего 4 и ведущего роликов 6.

Принцип работы ленточно-дискового высеваящего аппарата заключается в следующем: семена из бункера 12 попадают в кольцевую канавку 10, вращающегося диска 2, затем за счет давления, сходящей с подающего ролика 4 эластичной ленты 7, семенной поток уплотняется и семена, равномерно распределенные в поперечной плоскости, транспортируются в нижнюю часть высеваящего аппарата на высев. Щитки 14 предотвращают попадание семян между диском и эластичной лентой вне кольцевой канавки, а вертикальный паз 13 ограничивает их количество.

Подпружинивание ведущего ролика 5 относительно высеваящего диска 2, причем через эластичную ленту 7, исключает их взаимные проскальзывания, обеспечивая равномерность подачи семенного потока, так же это исключает провисание эластичной ленты 7 в процессе эксплуатации.

Для определения качественных показателей работы ленточно-дискового высеваящего аппарата и установления их значений, обеспечивающих заданные пределы варьирования норм высева семян, проводились экспериментальные исследования.

Результаты экспериментального исследования по изучению влияния высоты высевного окна на подачу высеваемого материала проводились при различной частоте вращения высеваящего диска $n = 10, 15, 20, 25 \text{ мин}^{-1}$ и представлены графической зависимостью (рис. 2). Анализируя полученные зависимости подачи высеваемого материала от высоты высевного окна высеваящего аппарата, необходимо сделать вывод, что данная зависимость приближается к линейной при изменении высоты высевного окна от 6 до 10 мм, что позволяет использовать изменение высоты высевного окна для установки на норму высева.

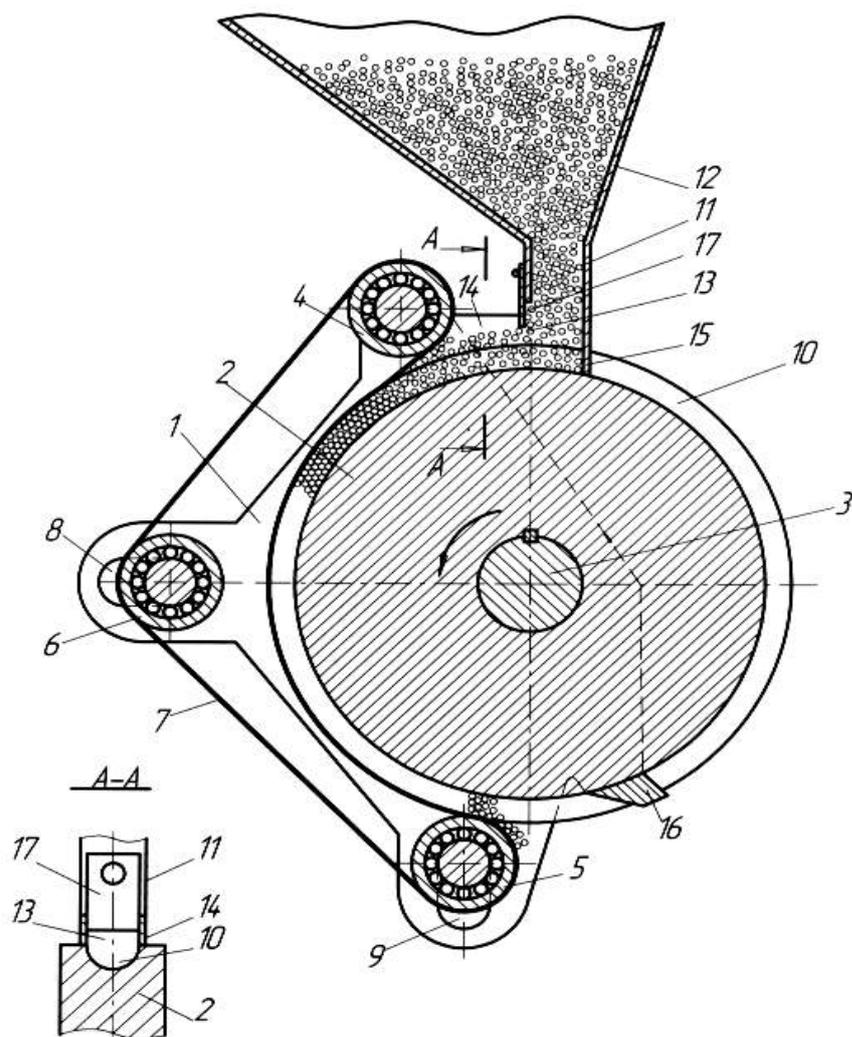


Рис. 1. Схема дискового высевающего аппарата:

- 1 – корпус; 2 – высевающий диск; 3 – приводной вал; 4 – подающий ролик; 5 – натяжной ролик;
 6 – натяжной ролик; 7 – эластичная лента; 8 – паз натяжного ролика; 9 – паз ведущего ролика; 10 – кольцевая канавка;
 11 – семяпровод; 12 – бункер; 13 – вертикальный паз; 14 – щитки; 15 – эластичная стенка; 16 – сбрасыватель семян;
 17 – регулировочная заслонка

Экспериментальное исследование зависимости удельной подачи семенного материала от частоты вращения проводилось при различной высоте высевного окна $h = 2 \dots 8$ мм (рис. 3).

Выбор пределов частоты вращения диска определялся поисковыми экспериментами, в ходе которых отмечалось, что дальнейшее уменьшение или увеличение частоты вращения от указанных пределов ($n = 5 \dots 30$ мин⁻¹) нарушает ход технологического процесса работы. А, именно, при уменьшении частоты вращения не обеспечивается стабильное движение семян через высевное окно, при увеличении же частоты вращения более 30 мин⁻¹ равномерность подачи семенного материала падает.

Анализируя полученные данные подачи высевного материала от частоты вращения высевающего диска можно сделать вывод, что данная зависимость имеет стабильный линейный характер в установленных пределах частоты вращения, что позволяет использовать изменение частоты вращения диска для установки на норму высева. Уменьшение подачи семян, при увеличении частоты вращения более 30 мин⁻¹ обусловлено фрикционными свойствами семян и диска.

Исследования влияния радиуса кольцевого канала диска на подачу проводились при постоянной высоте высевного окна и различной частоте вращения диска $n = 10, 15, 20, 25$ мин⁻¹ (рис. 4). Рассматривая данные зависимости можно сделать вывод, что используя высевающие диски с различными радиусами кольцевого канала можно наиболее точно подобрать необходимую норму высева.

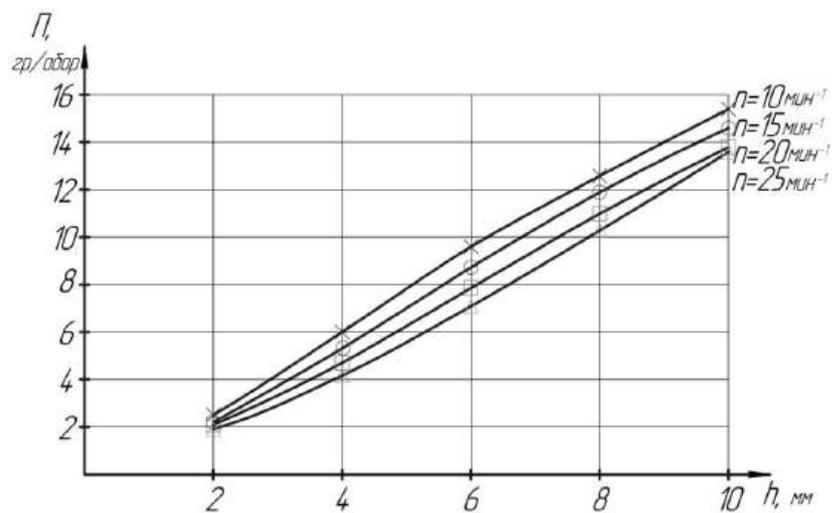


Рис. 2. Влияние высоты высевного окна на подачу семян

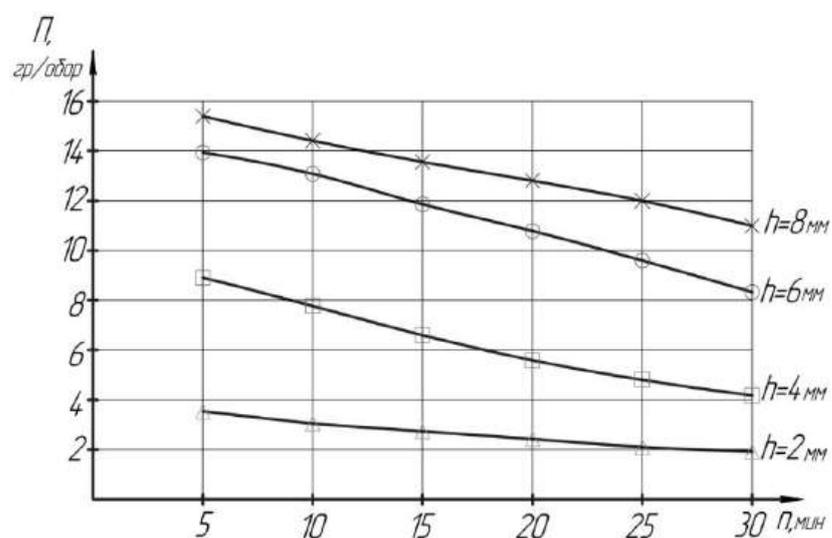


Рис. 3. Зависимость удельной подачи от частоты вращения диска

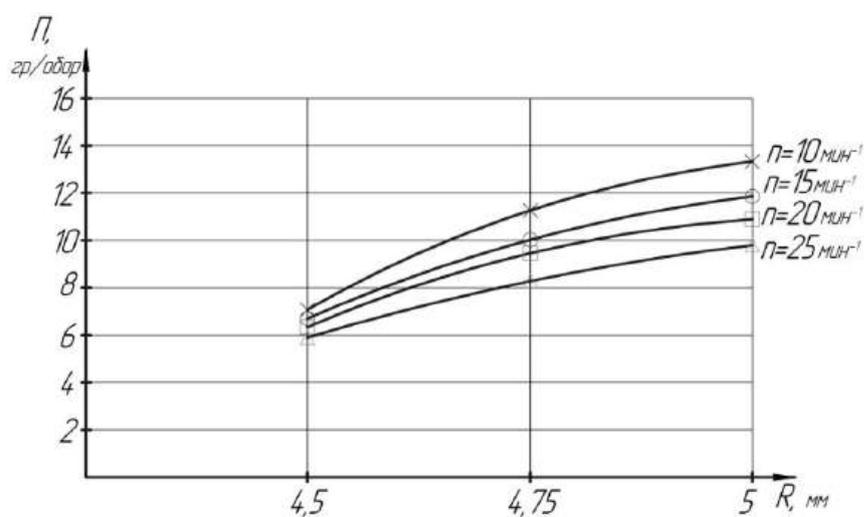


Рис. 4. Влияние радиуса кольцевого канала на подачу семян

Как видно из графика, отображающего зависимость неустойчивости высева от радиуса кольцевого канала (рис. 5), наиболее стабильный высев происходит при использовании диска с радиусом кольцевого канала $R=4,75$ мм.

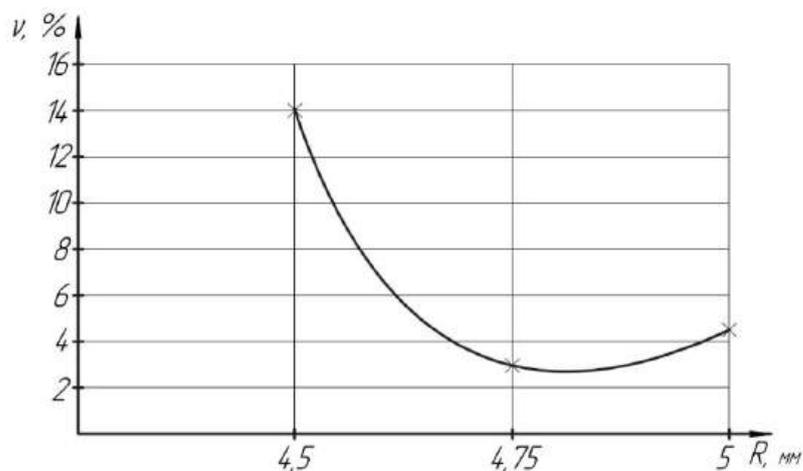


Рис. 5. Зависимость неустойчивости высева от радиуса кольцевого канала

Из анализа графических зависимостей, полученных в лабораторных условиях в результате экспериментов видно, что высевающий аппарат обеспечивает необходимые пределы варьирования нормы высева, определяемые агротехническими требованиями для селекционных сеялок.

Заключение.

- 1) Разработан экспериментальный ленточно-дисковый высевающий аппарат непрерывного действия.
- 2) Определены качественные показатели высева и установлены их значения, обеспечивающие заданные пределы варьирования норм высева семян.

Библиографический список

1. Юрьев, В.Я. Общая селекция и семеноводство полевых культур / В.Я. Юрьев [и др.]. – М. : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1958. – 344 с.
2. Васильев, С.А. Повышение эффективности работы селекционной сеялки с ленточно-дисковым высевающим аппаратом : дисс. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 04.07.06 : утв. 13.10.06. – Саратов, 2006 – 153 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 343 с.

ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИОННАЯ СЕЯЛКА С ЦЕНТРАЛЬНЫМ РОТОРНО-ЛОПАСТНЫМ ДОЗАТОРОМ ДЛЯ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

Крючин Николай Павлович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механика и инженерная графика»
ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».
446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.
Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Морев Евгений Александрович, инженер кафедры «Механика и инженерная графика»
ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».
446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.
Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: сеялка, дозатор, высевальная система, норма высева.

Приведена схема пневматической сеялки с центральным дозатором роторно-лопастного типа и описан технологический процесс ее работы.

Для обеспечения населения в достаточном количестве продуктами животноводства необходимо повышение продуктивности животных. Для этого важно не только увеличить валовой сбор кормов, но и улучшить их качество. Поэтому в последнее время селекционеры проводят испытания нетрадиционных для нашего региона высокопродуктивных кормовых растений, которые при наименьших затратах дают высокий урожай качественных кормов. К таким культурам относится пайза.

Но пайза в начальный период развития медленно растет, поэтому страдает от сорняков. Для получения дружных и быстрых всходов можно воспользоваться таким способом предпосевной подготовки семян как замачивание. Однако после обработки водой семена изменяют не только массовые характеристики, а так же фрикционные показатели и из категории сыпучих переходят в категорию трудносыпучих посевных материалов. Такое состояние семян затрудняет, а зачастую делает невозможным их высев с необходимым качеством существующими посевными машинами.

Цель исследований – повышение качества посева мелкосеменных культур.

Задачи исследований: 1) разработать экспериментальный образец селекционной сеялки позволяющей высевать замоченные семена пайзы; 2) в полевых условиях оценить качественные показатели посева замоченными семенами пайзы пневматической сеялкой, оснащенной роторно-лопастным дозатором.

Для повышения качества посева замоченных семян пайзы была спроектирована и изготовлена экспериментальная пневматическая сеялка на базе сеялки СН-16. В качестве высевальной системы использовался разработанный на основании теоретических и экспериментальных исследований центральный роторно-лопастной дозатор [1] и пневматическая распределительно-транспортирующая система, обеспечивающая работу четырнадцати сошниковых секций (рис. 1).

Технологический процесс работы экспериментальной сеялки происходит следующим образом. Семена засыпаются в бункер 1, откуда они попадают в роторно-лопастной дозатор 2. При движении сеялки по полю опорно-приводное колесо 7 посредством цепных передач и редуктора 8 приводит во вращение ротор дозатора 2, в результате чего упругие лопасти ротора подают семенной материал, из бункера в стабилизационную камеру дозирующего устройства с оптимальным коэффициентом уплотнения семян. Далее уплотненный поток семян движется через высевное окно в приемную воронку 3 эжекторного устройства 4. Поток воздуха, подаваемый вентилятором 9, подхватывает семена и транспортирует их к распределителю 10. После распределителя 10 семена поступают в почву по пневмосемяпроводам 5 для дальнейшей заделки их сошниками 6.

Норма высева сеялки изменяется передаточным отношением редуктора и высотой открытия высевного окна.

Экспериментальный образец сеялки испытывали на участках сортоиспытания и предварительного размножения Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова. Посев производили замоченными семенами пайзы со сниженной нормой высева на 10% в сравнение с посевами сеялкой СН-16 сухими семенами. Высев замоченных семян катушечно-штифтовыми аппаратами сеялки СН-16 оказался невозможным.

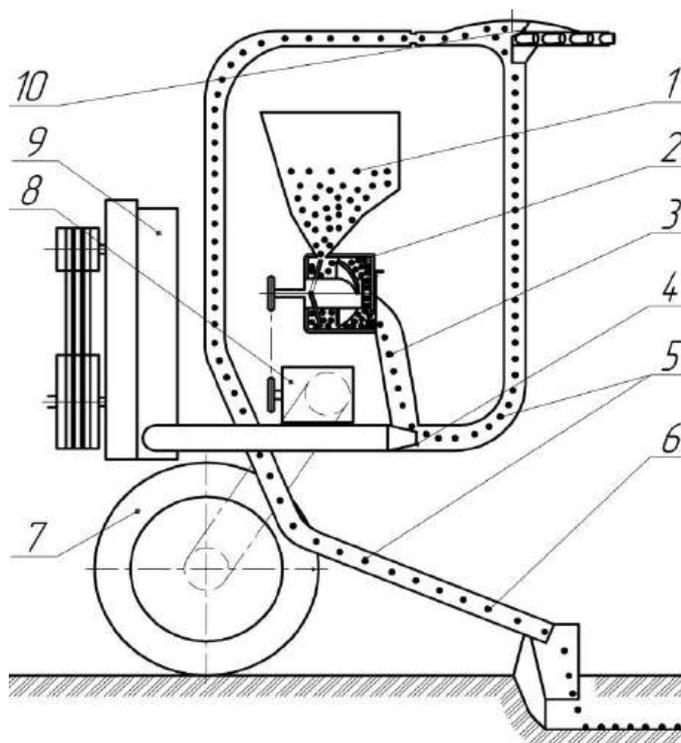


Рис. 1. Схема экспериментальной сеялки:

1 – семенной бункер; 2 – роторно-лопастной дозатор; 3 – приемная воронка; 4 – эжектор; 5 – пневмосемяпровод; 6 – сошник; 7 – опорно-приводное колесо; 8 – редуктор; 9 – вентилятор; 10 – распределитель

В результате проведенных исследований было установлено, что лучшие показатели распределения семян и растений вдоль рядка получены при посеве экспериментальной сеялкой с роторно-лопастным дозатором. Коэффициент вариации интервалов между семенами при посеве экспериментальной сеялкой составил $v=51,3\%$, на посевах контрольной сеялкой СН-16 – $v=56,9\%$ между растениями $v=56,8\%$ и $v=71,2\%$ соответственно.

На 7-ой день после проведения посевов пневматической сеялкой с роторно-лопастным дозатором количество всходов оказалось на 27% больше, чем на контроле, а полные всходы достигнуты раньше на 1...1,5 дня по сравнению с посевами сеялкой СН-16.

За счет повышения полевой всхожести и равномерности распределения растений по площади поля биологическая урожайность зеленой массы и семян пайзы была выше после посева экспериментальной сеялкой. Она составила – зеленой массы 426 ц/га, семян – 8,8 ц/га, а на посевах сеялкой СН-16 – 386 ц/га и 7,9 ц/га соответственно.

В результате можно сделать вывод о том, что применение пневматической сеялки с роторно-лопастным дозатором на посевах участков сортоиспытания и предварительного размножения позволяет создавать более благоприятные условия для произрастания растений, тем самым повышая их продуктивность.

Библиографический список

1. Патент №2348140 РФ. Высеваящий аппарат / Н.П. Крючин, Ю.В. Ларионов, Е.А. Морев, С.В. Сафонов, П.В. Крючин ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Самарская ГСХА. – Оpubл. 10.03.09, Бюл. №7.

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВООБРАБАТЫВАЮЩИХ НОЖЕВЫХ ДИСКОВ

Савельев Юрий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская область, г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.
Тел. 8 (846-63) 46-3-46.

Добрынин Юрий Михайлович, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская область, г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.
Тел. 8 (846-63) 46-3-46. E-mail: Dobrui-56@mail.ru.

Ключевые слова: почва, мульчирующая обработка, крошение, лабораторная установка, рабочий орган.

Дано обоснование конструктивно-технологических параметров батареи ножевых дисков комбинированного почвообрабатывающего орудия. Приведена экспериментальная зависимость качества крошения почвы от количества ножей на диске, угла атаки дисков и расстояния между дисками в батарее.

Дефицит почвенной влаги обусловлен не только недостатком атмосферных осадков, но и неэффективным их сбережением. При этом одной из основных задач повышения эффективности сбережения влаги при осенней мелкой сплошной обработке почвы является разработка почвообрабатывающих процессов, обеспечивающих качественное крошение, мульчирование и выравнивание поверхностного слоя почвы. Одним из важнейших составных элементов комбинированных рабочих органов орудий для данной обработки являются ножевые диски.

Цель исследования – обоснование конструктивно-технологических параметров почвообрабатывающих ножевых дисков комбинированного орудия при осенней мелкой сплошной мульчирующей обработке для повышения эффективности крошения почвы.

Задачи исследования:

1) изготовить экспериментальную лабораторную установку для обоснования рациональных конструктивно-технологических параметров ножевых дисков комбинированного орудия для осенней мелкой сплошной мульчирующей обработки почвы;

2) провести экспериментальные исследования влияния конструктивно-технологических параметров ножевых дисков на качество крошения почвы при осенней мелкой сплошной мульчирующей обработке в соответствии с методами многофакторного планирования;

3) на основе проведенных исследований определить рациональные конструктивно-технологических параметры ножевых дисков комбинированного орудия для осенней мелкой сплошной мульчирующей обработки почвы.

Для реализации процесса обработки почвы применялась экспериментальная лабораторная установка (рис. 1), рабочими органами которой являлись две батареи ножевых дисков, выполняющих измельчение и перемешивание стерневых остатков с верхним слоем почвы.

Лабораторно-полевые исследования ножевых дисков по определению их рациональных конструктивно-технологических параметров проводились с использованием теории многофакторного планирования экспериментов.

Участок поля при проведении исследований характеризовался следующими условиями: тип почвы – чернозем обыкновенный среднесуглинистый, микрорельеф слабовыраженный, высота стерни после озимой пшеницы 0,1 м, твердость почвы в слое 0-0,1 м составляла 1,7 МПа при влажности 18,2%.

На основании результатов предварительных исследований влияния конструктивно-технологических параметров ножевых дисков на качество крошения почвы при глубине обработки 0,065 м были определены факторы, оказывающие наиболее существенное влияние. В результате за переменные были приняты следующие факторы:

- количество ножей на диске $n_{нд}$;
- угол атаки ножевых дисков $\beta_{нд}$;
- расстояние между дисками в батарее $l_{нд}$.

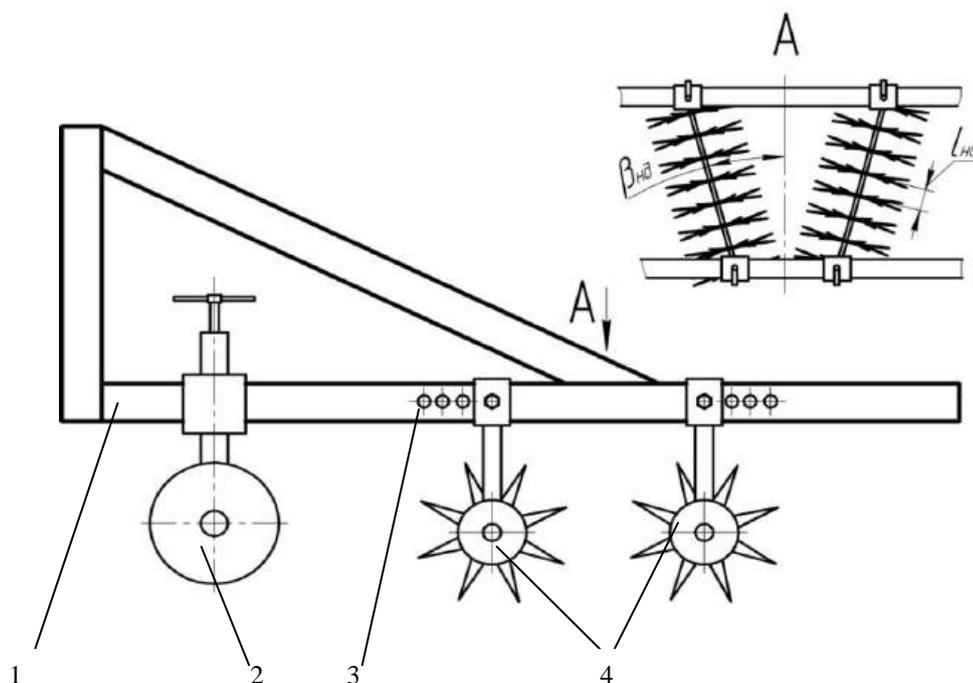


Рис. 1. Схема экспериментальной лабораторной установки:
1 – рама; 2 – опорно-регулирующее колесо; 3 – регулировочные отверстия; 4 – батареи ножевых дисков

Опыты проводились по симметричному некомпозиционному квази-D-оптимальному плану Песочинского [4]. За критерий оптимизации было выбрано качество крошения почвы в слое 0...0,065 м.

Результаты реализации многофакторных экспериментов обрабатывались по методике, изложенной в трудах [1, 2, 3, 5].

Аналитическое описание влияния факторов на критерий оптимизации выполнено по квадратичной модели уравнения регрессии:

$$y = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} b_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} b_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i \leq k} b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

где y – параметр оптимизации;

b_0 – свободный член, равный отклику при $x_i = 0$;

b_i – оценка коэффициента уравнения регрессии, соответствующего i -го фактора;

b_{ij} – оценка коэффициента уравнения регрессии, соответствующего взаимодействию факторов;

x_i – кодированное значение факторов ($i = 1, 2, 3 \dots$).

Для приведения неоднородных факторов, имеющих разные единицы измерения, к единой системе исчисления использовали кодирование действительных значений факторов:

$$Xi = \frac{Xi - Xi_0}{\Delta Xi}, \quad (2)$$

где Xi – натуральное значение фактора;

Xi_0 – натуральное значение фактора на основном уровне;

ΔXi – натуральное значение интервала варьирования фактора.

В математическую модель технологического процесса работы ножевых дисков включались только значимые коэффициенты, определенные по критическому значению $t_{кр}$ для рассчитанного числа степеней свободы и уровня значимости $q = 95\%$.

Гипотезу адекватности модели процесса проверяли по F – критерию Фишера. Табличное значение $F_{табл}$ принимали согласно определенным числам степеней свободы при уровне значимости $q = 95\%$. Полученное аналитическое выражение описывало характер влияния выбранных факторов на параметр оптимизации.

Используя уравнение регрессии в раскодированном виде, строили поверхности отклика и по ним оценивали влияние факторов на крошение почвы, что позволило определить рациональные параметры батареи ножевых дисков.

Для реализации полного факторного эксперимента 2^3 с целью определения влияния геометрических и технологических параметров ножевых дисков на крошение почвы проведена серия опытов с выбранными основными факторами и уровнями их варьирования, влияющими на критерий оптимизации (табл. 1).

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования основных факторов при регрессионном анализе

Уровни варьирования факторов	Факторы			Факторы в кодированном виде		
	$n_{нд}$, шт	$\beta_{нд}$, °	$l_{нд}$, м	X_1	X_2	X_3
Верхний	10	30	0,18	+1	+1	+1
Нижний	6	10	0,12	-1	-1	-1
Основной	8	20	0,15	0	0	0
Интервал варьирования	2	10	0,03	1	1	1

Возможность проведения регрессионного анализа обоснована по критерию Кохрена при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы $f = n - 1 = 2$ и числе опытов $N = 13$, где $G_{расч} = 0,13$ не превысил табличное значение $G' = 0,373$. Значимость коэффициентов уравнения регрессии определялась по t_i – критерию Стьюдента для 5%-го уровня значимости и числа степеней свободы 26: $t_{кр} = 2,06$. При этом уравнение регрессии приняло вид:

$$y = 84,3 + 2,342x_1 + 5,058x_2 - 2,125x_3 - 1,442x_1^2 - 10,308x_2^2 - 3,075x_3^2. \quad (3)$$

Заменив в уравнении регрессии кодовые значения факторов на натуральные, получили уравнение регрессии в натуральном раскодированном виде:

$$K = -65,738 + 9,5417l_{нд} + 6,939n_{нд} + 4,629\beta_{нд} - 34,167 \cdot 10^{-2}l_{нд}^2 - 36,05 \cdot 10^{-2}n_{нд}^2 - 103,08 \cdot 10^{-3}\beta_{нд}^2. \quad (4)$$

Адекватность полученной модели определили по критерию Фишера при уровне значимости 95% и числе степеней свободы $f_{ад} = 2$, $f_y = 26$ $F_{расч} = 0,36$ (табличное значение $F_{табл} = 3,388$).

После подстановки в уравнение регрессии соответствующих значений основных факторов, графически построили факторную зависимость крошения почвы от геометрических и технологических параметров ножевых дисков (рис. 2).

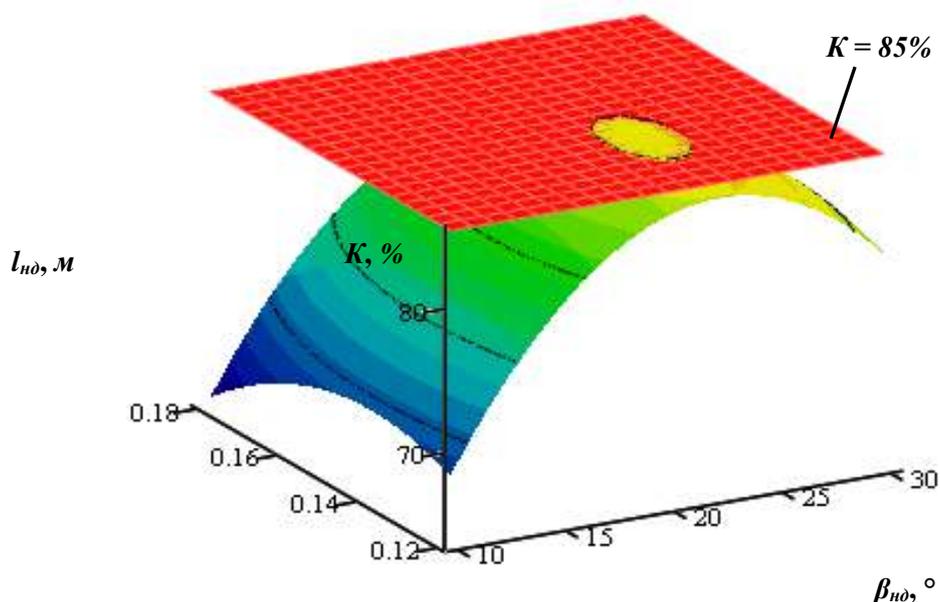


Рис. 2. Зависимость изменения крошения почвы в горизонте 0...0,065 м от угла атаки ножевых дисков $\beta_{нд}$ и расстояния между дисками в батарее $l_{нд}$ при количестве ножей на диске $n_{нд} = 8$

Оптимальные геометрические и технологические параметры ножевых дисков определили по двумерному сечению поверхности отклика (рис. 3).

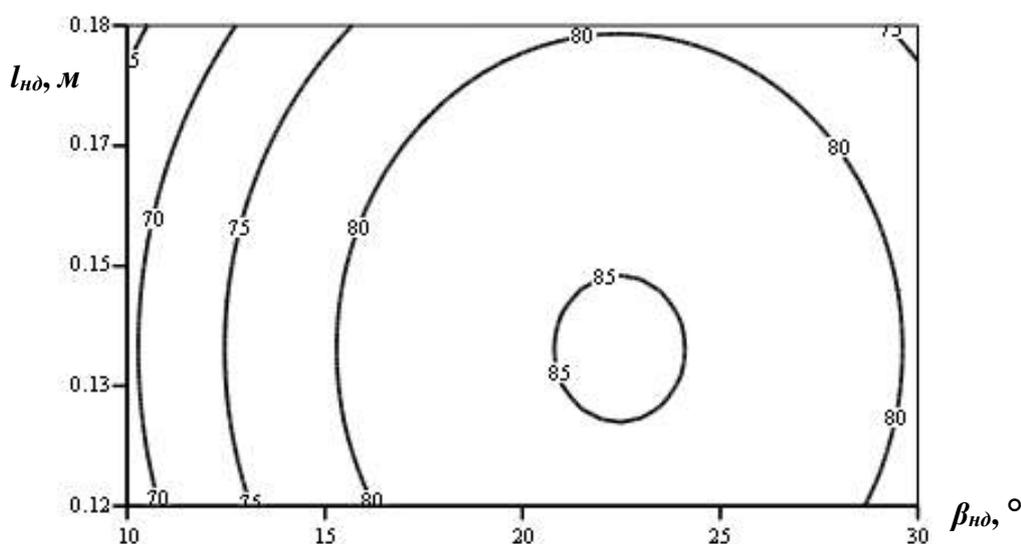


Рис. 3. Двумерные сечения поверхности отклика зависимости крошения почвы в горизонте 0...0,065 м от угла атаки ножевых дисков $\beta_{нд}$ и расстояния между дисками в батарее $l_{нд}$ при количестве ножей на диске $n_{нд} = 8$

Заключение. В результате обработки экспериментальных данных установлено, что оптимальными параметрами ножевых дисков при рыхлении почвы на глубину 0,065 м являются: количество ножей на диске $n_{нд} = 8$ шт., угол атаки ножевых дисков $\beta_{нд} = 23^\circ$ и расстояние между дисками в батарее $l_{нд} = 0,14$ м, что обеспечивает качество крошения почвы 83...85% при осенней мелкой сплошной мульчирующей обработке.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 343 с.
2. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка данных. – М. : Колос, 1972. – 204 с.
3. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Колос, 1980. – 168 с.
4. Новик, Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. – М. : Машиностроение ; София : Техника, 1980. – 304 с.
5. РДМУ 109 – 77. Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов. – М. : Изд-во Стандартов, 1978. – 63 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ ТРУДНОСЫПУЧИХ СЕМЯН ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Крючин Николай Павлович, д-р. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механика и инженерная графика» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а. Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а. Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Крючин Александр Николаевич, студент 3 курса инженерного факультета ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а. Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: семена, дозирующее устройство, высевочный аппарат, электрическое поле, электростимуляция, внутреннее трение.

Описывается способ и устройство для дозирования трудносыпучих семян. Предлагается использовать электрическое поле для того чтобы выровнять плотность семенного вороха и повысить равномерность дозирования потока семян.

Изучение процессов дозирования различными высевочными устройствами и проведенные исследования в лаборатории посевных машин определили, что более высокая устойчивость высева и равномерность распределения семян в продольном направлении при дозировании плохосыпучих и связанных посевных материалов достигается штифтовыми высевочными аппаратами. Особенностью работы высевочных аппаратов со штифтовыми элементами заключается в том, что при воздействии на семена штифты отделяют часть посевной массы из семенного бункера и осуществляют ее ворошение, нарушая тем самым процесс образования сводов.

По такому принципу работает штифтово-дисковый высевочный аппарат (рис. 1), который разработан для посева трудносыпучих культур, таких как коострец и овсяница [1, 2].

При вращении высевочного диска 6, подвижные штифты 7, скользя нижним окончанием по поверхности направляющей шайбы 8 выдвигаются, выступая над поверхностью высевочного диска.

В результате воздействия штифтов на семенную массу из бункера отделяются порции семян, которые транспортируются рядами выдвинутых штифтов в подковырьковую зону.

За счет силы трения между семенами и поверхностью высевочного диска выделенная порция семян движется в направлении криволинейного скребка. При прохождении штифтами передней кромки козырька 2 они выделяют порцию семян расположенную вдоль криволинейного скребка 3.

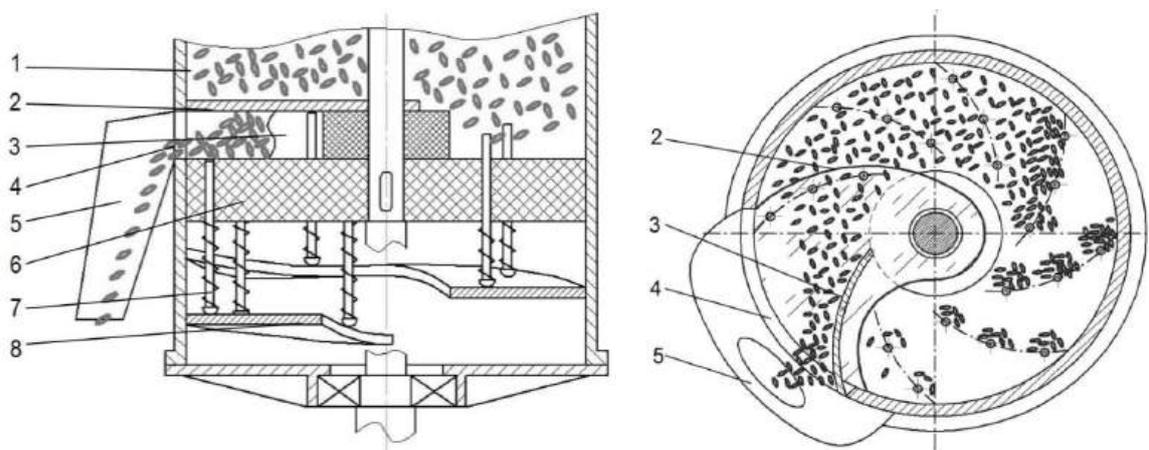


Рис. 1. Дислово-штифтовый высевочный аппарат:
1 – семенной бункер; 2 – козырек; 3 – скребок; 4 – высевное окно; 5 – приемная воронка; 6 – высевочный диск;
7 – подвижные штифты; 8 – направляющая шайба

Далее за счет возвратных пружин штифты опускаются, выравниваясь торцами с верхней плоскостью высевающего диска, копируя поверхность направляющей шайбы. В свою очередь, последующий ряд штифтов подводит очередную порцию семян следом за предыдущей.

Порции семян, движущиеся вдоль криволинейного скребка, сбрасываются через высевное окно 4 в воронку семяпровода. После прохождения скребка штифты вновь выдвигаются над поверхностью высевающего диска, продвигая последующие порции семян к скребку, повторяя рабочий цикл.

Экспериментальные исследования дисково-штифтового высевающего аппарата позволили определить оптимальные значения основных факторов, при которых достигается наилучшая продольная равномерность распределения семян.

Однако добиться полного исключения периодического воздействия рядов штифтов на равномерность высева не удалось. При 12 рядах штифтов на диске высевающего аппарата коэффициент вариации количества семян в пятисантиметровых участках превышал $v = 10\%$, что естественным образом скажется на процессе развития растений в производственных условиях.

Кроме того, при такой схеме дозирования семян из-за динамических воздействий в полевых условиях наблюдалось некоторое снижение равномерности распределения семян в рядах.

Цель исследований – повышение качества дозирования семян дисково-штифтовым высевающим аппаратом, за счет использования электрического поля.

Задача исследований: применить метод воздействия электрического поля на поток семян для повышения равномерности высева.

Отмеченные недостатки можно частично устранить, создав в объеме высеваемого материала электрическое поле высокой напряженности и, возбудив, тем самым, силы электрического взаимодействия между семенами. Электрические силы увеличивают трение между частицами, выравнивают плотность материала и стабилизируют динамический угол естественного откоса.

Семена большинства сельскохозяйственных культур являются диэлектриками, так как удельное сопротивление их составляет около $1 \text{ кОм}\cdot\text{м}$, но с не высокой электрической прочностью.

Кроме того зерно по своей структуре неоднородно, как по составу, так и по плотности и влажности. Влажность зерна оказывает существенное влияние на величину удельного сопротивления любого диэлектрика. При увеличении влажности удельное сопротивление резко уменьшается.

Частицы посевного материала построены из растительных клеток, и содержат большое количество молекул с полярными частями или целиком полярные молекулы. Наложенное внешнее электрическое поле стремится развернуть эти части молекул в соответствии со знаками их полярностей. Так же в зерне имеются и неполярные молекулы. Под действием электрического поля эти молекулы начинают поляризовываться (электронные облака начинают смещаться и вытягиваться в направлении противоположном направлению поля).

Таким образом, семена культурных растений относятся к диэлектрикам со смешанным типом поляризации (электронная и дипольная поляризации). В таком диэлектрике, оказавшемся во внешнем электрическом поле, возникают два вида тока, соответствующих двум видам проводимостей.

Первый вид проводимости – сквозная проводимость, присущ всем видам диэлектриков и вызывает ток сквозной проводимости $i_{ск}$. Оболочка зерна обладает наименьшим удельным сопротивлением, поэтому основная часть электрического тока сквозной проводимости проходит именно через оболочку зерна.

Второй вид проводимости обусловлен поляризацией. Полярные и не полярные молекулы, оказавшись в переменном электрическом поле, начинают периодически менять свою ориентацию в пространстве с частотой поля, создавая, тем самым, поляризационный ток (ток смещения) $i_{см}$. Ток смещения определяется зависимостью $i_{см} = dD/dt$ (А); где D – электрическая индукция (Кл/м^2); $D = \epsilon_0 \epsilon_r E$.

В результате поляризации на поверхности вещества как бы обнажаются связанные заряды [3].

Полярные молекулы (диполи) представляют собой как бы два равных по значению и противоположных по знаку заряда расположенных на расстоянии l друг от друга. Находясь в электрическом поле на каждый диполь начинает действовать электрический момент равный произведению ql . Электрический момент суммы диполей, находящихся в объеме вещества V , отнесенный к этому объему, представляет собой поляризованность вещества P :

$$P = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{\sum ql}{V} \quad (1)$$

Для большинства диэлектриков P пропорционален напряженности электрического поля E . коэффициент пропорциональности между ними равен $\kappa = \epsilon_0 \chi$ (χ – электрическая восприимчивость), следовательно,

$$P = \kappa E \quad (2)$$

Ток сквозной проводимости и ток смещения имеют одинаковое направление и суммируются, образуя полный ток, проходящий через диэлектрик:

$$i = i_{cm} + i_{ck} \quad (A). \quad (3)$$

Этот ток, взаимодействуя с вызвавшим его внешним электрическим полем, образует вращающий момент, направленный таким образом, чтобы ориентировать зерно параллельно линиям напряженности внешнего электрического поля (рис. 2).

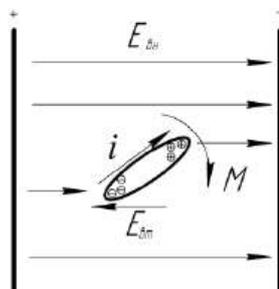


Рис. 2. Схема взаимодействия электрического поля с зерном

Зерновой ворох, движущийся по поверхности представляет собой совокупность зерен хаотично расположенных относительно друг друга (рис. 3, а). Вследствие этого образуются участки с различной плотностью зернового вороха. В случае приложения внешнего электрического поля все зерна начинают одинаково ориентироваться (рис. 3, б; 4), такое расположение зерен позволяет более плотно упаковать зерновой ворох и исключить возможность неравномерной плотности.

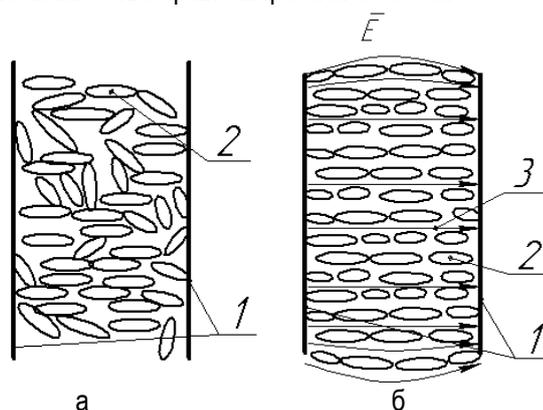


Рис. 3. Схема ориентирования семенного материала:

а – без воздействия электрического поля; б – под воздействием электрического поля;
1 – электроды; 2 – семенной материал; 3 – линии напряженности электрического поля



Рис. 4. Ориентирование семенного материала под воздействием электрического поля

На рисунке 5 представлена схема процесса взаимодействия электрического поля на семена. В зону

«а» поступает семенной ворох с хаотичным расположением зерен. Под воздействием электрического поля уже в зоне «а» начинается, а в зоне «б» заканчивается процесс ориентирования зерна параллельно линиям электрического поля. В зоне «с» одинаково ориентированное зерно, под воздействием поступающей массы и электрического поля начинает уплотняться, занимая все свободные промежутки. В зоне «д» ориентированный и уплотненный зерновой ворох сходит с поверхности равномерным потоком.

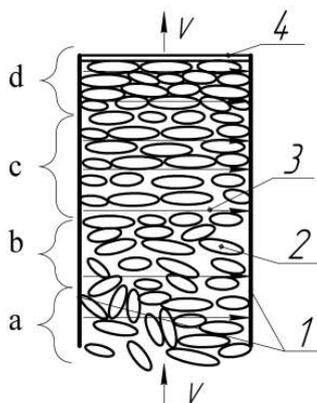


Рис. 5. Процесс выравнивания и уплотнения семенного материала в потоке под воздействием электрического поля:
1 – электроды; 2 – семенной материал; 3 – линии напряженности электрического поля;
4 – проводник высокого сопротивления

Вторым важным аспектом является то, что относительная диэлектрическая проницаемость ϵ_r зерновых в 4...5 раз превышает диэлектрическую проницаемость воздуха. Зерновой ворох представляет собой смесь зерен и воздушных промежутков и образует единый резко-неоднородный диэлектрик. Таким образом, напряженность электрического поля в воздушных промежутках и в зернах будет не одинакова. Зерно в такой системе будет являться наиболее слабым элементом, своего рода «каналом» для электрического поля. Таким образом, электрическое поле будет как бы захватываться зерном. В результате этого электрическое поле искривляется (рис. 6). Маршрут электрического поля удлиняется, а это приводит к тому, что поле начинает действовать на диэлектрик (зерно) так, чтобы устранить искривления и сократить маршрут. То есть на зерно будет действовать дополнительный момент M , который будет стремиться развернуть зерно таким образом, что бы его ось стала параллельна линиям напряженности внешнего электрического поля.

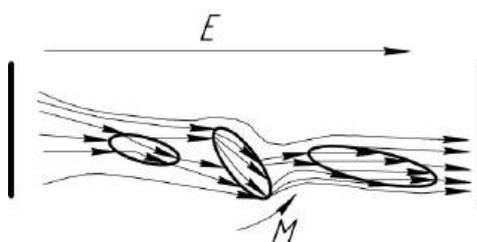


Рис. 6. Схема воздействия электрического поля на зерно, как на диэлектрик

Заключение. Таким образом, на зерно, оказавшееся в электрическом поле, начинают воздействовать три составляющие: силы от взаимодействия сквозного тока и тока поляризации с электрическим полем, поляризационный момент, сила непосредственного влияния электрического поля на зерно, как на диэлектрик с высокой диэлектрической проницаемостью.

Все три силы имеют одинаковое направление и суммируются, образуя суммарный вращающий момент стремящийся повернуть зерно на угол, при котором наступает равновесное состояние (когда ось зерна становится параллельна линиям напряженности электрического поля).

Кроме того, внешнее электрическое поле вызывает возникновение в зерне внутреннего электрического поля, равного внешнему по величине и противоположного по значению. Это электрическое поле одинаковое для всех зерен образует единое электрическое поле, которое притягивает все элементы, вызвавшие его (зерна) друг к другу. То есть, повышается величина внутреннего трения зернового потока, он стабилизируется в процессе своего движения и становится однородным сплошным потоком.

Библиографический список

1. А.с. 2288564 (RU) Высевающий аппарат / Н.П. Крючин, Ю.В. Ларионов, А.М. Петров, С.В. Сафонов.
2. Крючин, Н.П. Разработка высевающего устройства сеялки для трудносыпучих посевных материалов / Н.П. Крючин, С.В. Сафонов // Известия Самарской ГСХА. – 2006. – №3. – С. 75–76.
3. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник. – 10-е изд. – М. : Гардарики, 2003. – 317 с.

УДК 631.316

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЫХЛИТЕЛЬНОГО ДОЛОТА

Парфенов Олег Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 12 «б».

Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Гончаров Сергей Михайлович, студент 4 курса инженерного факультета ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446232, Самарская обл., Безенчукский р-он, с. Екатериновка, ул. Фрунзе, д. 97.

Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: обработка почвы, рабочие органы, долото, тяговое сопротивление, рыхление.

Рассмотрен процесс взаимодействия рабочего органа с почвой. Описаны силы, возникающие при отклонении системы от положения равновесия, воздействующие на рыхлительные почвообрабатывающие органы. Обоснованы геометрические параметры долота рыхлителя.

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур важная роль отводится подготовке почвы. Качественная обработка почвы позволяет обеспечить необходимые условия для получения высокого урожая, поэтому улучшение качества обработки почвы считается важной проблемой.

Цель исследований – обоснование геометрических параметров рабочих органов рыхлителя.

В соответствии с целью поставлена следующая *задача*: определение влияния конструктивных параметров долотообразного рабочего органа рыхлителя на снижение энергетических затрат.

Рыхление почвы проводится для разрушения корки и капиллярных скважин, образующихся после дождей, а также для увеличения общей скважности уплотненной или слежавшейся почвы. Мелкокомковатое рыхление можно получить при обработке почвы в состоянии спелости или при относительной влажности 50...70%. Рыхление почвы может осуществляться как резанием с отделением стружки, так и в результате воздействия рыхлительных долот [1].

Машины с рыхлящими рабочими органами по назначению разделяют на следующие группы: для сплошной обработки почвы, междурядной обработки пропашных культур и прореживания всходов. Для рыхления минеральных, старопахотных, свободных от растительных остатков почв при основной и предпосевной обработке нашли применение рыхлительные долота. Они имеют изменяющийся угол крошения α и интенсивно рыхлят почву, но на засоренных почвах легко забиваются растительными остатками. Ширина захвата режущей части долота в основном составляет 2,5...5,5 см [2].

Простейшей формой рыхлительного долота является полоса с прямолинейным сечением, установленная под углом к горизонтальной плоскости. Поперечное сечение полученной борозды имеет форму трапеции, малое основание которой находится на дне борозды и равно ширине долота, а боковые стороны образуют с горизонтом угол $\theta = 40...60^\circ$, который зависит от механического состава и влажности почвы.

Напряженное состояние в почве впереди плоского клина зависит от величины угла крошения α и угла трения φ . При малых значениях угла α (20...40 $^\circ$) рабочая грань взламывает верхний слой, что способствует разрушению и деформации почвы путем отрыва. При больших значениях угла α (60...90 $^\circ$), когда сумма углов $\alpha + \varphi$ больше 90 $^\circ$, рабочая грань сжимает почву впереди долота, что значительно увеличивает тяговое сопротивление долота R_x и уменьшает значение вертикальной составляющей R_z . Рыхлительные долота, работающие на глубину до 15 см, имеют заостренный нижний конец, для лучшего рыхления и предотвращения забивания растениями, а рабочие органы, работающие в плотных слоях, имеют прямой обрез.

Для уменьшения габаритных размеров рыхлительного долота и стоек им придают криволинейное очертание, при котором значение угла α , минимальное у носа долота и составляет 30 $^\circ$, и постепенно возрастающее до 90 $^\circ$. Прямой угол рядом с поверхностью почвы не увеличивает тягового сопротивления, так как в этом слое стойка движется в разрыхленной почве.

Характер деформации и разрушения почвы под воздействием клина зависит от величины угла крошения α и свойств почв. На большинстве, используемых в сельском хозяйстве, почвах основным видом деформации почвы под воздействием клина является отрыв пласта от монолита. На суглинистых почвах низкой влажности и при больших значениях угла крошения, клин отрывает пласт в виде глыб неопределенной формы. При большой влажности и малых значениях угла крошения пласт имеет вид сплошной ленты.

Нижняя часть рыхлительного долота представляет собой клин. Рассмотрим, как влияет на тяговое сопротивление клина масса пласта и сила трения, возникающие при скольжении пласта по рабочей поверхности клина. Примем, что пласт почвы не сопротивляется изгибу и движется по рабочей поверхности АВ, без изменения длины, в этом случае $a_1 = a$ и $v = v_r$ (рис. 1).

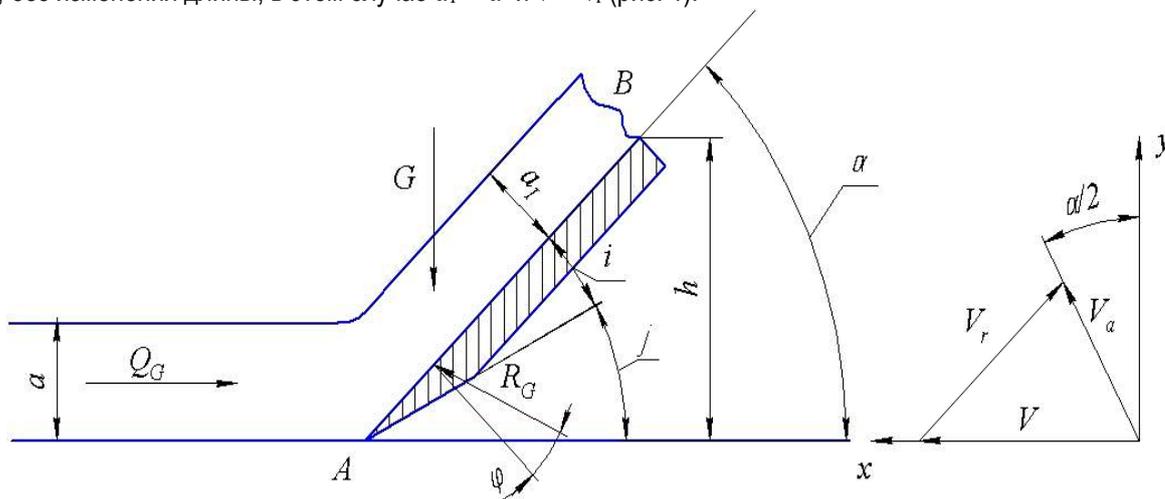


Рис. 1. Движение клина в почве

На пласт действуют реакция недеформированной почвы Q_G , вес пласта G и результирующая сил сопротивления почвы и сил трения на рабочей поверхности клина R_G . Проектируя эти силы на оси координат, получим $Q_G = R_G \sin(\alpha + \varphi)$; $G = R_G \cos(\alpha + \varphi)$, откуда

$$Q_G = G \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (1)$$

$$R_G \sin(\alpha + \varphi) = R_{Gx} \text{ и } G = a b l \gamma_{об}, \text{ тогда } R_{Gx} = a b l \gamma_{об} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (2)$$

где a – толщина пласта; b – ширина пласта; l – длина рабочей поверхности; $\gamma_{об}$ – объемная масса почвы.

По выражению (2) можно установить оптимальное значение угла α при известных остальных параметрах [1]. Для поднятия пласта на высоту h , используются переменные значения угла крошения α . Из рисунка 1 видно $R_{Gx} = Q_G$, поэтому выражение (2) можно представить в виде:

$$R_{Gx} = a b l \gamma_{об} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) / \sin \alpha. \quad (3)$$

Исследованиями [3] установлено, что каждому значению угла трения соответствует оптимальный угол крошения, при котором горизонтальная составляющая тягового сопротивления клина R_{Gx} принимает наименьшее значение.

При использовании клина около 60% мощности, затраченной на рыхление почвы, используется на преодоление сил трения, для снижения которых нижнюю часть долота необходимо выполнять в виде клина минимальной длины и оптимальным углом крошения.

Анализируя работы ведущих ученых, можно отметить, что при выборе формы и геометрических параметров рыхлительного долота, с целью снижения его тягового сопротивления, необходимо использовать следующие положения. При малых значениях угла α ($10 \dots 20^\circ$) образуется сплошная стружка, а при $\alpha = 30 \dots 45^\circ$ образуется типичная стружка отрыва. Если угол α меньше 25° , то лезвие клина выполняется с верхней заточкой. Задний угол резания J не должен быть меньше 10° , так как при больших значениях ход долота становится неустойчивым по глубине. Для обеспечения прочности лезвия угол заострения i должен находиться в пределах $10 \dots 20^\circ$, а ширина захвата режущей части должна быть минимальной ($2,5 \dots 5,5$ см). Для уменьшения габаритных размеров рыхлительных долот и стоек им придается криволинейная форма.

Заключение. Обоснованы геометрические параметры рыхлительного долота, позволяющие снизить его тяговое сопротивление.

Библиографический список

1. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 326 с.
2. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакур. – М. : Колос, 1994. – 745 с.
3. Мацепуро, М.Е. Вопросы земледельческой механики / М.Е. Мацепуро, И.В. Манюта. – Т. 2. – Минск : Госиздат, 1959. – 324 с.

УДК 631.331

РАЗРАБОТКА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ВЫСЕВА СЕМЯН С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Крючин Николай Павлович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Механика и инженерная графика» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.
Тел. 8 (84663) 46-3-46.

Крючин Павел Владимирович, инженер кафедры «Механика и инженерная графика» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.
Тел. 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: сеялка, высевальной аппарат, норма высева, порционность.

Рассмотрены конструкции высевальных аппаратов, приведена схема штифтово-щеточного аппарата и описан технологический процесс его работы.

От качества работы высевальных аппаратов в значительной мере зависит равномерность потока семян, поступающих в семяпровод, а, следовательно, равномерность распределения семян по площади поля. Применительно к рядовому севу высевальные аппараты должны обеспечивать: а) непрерывный и равномерный поток семян; б) устойчивость установленной нормы высева; эта норма должна сохраняться при различной степени наполнения семенного ящика, при наклоне ящика и колебаниях сеялки во время движения на неровном рельефе поля, при изменении скорости движения и т.п.; в) возможность высева семян различных культур; г) минимальное повреждение высеваемых семян; д) легкую и удобную установку на заданную норму высева [1].

По мере развития конструкций рядовых сеялок были предложены различные типы высевальных аппаратов, но практическое применение получили главным образом механические катушечные (желобчатые и штифтовые) аппараты, которые не в полной мере удовлетворяют предъявляемым требованиям, и особенно в случаях, когда высеваются семена, имеющие значительные отличия по геометрическим, массовым и фрикционным показателям.

Цель исследований – разработка штифтово-щеточного высевального аппарата для дозирования посевных материалов с различными физико-механическими свойствами.

Задачи исследований:

- провести анализ и выполнить классификацию существующих механических высевальных аппаратов;
- разработать схему технологического процесса штифтово-щеточного высевального аппарата.

Для разработки высевального аппарата соответствующего необходимым требованиям нужно провести анализ конструкций существующих высевальных аппаратов и определить перспективные направления совершенствования. Классификация высевальных аппаратов представлена на рисунке 1.

Механические высевальные аппараты, получившие широкое распространение наиболее просты по конструкции и надежны в работе. Исходя из технологического процесса работы, существующих механических высевальных аппаратов их можно разделить на аппараты периодического и непрерывного высева [2].

Высевальные аппараты периодического высева весьма многообразны по конструкции и подразделяются по типу рабочих органов на катушечные, мотыльковые, ложечные и внутривербочные. Однако данные конструкции аппаратов предполагают пульсацию исходного потока семян, что в конечном итоге приводит к не равномерному расположению семян в рядке, т.е. наблюдается или сгущенность всходов в определенных интервалах, или значительное удаление одного растения от другого. Причиной порционности подачи семян является периодическое воздействие рабочих элементов высевального аппарата на семенной материал.

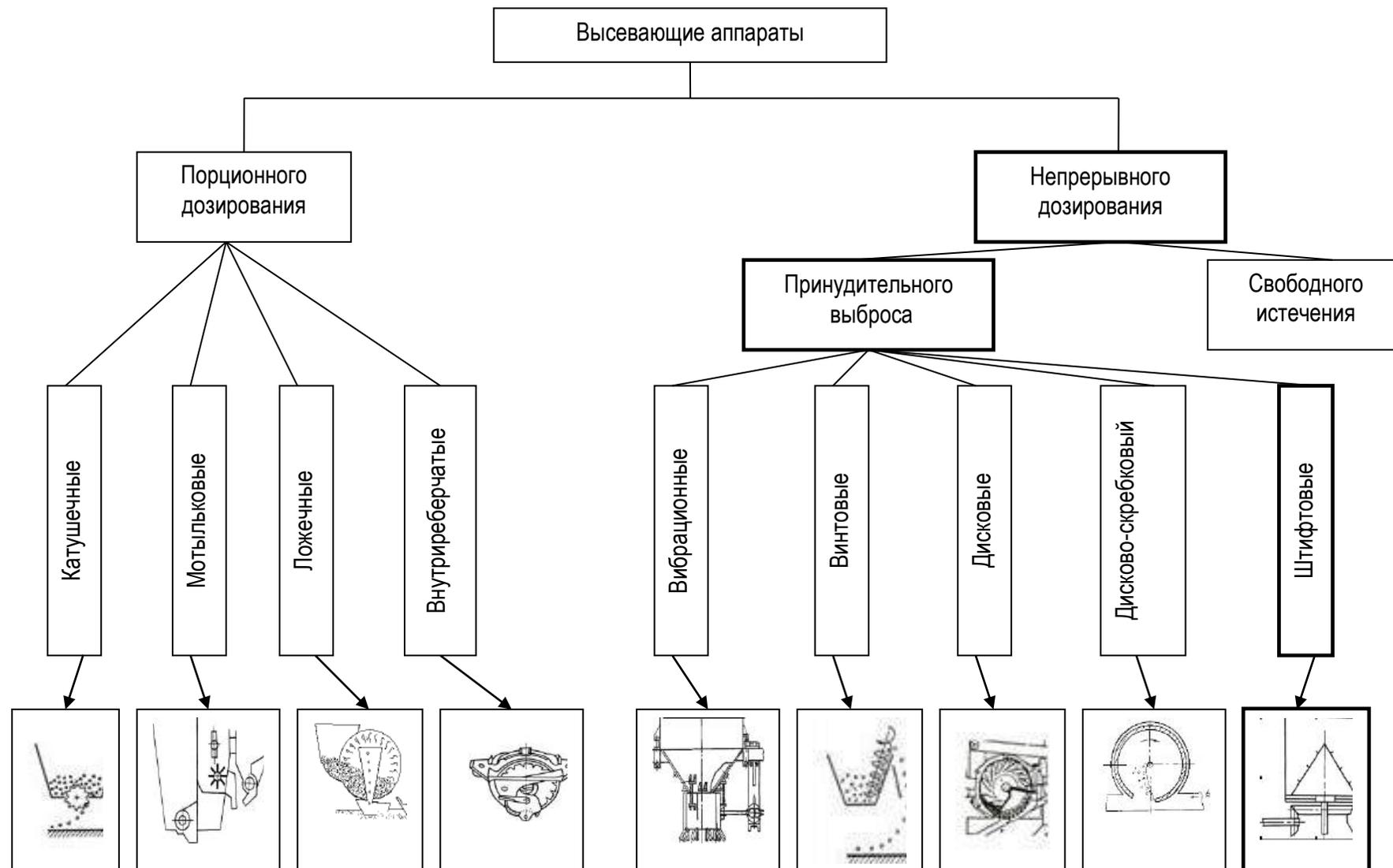


Рис. 1. Классификация высевающих аппаратов

Высевающие аппараты непрерывного действия по характеру воздействия на семена делятся на аппараты принудительного выброса и свободного истечения.

Высевающие аппараты принудительного выброса семенного материала (винтовые, дисковые, штифтовые и др.), обеспечивают достаточно хорошее качество работы: долговечность, надежность и удобство обслуживания, а повреждаемость семенного материала в них сведено к минимуму.

Таким образом, подходящие устройства для высева семенных материалов с различными физико-механическими свойствами целесообразно разрабатывать и использовать устройства с рабочими элементами, позволяющими захватывать семена, обеспечивать устойчивое дозирование и непрерывную подачу их за пределы бункера.

Наиболее подходящими для удовлетворения таких требований являются высевающие аппараты со штифтовыми рабочими элементами и со сбрасывающим активным механизмом, который позволяет сформировать сплошной исходный поток семян.

На кафедре «Механики и инженерной графики» Самарской ГСХА была разработана схема технологического процесса штифтово-щеточного высевающего аппарата (рис. 2). Высевающий аппарат состоит из следующих элементов: корпуса 1, козырька 2, приводного вала 3, кожуха сбрасывающей щетки 6, регулировочного неподвижного диска 7, сбрасывающей щетки 8, высевающего диска 9 с неподвижными штифтами 5, воронки семяпровода 10.

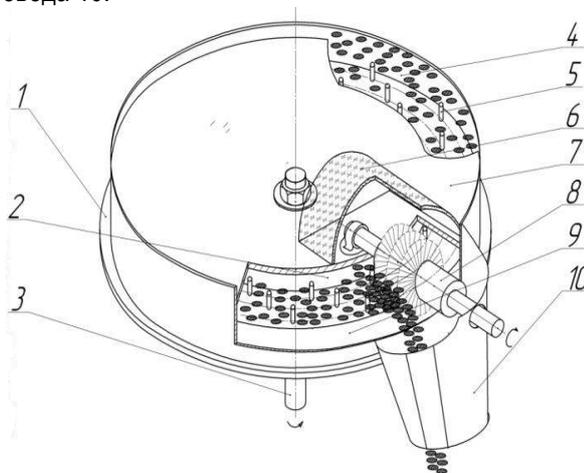


Рис. 2. Схема штифтово-щеточного высевающего аппарата:

- 1 – корпус; 2 – регулировочный не подвижный диск; 3 – приводной вал; 4 – загрузное окно; 5 – неподвижные штифты; 6 – кожух сбрасывающей щетки; 7 – приводной вал; 8 – сбрасывающая щетка; 9 – высевающий диск; 10 – воронка семяпровода

Высевающий аппарат работает следующим образом: при вращении высевающего диска 9 неподвижные штифты 5, заходя в зону загрузного окна 4, увлекают определенную порцию семенного материала и транспортируют в подкозырьковую зону. Затем семена продвигаются под козырьковым пространством к сбрасывающей щетке, которая в свою очередь передвигает семенной материал щетинками, расположенными по винтовой линии от центра в сторону периферии, сбрасывая семена в воронку семяпровода, образуя равномерный поток семенного материала. После прохождения сбрасывающей щетки штифты продвигаются к загрузному окну, увлекая последующую порцию семян к сбрасывающей щетке, повторяя рабочий цикл.

Разработанный штифтово-щеточный высевающий аппарат был установлен как центральный дозатор на экспериментальную пневматическую сеялку и опробован на посеве овсяницы, пайзы и рапса на участках сортоиспытания и предварительного размножения Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова.

Заключение. Разработанный высевающий аппарат показал надежную работу и высокое качество высева, обеспечивая агротехнические требования на посев культур с различными физико-механическими свойствами семян.

Библиографический список

1. Лурье, А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин / А.Б. Лурье, А.А. Громбчевский. – Л. : Машиностроение (Ленингр. отделение), 1977. – 528 с.
2. Кардашевский, С.В. Высевающие устройства посевных машин : учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 1973. – 176 с.

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И ВИДОВОГО СОСТАВА СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА РАБОТУ КУЛЬТИВАТОРОВ

Федосеев Владимир Михайлович, соискатель ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»; ст. преподаватель ГОУ СПО «Кинель-Черкасский сельскохозяйственный техникум». 446306, г. Отрадный, ул. Солнечная, 12.

Тел.: 8 (84 660) 4-03-31.

Русинов Алексей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова».

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: 8 (8452) 74-96-35. E-mail: Rusinovsar@yandex.ru

Ключевые слова: сорная растительность, культиватор, обработка почвы.

Представлен анализ загрязнения паровых полей сорными растениями. Рассмотрены основные методы и машины для борьбы с сорняками. Представлены экспериментальные данные о работе культиватора для сплошной обработки почвы и культиватора-бороны.

Основной задачей сельскохозяйственного производства России является обеспечение населения продуктами растениеводства и животноводства. Важнейшей задачей в этой отрасли народного хозяйства является увеличение валового и товарного объема недорогой, высококачественной и экологической продукции.

В настоящее время Россия занимает одно из первых мест в мире по площади посевов зерновых культур, однако по урожайности в несколько раз отстает от многих стран. Объясняется это многими причинами, в том числе и низким уровнем культуры земледелия в стране, неблагоприятными фитосанитарным состоянием и засоренностью полей. Более 70% посевов зерновых культур засорены нежелательной растительностью. Ежегодные потери урожая зерна в России от сорных растений составили в целом 10-12 млн. т или 17,8% от общего объема производства [1]. Потери урожая сельскохозяйственных культур от сорняков в мировом земледелии также значительны и составляют 9,8% от всего урожая, что в значительной мере по сравнению с нашей страной.

В связи с этим, борьба с сорняками является очень важной проблемой сельскохозяйственного производства нашей страны. Для уничтожения нежелательной растительности применяют различные способы, которые принято делить на механический, химический и биологический.

Химический и биологический методы борьбы с сорной растительностью характеризуются, прежде всего, избирательностью действия, что позволяет не всегда полностью уничтожать все имеющиеся сорные растения; дороговизной и экологической опасностью. Вследствие данных обстоятельств применение перечисленных методов борьбы с сорной растительностью крайне ограничено.

Самое большое распространение получил механический способ удаления вредной растительности. Основными приемами механической обработки почвы являются: лущение, вспашка, боронование, культивация и междурядная прополка. Эффективность применения такого рода истребительных мероприятий зависит от вида проводимых технологических операций, природно-климатических условий региона, типа засоренности почвы, сезонности проведения работ, вида посевов сельскохозяйственных культур.

Наиболее перспективной сельскохозяйственной операцией по удалению сорной растительности является культивация с боронованием. Ее использование позволяет уничтожить до 80 % сорняков.

На сегодняшний момент в Самарской области наибольшее распространение получили культиваторы для сплошной обработки почвы, такие как ККНП-2,1, ОПО-8,5, КНК-7,2, ККШ-11,3АМ и ККН-6,2, которые позволяют одновременно производить обработку почвы и удалять сорняки.

Однако необходимо отметить, что использование культиваторов, как основного средства для удаления сорной растительности, связано с большими энергозатратами и низкой эффективностью по сравнению с применением гербицидов.

На селекционных полях, оставленных под пары, культивацию выполняют сельскохозяйственным агрегатом, состоящим из трактора МТЗ-82 с навесным комбинированным культиватором ККНП-2,1. Операция *культивация почвы* в технологическом процессе выращивания зерновых культур повторяется четыре раза. При этом особое требование предъявляется к качеству подготовленной почвы под посев и удалению сорной растительности, так как ее наличие негативно сказывается на качестве выращенной продукции. В связи с

тем, что сплошная культивация производится на глубину до 15 см и это энергоемкий процесс обработки почвы, то ее рекомендуется проводить непосредственно перед посевом. Для удаления сорной растительности рекомендуется использовать культиватор-борону.

Цель исследований – повышение эффективности борьбы с сорняками, за счет использования культиватора-бороны.

Задача исследований – обоснование необходимости использования культиватора-бороны.

Культиватор-борона (рис. 1), имеет плоские ножи, выполненные в виде лезвий закрепленных в шахматном порядке с небольшим перекрытием. Это позволяет снизить сопротивления резанию и повысить качество срезаемой сорной растительности.



Рис. 1. Общий вид МТА культиватора-бороны

С целью определения эффективности использования предлагаемых культиваторов были проведены полевые исследования результаты, которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные агротехнические показатели серийного культиватора и культиватора-бороны

Показатель	Значение показателя					
	ККНП-2,1 + МТЗ-82				Культиватор-борона + МТЗ-82	
Состав агрегата						
Рабочая ширина захвата, м	2,1	2,1	2,1	2,1	4,2	4,2
Скорость движения, км/ч	8,6	10,5	8,8	11,1	8,9	11,3
Вариант комплектации	3-х рядное расположение плоскорезных лап			2-х рядное расположение плоскорезных лап		
Показатели качества выполнения технологического процесса						
Глубина обработки, см	8,5	8,1	8,1	7,2	4,5	5,1
Среднее квадратическое отклонение, ±см	1,7	1,5	0,6	0,9	0,4	0,7
Крошение почвы, %, размер фракций до 25 мм	92,9	98,8	93,3	93,5	92,4	94,6
Гребнистость поверхности поля, см	0,7	0,1	1,9	2,0	0,6	0,8
Подрезание сорной растительности, %	100	100	98,0	96,5	100	100
Забивание и залипание рабочих органов	Не наблюдалось			Не наблюдалось		Не наблюдалось

Анализ агротехнических показателей показал, что культиватор-бороны и серийный культиватор в полной мере обеспечивают равномерную глубину обработки по всей ширине захвата.

Однако необходимо отметить то обстоятельство, что среднее квадратическое отклонение глубины обработки почвы для серийного культиватора было выше и составляло $\pm 0,6 \dots \pm 1,6$ см, тогда как для культиватора-бороны этот показатель равен $\pm 0,4 \dots \pm 0,7$ см.

Качество крошения почвы в обоих случаях было хорошим. Комки почвы размером до 25 мм составляли 92,9-98,8% для серийного культиватора и 92,4-94,6% для культиватора-бороны. Как видно культиватор-бороны уступает серийному культиватору только в случае 3-х рядного расположения лап.

Рассматривая показатель гребнистости поверхности поля можно выявить то, что после прохода культиватора-бороны величина гребнистости не превышала 0,8 см, тогда как для серийного культиватора данный показатель колебался от 0,7 см до 2 см.

Рассматривая основной показатель, по которому можно судить о качестве работы культиваторов – количество срезанных растений, можно заметить, что при обработке почвы культиватором-бороной происходит стопроцентный подрез всех сорных растений. При этом скорость была выше по сравнению с серийным культиватором. Стопроцентное срезание растений серийный культиватор осуществляет только при 3-х рядном расположении лап. Установка лап культиватора в 2-х рядное расположение снизило процент срезанных растений до 95,7 %. В основном эти растения не были подрезаны по колее колес трактора.

Забивания и залипания рабочих органов почвой и сорной растительностью не наблюдалось. При этом культиватор-бороны, на котором были установлены лезвенные ножи, устойчиво выполняет технологический процесс по основным агротехническим показателям, имеет большую ширину захвата, и как следствие производительность.

Заключение.

1) Большая часть посевных площадей Самарской области подвержена сильной засоренности нежелательной растительностью, с которой лучше всего бороться механическим способом, путем выполнения совмещенных операций культивации и боронования.

2) С целью качественного удаления сорной растительности и снижения энергоемкости процесса культивации необходимо проводить технологический процесс культивации культиватором ККНП-2,1 непосредственно перед посевом зерновых культур, а остальные культивации проводить культиватором-бороной предложенной конструкции.

Библиографический список

1. Агрэкология : учебник для вузов / под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.

УДК 631:347

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Таланов Николай Николаевич, соискатель ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»; инженер СХП ООО «Золотая Нива».

446306, г. Отрадный, ул. Орлова, 5/26.

Тел.: 89277233223.

Ключевые слова: дефлекторная насадка, дождевальная машина, качество дождя.

Рассматривается вопрос о повышении эффективности использования дождевальной машины ДКШ-64 путем замены дождевальных аппаратов дефлекторными насадками. Описана конструкция предлагаемой насадки и места их установки на дождевальной машине.

Одним из важнейших факторов стабилизации сельскохозяйственного производства Самарской области по гарантированному выращиванию овощей, картофеля, сахарной свеклы, семян кормов выступает орошение земель сельскохозяйственного назначения. Однако в связи с сокращением объемов бюджетного финансирования реконструкция, восстановление и ремонт мелиоративных систем и машин проводятся в недостаточных объемах.

Из имеющихся 191,8 тыс. га орошаемых земель в 2001 г. в области сохранились 147,3 тыс. га. Для полива этой площади необходимо 1556 дождевальных машин, однако в хозяйствах имеется 709 машин, в том числе с истекшим сроком службы – 528 (74% от общего наличия техники).

В целом снижение количества дождевальных машин (особенно ДКШ-64 используемых для полива овощных культур) привело к тому, что по сравнению с 2005 г. в 2008 г. производство картофеля снизилось на

11,2%, овощей – на 11,9%, прекратилось производство сахарной свеклы, сдерживается распространение новых высокоурожайных сортов, продуктивность пашни под кормовыми культурами уменьшилась в 2,4 раза.

Одной из распространенных дождевальных машин применяемой в Самарской области является ДКШ-64 «Волжанка», недостатком которой в настоящий момент является применение цветных металлов, которые подвержены хищению. Значительная длина трубопровода при использовании машин на сложных рельефах имеет пониженный ресурс и достаточно дорогой ремонт, а так же огромные эксплуатационные затраты. Результатом этого явилось их быстрое сокращение.

Установленные на машине дождевальные аппараты имеют низкую равномерность полива при ветре, значительные потери воды на испарение и снос, подвержены значительному износу. Так же они формируют дождь большой крупности капель, средний диаметр капли изменяется от 0,8 до 1,7 мм, а в конце струи его значения достигают 2,0-3,5 мм, что оказывает значительное воздействие дождя на почву и растения. Кроме этого, высокая мгновенная интенсивность дождя, изменяющаяся от 1,2 до 2,6 мм/мин, не позволяет выдавать оптимальные поливные нормы без стока.

Цель исследований – повышение качества работы дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка» за счет использования дефлекторных насадок кругового действия.

Задача исследований – обоснование параметров и расстановки дефлекторных насадок для дождевальной машины «Волжанка».

Для устранения данного недостатка рекомендуется на дождевальную машину ДКШ-64 «Волжанка» вместо серийных дождевальных аппаратов устанавливать дождевальную дефлекторную насадку кругового действия.

Предлагаемая дефлекторная насадка (рис. 1) состоит из корпуса 2 с коническим дефлектором 1, который установлен на двух ножках. Для настройки дефлекторной насадки на требуемый расход воды и качественный распыл в корпусе изготавливается отверстие необходимого размера. В нижней части корпуса насадки выполнена резьба, для монтажа насадки в механизм самоустановки, который закреплен на трубопроводе дождевальной машины.

Дождевальные насадки имеют меньший радиус полива по сравнению с дождевальными аппаратами, в связи с этим, их необходимо устанавливать на трубопроводе дождевальной машине «Волжанка» по учащенной схеме.

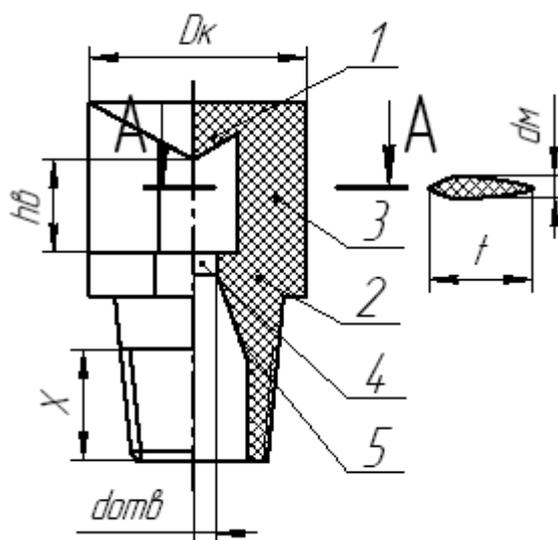


Рис. 1. Дождевальная дефлекторная насадка:

- 1 – конус рассекатель; 2 – корпус; 3 – стойка (ножка) конуса рассекателя; 4 – калиброванное отверстие; 5 – коническое сопло; D_k и $d_{отв}$ – соответственно диаметры основания дефлекторного конуса и выходного отверстия насадки; d_m – толщина ножки; f – длина ножки; h_b – расстояние от основания дефлекторного конуса до выходного отверстия насадки; x – длина резьбы

Так как основное требование, предъявляемое к расположению насадок – это равномерное покрытие искусственным дождем всей площади орошения по всем направлениям, которое численно можно представить как отношение минимальной интенсивности дождевания к средней:

$$K = \rho_{мин} / \rho_{ср}, \quad (1)$$

где $\rho_{мин}$ – минимальная интенсивность дождевания, мм/мин;

$\rho_{ср}$ – средняя интенсивность дождевания, мм/мин.

В связи с этим, целесообразно располагать насадки на расстоянии друг от друга равным, $a = \ell = R^{0,5} = 1,42 R$ [1], где R – радиус полива дефлекторной насадки, м.

Так как радиус полива дождевальной насадки меньше чем у дождевального аппарата, то необходима установка дополнительных дождевальных насадок на трубопровод дождевальной машины.

Дождевальная машина перемещается с одной позиции на другую путем поворота трубопровода вокруг оси, закрепленного на опорных колесах. Для установки дождевальной насадки в вертикальном положении требуется минимум один поворот колеса. Зная диаметр опорного колеса можно определить расстояние, которое оно пройдет за полный поворот с учетом буксования:

$$a = 2\pi R_k \delta, \quad (2)$$

где R_k – радиус опорного колеса дождевальной машины, м;

δ – коэффициент буксования колеса.

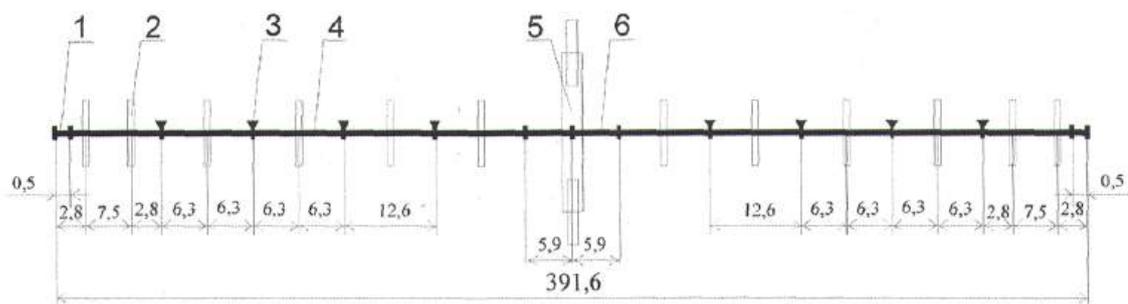
С учетом буксования колес дождевальной машины ее перемещение за один оборот колеса составляет 6,0 м. Данное обстоятельство идеально удовлетворяет условиям работы дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка», так как кратно расстоянию между гидрантами.

Крыло серийной дождевальной машины состоит из 30 секций длиной по 12,6 м, двух труб по 5,95 м и двух концевых патрубков длиной 0,5 м. Расстановка дождевальных насадок и опорных колес может быть реализована без изменения длины трубопровода (рис. 2). При этом необходимо отметить, что наметившаяся в последнее время тенденция на замену труб из алюминиевого сплава на стальные длиной 6,3 м полностью адаптирована под полив дождевальными насадками.

Зная схему расстановки дождевальных насадок, необходимо обосновать их геометрические параметры, способные отвечать агротехническим требованиям.

Для этих целей воспользуемся методикой расчета траектории полета дождевой капли предложенной Штеренлихтом Д.В. [2].

Компоновка серийной машины ДКШ-64



Компоновка предлагаемой машины ДКШ-64

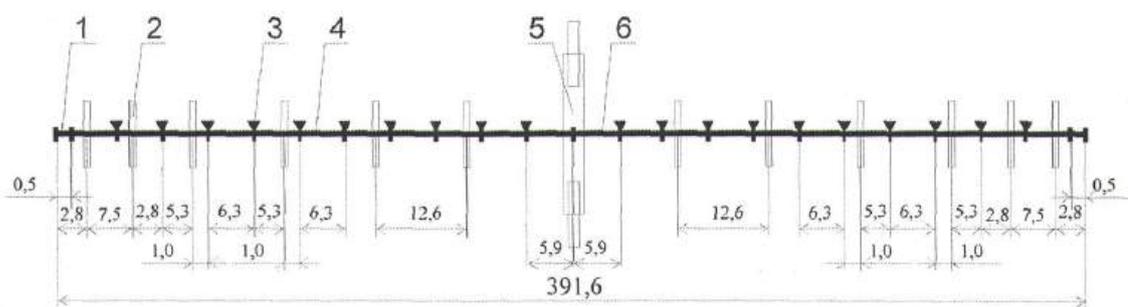


Рис. 2. Схема установки дождевальных насадок и колес на предлагаемой дождевальной машине ДКШ-64 «Волжанка»: 1 – секция трубопровода длиной 0,5 м (2 шт.); 2 – опорное колесо (36 шт.); 3 – дождевальная насадка (64 шт.); 4 – секция трубопровода длиной 12,6 м (30 шт.); 5 – ходовая тележка (1 шт.); 6 – секция трубопровода длиной 5,95 м (2 шт.)

Уравнение траектории струи при отсутствии сопротивления воздуха определяется по зависимости:

$$Z = x \operatorname{tg} \theta_0 - \frac{x^2}{4H \cos^2 \theta_0}, \quad (3)$$

где Z и X – координаты траектории струи, м; H – напор на входе в насадку, м; θ_0 – угол вылета струи, град.

Данная зависимость не в полной мере отражает действительный процесс полета струи дождевальной насадки. В действительности струя воды, выпущенная из насадки, практически сразу распадается на капли дождя. Кроме этого на движущуюся каплю воздействует сопротивление воздуха, которое снижает ее дальность полета. Из анализа скорости ветра зависящего от рельефа местности, была получена зависимость отражающая сопротивление преодолеваемое каплей дождя при полете:

$$R_{\text{в}} = \lambda S \frac{\rho V_o^2}{2}, \quad (4)$$

где λ — коэффициент сопротивления при движении струи в воздухе; S — площадь поперечного сечения капли, перпендикулярного направлению его движения, см^2 ; ρ — плотность воздуха, г/см^3 ; V_o — скорость движения капли, м/с .

С учетом воздействия на каплю дождя окружающей среды, радиус полива дождевальной насадкой определяется как

$$R = 2 \left(H - \lambda S \frac{\rho V_o^2}{2} \right) \sin 2\theta_o. \quad (5)$$

В связи с тем, что все геометрические параметры дождевальной насадки взаимосвязаны между собой, то их необходимо рассматривать в комплексе.

Исследованиями по распределению дождя под отдельной насадкой с различными углами конусности дефлектора при напоре $H=0,45$ МПа и расходе $Q=0,5$ л/с, установлено, что распределение интенсивности дождя насадки с углом дефлектора $\alpha=120^\circ$ близко к равномерному. Максимальные значения её радиуса действия $R_m=9$ м интенсивность дождя $i_m = 10,7$ мм/мин. Использование дефлекторов с конусностью 120° обеспечивает ветроустойчивость искусственного дождя, не ухудшая его качества.

Зависимость между диаметрами дефлекторного конуса и выходного отверстия насадки описывается следующей формулой:

$$D_{\text{к}} = \frac{d_{\text{отв}}^2 - \delta^3}{2\delta}, \quad (6)$$

где $D_{\text{к}}$ и $d_{\text{отв}}$ — соответственно диаметры основания дефлекторного конуса и выходного отверстия насадки, мм ;

δ — толщина пленки воды на выходе с дефлекторного конуса, мм .

Для определения диаметра выходного отверстия насадки воспользуемся зависимостью расхода воды через насадку:

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \mu \sqrt{2gH}}}, \quad (7)$$

где μ — коэффициент расхода, зависящий от формы входных кромок отверстия, принимается равным $\mu=0,8$; F — площадь отверстия, м^2 ; g — ускорение свободного падения, м/с^2 ; H — напор перед насадкой, м .

Дефлекторный конус удерживают две ножки, для снижения воздействия на формирование дождя и равномерность его распределения, поперечное сечение ножки представляет собой форму линзы с миделевым сечением.

Поперечная площадь сечения ножки описывается уравнением:

$$S_M = 0,5 d_M t, \quad (8)$$

где d_M — толщина ножки, м ; t — длина ножки, м .

Высота ножки $H_{\text{в}}$ удерживающей дефлекторный конус должна быть меньше величины определяемой по зависимости:

$$\left. \begin{aligned} h_{mp} &= k \frac{H_{\epsilon}}{d_{omm}} \varphi^2 H \\ H_{\epsilon} &= \frac{H}{1 + \varphi H} \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

где k — коэффициент; φ — коэффициент скорости.

С целью уменьшения вероятности засорения дефлекторной насадки мусором, высота ножек дефлектора должна быть не ниже:

$$H_{\text{в}} = 2d_{\text{отв}}. \quad (10)$$

Анализ работы дождевальной насадки с вышеобоснованными геометрическими параметрами показал, что тонкая пленка струи, образуемая при сходе с дефлектора распыляется и формирует мелкокапельный дождь, средний диаметр которого в 1,5-1,8 раз меньше, чем у струйных аппаратов. Средняя интенсивность дождя выше, чем у дождевальных аппаратов в 1,98-2,73 раза, а мгновенная интенсивность дождя дефлекторных насадок меньше в 3,8-4,4 раз.

Заключение.

1) Для повышения качества полива и сохранения парка дождевальных машин ДКШ-64 «Волжанка» необходима замена дорогостоящих дождевальных аппаратов на дефлекторные насадки кругового действия.

2) Использование предлагаемой конструкции дефлекторной насадки и схема их расстановки на дождевальной машине «Волжанка» позволяет по сравнению с серийными дождевальными аппаратами формировать мелкокапельный дождь с увеличенной средней интенсивностью.

Библиографический список

1. Шумаков, Б.Б. Насосные дождевальные установки и техника полива. – М. : Высшая школа, 1973. – 136 с.
2. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика. – М. : КолосС, 2004. – 656 с.

УДК 631.431

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМОГО ПЛАСТА ПОЧВЫ НАД НОЖОМ-РЫХЛИТЕЛЕМ

Савельев Юрий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., п. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2. Тел.: 8 (84663) 46-3-46.

Фатхутдинов Марат Рафаилович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10. Тел.: 8 (84663) 46-3-46. E-mail: Fathutdinov_MR@mail.ru.

Ключевые слова: методика, профилирование, нож-рыхлитель, траектория движения, глубина рыхления, следоразрыхлитель, пласт почвы.

Разработана методика профилирования поверхности обрабатываемого пласта почвы над ножом-рыхлителем. Приведены результаты проведенных экспериментов и проанализированы полученные результаты.

На качество крошения уплотнённой почвы следоразрыхлителем большое влияние оказывает работа батарей реактивных зубовых дисков, зависящая во многом от их расположения над лапками ножей рыхлителей. Данное расположение определяется параметрами траектории обрабатываемой поверхности пласта почвы над лапками ножей-рыхлителей в процессе работы [1]. При этом важным параметром является установка батареи реактивных зубовых дисков относительно максимальной точки подъёма частицы почвы по траектории её движения [2].

Поэтому целью исследования является повышение качества крошения уплотненной почвы комбинированным рабочим органом следоразрыхлителя, за счёт установки батареи реактивных зубовых дисков над лапками ножей-рыхлителей.

Задачи исследования:

1) разработать методику профилирования поверхности обрабатываемого пласта почвы над лапками ножей-рыхлителей;

2) провести экспериментальные исследования по профилированию поверхности обрабатываемого пласта почвы над лапками ножей-рыхлителей и проанализировать полученные результаты.

Для проведения экспериментов разработана методика профилирования поверхности обрабатываемого пласта почвы над ножом-рыхлителем, которая предусматривала определение траектории с помощью масштабных линеек, установленных на рабочие органы и видеосъёмки. На ноже, в вертикальной плоскости, были нанесены риски с интервалом 0,01 м. В горизонтальной плоскости была прикреплена к ножу-рыхлителю сверху масштабная линейка. С нанесёнными рисками с интервалом 0,01 м (рис. 1).

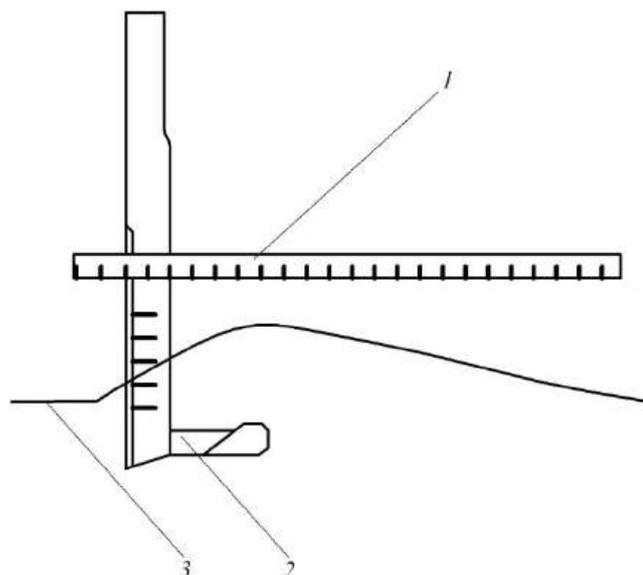


Рис. 1. Схема профилирования поверхности обрабатываемого пласта почвы над ножом-рыхлителем:
1 – масштабная линейка; 2 – нож-рыхлитель; 3 – поверхность обрабатываемого пласта почвы

Исследование траектории движения пласта почвы проводилось на полях ГНУ «Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова». Для исследований использовался агрегат, состоящий из трактора МТЗ-80 и экспериментального следоразрыхлителя [1]. В процессе движения агрегата на разных глубинах обработки от 0,06 до 0,12 м с шагом 0,02 м, была проведена видеосъемка, из которой затем распечатывались кадры. На кадрах зафиксирована траектория движения пласта, относительно масштабных линеек. Используя фотоснимки, были выполнены замеры параметров движения пласта почвы относительно лапки.

Данные заносились в журнал наблюдений, по которым после статистической обработки строились профили поверхности почвы при обработке ножами-рыхлителями.

Результаты экспериментальных исследований по определению профиля поверхности обрабатываемого слоя почвы ножами-рыхлителями представлены на рисунке 2. Данные показывают, что при перемещении пласта почвы через клин, частицы почвы на его поверхности поднимаются до определённой максимальной величины. После касания поверхности почвы пласт почвы имеет высоту слоя больше чем до обработки. Максимальные величины подъёма частиц почвы над лапкой рыхлителям составляют: на глубине рыхления $h_p = 0,1 \text{ м} - 0,136 \text{ м}$, на $h_p = 0,1 \text{ м} - 0,182 \text{ м}$, на $h_p = 0,12 \text{ м} - 0,194 \text{ м}$.

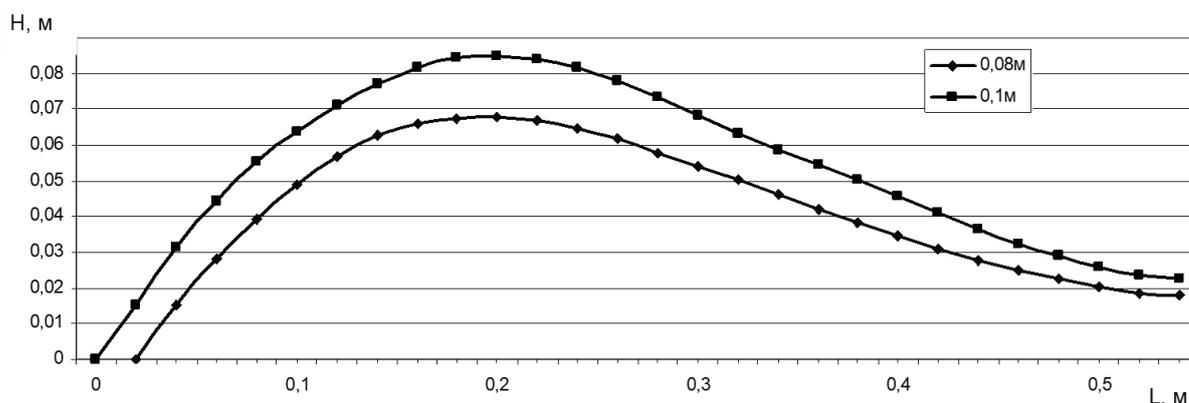


Рис. 2. Профиль поверхности почвы при обработке ножом-рыхлителем при глубине рыхления 0,08 и 0,1 м

Для лапки ножа-рыхлителя с данными параметрами зависимость максимальной высоты профиля поверхности почвы от глубины рыхления представлена на рисунке 3, из которого очевидно, что с увеличением глубины обработки высота подъёма частиц увеличивается, а после глубины 0,1 м динамика нарастания уменьшится в 3 раза. При этом экспериментальные данные подтверждают теоретическую зависимость, представленную на графике (рис. 3) в диапазоне глубин рыхления до 0,8...0,1 м, что является

рабочим интервалом [2]. В данном интервале отклонение данных теоретической зависимости от экспериментальной составляет не более 5%.

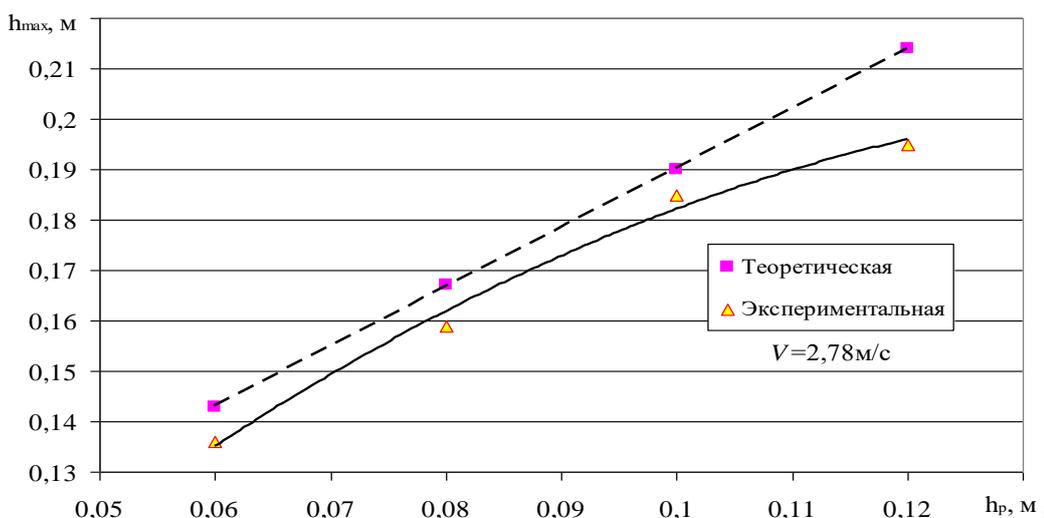


Рис. 3. Зависимость максимальной высоты профиля поверхности обрабатываемого пласта почвы над ножом-рыхлителем от глубины рыхления

Заключение. Проведенные экспериментальные исследования по разработанной методике профилирования поверхности обрабатываемого пласта почвы позволили определить параметры траектории пласта почвы над лапками ножей-рыхлителей для установки батареи реактивных зубовых дисков, обеспечивающих повышение качества крошения уплотненной почвы комбинированным рабочим органом следоразрыхлителя.

Библиографический список

1. Савельев, Ю.А. Следоразрыхлитель / Ю.А. Савельев, М.Р. Фатхутдинов // Сельский механизатор. – 2007. – №3. – С. 15.
2. Савельев, Ю.А. Определение параметров траектории движения частицы почвы после схода с клина / Ю.А. Савельев, М.Р. Фатхутдинов // Известия СГСХА. – 2007. – №3. – С. 52-56.

УДК 631.33.86

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОСЕВА СЕМЯН ЛЬНА И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Кирова Ольга Владимировна, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д.12.

Тел. 8 (84663) 46-3-46.

Ключевые слова: производство льна, подготовка почвы, норма высева, глубина заделки, разбросной посев, сеялки для посева льна, площадь питания, сошник, распределение семян, распределитель.

Представлена классификация устройств для разбросного посева семян льна, а также анализ процесса транспортирования и распределения семян в подсошниковом пространстве.

Ведомственной целевой программой Министерства сельского хозяйства Российской Федерации "Развитие льняного комплекса России на 2008...2010 годы", учитывая при этом предполагаемое продолжение ее до 2012 года включительно, предусматривается осуществление мероприятий по производству высококачественного семенного материала, льна, рапса и кормовых культур, а также по развитию производства льна.

Однако на увеличение производства льна особое влияние оказывает соблюдение агротехнических требований при его возделывании, основными из них являются: проведение качественной подготовки почвы к посеву, выбор оптимальной нормы высева, обоснование глубины посева, равномерное распределение по

площади питания и другие показатели, которые необходимо соблюдать при такой важной технологической операции, как посев.

Среди названных требований по опытным данным многих российских и зарубежных научных учреждений, которые занимаются исследованием возделывания льна доказано, что наиболее важным показателем является равномерное распределение семян и растений по площади поля.

Цель исследований – обоснование рациональной схемы высева семян льна при разбросном посеве.

Задача исследований: провести анализ и разработать классификацию способов посева семян льна и средств для их реализации.

В настоящее время наиболее распространенный способ посева семян льна рядовой посев с междурядьями 7,5 см.

При посеве льна специальными льяными сеялками, но с междурядьями 10...15 см снижается урожай волокна. В этом случае площадь питания одного растения представляет форму довольно вытянутого прямоугольника с большой загущенностью растений в рядке и неполным использованием площади питания в междурядьях.

В Германии и в Болгарии лен сеют рядовым способом с шириной междурядий 10...12 см, а наиболее высокие урожаи получают при посеве льна с расстоянием между рядками 7...8 см и норме высева 150 кг/га, так как растения при этом более производительнее расходуют воду и питательные вещества, чем при междурядьях 12...15 см.

Научно-исследовательские учреждения располагают данными о том, что способ посева льна с более узкими междурядьями (4...6 см) более эффективен, чем способ с шириной междурядья 7,5 см. Так, в опытах ВНИИЛ на посевах с междурядьями 3,75 см загущенность в рядке была в 2 раза меньше, а количество рядков в 2 раза больше по сравнению с междурядьями 7,5 см, то есть площадь питания каждого растения была близкой к квадрату (отношение сторон площади питания 1:3,5; 1:5). Это создавало лучшие условия для роста и развития растений льна, отчего урожай льнопродукции повышался.

В Голландии норму высева устанавливают в зависимости от сорта льна и механического состава почвы. На тяжелых почвах норма высева повышается. Ширина междурядий здесь принята 8 и 20 см, причем при 20 см, по их мнению, лен более устойчив к полеганию.

Перекрестный способ сева льна не имеет преимуществ перед обычным рядовым способом, и применять его в производственных условиях нецелесообразно. Исследования ВНИИЛ и других опытных учреждений показали, что при перекрестном севе, как правило, снижается полнота всходов семян вследствие неравномерной их заделки (рис. 1).

Как показывает практика, лучшее качество льнопродукции получается, если лен сеять вразброс, потому что при рядовом посеве стебли утолщаются, сильно разветвляются и дают грубое волокно. Между тем для семенного льна характерна большая ветвистость для большего выхода семян. Семенной лен лучше сеять вразброс, но только при низкой норме высева.

В настоящее время на посевах льна в основном используются сеялки семейства зерновых сеялок на базе СЗ-3,6; специальные сеялки марок СЛ-44, СУЛ-48; навесные тракторные СЛН-48; сеялки СПУ-4Л-ДУ; сеялки точного высева СТВ-12; сеялка-культиватор СЗС-2,1, АУП-18 и другие посевные машины и агрегаты с многообразными по своей конструкции рабочими органами для рядового и разбросного посевов.

Более качественное выполнение процесса распределения семян обеспечивают рабочие органы лапового типа (СЗС-2,1М, АУП-18), которые при движении не только подрезают растительные остатки и крошат почву, но и, что особенно важно, создают благоприятные условия для распределения семян по ширине захвата сошника при высевах их в образуемом подпочвенном пространстве.

Распределение семян в подсошниковом пространстве в рабочих органах этих сеялок достигается установкой дополнительных устройств.

В существующих конструкциях сошников, предназначенных для разбросного посева, распределение семян в подпочвенном пространстве осуществляется следующими способами: гравитационным транспортированием и распределением семян, при котором последние распределяются за счет энергии их свободного падения; использованием энергии воздушного потока семенам сообщается дополнительная скорость поступательного движения за счет энергии воздушной струи; применение комбинированного (пневмогравитационного) распределения позволяет использовать положительные особенности пневматического транспортирования (сообщение дополнительной поступательной скорости за счет энергии воздушного потока, увеличивая тем самым ширину засеваемой полосы) и пассивных распределителей (увеличить дальность рассева семян при малой высоте свода подсошникового пространства).

В результате анализа движения семян в стойке-семяпроводе установлено, что оно может быть прямолинейным, криволинейным и комбинированным.

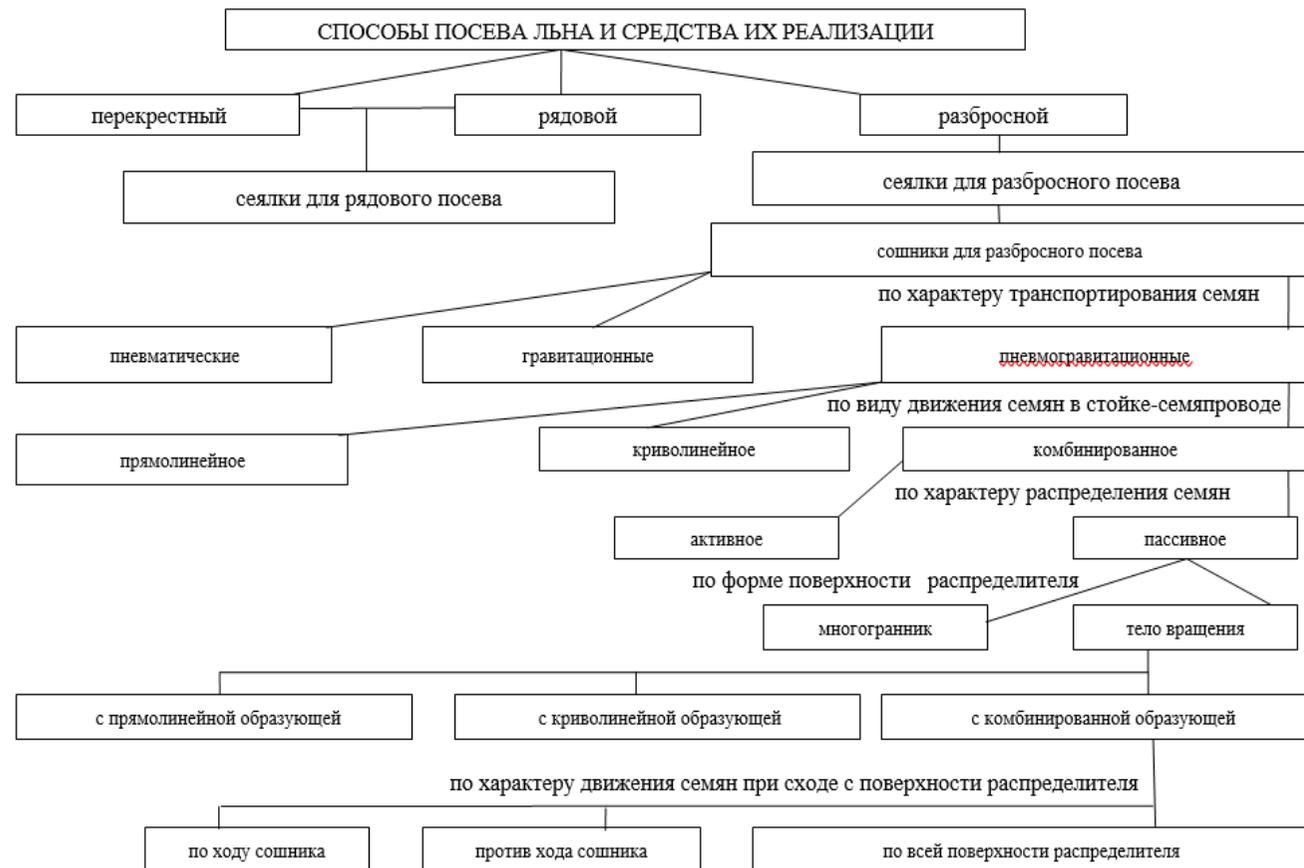


Рис. 1. Классификация способов посева льна и средства их реализации

Заключение. В результате проведенного анализа способов посева семян льна и устройств для их реализации установлено, что конструкция сошников для разбросного посева предполагает использование распределителей семян активного действия, совершающие либо вращательное, либо колебательное движения и распределители пассивного действия, отличающиеся простотой конструкции, высокой надёжностью, а при соответствующих геометрической форме и параметрах установки распределительного устройства обеспечивают высокую равномерность распределения семян по площади поля.

Библиографический список

1. Астахов, В.С. Пневматические системы централизованного посева // Тракторы и сельхозмашины. – 1997. – №9. – С. 12-13.
2. Гужин, И.Н. Совершенствование технологического процесса распределения семян зерновых культур с обоснованием параметров сошника для подпочвенного разбросного посева : дис. ... канд. техн. наук. – Кинель, 2003. – 134 с.
3. Киров, А.А. Обоснование процесса равномерного распределения семян по площади поля и параметров распределителя сошника для подпочвенно-разбросного посева : дис. ... канд. техн. наук. – Кинель, 1984. – 218 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 631.86:631.3.019

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА АГРЕГАТОВ ТРАКТОРНЫХ ТРАНСМИССИЙ

Володько Олег Станиславович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8а. Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Ленивцев Геннадий Александрович, канд. техн. наук, проф. кафедры «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная 8, кв.25. Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Ефимов Владислав Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8а. Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Ключевые слова: трактор, трансмиссия, коробка передач, ресурс, трение, смазочная композиция.

Рассмотрен способ повышения ресурса коробок передач сельскохозяйственных тракторов улучшением трибологических параметров ресурсопределяющих пар трения.

В агропромышленном комплексе нашей страны наиболее распространёнными энергонасыщенными тракторами являются тракторы «Кировец» Санкт-Петербургского тракторного завода.

Особенностью трансмиссии трактора «Кировец» является коробка передач с фрикционными элементами управления, обеспечивающая переключение передач без разрыва потока мощности. Создание гидромеханической коробки передач, её освоение и доводка в процессе серийного производства потребовали от производителя большого объёма многосторонних исследований. Исследовались режимы работы и нагруженность отдельных узлов в полевых условиях на машиноиспытательных станциях, работоспособность и надёжность при ускоренных испытаниях – на стендах; проводился сбор информации по надёжности узлов в условиях широкой эксплуатации. По результатам проводимых исследований непрерывно ведутся работы по совершенствованию конструкции, увеличению долговечности коробки передач, ведётся поиск и внедрение новых технологических процессов рациональной эксплуатации энергонасыщенных тракторов.

Однако, как показывает опыт эксплуатации, ресурс коробок передач тракторов «Кировец» остаётся низким. Так наработка до первого капитального ремонта в условиях Среднего Поволжья составляет в среднем 5750 мото-ч (данные ФГУ «Поволжская МИС»). Ресурсопределяющими являются фрикционы переключения передач, наработка на отказ которых иногда составляет 2800 мото-ч.

Основные причины выхода из строя фрикционов – это износ и коробление фрикционных дисков, которые являются следствием их перегрева (особенно центральных дисков в пакете). Одной из главных

причин перегрева дисков видится малая площадь фактического контакта между ними, при которой необходимо достижение большего усилия сжатия дисков для того, чтобы момент трения фрикциона превысил передаваемый крутящий момент. Это естественно приводит к увеличению времени буксования фрикциона и, как следствие, повышению температуры в контакте.

Одним из путей увеличения площади фактического контакта фрикционных дисков, не требующих изменения конструкции и технологии изготовления деталей, является применение в качестве смазочного материала композиции на основе металлоплакирующих присадок. Данные присадки, как правило, имеют в своем составе мягкие металлы в мелкодисперсном виде и, попадая во фрикционный контакт, способствуют снижению шероховатости поверхностей (заполняя впадины микронеровностей) и увеличению площади фактического контакта.

Цель исследования – повышение ресурса коробок передач энергонасыщенных тракторов улучшением трибологических параметров ресурсопределяющих пар трения. В связи с чем была поставлена задача: подобрать состав смазочной композиции, позволяющей снизить удельные нагрузки в фрикционном контакте, и разработать технологию ее использования в коробках передач тракторов «Кировец».

При выборе смазочной композиции необходимо учитывать бифункциональную роль масла в данных коробках передач, а именно, в таких узлах трение как зубчатые передачи, подшипники качения и шлицевые соединения, масло должно снижать коэффициент трения для уменьшения потерь на трение, а в фрикционных муфтах оно должно обеспечивать необходимый коэффициент трения для передачи крутящего момента через слой масла, зажатый между дисками.

В связи с этим для оценки влияния модификаторов на трибологические характеристики поверхностей трения фрикционных дисков проводились исследования по двум направлениям:

- изменению профиля поверхности фрикционных дисков посредством приработки их в масле с добавлением реметализантов;
- определению коэффициента трения покоя между фрикционными дисками.

В испытаниях было использовано четыре композиции: масло М-8Г; масло М-8Г + 1% РиМЕТ; масло М-8Г + 2% РВС; масло М-8Г + 1% Трибо, (концентрация присадок выбиралась согласно рекомендациям изготовителей) и два вида дисков: новый с $H_{\max} = 8,5$ мкм и работавший с $H_{\max} = 3,8$ мкм.

Результаты испытаний приработочных композиций представлены в таблице 1.

Анализируя результаты испытаний смазочных композиций, представленные в таблице 1, можно сделать вывод, что использование реметализантов РВС и Трибо, как присадок в масла для снижения шероховатости поверхности и, следовательно [1], увеличения площади фактического контакта, неэффективно. Улучшая один показатель, площадь фактического контакта, они снижают показатель, характеризующий работоспособность фрикционной муфты – момент трения между дисками.

Наиболее рациональным является использование реметализанта РиМЕТ, так как приработка с использованием масла М-8Г + 1% РиМЕТ позволила уменьшить шероховатость поверхности на 17,6% для новых дисков и на 21% – для работавших, при незначительном снижении коэффициента трения на 2% по сравнению с приработкой на масле М-8Г.

Таблица 1

Результаты испытаний приработочных композиций

Вид диска	Исходная шероховатость поверхности, H_{\max} , мкм	Приработочная композиция	Конечная шероховатость, H_{\max} , мкм	Коэффициент трения f
новый	8,5	Без приработки		0,313
	8,5	М-8Г	7,6	0,311
	8,5	М-8Г+1%РиМЕТ	7	0,309
	8,5	М-8Г+2% РВС	6,7	0,278
	8,5	М-8Г+1%Трибо	6,9	0,273
работавший	3,8	Без приработки		0,301
	3,8	М-8Г+1%РиМЕТ	3,0	0,298
	3,8	М-8Г+2% РВС	2,7	0,256
	3,8	М-8Г+1%Трибо	2,8	0,255

Увеличение площади фактического контакта у дисков, приработанных с использованием предлагаемой смазочной композиции, наглядно видно из фотографий профиля поверхности дисков на рисунках 1 и 2 (места фактического контакта характеризуются светлыми пятнами на фотографиях).

Широкое применение металлоплакирующих смазочных композиций в агрегатах трансмиссии сельскохозяйственных тракторов ограничивается попаданием в смазочный материал из окружающей среды абразивных частиц через сапуны.



Рис. 1. Профиль поверхности работавшего диска ($H_{\max}=3,8\text{мкм}$)

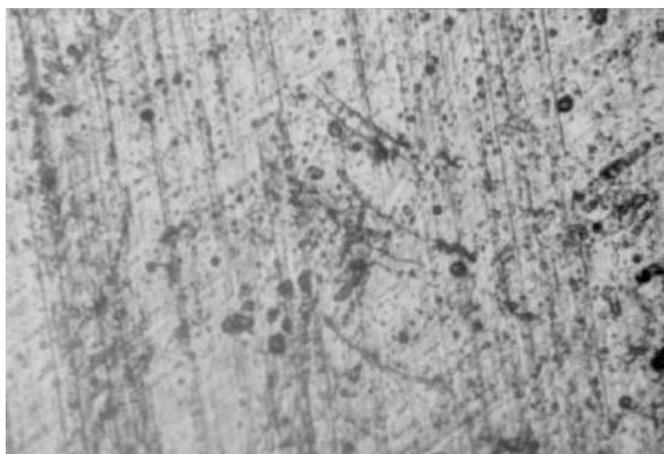


Рис. 2. Профиль поверхности работавшего диска приработанного в масле М-8Г + 1% РИМЕТ ($H_{\max}=3,0\text{ мкм}$)

Частицы абразива, попадая между контактирующими поверхностями, приработанными металлоплакирующими композициями, быстро изнашивают (срезают) тот слой материала, который образовывался на основе содержащихся в присадке мягких металлов, при этом царапают поверхности трения и тем самым снижают площадь фактического контакта. При большой концентрации абразивных частичек в масле процесс замазывания металлоплакирующими соединениями микровпадин поверхностей может вообще не реализовываться [2].

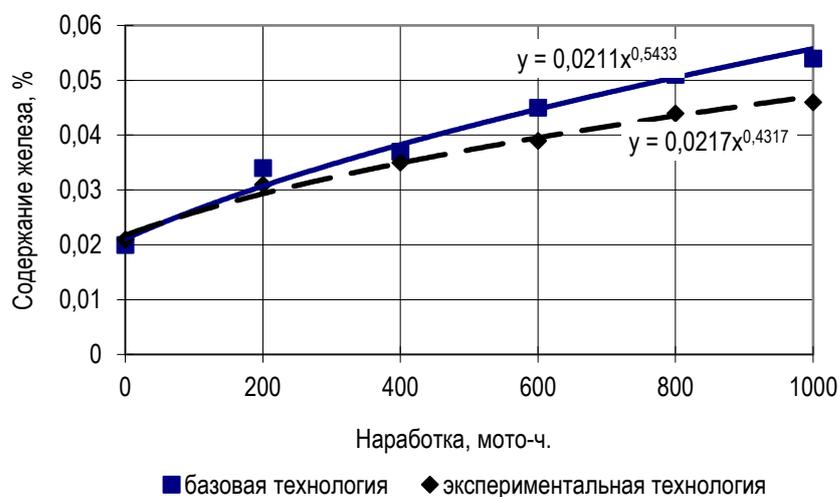


Рис. 3. Изменение содержания железа в смазочной композиции и масле при эксплуатационных испытаниях

В коробках передач тракторов «Кировец» эта проблема в большей части решается наличием фильтрующего элемента в смазочной системе, но мелкие частички абразива, размер которых меньше ячеек фильтра, попадают между поверхностями трения и оказывают свое негативное влияние. В связи с этим невозможно добиться долгосрочного эффекта при введении в масло небольших концентраций металлоплакирующих присадок (1%). Увеличение концентрации присадки недопустимо, так как ведет к снижению коэффициента трения в фрикционном контакте. Поэтому наиболее рационально периодическое введение присадки в масло при техническом обслуживании тракторов. По экспериментальным данным [3] наиболее рационально вводить присадку при втором техническом обслуживании, то есть через 500 мото-ч.

Для оценки влияния смазочной композиции на ресурс коробки передач проводились эксплуатационные испытания по двум технологиям:

1 – базовая технология эксплуатации, регламентированная заводом-изготовителем;

2 – экспериментальная технология эксплуатации коробок передач тракторов с добавлением в масло 1% (от объема) реметаллизанта РиМЕТ.

Ресурс коробки передач оценивался по скорости изнашивания деталей, которая характеризуется изменением содержания железа в масле в процессе эксплуатации. Результаты испытаний представлены на рисунке 3.

Как видно из графика (рис. 3), характер интенсивности накопления железа близок к линейному. Отсутствие ярко выраженного подъема на кривых изменения содержания железа в смазочной композиции и масле в начальный период испытаний объясняется тем, что все тракторы, участвующие в эксперименте, ранее находились в эксплуатации. Данный факт исключил приработку сопряжений их коробок передач и связанное с этим повышенное выделение продуктов износа в начальный период испытаний.

В целом, содержание железа в масле, при экспериментальной технологии эксплуатации, меньше на 14,8%, чем при базовой, что соответствует увеличению ресурса в 1,22 раза. Данный факт объясняется более оптимальными режимами трения сопряжений коробки передач, которые достигаются благодаря добавлению в масло реметаллизанта РиМЕТ.

Заключение. Подобраны смазочная композиция, состоящая из масла М-8Г₂ + 1% РиМЕТ и позволяющая улучшить трибологические параметры ресурсопределяющих узлов трения, а также технология ее использования в коробках передач тракторов «Кировец», обеспечивающая увеличение ресурса данных коробок в 1,22 раза.

Библиографический список

1. Чичинадзе, А.В. Трение, износ и смазка / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун [и др.]; под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
2. Балабанов, В.И. Все о присадках и добавках для автомобилиста. – М.: Эксмо, 2008. – 240 с.
3. Володько, О.С. Улучшение показателей напряженности масла в коробках передач с фрикционным включением путем совершенствования технологии технического обслуживания: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пенза: ПГСХА, 2002.

УДК 620.179

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТРЕНИЕ И ИЗНАШИВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ ГИДРОПОДЖИМНЫХ МУФТ

Приказчиков Максим Сергеевич, ст. преподаватель кафедры «Надежность и ремонт машин» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Ключевые слова: режим трения, изнашивание, фрикцион, поверхность, микротвердость, момент трения, температура, контакт, смазочная среда, фрикционные диски.

Рассмотрены результаты лабораторных исследований на трение и изнашивание образцов фрикционных дисков с применением модифицированных поверхностей и смесового минерально-растительного масла с целью увеличения ресурса коробок передач трактора «Кировец». Обосновано рациональное сочетание твердости и режимов трения поверхностного слоя деталей.

Явления трения и изнашивания взаимно обусловлены: трение приводит к изнашиванию, а изнашивание поверхностей деталей в ходе работы приводит к изменению трения. Положительная роль трения проявляется при обеспечении работы тормозов, сцепления, фрикционных муфт.

Для ликвидации последствий изнашивания проводятся текущие и капитальные ремонты машин, в ходе которых изношенные детали и узлы либо заменяют, либо восстанавливают. В процессе эксплуатации с изнашиванием борются путем проведения плановых технических обслуживаний [1].

С самого начала возникновения учения о трении перед наукой стоит задача совершенствования режимов трения сопряженных фрикционных поверхностей. В ходе ее решения предлагалось увеличение ресурса путем улучшения свойств материалов контактирующих деталей, специальной обработкой поверхностей и улучшением свойств применяемых масел.

Решение прикладных задач по повышению износостойкости и управлению трением за счет применения новых конструкций узлов, материалов и эксплуатационных приемов является одним из основных направлений триботехники.

Целью данной работы является увеличение ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт гидромеханических коробок передач трактора «Кировец» за счет совершенствования режима трения фрикциона.

Задачи исследования включают: анализ факторов, определяющих особенности режимов трения фрикционных дисков гидроподжимных муфт; лабораторную оценку различных режимов трения; обоснование критерия выбора оптимального режима трения.

Одним из путей решения поставленных задач для такого узла, как гидроподжимные муфты гидромеханических коробок передач энергонасыщенных тракторов, можно рассматривать обеспечение рационального сочетания твердости и режимов трения поверхностного слоя сопрягаемых ресурсопределяющих деталей, а именно фрикционных дисков.

Наиболее распространенными функциональными покрытиями являются антифрикционные и противоизносные покрытия, обеспечивающие упрочнение, повышение долговечности, снижение трения и восстановление деталей узлов трения машин и механизмов. Одним из существенных показателей качества для таких покрытий выступает высокая износостойкость при низком коэффициенте трения (антифрикционные пары) или при высоком коэффициенте трения (фрикционные пары).

Для проведения испытаний на трение и изнашивание используются специальные машины – трибометры, с помощью которых в лабораторных условиях моделируются условия работы реальных пар трения. Отечественной промышленностью выпускаются машины для проведения испытаний на трение и изнашивание марок ЧШМ-К1, ИИ 5018, 2168 УМТ, УТУ-1...УТУ-3, ПД-2, 2070 СМТ-1 и др., общим недостатком которых зачастую являются плохая корреляция с натурой.

Материал и методы исследований. При проведении лабораторных испытаний конструкционных и смазочных материалов, применяемых в гидроподжимных муфтах коробок передач трактора типа «Кировец», использовался специализированный трибометр, созданный на базе лаборатории наноструктурированных покрытий СамГТУ и компьютерной программы POWERGRAPH.

Для проведения испытаний из исследуемых деталей вырезались образцы плоской кольцеобразной формы, не допуская их перегрева при изготовлении. Некоторые образцы подвергались фрикционно-механическому латунированию (давление прутка 60-80 МПа; толщина покрытия слоя меди 1-2 мкм). Помимо этого, испытания проводились в различных рабочих средах (объемом 6-7 ml), а именно: моторное масло М10Г₂ (используемое в гидромеханической коробке передач трактора типа «Кировец»), рапсовое масло (технически очищенное), а также в смеси растительного и моторного масла. В процессе испытаний, длительностью 1 ч, посредством программы POWERGRAPH производился автоматизированный сбор данных (с частотой 100 измерений в секунду) с датчиков *нормальной нагрузки* (в принятой методике сравнительных испытаний использовалась нагрузка 30 кгс, создающая контактное давление 30 МПа), *момента трения* и *температуры* испытываемого узла трения (объемная температура сопряженных образцов). По окончании каждого испытания полученные данные сохранялись в виде графиков и в числовой базе данных. Образцы оценивались по состоянию поверхности при помощи окуляр-микрометра ПМТ-3, микротвердомера Викерса, профилографа-профилометра «Абрис-ПМ7», по весовому износу с помощью весов ВЛТК-500 и ВЛР-200 и по степени наводороживания поверхностных слоев при помощи спектрографа ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1 (лаборатория СГАУ). Для перевода электрических сигналов ФЭП-1, характеризующих содержание водорода в металле, в общепринятые массовые доли процента применялись стандартные образцы СОП 10468-92 №2-81 и СОП 7826-87 №26-87 по отраслевому реестру УИМ.

Так как материалы сопрягаемых деталей (фрикционных дисков) различны (40Х3М2ФА и 65Г), было проведено 12 циклов опытов: из них 4, где в качестве рабочей среды использовалось серийное масло М10Г₂, 4 – в очищенном для технических целей рапсовом масле, последние 4 – в смеси моторного и растительного масел. При этом около 50% всех образцов подвергали предварительной обработке посредством фрикционно-механического латунирования.

Результаты исследований. Проведенные эксперименты показали, что температура при трении предварительно необработанных образцов в рекомендуемом заводом-изготовителем масле М10Г₂ составляла порядка 250°С, при этом средняя скорость изнашивания составила 8·10⁻⁶ г/с, а момент трения находился в пределах 0,2...0,3 Н·м. Данный цикл испытаний был принят за базовый, и дальнейшая оценка полученных результатов производилась в сравнении с ним.

Обеспечение рационального сочетания твердости и режимов трения поверхностного слоя фрикционных дисков обусловлено скоростью изнашивания и моментом трения, не требующих значительных затрат на модификацию поверхностей трения сопряжения, изменением состава смазочной среды, а так же температурой деталей при трении.

Показателем оптимизации твердости поверхности трения фрикционных дисков и различного состава смазочной среды может служить аддитивный критерий (оптимизация по его минимуму), который выражается зависимостью [1]:

$$K_A = K_{МП} + K_{ССМ}, \quad (1)$$

где $K_{МП}$ – критерий модификации поверхности трения сопрягаемых деталей;

$K_{ССМ}$ – критерий оценки состава смазочной среды;

$$K_{МП} = K_{U1} + K_{T1} + K_{M1}, \quad (2)$$

где K_{U1} – критерий скорости изнашивания в зависимости от степени модификации поверхностных слоев в сопряжении;

K_{T1} – критерий изменения температуры в зависимости от степени модификации поверхностных слоев в сопряжении;

K_{M1} – критерий изменения момента трения от степени модификации поверхностных слоев в сопряжении;

$$K_{ССМ} = K_{U2} + K_{T2} + K_{M2}, \quad (3)$$

где K_{U2} – критерий скорости изнашивания в зависимости от состава смазочной среды;

K_{T2} – критерий изменения температуры в зависимости от состава смазочной среды;

K_{M2} – критерий изменения момента трения в зависимости от состава смазочной среды.

В таблице 1 представлены расчетные численные значения параметровых ($K_{МП}$, $K_{ССМ}$) критериев в зависимости от состава смазочной среды при изменении доли рапсового масла от 0 до 100% в смеси с серийным маслом М10Г₂ и средней твердости поверхностного слоя деталей сопряжения.

Таблица 1

Расчетные значения параметрических критериев				
В зависимости от степени модификации поверхности				
Средняя твердость поверхности в сопряжении (H_{μ})	K_{U1}	K_{T1}	K_{M1}	$K_{МП}$
423	2,163	1,190	0,652	4,006
400	1,146	1,290	0,984	3,419
389	1,487	1,491	0,730	3,708
367	0,972	1,165	1,148	3,284
В зависимости от состава смазочной среды по рабочей среде				
Процент рапсового масла в смеси	K_{U2}	K_{T2}	K_{M2}	$K_{ССМ}$
0%	1,760	1,273	0,902	3,935
50%	0,236	0,867	1,105	2,208
100%	1,004	0,860	0,994	2,858

Параметрические критерии рассчитывались по следующим выражениям:

$$K_{Ui} = \frac{U_i}{U_{CP}}; \quad K_{Ti} = \frac{T_i}{T_{CP}}; \quad K_{Mi} = \frac{M_i}{M_{CP}}, \quad (4)$$

где U_i , T_i , M_i – численные (измеренные) значения соответственно скорости изнашивания, температуры и момента трения в каждом конкретном опыте;

U_{CP} , T_{CP} , M_{CP} – средние значения соответственно скорости изнашивания, температуры и момента трения в каждом отдельном цикле опытов.

Анализ научных публикаций [1, 3, 4] и химического состава растительных масел, а также исследования, проведенные в Самарской ГСХА [3], показывают, что в рапсовом масле содержится значительное количество органических поверхностно-активных веществ, в частности олеиновых кислот, способствующих образованию на поверхности трения защитной пленки, которая значительно снижает нагрузки на материал детали, что в итоге приводит к уменьшению износа [2]. Использование материалов с несколько более мягкими поверхностными слоями по отношению к основе детали в сочетании с измененной рабочей масляной средой позволит снизить скорость изнашивания самих деталей и увеличить момент трения, что в свою очередь будет положительно сказываться на работе фрикционного узла (табл. 1, рис. 1) [1, 4].

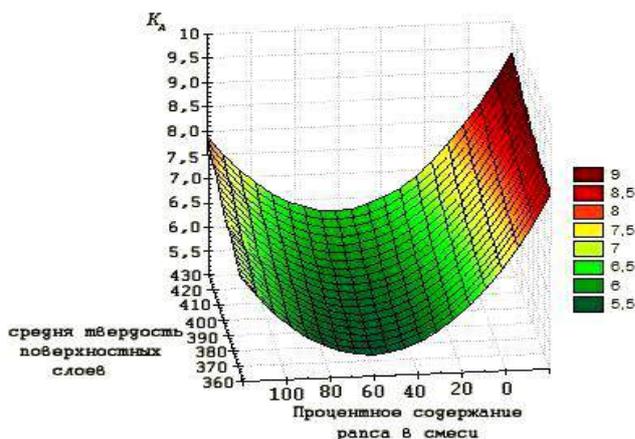


Рис. 1. Изменение критерия оптимизации в зависимости от твердости поверхностных слоев деталей и состава смесового минерально-растительного масла

На основании результатов экспериментальной оценки изменения скорости изнашивания, температуры и момента трения в сопряжении с учетом изменения режима трения и твердости поверхностных слоев построена поверхность отклика позволяющая определить оптимальное сочетание средней твердости сопряжения и состава смазочной среды при помощи аддитивного критерия (рис. 1).

Заключение. Проанализировав результаты лабораторных исследований, можно сделать вывод, что рационально в качестве рабочей среды использовать смесовое минерально-растительное масло (содержание рапсового масла 50-70% по объему) в сочетании со средней твердостью поверхностных слоев 360-380 H_{μ} . В нашем

случае заявленные параметры соответствуют фрикционно-механическому латунированию поверхностей трения образцов, образующих сопряжение. Это позволит увеличить момент трения (табл. 1) путем увеличения насыщенности контакта и снизить скорость изнашивания за счет улучшения режима трения. Совокупность производимых изменений позволит улучшить работу фрикциона и увеличить его эксплуатационный ресурс.

Библиографический список

1. Беркович, И.И. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: учебник для вузов / И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; под ред. Д.Г. Громаковского. – Самара: Самарский ГТУ, 2000. – 268 с.
2. Влияние минерально-растительных топлив и смазочных комбинаций на трибологические параметры ресурсопределяющих сопряжений в сельскохозяйственной технике: отчет о НИР (промежуточ.) / ВНИЦентр. ОЦ02604И5В. – М.: ВНИПИОАСУ, 2007. – 172 с. – № ГР 01.200511089.
3. Повышение эксплуатационной надежности тракторных ходовых систем и агрегатов трансмиссий: отчет о НИР. – Кинель: СГСХА, 2003. – 58 с. – № ГР 01.980001759.
4. Гаркунов, Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): учебник. – М.: Изд-во МСХА, 2002. – 632 с.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАШИН

Янзин Владимир Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Садовая, 5, кв. 3.

Тел.: 8-927-65-69-447.

Кузнецов Сергей Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 12, кв. 60.

Тел.: 8-927-26-17-375.

Ключевые слова: машина, техническое обслуживание, диагностика, простой машины, экономический эффект.

Приводится методика расчета экономической эффективности диагностирования машин. Показано, что применение диагностики технического состояния узлов и агрегатов техники дает значительный экономический эффект за счет снижения убытков от простоя машин в нерабочем состоянии.

В повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники большое значение имеет совершенствование планирования и управления ее техническим обслуживанием и ремонтом на базе современных технических средств.

Широкое использование диагностической информации при управлении процессом технического обслуживания и ремонта тракторов позволяет свести к минимуму совокупные затраты и издержки на их эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт за счет уменьшения времени простоя тракторов при техническом обслуживании и в ремонте.

Цель исследования – снижение эксплуатационных затрат на содержание машин за счет использования технической диагностики.

В процессе диагностирования машин основным моментом являются определение технического состояния часто отказывающих ее элементов (топливной системы дизеля, гидропривода, рабочих органов и т.д.), прогнозирование остаточного ресурса работы элементов и принятие решения о сроке, объеме и виде ремонтно-обслуживающих работ. Основной экономический эффект при диагностировании достигается за счет снижения простоев машин из-за отказов, что увеличивает их готовность к работе, а, следовательно, и производительность, сокращает убытки от простоя.

В связи с чем, была поставлена задача – разработать методику расчета экономического эффекта, получаемого за счет снижения убытков от простоя машин в нерабочем состоянии.

Исследования показали, что своевременное и качественное диагностирование технического состояния машин позволяет снизить издержки на их техническое обслуживание и ремонт в 1,3-1,5 раза [1].

Убытки от простоя машин приближенно можно определять с учетом индекса цен ($I_{ц}$). Для этого следует принять значения убытков от простоя техники на 1 января 1990 года (табл. 1) и умножить их на отношение текущей цены выращиваемой сельскохозяйственной культуры ($Ц_{т}$) к ее цене на 1 января 1990 г. ($Ц_{б}$).

$$У^T_{пр} = У^B_{пр} \cdot I_{ц}, \quad (1)$$

где $У^T_{пр}$ и $У^B_{пр}$ – соответственно убытки от одного часа простоя машин в 2009 и 1990 гг. [2].

В октябре 2009 г. текущая цена 1 т зерна пшеницы составила 3000 руб. На 1 января 1990 г. она была равна 300 руб. То есть отношение текущей цены зерна пшеницы к базовой цене составляет:

$$I_{ц} = \frac{Ц_{т}}{Ц_{б}}, \quad (2)$$

$$I_{ц} = \frac{3000}{300} = 10,0.$$

Учитывая это, можно предположить, что если в 1990 г. один час простоя трактора К-701 оценивался убытками 11,18 руб. (табл. 1), то осенью 2009 г. в среднем они составили:

$$У^T_{пр} = 11,18 \cdot 10,0 = 111,8 \text{ руб.}$$

Аналогично можно определить убытки от 1 часа простоя других машин (табл. 1).

В 2009 г. коэффициент готовности тракторного парка снизился относительно 1990 г. на 25% и в среднем составил 0,60-0,65. Установлено, что при работе трактора в составе агрегата в рабочие периоды в течение года 300-350 ч он находится в неработоспособном состоянии.

Таблица 1

Убытки от 1 ч простоя машины

Наименование и марка машины	Убытки от простоя машины (Спр), руб.	
	1990 г.	2009 г.
Тракторы		
Т-25А	1,65	16,5
Т-40АМ	2,65	26,5
ЮМЗ-6КЛ/М	2,80	28,0
МТЗ-80, 82	3,35	33,5
ДТ-75М	4,85	48,5
ДТ-175С	7,08	70,8
Т-4А	5,95	59,5
Т-150	7,08	70,8
Т-150К	8,00	80,0
К-700А	9,98	99,8
К-701	11,18	111,8
К-701М	12,30	123,0
Комбайны зерноуборочные		
СК-5 «Нива»	25,70	257,0
«Дон-1500»	51,40	514,0

В результате диагностирования сельскохозяйственных машин коэффициент готовности повысится до 0,80-0,85, что сократит время нахождения одного трактора в неработоспособном состоянии на 200-250 ч (в среднем на 225).

Величина снижения убытков от простоя машин определяется по формуле

$$P_{Г} = \sum_{i=1}^m N_i \cdot D_{ПР} \cdot U_{ПР}, \quad (3)$$

где N_i – количество тракторов данной марки, шт.;

m – количество марок тракторов;

$D_{ПР}$ – количество часов простоя в неработоспособном состоянии, ч;

$U_{ПР}$ – убытки от одного часа простоя машины, руб.

При эффективном техническом обслуживании с диагностированием тракторного парка (примем его для примера состоящем из двух тракторов К-701, трех – Т-4А, пяти – ДТ-75М и десяти – МТЗ-80) снижение убытков от простоя 20 тракторов по техническим причинам составит:

$$P_{Г} = 2 \cdot 225 \cdot 111,8 + 3 \cdot 225 \cdot 59,5 + 5 \cdot 225 \cdot 48,5 + 10 \cdot 225 \cdot 33,5 = 220,41 \text{ тыс. руб.}$$

Максимальные годовые затраты на освоение мероприятий по повышению готовности техники ($Z_{Г}$) не превысят 40% от полученной суммы, т.е.:

$$Z_{Г} = 220,41 \cdot 0,4 = 80,16 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда годовой экономический эффект от диагностирования машин, повышения готовности 20 тракторов составит:

$$\begin{aligned} \text{Э}_{Г} &= P_{Г} - Z_{Г}, \\ \text{Э}_{Г} &= 220,41 - 80,16 = 140,25 \text{ тыс. руб.} \end{aligned} \quad (4)$$

В данном случае получен годовой экономический эффект только по тракторам. Учитывая эффект по комбайнам, грузовым автомобилям, другим сельскохозяйственным машинам, приходящимся на это количество тракторов, для получения полного годового экономического эффекта от диагностирования, повышения готовности техники следует полученный результат увеличить (минимум в 2 раза):

$$\text{Э}_{Г \text{ пол}} = 140,25 \cdot 2 = 280,5 \text{ тыс. руб.}$$

В качестве *заключения* можно сделать вывод о том, что использование данной методики позволяет определить экономический эффект от снижения убытков, вызванных простоем техники в нерабочем состоянии, внедрения своевременного и качественного диагностирования технического состояния машин.

Особенностью методики являются ее практическая направленность, доступность для понимания и широкого использования, как специалистами сельскохозяйственных предприятий, так и студентами вузов и колледжей.

Библиографический список

1. Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 252 с.
2. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М.: ВНИЭСХ, 1998. – 220 с.

УДК 621.892.3

МЕХАНИЗМ ИЗНАШИВАНИЯ ПРЕЗИЦИОННЫХ ПАР ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВОПОДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Болдашев Геннадий Иванович, канд. техн. наук, проф. кафедры «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Быченин Александр Павлович, к.т.н., доцент кафедры «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Ключевые слова: топливоподающая аппаратура, прецизионная пара, динамическая нагрузка, изнашивание усталостное, дислокация, трещина, расклинивающий эффект, поверхностно-активные вещества, органические.

Рассмотрен механизм изнашивания прецизионных пар топливоподающей аппаратуры, подверженных динамическим нагрузкам. Намечены пути снижения величины износа за счет применения смешанного минерально-растительного топлива на основе рапсового масла.

В состав агрегатов дизельной топливоподающей аппаратуры входят следующие прецизионные пары: «плунжер-втулка» и «запирающий конус-седло» нагнетательного клапана в топливном насосе высокого давления и «игла-распылитель» в форсунке. Эти пары являются ресурсопределяющими, поэтому снижение их износа в процессе эксплуатации дизельного двигателя имеет определяющее значение в увеличении срока службы топливоподающей аппаратуры и дизеля в целом. Однако разработка способов снижения интенсивности изнашивания сопряжения невозможна без четкого понимания механизма разрушения поверхностей трения.

В дизельном топливе, даже самом качественном, всегда присутствует некоторое количество абразивных частиц, воздействие которых в основном и вызывает износ прецизионных пар. Особенно это актуально для плунжерных пар ТНВД. Изучению абразивного изнашивания прецизионных пар топливоподающей аппаратуры дизеля посвящено достаточно много научных работ [1, 2, 4]. В работе [1] предложен путь снижения абразивного изнашивания сопряжения «втулка-плунжер» за счет использования смешанного минерально-растительного топлива на основе рапсового масла, однако вопросу влияния такого топлива на прецизионные пары, подверженные динамическим нагрузкам («запирающий конус-седло» нагнетательного клапана, «игла-распылитель»), не уделено достаточного внимания.

Целью данной работы является обоснование рациональных методов снижения изнашивания динамически нагруженных прецизионных сопряжений.

В соответствии с поставленной целью в *задачу исследования* входило:

- 1) проанализировать условия работы прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры, подверженных усталостному изнашиванию;
- 2) проанализировать модель усталостного разрушения поверхностей трения пар «игла-распылитель» и «запирающий конус-седло» нагнетательного клапана;
- 3) обосновать рациональные методы снижения изнашивания динамически нагруженных прецизионных сопряжений дизельной топливной аппаратуры.

Методика исследования основана на анализе моделей взаимодействия рабочих поверхностей деталей и обосновании способов повышения фактической площади их контакта и соответствующего снижения динамических нагрузок.

Вместе с тем условия работы плунжерной пары и пар «запирающий конус-седло» нагнетательного клапана и «игла-распылитель» значительно отличаются. Плунжерная пара работает в условиях трения скольжения с режимом смазывания, близким к граничному. Износ плунжерной пары является в основном

результатом воздействия абразивных частиц, защемляющихся между плунжером и втулкой, при этом чаще всего абразивная частица закрепляется на неподвижной детали (втулке) и царапает подвижную деталь (плунжер). Абразивные повреждения локализованы, в основном, напротив впускного и выпускного окон втулки. Остальные части плунжера и втулки мало подвержены изнашиванию. Доля других видов изнашивания (гидроабразивное, коррозия, кавитационное, схватывание) по сравнению с абразивным невелика.

Наряду с воздействием абразивных частиц пары «запирающий конус-седло» нагнетательного клапана и «игла-распылитель» подвергаются ударному воздействию в связи с динамическим характером нагрузки на эти сопряжения. В момент прекращения подачи топлива форсункой под действием пружин нагнетательный клапан и игла вступают во взаимодействие соответственно с седлом и распылителем. Это взаимодействие имеет вид ударов поверхностей сопряжения, которые происходят с высокой частотой, зависящей от режима работы двигателя. Например, в двигателе ММЗ Д-245.7 при работе на номинальной частоте вращения 2400 мин⁻¹ каждая секция ТНВД и форсунка срабатывает 300 раз в минуту. При работе на более низких оборотах частота ударного воздействия в нагнетательном клапане и распылителе несколько снижается. Наличие высокочастотных переменных ударных нагрузок обуславливает значительную долю усталостного изнашивания данных сопряжений (рис. 1). Состояние рабочих поверхностей запирающего конуса и седла нагнетательного клапана характеризуется наличием следов выкрашивания материала, трещин и мелких царапин.

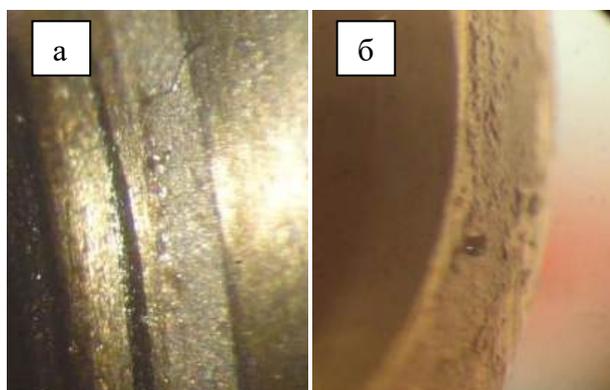


Рис. 1. Поверхности нагнетательного клапана, подверженные усталостному изнашиванию: а – запирающий конус (x120); б – седло (x120)

Современные представления об усталостном изнашивании базируются на механизме разрушения металлов, в основе которого лежит теория дислокаций. Данному вопросу посвящено большое количество работ, например [2, 3], поэтому заострять на нем внимание нет необходимости. Однако усталостное разрушение прецизионных пар дизельной топливоподающей аппаратуры, подверженных динамическим нагрузкам, характеризуется некоторыми особенностями.

Рассмотрим процесс изнашивания прецизионной пары топливоподающей аппаратуры, подверженной динамическим нагрузкам, на примере сопряжения «запирающий конус-седло» нагнетательного клапана.

Процесс изнашивания пары «запирающий конус-седло» рационально разделить на несколько стадий, которые могут как следовать друг за другом, так и проявляться параллельно.

Первая стадия – повышение плотности дислокаций в поверхностных слоях материала деталей. При взаимодействии поверхностей трения сопряжения происходит внедрение выступов неровностей одной детали во впадины другой, а также контакт вершин микронеровностей, обуславливающий фактическую площадь контакта. При этом возникают сжимающие напряжения в материале деталей и в точках контакта образуются адгезионные связи. При закрытии нагнетательного клапана поверхности седла и запирающего конуса перемещаются друг относительно друга, так как плоскость контакта расположена под углом к направлению перемещения деталей. В этот момент происходит смещение выступов микронеровностей, сопровождающееся их срезанием или пластической деформацией. Деформируемые микронеровности испытывают сложное напряженное состояние: с одной стороны микронеровности возникают растягивающие напряжения, с обратной стороны выступа возникают сжимающие напряжения. Если в момент закрытия нагнетательного клапана в зазор попадает абразивная частица, она защемляется между поверхностями трения и вызывает образование царапин за счет пластического смещения металла. Под действием

нормальной составляющей прижимающей силы абразивная частица, которая в большинстве случаев имеет форму эллипсоида вращения, внедряется в поверхность трения. При этом в металле возникают касательные напряжения, максимум которых концентрируется на некоторой глубине под поверхностью детали [4], повышая плотность дислокаций в этой точке. При открытии нагнетательного клапана происходит разрыв адгезионных связей в точках контакта, что вызывает возникновение в поверхностных слоях материала растягивающих напряжений. Сложное напряженное состояние поверхностей трения, многократно повторяющиеся пластические деформации и перенаклеп металла приводят к увеличению концентрации дислокаций в поверхностных слоях материала.

Вторая стадия – образование трещин. Образование и развитие трещин осуществляется в несколько этапов [3, 4]:

- зарождение субмикротрещины (зарождение трещины);
- слияние их в микроструктуру;
- слияние их в макроструктуру;
- рост макротрещины и разделение металла на составные части.

Теория дислокаций объясняет механизм зарождения субмикротрещин, базируясь на нескольких моделях (рис. 2).

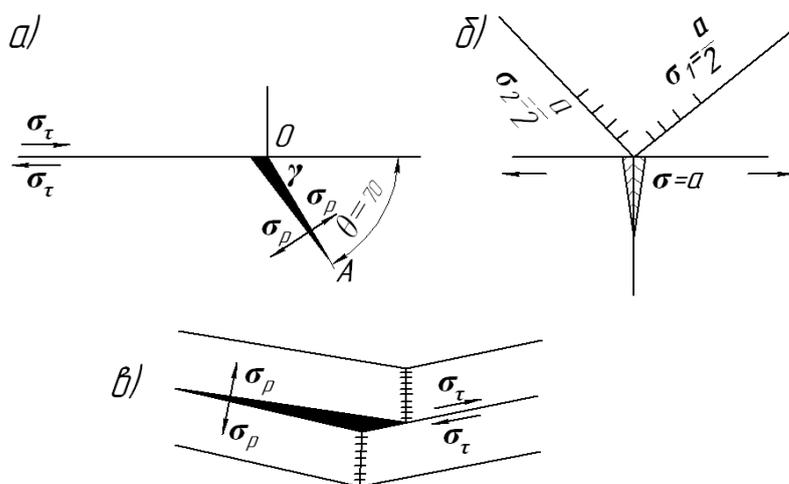


Рис. 2. Модели образования микротрещин:

а) модель Зинера, Мотта и Стро; б) модель Коттрелла; в) модель разрыва дислокационной стенки

Согласно модели Зинера, Мотта и Стро перед различными препятствиями (дислокационные стенки, границы двойников, субзерен, зерен, межфазные границы, инородные включения и т.д.) возникает сильное скопление дислокаций, а, следовательно, концентрация напряжений, что приводит к образованию трещин, причем под углом $0-70^\circ$ к плоскости скольжения (рис. 2, а).

Модель Коттрелла объясняет возникновение трещин слиянием дислокаций с образованием раскладывающейся дислокации (рис. 2, б).

Модель разрыва дислокационной стенки (рис. 2, в): при наличии в кристалле малоугловых границ с большой ориентировкой возможно образование микротрещин за счет сдвига вдоль дислокационной стенки.

В основу этих механизмов разрушения металлов положено представление о концентрации напряжений, создаваемых дислокациями. При межзеренной деформации возможно образование трещины на границах, перемещающихся относительно друг друга. Субмикротрещины имеют размер порядка 10^{-1} мкм. Их рост происходит путем объединения с другими трещинами или взаимодействия с вакансиями и скоплениями дислокаций до образования микротрещины порядка 1 мкм.

Прецизионная пара «запирающий конус-седло» нагнетательного клапана работает при относительно низких температурах (температура топлива в трубопроводе высокого давления $70-80^\circ\text{C}$) и резком приложении нагрузки. Поэтому правомерно предположить, что дальнейший рост микротрещин происходит по механизму хрупкого разрушения, который представляет собой разрыв среды с незначительной предшествующей пластической деформацией. Хрупкое разрушение требует мало энергии и распространяется с большой скоростью за счет саморазвивающейся трещины перпендикулярно направлению действия напряжения растяжения. Распространение трещины продолжается до тех пор, пока местные напряжения, возникающие на фронте трещины, не окажутся ниже предела прочности.

Третья стадия – вырыв частиц материала с поверхности трения. Данный процесс может идти без внедрения выступов неровностей одной поверхности в другую (фрикционно-усталостное взаимодействие [3, 4]). При этом возникают микротрещины в основаниях микронеровностей, из-за их смещения при взаимодействии друг с другом в момент посадки клапана в седло. Разрушение поверхностей прецизионных пар дизельной топливоподающей аппаратуры усугубляется значительными давлениями топлива (до 20-45 МПа в системах непосредственного действия, и до 150-200 МПа в аккумуляторных системах), оказывающего расклинивающее воздействие на микротрещины.

Внедрение выступов микронеровностей или абразивных частиц в материал противоположной поверхности трения вызывает концентрацию дислокаций на некоторой глубине от поверхности детали и приводит к образованию зародышевых трещин, которые при дальнейшем динамическом воздействии разрастаются, объединяются и при последующем увеличении выходят на поверхность металла. Отделение частицы износа также усугубляется расклинивающим действием дизельного топлива, зажатого в объемах между неровностями поверхностей трения.

Как видно из вышеизложенного материала, процесс изнашивания прецизионных пар дизельной топливоподающей аппаратуры, подверженных динамическим нагрузкам, весьма сложен и имеет комплексный характер. Соответственно для воздействия на него также необходимо применять комплексный подход. Возможными путями снижения износа таких пар являются повышение качества очистки топлива от абразивных примесей и улучшение условий смазывания сопряжений.

Улучшить условия смазывания сопряжения возможно при использовании смесового минерально-растительного топлива на основе рапсового масла. Рапсовое масло содержит значительное количество органических поверхностно-активных веществ (ПАВ) в виде предельных и непредельных кислот. Данные вещества обладают способностью образовывать на поверхности трения пространственно-ориентированных моно- и полислоев, которые обладают большой механической прочностью и упругостью [5]. Наличие таких слоев позволяет перераспределить растягивающие и сжимающие напряжения с металла детали на молекулы ПАВ, что позволит снизить или даже вовсе исключить размножение и концентрацию дислокаций в кристаллической решетке материала детали. Слои органических ПАВ на поверхностях деталей в работе [1] названы демпферной пленкой. Помимо перераспределения напряжений демпферная пленка может увеличить площадь фактического контакта, что приведет к снижению удельного давления в точках контакта и ослаблению адгезионных связей, при разрыве которых возникают растягивающие напряжения. Кроме этого, демпферная пленка ПАВ препятствует внедрению в поверхность трения абразивных частиц и снижает долю абразивного износа.

При наличии значительного количества поверхностно-активных веществ в сопряжении возможно проявление эффекта Ребиндера, однако это явление в условиях работы прецизионных пар, подверженных динамическим нагрузкам, может ускорить процесс приработки деталей за счет усугубления расклинивающего эффекта и удаления с поверхностей трения более мелких частиц износа на начальной стадии работы нагнетательного клапана. В результате приработочный износ снизится, появится резерв для увеличения срока службы пары трения.

Таким образом, процесс изнашивания прецизионных пар топливоподающей аппаратуры дизеля, подверженных динамическим нагрузкам, имеет сложный характер и зависит от множества факторов. Однако на основании проведенных исследований можно высказать предположение, что применение смесового минерально-растительного топлива на основе рапсового масла снизит износ таких пар за счет образования на поверхностях трения демпферной пленки органических ПАВ.

Библиографический список

1. Быченин, А.П. Повышение ресурса плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизелей применением смесового минерально-растительного топлива: дис. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2007. – 172 с.
2. Гаркунов, Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): учебник. – М.: МСХА, 2001. – 616 с.
3. Крагельский, И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
4. Зорин, В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник для вузов. – М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с.
5. Ахматов, А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Физматгиз, 1963. – 472 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ЧИСТОВОЙ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Черкашин Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Надёжность и ремонт машин» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».
446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Транспортная, д. 12, кв. 59.
Тел.: 8-927-75-172-37.

Ключевые слова: шероховатость поверхности, пластическое деформирование, обработка давлением, прочность, долговечность, твёрдость, упругость

Рассмотрены преимущества и недостатки различных методов окончательной чистой обработки деталей машин. Приведены результаты их сравнительных испытаний.

На работу сопрягаемых поверхностей деталей машин большое влияние оказывают следующие показатели: форма, шероховатость, износостойкость, твёрдость контактирующих поверхностей. В связи с непрерывным повышением требований к качеству деталей и узлов машин большое значение в технологическом процессе их изготовления приобретают отделочные операции, которые во многом определяют уровень эксплуатационных показателей агрегатов и машин в целом.

Цель исследования – повышение качества обработки поверхностей деталей машин методами пластического деформирования. В связи с поставленной целью в *задачу исследования* входило: провести сравнительный анализ существующих методов окончательной чистой обработки и определить наиболее эффективный метод.

Повысить качество обработки поверхностей деталей можно путём использования в качестве окончательной обработки операции пластического деформирования. Широко распространенные в машиностроении размерно-чистовые процессы резания металлов хотя и обеспечивают исключительно высокую точность и чистоту поверхностей, однако обладают рядом существенных недостатков, основными из которых являются:

- 1) низкая производительность и высокая трудоемкость при обработке деталей из мягких, вязких и труднообрабатываемых материалов (медных и алюминиевых сплавов, жаропрочных и нержавеющей сталей, титановых и вольфрамовых сплавов и т. д.) и деталей сложной формы (сферической, винтовой, фасонной и т. д.);
- 2) неэкономичность процесса, обусловленная значительным отходом металла в стружку, использованием дорогостоящих инструментальных материалов, специального оборудования, сложной технологической оснастки и сравнительно низкой стойкостью инструмента;
- 3) возникновение при формообразовании поверхности следующих нежелательных явлений: а) нарушения целостности волокон металла; б) шаржирования поверхности зернами и осколками абразива; в) появления в поверхностном слое в большинстве случаев остаточных растягивающих напряжений; г) значительного тепловыделения, а, следовательно, нагрева и окисления поверхности, появления прижогов и т. д.;
- 4) необходимость использования высококвалифицированного труда при чистой обработке прецизионных деталей [1].

За последние годы в развитии технологии размерно-чистой обработки деталей наметились три основных направления, позволяющие частично или полностью исключить указанные недостатки:

- 1) усовершенствование чистовых процессов резания лезвийным и абразивным инструментом;
- 2) замена резания химическими, электрохимическими процессами, а также обработкой в магнитном поле ферромагнитными порошками;
- 3) замена процессов резания процессами тонкого пластического деформирования.

Последнее направление наиболее перспективно с точки зрения повышения экономичности и производительности механической обработки деталей. Сущность пластической деформации состоит в том, что под давлением твёрдого металлического инструмента (ролик, шар, выглаживающая прошивка или протяжка) выступающие микронеровности обрабатываемой поверхности пластически деформируются – сминаются без нарушения целостности, при этом шероховатость поверхности уменьшается.

Основные особенности обработки давлением следующие:

- варьирование в больших пределах всех характеристик микрорельефа, определяющих форму и размеры микронеровностей;
- высокая степень однородности размеров и формы образующихся микронеровностей;

- образование микрорельефов с радиусами выступов и впадин в сотни раз большими, чем при точении, шлифовании и доводке;
- применение процесса не только для оптимизации микрорельефа, но и для упрочнения.

Эти особенности деформационного способа обработки и образующихся с его помощью микрорельефов восстанавливаемых поверхностей деталей значительно улучшают их эксплуатационные свойства [2].

Методика исследования предусматривала сравнительные испытания опытных образцов на машине трения 2070 СМТ-1. Испытания проводились в режиме трения скольжения по схеме «ролик-колодка». Материал образцов: сталь ШХ-15, чугун СЧ-20 – аналогичен материалу гильз цилиндров большинства автотракторных дизелей. Образцы из чугуна были подвержены различной обработке: точение, шлифование, обкатывание. Обкатывание осуществлялось при следующих режимах: скорость 70 мин⁻¹, подача 200 мм/мин, усилие 800 Н.

В качестве смазочного материала использовалось масло моторное М10-Г₂ (ГОСТ 8586-78). При проведении испытаний задавались следующие скорости и нагрузочные режимы: число оборотов вала нижнего образца 500 мин⁻¹; нагрузка постоянная 140 Н; время приработки определялось по динамике изменения момента трения.

Анализ результатов исследований позволяет оценить влияние различных методов окончательной обработки поверхности на время приработки и величину прирабочного износа.

Темп приработки трущихся деталей и величина прирабочного износа являются основными показателями качества подшипниковых и других пар трения. Диаграмма зависимости длительности приработки и прирабочного износа от вида обработки трущихся поверхностей показана на рисунке 1, где показано, что минимальный износ и время приработки соответствуют методам пластического деформирования.

К преимуществам чистовой обработки давлением следует отнести и высокую стойкость инструмента в отношении точности получаемых размеров и качества поверхности, что создает реальные предпосылки для полной автоматизации процесса [3].

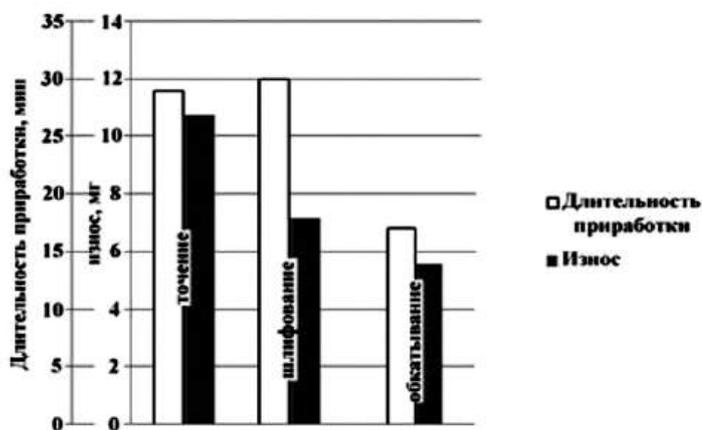


Рис. 1. Зависимость длительности приработки и износа от способов окончательной обработки

Малая шероховатость поверхности, упрочнение поверхностного слоя, сопровождающееся увеличением твердости, пределов упругости, текучести, прочности, и создание в нем благоприятных остаточных напряжений сжатия – все это способствует улучшению таких эксплуатационных свойств деталей, как усталостная и коррозионно-усталостная прочность, износостойкость, прочность пресовых посадок, жесткость контактирующих поверхностей, что в совокупности приводит к значительному росту долговечности. Увеличение срока службы деталей означает сокращение расхода запасных частей, снижение веса машин, замену дорогостоящих легированных сталей менее дефицитными и уменьшение расхода металла.

Чем меньше длительность приработки и прирабочный износ, тем больше радиус закругления вершин микронеровностей и выше степень их однородности по высоте. Длительность приработки и износ в зависимости от способов обработки уменьшаются в такой последовательности: шлифование, точение, обкатывание, а значение радиуса закругления вершин микронеровностей возрастает соответственно от 16 при шлифовании до 100 мкм – при точении, 800 мкм – при обкатывании (рис. 2). В такой же последовательности располагаются эти поверхности по степени однородности размеров и форме их микронеровностей.

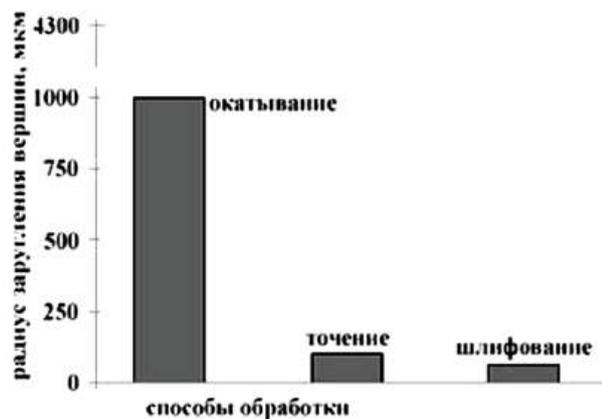


Рис. 2. Зависимость радиуса закругления вершин микронеровностей от различных способов обработки

Обкатывание роликами при достижении более высоких качественных результатов экономичнее финишных процессов абразивной обработки в 4-4,5 раза (рис. 3).



Рис. 3. Сравнительная стоимость обработки обкатыванием и различных методов чистовой обработки резанием при достижении минимальной шероховатости поверхности

Износостойкость трущихся поверхностей зависит от «рисунка» (расположения выдавливаемых канавок) и от величины занимаемой ими площади, определяющей маслосъемность поверхности.

Анализ применения чистовой окончательной обработки резанием показал, что, наряду с преимуществами, имеет ряд существенных недостатков: низкую производительность, высокую трудоёмкость, неэкономичность процесса, неоднородность микрорельефа обработанных поверхностей, невысокую износостойкость. Частично или полностью их можно устранить, применяя методы пластического деформирования.

Библиографический список

1. Воловик, Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
2. Ткачёв, В.Н. Методы повышения долговечности деталей машин / В.Н. Ткачёв, Б.М. Фиштейн, В.Д. Власенко [и др.]. – М.: Машиностроение, 1971. – 272 с.
3. Шнейдер, Ю.Г. Чистовая обработка металлов давлением. – М.; Л.: Машгиз, 1983. – 272 с.

НАСОС-ФОРСУНКА ДИЗЕЛЕЙ С ГИДРОПРИВОДОМ И ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Габдрафиков Фаниль Закариевич, д-р техн. наук, проф. кафедры «Теплотехника и энергообеспечение предприятий» ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет».

450001, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, 34.

Тел.: 8 (347) 228-08-96.

Абраров Марсель Альмирович, аспирант кафедры «Теплотехника и энергообеспечение предприятий», ФГОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет».

450005, г. Уфа ул. Революционная д. 76 ком. 485.

Тел.: 8 (937) 36-36-130.

Ключевые слова: насос-форсунка, гидропривод плунжера, кольцевой клапан, математическая модель.

Предложена модернизированная конструкция насос-форсунки с гидроприводом плунжера и электронным управлением, позволяющая повысить быстродействие системы, а также дано математическое описание процесса топливоподачи.

Необходимость обеспечения высоких технико-экономических и экологических показателей автотракторных дизелей определяет и возможные направления совершенствования их топливной аппаратуры, а именно, обеспечение качественного процесса топливоподачи во всех возможных режимах их работы.

Решение проблемы повышения экономичности и снижения токсичности отработавших газов облегчается при использовании высоких давлений впрыскивания топлива, способствующих улучшению распыла топлива и на этой основе более быстрому и полному его сгоранию.

Ведущие зарубежные фирмы-производители топливной аппаратуры рекламируют новые варианты систем топливоподачи, обеспечивающие максимальное давление впрыскивания 160-170 МПа и даже до 200 МПа, отдавая предпочтения системам с насос-форсунками [2, 3].

Цель исследования – повышение технико-экономических и экологических показателей работы насос-форсунок с гидроприводом плунжера, в соответствии с поставленной целью в *задачи исследования* входило – изучить влияние конструктивных параметров насос-форсунок на качество впрыскивания.

Была разработана конструкция насос-форсунки с гидроприводом плунжера и электронным управлением, управляющим органом которой является кольцевой клапан, разработанный Башкирским ГАУ (рис. 1).

Насос-форсунка работает следующим образом. Электронный блок управления на основании входных сигналов от электронных датчиков в установленный момент подает ток на электромагнит 3 клапана. Электромагнит 3 создает магнитную силу, которая притягивает кольцевой клапан 2. В этот момент происходит объединение канала А и надплунжерной полости В, при этом свободный конец кольцевого клапана 2, дополнительно перемещаясь по гнезду в корпусе 1, перекрывает сливной канал С. Масло из насоса гидропривода подается в верхнюю часть нагнетательного поршня 5. Под действием давления масла нагнетательный поршень 5 и соответственно плунжер 6 перемещаются вниз, создавая давление в подигольной полости, и тем самым происходит впрыскивание топлива под высоким давлением и качественным распыливанием.

Впрыскивание завершается выключением тока, подаваемого с электронного блока. Кольцевой клапан 2 под действием собственной упругости возвращается в исходное положение, перекрывая канал А и соединяя полость В со сливным каналом С. За счет упругости пружины 7 нагнетательный поршень 5 возвращается в начальное положение, а масло уходит на слив. Кольцевой клапан 2 удерживается в гнезде за счет собственной упругости и остаточного давления, создаваемого клапаном 4, используя эффект мультипликатора.

Для исследования процессов подачи и распыливания топлива экспериментальной насос-форсункой была разработана математическая модель на основе методики гидравлического расчета топливных систем, разработанной профессором И. В. Астаховыми [1].

На рисунке 2 приведена расчетная схема экспериментальной насос-форсунки.

Процесс подачи топлива в насос-форсунках с гидравлическим приводом описывается уравнениями баланса топлива, которые составляются в соответствии с изменением граничных условий и решаются совместно для всей системы в целом. В системе с гидравлическим приводом путь плунжера h_n необходимо

выразить уравнением, определяющим взаимосвязь между давлением масла в масляном аккумуляторе и давлением топлива. Движение плунжера (рис. 2) определяется соотношением между силой давления масла $f_m p_m$, действующей на масляный поршень, и силой давления топлива, действующей на торец плунжера $f_n p_n$.

В соответствии принципу работы насос-форсунки на масляный поршень и на плунжер действует сила $f_m p_m$, которая уравновешивается силами давления топлива на торец плунжера $f_n p_n$, жесткости пружины плунжера $\delta_n h_n$, начальной затяжки пружины плунжера $f_m p_3$ и силой инерции движущихся вместе с плунжером масс $M \frac{d^2 h_n}{dt^2}$ (силами трения масляного поршня и плунжера из-за незначительности величины можно пренебречь).

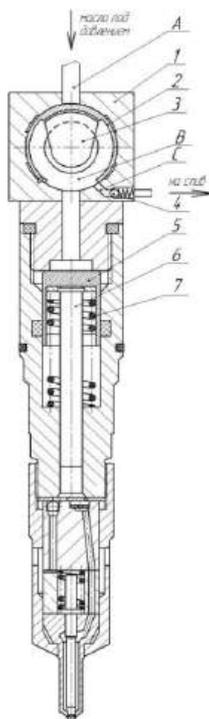


Рис. 1. Модернизированная насос-форсунка с гидроприводом плунжера и электронно-управляемым кольцевым клапаном:
1 – корпус клапана; 2 – кольцевой клапан;
3 – электромагнит; 4 – сливной клапан;
5 – нагнетательный поршень; 6 – плунжер;
7 – пружина

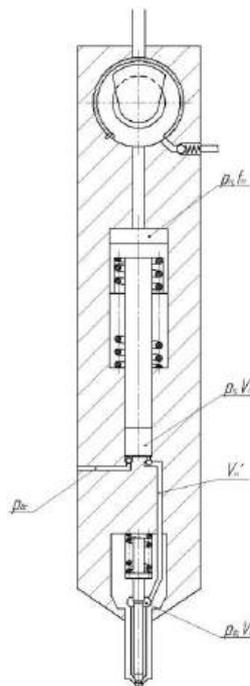


Рис. 2. Расчетная схема экспериментальной насос-форсунки

Движение масляного поршня и плунжера можно описать уравнением

$$M \frac{d^2 h_n}{dt^2} + \delta_n h_n + f_m p_3 = f_m p_m - f_n p_n, \quad (1)$$

- где δ_n – жесткость пружины плунжера;
- h_n – полный ход плунжера;
- f_m – площадь поперечного сечения масляного поршня;
- p_3 – давление предварительной затяжки пружины;
- p_m – давление масла;
- f_n – площадь поперечного сечения плунжера;
- p_n – давление топлива в камере нагнетания.

Приняв для рассматриваемого случая сделанные допущения, получим

$$\frac{d^2 h_n}{dt^2} = \frac{2(h_n - h_{n1})}{(\Delta t)^2} - \frac{2C_{n1}}{\Delta t}. \quad (2)$$

Подставив данное значение производной в уравнение (1) и решая его относительно h_n , будем иметь:

$$h_n = \frac{B'' - f_n p_n}{A''}, \quad (3)$$

где

$$B'' = f_m p_m + \frac{2Mh_{n1}}{\Delta t^2} + \frac{2MC_{n1}}{\Delta t} - f_m p_3, \quad (4)$$

$$A'' = \frac{2M}{\Delta t^2} + \delta_n. \quad (5)$$

Выражения для коэффициентов B'' и A'' на всех этапах сохраняются неизменными.

Согласно принятым допущениям процесс в рассматриваемой системе можно разделить на следующие этапы:

- 1) от начала движения плунжера до полного перекрытия топливоподающего канала;
- 2) от закрытия топливоподающего канала до начала движения иглы форсунки;
- 3) от начала движения иглы форсунки до подхода ее к упору;
- 4) от подхода иглы к упору до начала движения иглы от упора;
- 5) от начала движения иглы от упора до посадки иглы на седло.

Принимаем следующие допущения:

- 1) не учитывается влияние объема канала под конусом иглы (ввиду его малой величины) на процесс впрыска;
- 2) мгновенные значения скорости неустановившегося истечения топлива определяется по формулам установившегося движения жидкости;
- 3) обратный клапан и игла форсунки в промежутки времени Δt движутся равномерно ускоренно;
- 4) трение в клапанах не учитывается;
- 5) свойства топлива (сжимаемость, плотность, вязкость) описываются эмпирическими зависимостями.

Уравнение процесса в первом этапе принимает следующий вид:

$$\alpha(V_n + V_n') \frac{dp_n}{dt} = f_n C_n - \mu_0 f_0 \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{p_n - p_{ec}}, \quad (6)$$

где α – средний коэффициент сжимаемости топлива;

V_n – объем камеры нагнетания;

C_n – скорость плунжера;

μ_0 – коэффициент расхода топлива через топливоподающий канал;

f_0 – площадь поперечного сечения топливоподающего канала;

ρ – плотность топлива.

Приблизительно решая уравнение с учетом, что h_n определяется уравнением (3), получим

$$\sqrt{p_n - p_{ec}} = -\frac{\chi'}{2} + \sqrt{\left(\frac{\chi'}{2}\right)^2 + D''}, \quad (7)$$

где

$$\chi' = \frac{\mu_0 f_{0cp} \Delta t \sqrt{\frac{2}{\rho}}}{2 \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)}, \quad (8)$$

$$D'' = \frac{\alpha(V_{ncp} + V_n') p_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} + \frac{f_n B''}{A'' \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} - \frac{f_n h_1}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} - \frac{\mu_0 f_{0cp} \Delta t \sqrt{\frac{2}{\rho}}}{2 \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} \sqrt{p_{n1} - p_{ec}}, \quad (9)$$

$$V_{ncp} = \frac{V_n - V_n'}{2}, \quad (10)$$

$$f_{0cp} = \frac{f_{01} - f_0}{2}. \quad (11)$$

На втором этапе происходит сжатие топлива в подплунжерном объеме насос-форсунки. Давление топлива на этом этапе будет определяться формулой

$$p_n = \frac{\alpha(V_{ncp} + V_n') p_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} + \frac{f_n^2 B''}{A'' \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} - \frac{f_n^2 h_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}}. \quad (12)$$

На третьем этапе игла распылителя находится в движении, поэтому основное уравнение процесса будет:

$$\alpha(V_n + V_n') \frac{dp_n}{dt} = f_n C_n - \mu_c f_c \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{\frac{k^2}{1+k^2}} \sqrt{p_n - p_m} - f_u C_u, \quad (13)$$

где μ_c – коэффициент расхода топлива через сопловые отверстия;

f_c – площадь сопловых отверстий распылителя;

k^2 – коэффициент;

f_u – площадь поперечного сечения иглы на которую действует давление $p_{\phi'}$ и $p_{\phi 0}$;

C_u – скорость движения иглы форсунки.

Приближенно интегрируя это выражение и решая его относительно $\sqrt{p_n - p_m}$, получим

$$\sqrt{p_n - p_m} = -\frac{\chi''}{2} + \sqrt{\left(\frac{\chi''}{2}\right)^2 + D''} - \frac{f_u y}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} - p_m, \quad (14)$$

где y – текущий подъем иглы;

$$\chi'' = \frac{\mu_c f_c \Delta t \sqrt{\frac{2}{\rho}}}{2 \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} \sqrt{\frac{k_{cp}^2}{1+k_{cp}^2}}, \quad (15)$$

где $k_{cp}^2 = \frac{k_1^2 + k^2}{2}$ – значение коэффициента k^2 в начале промежутка времени Δt ;

$$D'' = \frac{\alpha(V_{ncp} + V_n') p_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} + \frac{f_n B''}{A'' \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} - \frac{f_n h_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} + \frac{f_u y}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} - \chi'' \sqrt{p_{n1} - p_{m1}}. \quad (16)$$

Уравнение (14) необходимо решать совместно с уравнением движения иглы. Следовательно, уравнение движения иглы можно представить в виде

$$p_n = \frac{A' y + B'}{f_m - f_u \left(1 - \frac{k^2}{1+k^2} \right)}. \quad (17)$$

Уравнения (16) и (17) можно решать графически, задаваясь значением y и определяя k^2 и k_{cp}^2 , и находить значение p_n по пересечению зависимостей $p_n = f(y)$, построенных по уравнениям (16) и (17).

На четвертом этапе игла стоит неподвижно у упора. Уравнение процесса для этого этапа:

$$\alpha(V_n + V_n') \frac{dp_n}{dt} = f_n C_n - \mu_c f_c \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{\frac{k_m^2}{1+k_m^2}} \sqrt{p_n - p_m}. \quad (18)$$

После приближенного интегрирования уравнения (18) и решения его относительно $\sqrt{p_n - p_m}$ получим

$$\sqrt{p_n - p_m} = -\frac{\chi''}{2} + \sqrt{\left(\frac{\chi''}{2}\right)^2 + D''} - p_m, \quad (19)$$

где

$$\chi'' = \frac{\mu_c f_c \Delta t \sqrt{\frac{2}{\rho}}}{2 \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} \sqrt{\frac{k_m^2}{1 + k_m^2}}, \quad (20)$$

$$D'' = \frac{\alpha(V_{ncp} + V_n') p_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} + \frac{f_n B''}{A'' \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} - \frac{f_n h_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} - \chi'' \sqrt{p_{n1} - p_{m1}}. \quad (21)$$

На пятом этапе игла форсунки начинает двигаться на посадку. Уравнение баланса топлива запишется в виде

$$\alpha(V_n + V_n') \frac{dp_n}{dt} = f_n C_n - \mu_c f_c \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{\frac{k_{cp}^2}{1 + k_{cp}^2}} \sqrt{p_n - p_m} - f_u C_u. \quad (22)$$

Уравнение (22) должно решаться совместно с уравнением движения иглы (1.17). Интегрируя это уравнение, получим

$$p_n + \chi'' \sqrt{p_n - p_m} + \frac{f_u y}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} = D'', \quad (23)$$

где

$$D'' = \frac{\alpha(V_{ncp} + V_n') p_{n1}}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} + \frac{f_n B''}{A'' \left(\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''} \right)} - \frac{f_u y_1}{\alpha(V_{ncp} + V_n') + \frac{f_n^2}{A''}} - \chi'' \sqrt{p_{n1} - p_{m1}}. \quad (24)$$

Эти уравнения решаются графически тем же методом, что и на третьем этапе. По уравнению (17) определяем величину «у», а затем по уравнению (23) – давление p_n .

Таким образом, полученные выражения позволяют рассчитать необходимое давление впрыскивания по установленным конструктивным параметрам насос-форсунки, позволяющее существенно улучшить качество процесса топливоподачи и смесеобразования (независимо от режима работы) и, как следствие, повысить экономические и экологические показатели.

Библиографический список

1. Астахов, И.В. Подача и распыливание топлива в дизелях / И. В. Астахов, В. И. Трусов, А. С. Хачиян [и др.]. – М.: Машиностроение, 1971. – 359 с.
2. Габдрафиков, Ф. 3. Топливные системы автотракторных дизельных двигателей: учеб. пособие. – Уфа: ФГОУ ВПО БашГАУ, 2007. – 195 с.
3. Марков, В.А. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.И. Мальчук. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 360 с.: ил.

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА СМАЗОЧНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА ДЛЯ ТРАКТОРНЫХ ГИДРОСИСТЕМ

Бажутов Денис Николаевич, инженер УНИЛ ПНЭМС, соискатель кафедры «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446435, г. Кинель, ул. Украинская, 44-12.

Тел.: 89608082130.

Володько Олег Станиславович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Тракторы и автомобили» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8(84663) 46-3-46.

Ключевые слова: рапсовое масло, присадки, смазочная композиция, трибологические свойства, рациональный состав, гидравлическая жидкость

Приведены результаты сравнительного исследования трибологических свойств гидравлического и рапсового масла. Экспериментально обоснован состав смазочной композиции на основе рапсового масла для тракторных гидросистем, имеющих высокие трибологические характеристики.

Одним из крупных источников загрязнений природной среды являются смазочные материалы, как свежие, так и отработанные. Это объясняется, прежде всего, низкой биоразлагаемостью минеральных и синтетических масел и смазок. Некоторые нефтяные и синтетические смазочные материалы и их компоненты являются экотоксичными продуктами.

Альтернативой этим материалам могут служить масла (жиры) растительного и животного происхождения, биологические смазочные материалы. Они нетоксичны, обладают высокой (до 100%) биоразлагаемостью и прекрасными смазывающими свойствами [3]. Например, рапсовое масло (РМ) не оказывает вредного воздействия на почву и разлагается на 98% через 7 сут и на 100% – через 21 день, а минеральное масло разлагается на 25% через 7 сут и на 45% – через 21 день [1].

При использовании рапсового масла в качестве смазочного материала важны не только его высокая биоразлагаемость и отсутствие экотоксичности, но также физико-химические и эксплуатационные свойства.

Цель данной работы определяется обоснованием рационального состава гидравлической рабочей жидкости на основе рапсового масла для использования в гидросистемах сельскохозяйственных тракторов.

Задачи исследования включают: 1) обоснование концентрации компонентов гидравлической жидкости, включающей рапсовое масло и присадки; 2) оценку трибологических свойств предлагаемой смазочной композиции.

Методика исследований предусматривала:

- лабораторные исследования по обоснованию состава смазочной композиции;
- полные факторные эксперименты по исследованию влияния концентрации присадок на трибологические свойства смазочной композиции при испытаниях на машинах трения МАСТ-1 и 2070 СМТ-1.

Для сравнения трибологических свойств РМ и товарного масла, используемого в гидросистемах тракторов, были проведены лабораторные испытания на машинах трения (табл. 1).

Анализ триботехнических показателей рапсового масла показал, что для улучшения противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств рапсового масла необходимо его легирование присадками соответствующего функционального назначения. На основе анализа литературных источников [2, 5] для исследований были выбраны следующие присадки: ДФ-11 (противоизносная и антиокислительная), ЭФО (противоизносная, противозадирная и антифрикционная), графит (антифрикционная присадка).

Таблица 1

Результаты сравнительных испытаний масел

Масло	2070 СМТ-1	2070 СМТ-1	МАСТ-1 D
	Время до задира, с При $n=1000 \text{ мин}^{-1}$, $F=1800 \text{ Н}$	Момент трения, Н·м	пятна износа, мм При $F=200 \text{ Н}$, $n=1500 \text{ мин}^{-1}$, $T=20 \text{ мин}$
Рапсовое масло	170	4,1	0,420
М-10 Г ₂	281	3,5	0,290
МГЕ-46В	210	3,7	0,310

На следующем этапе проводили оптимизацию содержания присадок различного функционального назначения для формирования смазочной композиции на основе РМ для гидравлической системы сельскохозяйственного трактора.

Испытания для всех компонентов производили согласно методике полного факторного эксперимента 3^2 [4].

При проведении испытаний на машине трения МАСТ-1 параметром оптимизации Y служил диаметр пятна износа шариков, а двумя независимыми факторами – концентрация присадки ДФ-11 (X_1) и концентрация абразива (X_2) соответственно.

Интервалы варьирования факторов и их значения в натуральном масштабе на основном, верхнем и нижнем уровнях представлены в таблице 2.

Обработку результатов экспериментов проводили на ЭВМ при помощи программ MathCad 14.0 и Statistica 6.0.

Таблица 2

Факторы, интервалы и уровни их варьирования

Уровни и интервалы варьирования	Факторы	
	концентрация ДФ-11 X_1 , %	концентрация абразива X_2 , %
Основной уровень, $x_i = 0$	3,0	0,125
Интервал варьирования, I_i	2,0	0,125
Верхний уровень, $x_i = 1$	5,0	0,25
Нижний уровень, $x_i = -1$	1,0	0

При выполнении всех требований с доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$ получили уравнение регрессии вида:

$$y = 0,3387 - 0,0358 \cdot x_1 + 0,0283 \cdot x_2 + 0,0055 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,0121 \cdot x_1^2 + 0,0032 \cdot x_2^2. \quad (1)$$

Решение задачи оптимизации концентрации присадки при испытаниях характеризуется условным экстремумом уравнения регрессии (1), то есть определением наименьшего значения отклика в области значений, ограниченной выбранными интервалами изменения факторов (рис. 1, а).

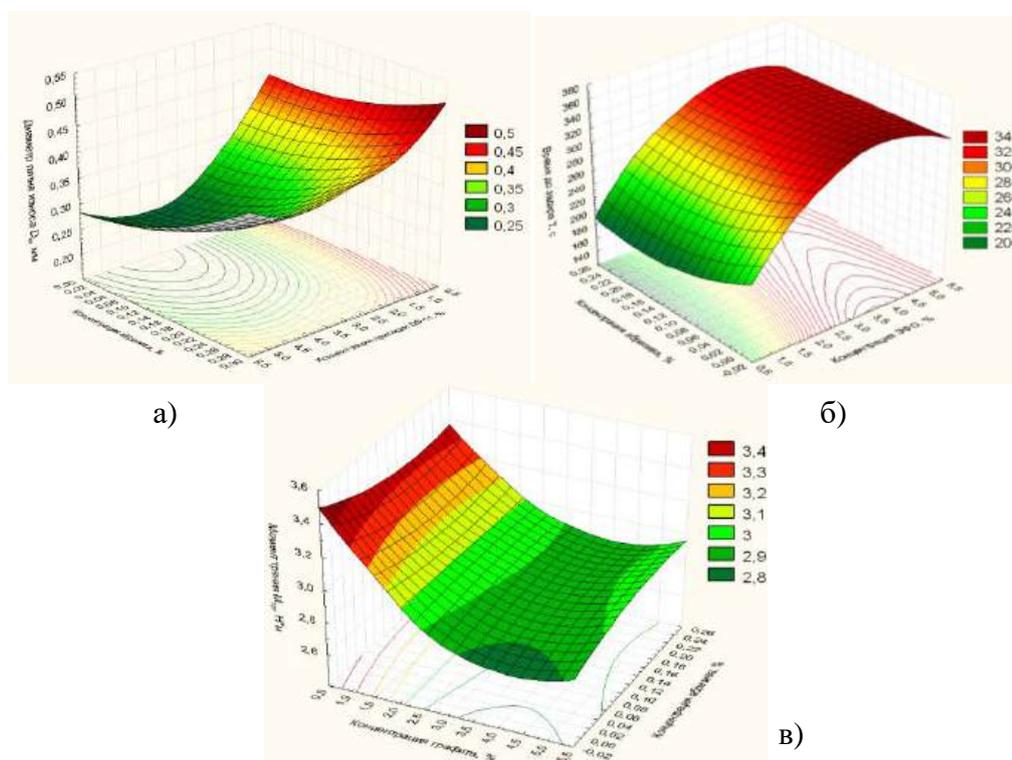


Рис. 1. Поверхности отклика:

- а) характеризующая влияние концентраций присадки ДФ-11 и абразива на диаметр пятна износа, D_i ;
- б) характеризующая влияние концентраций присадки ЭФО и абразива на время до задира, T ;
- в) характеризующая влияние концентраций графита и абразива на момент трения, $M_{тр}$

Для поиска минимума уравнений регрессий использовалась встроенная программа «Minimize» математической программы MathCad 14.0.

В ходе проведённых расчётов установлено, что самое минимальное значение отклика (диаметр пятна износа) наблюдается при объемной концентрации присадки ДФ-11, соответствующей 3,7%.

Дальнейшие испытания полученной композиции на машине трения 2070 СМТ-1 по определению времени до задира и момента трения показали, что данные параметры имеют величину равную 205 с и 3,8 Н·м соответственно. Сравнительный анализ показал, что по времени до задира это на 20,6% больше, чем у РМ, но на 37% меньше, чем у масла М-10Г₂ и на 7,3 – чем у РМ, на 8,6% больше, чем у масла М-10Г₂ по моменту трения. Для улучшения противозадирных и антифрикционных свойств в смазочную композицию вводили присадки ЭФО и графит.

Методика проведения испытаний аналогична вышеуказанной для присадки ДФ-11.

В результате были получены уравнения регрессии (2) и (3), характеризующие влияние на параметр оптимизации концентраций абразива, присадок ЭФО и графита соответственно:

$$y = 296,555 + 31,777 \cdot x_1 + 48,0 \cdot x_2 + 1,889 \cdot x_1 \cdot x_2 - 10,470 \cdot x_1^2 + 1,085 \cdot x_2^2, \quad (2)$$

$$y = 2,996 - 0,126 \cdot x_1 + 0,744 \cdot x_2 + 0,019 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,030 \cdot x_1^2 - 0,011 \cdot x_2^2. \quad (3)$$

Максимум уравнения регрессии (2) характеризует оптимальную концентрацию присадки ЭФО (рис. 1, б) и максимальное значение времени до задира. Итак, введение в смазочную композицию присадки ЭФО в концентрации 3,2% позволит увеличить время задира Т до 341 с, что в 2 раза выше, чем РМ и на 21,3% выше аналогичного показателя у масла М-10Г₂. При этом величина момента трения снизилась, но не значительно и составила 3,7 Н·м.

Минимум уравнения регрессии (3) характеризует оптимальную концентрацию графита (рис. 1, в) и минимальное значение момента трения. В результате проведенных испытаний и расчетов, установлено, что минимальная величина момента трения, равная 2,8 Н·м, достигается при концентрации графита 4,2%.

Исходя из результатов исследований, можно сделать вывод о том, что смазочная композиция, содержащая 88,9% РМ + 3,7% ДФ-11 + 3,2% ЭФО + 4,2% графита, по трибологическим характеристикам превосходит товарные масла М-10Г₂ и МГЕ-46В, используемые в гидравлических системах сельскохозяйственных тракторов. Таким образом, использование данной смазочной композиции после улучшения ее антиокислительных свойств позволит обеспечить надежную работу тракторной гидравлической системы.

Библиографический список

1. Ефимов, В.В. Обеспечение эксплуатационной надежности гидросистем сельскохозяйственной техники при альтернативном использовании рапсового масла в качестве рабочей жидкости: дис. ... канд. техн. наук. – Самара, 2000. – 174 с.
2. Литовкин, А.В. Повышение технического ресурса автомобильных трансмиссий путем улучшения свойств регенерированных масел: автореф. дис. канд. техн. наук / А.В. Литовкин. – Пенза, 2003. – 18 с.
3. Остриков, В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов. – Тамбов: ТГТУ, 2008. – 304 с.
4. Спирин, Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента / Н.А. Спирин, В.В. Лавров; под общ. ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 257 с.
5. Улучшение трибологических свойств смазочной композиции на основе рапсового масла для автотракторных силовых передач: отчет о НИР (промежуточ.) / ФГО ВПО Самарская ГСХА; рук. Ленивец Г.А.; исполн.: Болдашев Г.И. [и др.]. – Кинель, 2004. – 158 с. – № ГР01.980001759.

РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЯ Д-144 НА МАСЛЕ С ГЕОМОДИФИКАТОРАМИ ТРЕНИЯ (ГМТ)

Мясников Борис Николаевич, канд. техн. наук, проф. кафедры «Надежность и ремонт машин» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Речная, д. 10-2. Тел.: 8-927-715-27-11.

Пеньковский Сергей Александрович, аспирант кафедры «Надежность и ремонт машин» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Шоссейная, д. 58. Тел.: 8-963-115-29-98.

Ключевые слова: двигатель, эффективность, моторное масло, режим, ресурс, защитный слой, испытания, обкатка.

Приведены результаты стендовых испытаний двигателя внутреннего сгорания Д-144 с использованием в качестве добавки к смазочной среде геомодификатора трения. Установлено, что за счёт образования на поверхности трения защитного слоя улучшится качество обкатки и увеличится долговечность автотракторного двигателя в период эксплуатации.

Основными причинами низкой надежности отремонтированной техники, по мнению специалистов, являются применение некачественных и бессистемно подобранных комплектующих, некачественная сборка и особенно неправильное проведение обкатки или ее отсутствие вовсе.

Исследованиями неоднократно подтверждена важная роль процесса обкатки. Начальный период обкатки заключается в трех основных подготовительных процессах, называемых технологической обкаткой. Это холодная обкатка от внешнего движителя, горячая обкатка без нагрузки от самого двигателя и горячая с нагрузкой от внешнего источника сопротивления. Продолжительность технологической обкатки незначительна, всего 2,5 ч, но является наиболее ответственным периодом, так как подготавливает все сопряжения к эксплуатационным нагрузкам.

Цель работы – оценить эффективность препаратов группы геомодификаторов трения, позволяющих повысить моторесурс двигателя Д-144.

Задачи исследования – провести стендовые испытания по обкатке двигателя Д-144, оценить конечное состояние поверхности трения, определить параметры двигателя после обкатки.

Лабораторные исследования проводились для испытания образцов трения на машине трения СМТ-1. На основании полученных результатов были выведены зависимости износоустойчивости рабочих поверхностей. Наличие препарата в моторном масле привело к образованию металлокерамического покрытия, что и повысило качество поверхности рабочих сопряжений [1].

Попадая в зону трения работающих механизмов ультрадисперсные частицы РВС дробятся до наноразмерного масштаба и создают на рабочих поверхностях детали вторичные структуры (антифрикционный слой) с микрошероховатостью от R_a 0,4 до 0,025 [2], которые компенсируют износ и являются объектом разрушения.

В основе образования вторичных структур лежит универсальное явление изменения структуры поверхностного слоя материала при трении и перехода поверхности в активированное состояние. Из термодинамически неравновесного состояния материал стремится немедленно перейти в пассивное, путем адсорбционного (поглощительного, присоединительного), диффузионного или химического взаимодействия с внешней средой.

При использовании препарата ГМТ в процессе обкатки на поверхностях пар трения образуется металлокерамический защитный вторичный слой, выращенный на кристаллической решетке поверхностного слоя самого металла с размерами зерен до 30 нм. Более того, в результате диффузии РВС с поверхности в глубину металла улучшается структура его кристаллической решетки и упрочняется приповерхностный слой самого металла до 2 раз [2]. Износоустойчивость таких поверхностей в 2-3 раза выше, чем у обычных закаленных поверхностей и в 6-8 раз выше [1], чем у изношенных узлов, где первоначально закаленный слой уже сработался.

Методика испытаний. На основании проведенных исследований на машине трения СМТ-1 предлагаем при стендовой обкатке ДВС использовать добавку ГМТ в моторное масло. Из ряда доступных препаратов наиболее доступным по цене и качеству является геомодификатор трения под торговой маркой «Эдиал».

С целью окончательного подтверждения гипотезы об увеличении ресурса ДВС при добавлении к моторному маслу препарата группы геомодификаторов трения, были проведены стендовые испытания ДВС марки Д-144 в двух смазочных средах. Смазочными средами являлись: моторное масло марки М10-Г₂к; моторное масло М10-Г₂к + 1,5% «Эдиал».

Испытания проводились на специальном обкаточном стенде КИ-5542 (рис. 1), включающем дизельный двигатель внутреннего сгорания с воздушным охлаждением марки Д-144, привод двигателя от электродвигателя с частотой вращения ротора 1250 мин⁻¹, динамометр электрический, реостат, электрошкаф, приборную стойку, бак для топлива, весовой механизм и соединительную арматуру.



Рис. 1. Общий вид стенда КИ-5542

Для работы со стендом важна точность измерений, снимаемых с весового механизма. В целях повышения точности показаний проводилась тарировка с использованием специального ключа, позволяющего создать плечо необходимой длины ($L=0,716$ мм) при последовательном навешивании грузов от 1 до 20 кг. По завершению тарировочных работ проводилась настройка топливной аппаратуры: топливный насос – на производительность и угол начала впрыска, а форсунки – по давлению впрыска и качеству распыления топлива.

В процессе стендовых испытаний рассмотрен процесс обкатки. По факту неизбежного износа контролируется качество текущего процесса по изменению массы поршневых колец, изменению геометрии цилиндропоршневой группы. Масса колец измеряется перед началом испытаний и после их завершения. Средства измерения – весы электронные ВЛТК-500 и весы аналитические ВЛР-200 с точностью измерения до 10^{-5} г. Геометрию цилиндропоршневой группы контролировали с помощью щупа и микрометра типа МК 100-125 мм ГОСТ 6507-78, КИ 100-160 мм ГОСТ 868-72.

Результаты испытаний. Проведенные исследования показали, что для повышения качества приработки двигателя рекомендуется добавить в смазочную систему геомодификатор трения. Обкатка с применением ГМТ проводится по режимам, предлагаемым заводом-изготовителем, изложенным в РТМ 70.0001.078-82 с использованием методики, разработанной в результате проведенных исследований на машине трения СМТ-1. Наиболее благоприятным условием ввода препарата в систему двигателя считается время, когда его сопряжения прогреты и обладают благоприятными условиями для формирования металлокерамического покрытия. Экспериментально установлено, что этот период начинается во время перехода с холодной обкатки на горячую без нагрузки.

После холодной обкатки необходимо проверить и отрегулировать угол начала подачи топлива до ВМТ ($25 \pm 1^\circ$), а также зазоры между бойками коромысел и торцами стержней клапанов, которые на холодном дизеле составляют 0,3 мм.

В целях оценки результатов по повышению качества обкатки в целом, была затронута и эксплуатационная обкатка, продолжительность которой составила 30 ч. Режимы эксплуатационной обкатки были взяты из литературных источников и моделировались на том же обкаточном стенде КИ-5242. Предельная нагрузка от ротора электродвигателя, как тормоза составляла процентное соотношение (15, 35, 55 и 75%) к мощности, вырабатываемой двигателем внутреннего сгорания [3].

В процессе стендовых испытаний двигатель периодически подвергался безразборной диагностике. С помощью диагностических приборов снимались показания компрессии, полного и остаточного вакуума цилиндров двигателя. Показания этих приборов позволяют в полной мере оценивать состояние цилиндропоршневой группы и, что самое главное, контролировать идентичность каждого из проведенных

экспериментов на всех этапах обкатки. Также снимались показания температуры (t_m) и давления (p_m) в магистрали системы смазки, мощность механических потерь ($M_{тр}$) и удельный расход топлива (g_e).

Применение геомодификатора трения позволило улучшить процесс обкатки двигателя по отношению к обкатке на чистом базовом масле. Отмечено снижение мощности механических потерь ($M_{тр}$) на 7%. Вырабатываемая мощность обкатанного двигателя на чисто базовом масле ставила 33 кВт, в то время как с использованием препарата произошло увеличение мощности до 36 кВт, то есть на 8-9%.

По результатам исследований подтвержден процесс, когда приработочный износ компенсируется формированием вторичной структуры на поверхности трения. Микрометраж дал следующие результаты: на чистом базовом масле зазор в замке колец увеличился и составлял 0,66 мм. С использованием ГМТ зазор в замке остался прежним 0,55 мм.

Анализ изменения массы колец в процессе обкатки подтвердил образование защитного слоя на поверхности трения. Образованная вторичная структура позволила снизить изнашивание колец в течение всей обкатки. Результаты измерений показали, что с использованием ГМТ средний износ колец одной поршневой группы составил 0,03943 г, что на 27% меньше износа приработанных колец на чистом базовом масле 0,05385 г. Несмотря на уменьшение массы, зазор в замке остался прежним. Это говорит о наличии образованного антифрикционного слоя на стенках цилиндра поршневой группы двигателя.

Анализ кривых Аббота рабочей поверхности гильзы цилиндров, обкатанных на различных маслах, показал, что применение препарата «Эдиал» позволяет получить более насыщенный контакт.

В результате проведенных стендовых испытаний на масле с геомодификатором трения «Эдиал», подтвержден факт образования защитного слоя поверхности трения цилиндропоршневой группы.

Процесс изнашивания и одновременного формирования антифрикционного слоя позволяет увеличить послеремонтный моторесурс работы двигателя в период эксплуатации.

Библиографический список

1. Козлов, М.В. Применение нанотехнологии и наноматериалов в Агропромышленном комплексе: сб. докладов / М.В. Козлов, С.В. Подколзин. – М.: Росинформагротех, 2008. – С. 70-74.
2. Митрофанов, А.С. Сравнительный анализ геомодификаторов, используемых в узлах трения / А.С. Митрофанов, С.А. Пеньковский // Известия ФГОУ ВПО Самарской ГСХА. – 2008. – Вып.3. – С. 136-138.
3. Якушина, И.М. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Стенд обкаточно-тормозной КИ-5542 / И.М. Якушина, Р.Д. Тычинина, Т.Ф. Ляпунова // Госкомсельхозтехника. – М.: Рострой, 1978.

УДК 631.3.004.67

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Жильцов Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Надёжность и ремонт машин» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442 Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2. Тел.: 8(846)6346346.

Галенко Иван Юрьевич, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедры «Надёжность и ремонт машин» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия». 446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2. Тел.: 8(846)6346346.

Ключевые слова: система, качество, поддержание качества, восстановление качества, документация, комплексная оценка.

Представлена методика и результаты оценки информационного обеспечения процессов поддержания и восстановления качества технических средств для агропромышленного комплекса.

До настоящего времени проблема обеспеченности АПК техническими средствами не решена. Для Поволжского региона потребность в технике для растениеводства практически вдвое превышает их фактическое наличие в хозяйствах Самарской области. При этом более 85% единиц техники выработали свой назначенный ресурс.

Очевидно, что в ближайшее время будет происходить обновление существующего машинно-тракторного парка.

Анализ показывает, что на современном этапе вопросы ресурсного обеспечения изделий в процессе эксплуатации зависят от субъективной позиции предприятия-изготовителя. Приобретатель не обладает полной информацией о состоянии системы технического сервиса и, соответственно, не может объективно оценить качество изделий.

В этих условиях необходимым является выработка научно-обоснованных подходов к оценке технических средств для АПК, с учетом возможностей их рационального использования в течение срока службы.

Целью исследований являлась разработка программы и методики оценки информационного обеспечения процессов поддержания и восстановления качества технических средств для агропромышленного комплекса.

Задачи исследований включали выработку концепции и основных положений по оценке систем поддержания и восстановления качества для с.-х. техники, сбор материалов по наличию соответствующей документации и анализ её содержания.

Под системой *поддержания и восстановления* качества понимается совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для организации и выполнения работ (услуг) по *поддержанию и восстановлению* качества изделий, входящих в эту систему [1].

Программа, разработанная кафедрой «Надёжность и ремонт машин», позволяет оценивать систему по наличию, содержанию и доступности нормативно-технической и другой документации, предназначенной для реализации, введения в эксплуатацию, эксплуатации, обслуживания и ремонта техники за период её службы. Наличие документов и их содержание оценивается согласно ГОСТ 2.601-95, ГОСТ 2.602-95.

Оценку проводит заинтересованная организация, создающая для этого экспертную комиссию. Для работы в качестве экспертов целесообразно привлекать лиц, имеющих высшее техническое образование, опыт и необходимые знания в области правовой и нормативно-технической документации.

Оценка производится в два этапа. На первом этапе определяется наличие основных документов, необходимых для *поддержания и восстановления* качества изделий. Документы классифицируются по степени значимости. В результате формируется заключение о наличии документации системы по *поддержанию и восстановлению* качества. Наличие каждого из документов оценивается определённым количеством баллов, которые суммируются.

На втором этапе проводится анализ и оценка содержания документации.

Положительный вывод по содержанию документации системы *поддержания и восстановления* качества возможен при наличии базовой информации. Базовой информацией рекомендуется считать сведения, которые являются минимально необходимыми для организации и проведения работ по *поддержанию и восстановлению* качества изделия. Содержание оценивается определённым количеством баллов с учётом весомости сведений. Суммарный балл может характеризовать содержание документов как «полное», «достаточное», «удовлетворительное».

Для сбора информации по наличию и содержанию документации системы *поддержания и восстановления* качества разработаны специальные формы. На основе анализа данных форм делается общее заключение о наличии и содержании документации системы *поддержания и восстановления* качества сельскохозяйственной техники.

С целью апробирования разработанного положения и программы комплексной оценки систем поддержания и восстановления качества изделий сельскохозяйственного назначения проанализировано наличие документации систем *поддержания и восстановления* качества по отдельным маркам тракторов, зерноуборочных комбайнов и сельскохозяйственных машин отечественных и зарубежных производителей.

При выборе номенклатуры изделий для оценки принимали модели, наиболее широко представленные в нашем регионе или имеющие перспективы на рынке сельскохозяйственной техники [2].

Стоит отметить, что объём проведенных исследований достаточно велик, поэтому здесь представлены данные по следующим сельскохозяйственным тракторам: Джон Дир 8430 – трактор тягового класса 5, изготовитель – корпорация «Джон Дир» (США); ХТЗ-150 – трактор тягового класса 3, производства ОАО «Харьковский тракторный завод» (Украина); ХТЗ-150К – трактор тягового класса 3, производства ОАО «Харьковский тракторный завод» (Украина); РТ-М-160 – трактор тягового класса 2, изготовитель – ОАО НПК «Уралвагонзавод» (Россия); «Беларус» 1221 – трактор тягового класса 2, изготовитель – ПО «Минский тракторный завод» (Республика Беларусь); MF 8480 – трактор тягового класса 5, производства корпорации AGCO, завод Massey Ferguson (США); МТЗ-80 – трактор тягового класса 1,4, изготовитель – ПО «Минский тракторный завод».

Наличие конструкторских, технологических и иных документов системы *поддержания* качества у сельскохозяйственных тракторов представлено на рисунке 1.

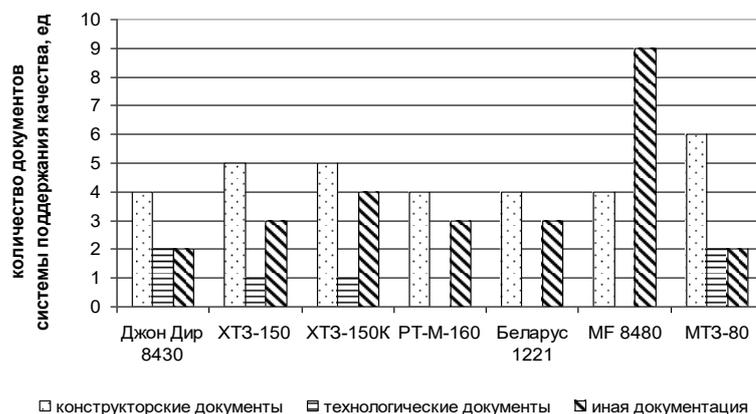


Рис. 1. Наличие документов системы поддержания качества у сельскохозяйственных тракторов

Анализ номенклатуры документов системы *поддержания* качества рассматриваемых марок тракторов показал, что в основном все тракторы имеют конструкторскую, технологическую документацию и документацию иного характера.

Для тракторов марок РТ-М-160 и «Беларус» 1221 наличие технологической документации системы поддержания и качества в рамках данного исследования не установлено.

Из графиков видно, что количество конструкторских документов у всех тракторов находится примерно на одинаковом уровне. Наилучший показатель по наличию документации может быть отмечен у трактора МТЗ-80, хотя он уже и не производится. Это объясняется тем, что трактор являлся (является до сих пор) одним из самых распространенных и его проектирование и производство осуществлялось ещё в период существования плановой государственной экономики, когда отношение к конструкторской и технологической документации изделий, а также её доступность находилась на другом уровне.

У трактора MF 8480 завода Massey Ferguson очевидно преимущество по третьему типу документов.

В целом, по наличию значимых документов, можно сделать заключение, что все рассмотренные тракторы имеют необходимую документацию системы *поддержания* качества. В то же время для тракторов зарубежного производства (кроме стран СНГ) основная документация системы поддержания качества находится у официальных дилеров и недоступна потребителю и к тому же значительная ее часть представлена на английском языке.

Результаты комплексной оценки содержания документов системы *поддержания* качества сельскохозяйственных тракторов представлены на рисунке 2.

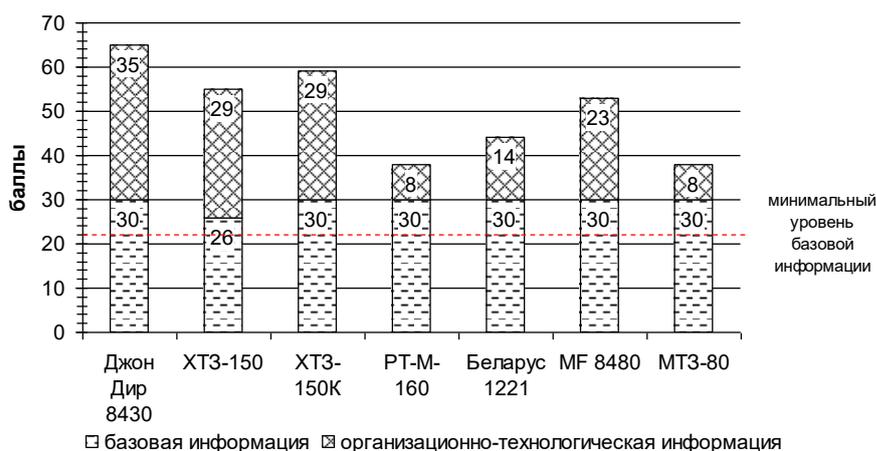


Рис. 2. Результаты комплексной оценки содержания документов системы поддержания качества сельскохозяйственных тракторов

Из диаграммы видно, содержание документов системы *поддержания* качества всех рассматриваемых тракторов, по наличию соответствующих сведений, выше минимального уровня базовой информации.

Общий балл комплексной оценки содержания документов системы *поддержания* качества для рассматриваемых тракторов находится в интервале 38-62. Балл комплексной оценки содержания документов

по базовой документации 26-30, по документации организационно-технологического характера от 8 до 35 баллов.

Достаточно высокие показатели по баллам комплексной оценки содержания имеет документация систем поддержания качества тракторов Джон Дир 8430, MF 8480 и Харьковского тракторного завода. На среднем уровне находятся показатели трактора «Беларус» 1221 Минского тракторного завода. Наименьшие значения балла комплексной оценки содержания определены для МТЗ-80 и РТМ-М-160.

Характеристика уровня содержания документов системы поддержания качества сельскохозяйственных тракторов показана на рисунке 3.

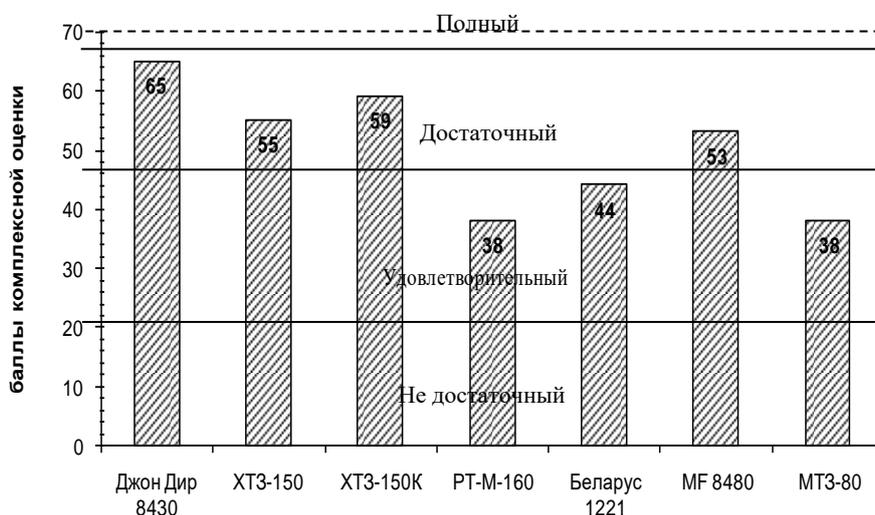


Рис. 3. Характеристика уровня содержания документов системы поддержания качества сельскохозяйственных тракторов

Таким образом, на основании разработанного положения и программы оценки, условиям *полного* уровня содержания документация рассмотренных тракторов не соответствует.

Условиям *достаточного* уровня содержания соответствует документация системы поддержания качества тракторов Джон Дир 8430, ХТЗ-150, ХТЗ-150-09, MF 8480.

Содержание документации системы *поддержания* качества сельскохозяйственных тракторов РТ-М-160, МТЗ-80, «Беларус» 1221 может быть оценено, как удовлетворительное.

В то же время следует обратить внимание на следующие обстоятельства: при оценке учитывалось содержание документов, представленных на английском языке. В противном случае для иностранных производителей, кроме стран СНГ, удалось бы зафиксировать только минимальный уровень базовых сведений, что не позволяет оценить реальную картину информационного обеспечения производителем процессов поддержания качества при эксплуатации своих изделий.

В документации на изделия отсутствует определенная информация, которая может быть весьма полезной для организации и проведения работ по поддержанию качества. Так в большинстве случаев у изделий отсутствуют сведения по их утилизации и технологические карты на проведение регламентных работ.

В целом, комплексная оценка позволяет сделать вывод о том, что содержание документации систем поддержания качества рассмотренных изделий, дает возможность обеспечить необходимые процессы для поддержания качества при их эксплуатации.

Библиографический список

1. Разработка программы комплексной оценки технологических систем поддержания и восстановления качества новых средств механизации для агропромышленного комплекса: отчет о НИР / рук. Мясников Б.Н.; исполн.: Галенко И.Ю. [и др.]. – Самара, 2009. – 96 с.
2. Программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции сырья и продовольствия Самарской области на 2008-2012 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.samara-apk.ru.

МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ АПК

УДК 361.22

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Фролов Николай Владимирович, канд. техн. наук, профессор кафедры «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 13, кв. 8.

Тел.: 8-263-46-1-23.

Бухвалов Геннадий Сергеевич, канд. техн. наук, профессор кафедры «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442 Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Речная, 10, кв.1.

Тел.: 8-263-46-1-87.

Ключевые слова: помещение, микроклимат, вентиляция, продуктивность.

Рассмотрены возможности улучшения микроклимата в коровниках старой постройки.

При производстве животноводческой продукции, по общепризнанной оценке, определяющими факторами являются потенциальная продуктивность породы животных (50%), уровень кормления животных (30%) и условия содержания, то есть состояние окружающей среды или микроклимат животноводческого помещения (20%) [1].

В большинстве животноводческих ферм Самарской области для содержания молочного стада используются, как правило, типовые животноводческие помещения старой постройки: коровники, родильные помещения, телятники. Многие из них за годы эксплуатации ремонтировались, подвергались реконструкции без должного внимания к микроклимату. Вместе с тем в условиях интенсивного ведения животноводства увеличивается плотность размещения животных в помещениях, и в связи с этим усложняется поддержание параметров воздуха помещения в оптимальных, благоприятных для жизнедеятельности животных пределах.

Цель исследований – повышение качества содержания животных за счет совершенствования способов вентиляции помещений. В соответствии с этим, на основании оценки помещений старой конструкции, были определены следующие задачи:

- выбрать способ вентиляции, обеспечивающей создание микроклимата с определенным температурным режимом, влажностью и загазованностью;
- определить возможности естественной вентиляции для создания оптимального микроклимата;
- предложить устройство вытяжных и приточных каналов естественной вентиляции.

Основными расчетными параметрами микроклимата являются температура, влажность, подвижность воздуха, содержание в нем вредных веществ в виде углекислого газа, а в контролируемые параметры добавляются содержание в воздухе аммиака и сероводорода.

Поддержание в животноводческих помещениях оптимального микроклимата имеет важное значение не только для здоровья и продуктивности животных, но и для продления срока службы производственных зданий и технологического оборудования, улучшения условий труда обслуживающего персонала.

Для создания оптимального микроклимата, в типовых коровниках привязного и беспривязного содержания старой постройки в климатических условиях Самарской области предусматривалась как естественная вентиляция, когда организуется поток воздуха через приточные каналы и вытяжные шахты, за счет разницы плотностей наружного и внутреннего воздуха в холодный период года, так и принудительная – с помощью вентиляторов, воздуховодов, а иногда и подогрева приточного воздуха электрокалориферами.

По нормам проектирования вентиляционных систем критерием выбора способа вентиляции является часовая кратность воздухообмена $K_ч$, определяемая отношением часового воздухообмена к объему помещения. Если $K_ч \leq 3 \text{ ч}^{-1}$, то достаточна естественная вентиляция [2].

Построенные в последнее время молочные комплексы («Хрящевское», «Новокуровское», «Жигули», «Красногорское», «Купино») отличаются от типовых проектов советского периода как в строительной части, так и в технологии содержания коров. Микроклимат в таких помещениях обеспечивается устройством естественной вентиляции, в которой вытяжные каналы расположены в коньке крыши, а помещение имеет увеличенную высоту.

Увеличение объема здания уменьшает часовую кратность воздухообмена до 2 ч^{-1} , что увеличивает надежность естественной вентиляции.

Коньковый вытяжной канал огорожен сеткой. В морозные дни сетка покрывается инеем, воздушный поток снижается, чем обеспечивается положительная температура внутри помещения даже при $-25 \dots -30^\circ\text{C}$.

Причинами ухудшения микроклимата в действующих животноводческих помещениях в большинстве случаев являются: низкая теплозащита ограждающих конструкций, неправильная организация воздухообмена, некачественная эксплуатация отопительно-вентиляционного оборудования.

Примером может служить молочная ферма СПК «Черемшан» Кошкинского района Самарской области, где по просьбе председателя Яндукова Е.Г. был проведен анализ состояния микроклимата в коровниках и телятниках и даны рекомендации по его улучшению.

Поголовье крупного рогатого скота в хозяйстве содержится в стандартных помещениях с бетонными стенами. Во время текущих ремонтов зданий в них вносились изменения без должного внимания к микроклимату, что привело к его ухудшению.

В коровниках большинство оконных проемов заделаны кирпичной кладкой. В четырехрядном коровнике шириной 21 м вытяжные шахты размещены в один ряд по средней линии коровника и суммарная площадь их занижена. Приточные каналы для подачи свежего воздуха отсутствуют.

В результате в зимнее время наблюдается неудовлетворительный микроклимат, особенно повышена относительная влажность воздуха. У стен с пониженным тепловым сопротивлением образуется конденсат, что приводит к еще большему снижению теплового сопротивления.

Был проведен расчет вентиляционной системы для конкретных исходных данных и даны следующие рекомендации.

Естественная вентиляция может обеспечить оптимальный микроклимат в отношении содержания в воздухе углекислого газа и паров воды. Для поддержания рекомендуемой температуры (10°C), выделяемой самими животными, теплоты недостаточно и требуется подогревать приточный воздух с помощью, например, электрокалориферов. А это приводит к установке воздуховодов для распределения подогретого воздуха по помещению.

Если же ограничиться естественной вентиляцией, то в морозные дни температура внутри помещения снижается, но остается положительной. Крупный рогатый скот хорошо переносит пониженную температуру и при обеспечении оптимальных параметров по содержанию вредностей и относительной влажности такую естественную вентиляцию можно считать приемлемой.

Для обеспечения естественной вентиляции в четырехрядном коровнике необходима площадь вытяжных шахт $2,85 \text{ м}^2$. При размере шахты $0,6 \times 0,6 \text{ м}$ рекомендуется 8 шахт расположить в два ряда по 4 в каждом. Площадь приточных каналов должна быть равна $2,2 \text{ м}^2$. Их можно разместить в оконных проемах равномерно с каждой продольной стороны, выполнив из досок короб, чтобы свежий воздух заходил в помещение снизу (рис. 1).

Рекомендуется размер $a = 0,25-0,35 \text{ м}$.

Если их разместить по 6 каналов с каждой стороны, то размеры будут следующими: $a = 0,25 \text{ м}$ и $b = 0,73 \text{ м}$.

Рекомендуется вытяжные шахты утеплить с помощью деревянных досок и утеплителя. Высота шахты должна быть не менее $0,8 \text{ м}$ над кровлей.

Аналогичные рекомендации по размерам, количеству и размещению вытяжных и приточных каналов даны для телятников.

Реконструкция системы вентиляции (даже не в полном соответствии с рекомендациями) значительно улучшила микроклимат. Большой недостаток старых животноводческих помещений – малое термическое

сопротивление ограждений. Утепление чердачного перекрытия, стен, окон, дверей, позволит сократить потери тепла и даже в морозные дни поддерживать в помещениях температуру не ниже +3°C, а по остальным показателям – в оптимальных пределах.

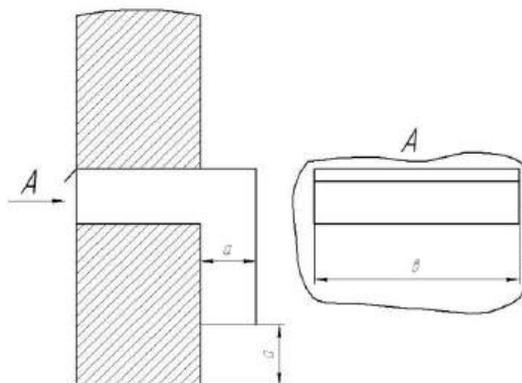


Рис. 1. Схема приточного канала

При анализе проведенного мониторинга действующих коровников и телятников были сделаны следующие выводы:

- многие помещения для содержания крупного рогатого скота старой конструкции не имеют вентиляции, обеспечивающей необходимый микроклимат;
- наиболее оптимальным решением для улучшения микроклимата является естественная вентиляция;
- на примере расчетов для СПК «Черемшан» естественную вентиляцию можно обеспечить установкой вытяжных шахт равномерно по коньку крыши и приточных каналов, расположенных в оконных проемах.

Библиографический список

1. Мурусидзе, Д.Н. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства / Д.Н. Мурусидзе, В.В. Кирсанов, А.И. Чугунов [и др.]. – М.: Колос, 2005. – 296 с.: ил.
2. Фролов, Н.В. Теоретические расчеты производственных процессов в животноводстве. – Самара, 2004. – 184 с.: ил.

УДК 631.862.2.:631.333.92

ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НАВОЗА ПРИ ЕГО УБОРКЕ ИЗ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Киров Юрий Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Транспортная, д.5, кв. 4.

Тел.: 8-927-746-06-75.

Забиров Финсур Губаевич, преподаватель Белебеевского техникума механизации и электрификации сельского хозяйства, соискатель кафедры «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

452002, г. Белебей, ул. Матросова, д. 92.

Тел.: 8-927-23-27-801.

Ключевые слова: уборка навоза, фильтрование, обезвоживание, влажность навоза, приготовление органических удобрений.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований усовершенствованной конструкции транспортера для уборки навоза с одновременным его обезвоживанием до зоотехнических требований. Получены новые эмпирические зависимости влияния конструктивно-режимных параметров предлагаемого устройства на качество получаемого навоза, с целью приготовления ценного органического удобрения.

Одним из самых трудоемких процессов в животноводстве является уборка навоза из производственных помещений и дальнейшая его утилизация. Существующие в настоящее время системы

удаления навоза имеют как преимущества, так и серьезные недостатки в своих технологических и технических решениях. Зоотехнические требования к получаемому после уборки из ферм навозу позволяют, при их строгом соблюдении, не только обезопасить окружающую среду, но и приготовить из них ценное органическое удобрение.

На современных фермах и комплексах по производству животноводческой продукции получают, в основном, три вида навоза: жидкий, полужидкий и твердый. Ни один из данных видов навоза непригоден для дальнейшего использования без предварительной подготовки [1]. Менее затратным для приготовления органических удобрений является твердый навоз (влажностью до 85%). Конструкторами и учеными, работающими в области совершенствования технических средств для уборки навоза из животноводческих помещений, разработан целый комплекс технологического оборудования, позволяющий получать на выходе достаточно высокие качественные показатели. Но, анализируя научно-техническую и патентную литературу, можно выделить один существенный недостаток известных конструкций – высокую влажность навоза, получаемого с ферм и комплексов.

Цель исследования – совершенствование процесса обезвоживания навоза при его уборке из животноводческих помещений. В соответствии с поставленной целью в *задачи исследования* входило:

- 1) выявить основные факторы, влияющие на качество процесса обезвоживания при его уборке из животноводческого помещения;
- 2) теоретически описать рабочий процесс обезвоживания навоза на экспериментальной установке.

Исходя из зоотехнических требований, влажность твердого навоза после его удаления из животноводческого помещения по содержанию крупного рогатого скота должна быть не более 75%. Именно при такой влажности в навозной массе происходят биотермические процессы по его обеззараживанию, и он может быть утилизирован в качестве ценного органического удобрения.

Разработанная в Самарской сельскохозяйственной академии установка для удаления навоза позволяет устранить данный недостаток, и обезвоживать транспортируемую массу твердого навоза высокой влажности (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

Теоретические исследования процесса обезвоживания навоза при его транспортировании позволили выявить основные существенные факторы, влияющие на качество получаемого продукта (рис. 2).

Для теоретического исследования рассмотрим процесс работы одного лотка – фильтрацию и прессование навозной массы при её перемещении.

Первоначально, с момента захвата навоза лотком и до соприкосновения ролика лотка с наклонной прессующей плитой, фильтрация свободной влаги в основном происходит под действием силы тяжести навоза через просверленные отверстия диаметром 3,2 мм на днище наклонного транспортера.

С момента соприкосновения ролика лотка с наклонной прессующей плитой фильтрация начинается под избыточным давлением.

Оптимальная скорость движения лотка должна соответствовать длине путей фильтрации свободной влаги и прессования.

Первая часть фильтрации исходит из закона Дарси. Вторая часть – из закона уплотнения грунтов и закона Дарси [2].



Рис. 2. Основные факторы, влияющие на процесс обезвоживания навоза при его транспортировании

Основная закономерность фильтрования, выражающая соотношение движущей силы и силы сопротивления, записывается в виде закона Дарси

$$v = K \left(\frac{H}{L} \right) = \left(\frac{1}{R} \right), \quad (1)$$

где v – скорость фильтрации; K – коэффициент фильтрации, характеризующий проницаемость, $K = 1/R$; R – сопротивление фильтрации, m^{-1} ; H – разность напоров в начале и конце участка, m ; L – длина участка, m .

При фильтрации под избыточным давлением и при вязкости исходной жидкости, отличающейся от воды, уравнение имеет вид

$$v = \frac{\Delta P}{\mu \cdot R}, \quad (2)$$

где ΔP – разность давлений, Pa ; μ – динамическая вязкость, $Pa \cdot s$

При этом выявлено, что объем фильтрата, получаемый за малый промежуток времени с единицы поверхности фильтра, прямо пропорционален вязкости фильтрата и общему сопротивлению осадка на фильтровальной перегородке.

В дифференциальной форме выражение имеет вид

$$v = \frac{dV_{\phi}}{S \cdot d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}, \quad (3)$$

где V_{ϕ} – объем фильтрата, m^3 ; S – поверхность фильтрования, m^2 ; τ – продолжительность фильтрования, s ; R_{oc} – сопротивление осадка, m^{-1} ; R_{ϕ} – сопротивление фильтровальной перегородки, m^{-1} .

При движении лотка с момента захвата навозной массы и до начала воздействия прессующего усилия, основная масса свободной жидкости отфильтровывается под действием силы тяжести навозной массы.

Оптимальная скорость движения лотка должна соответствовать определенной подаче исходного навоза, так как при большой скорости не обеспечивается полная фильтрация, а при маленькой – неоправданно низкая производительность.

Процесс фильтрации характеризуется постепенным снижением напора, под действием которого происходит накопление твердых частиц навоза на днище наклонного транспортера.

$$v_{л} = \left[\frac{1 + \frac{V_{oc}}{V_{\phi}}}{\frac{V_{oc}}{V_{\phi}}} \right] \times \left[\frac{2 \cdot \rho \cdot g \cdot L}{\mu \cdot r_o \cdot h_o} \right], \quad (4)$$

где $v_{л}$ – скорость движения лотка, m/s ; V_{oc} – объем осадка навоза, m^3 ; V_{ϕ} – объем фильтрата, m^3 ; ρ – плотность навоза, kg/m^3 ; g – ускорение свободного падения, m/s^2 ; L – длина фильтровальной поверхности, m ;

μ – коэффициент динамической вязкости, Па·с; r_0 – удельное сопротивление осадка, м²; h_0 – высота слоя навоза в лотке, м.

Таким образом, из полученного уравнения (4) следует, что скорость движения лотка, как одного из основных факторов, влияющих на производительность, зависит от физико-механических свойств навоза (влажности, плотности, динамической вязкости), длины участка свободного фильтрования, высоты слоя подаваемой массы.

Для проверки выдвинутых теоретических рассуждений были проведены экспериментальные исследования на опытной установке по общепринятой методике и по разработанным частным методикам. В результате полученных опытным путем результатов, были построены графические зависимости, позволяющие определить влияние конструктивно-режимных параметров установки на качество обезвоживания навоза при его удалении из животноводческого помещения.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы, что основными факторами, существенно влияющими на влажность обезвоженного навоза при его уборке из животноводческого помещения, являются скорость движения транспортера, расстояние между рабочими лотками и высота слоя навоза в лотке.

Библиографический список

1. Письменов, В.Н. Уборка, транспортировка и использование навоза // Россельхозиздат. – 1975. – 200 с.
2. Жужиков, В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий // Химия. – М., 1971. – 440 с.

УДК 631.363

ПОВЫШЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНОСТИ СОЕВЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ПУТЕМ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ

Новиков Владимир Васильевич, канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446440, Самарская обл., г. Кинель, пл. Первомайская, 1а.

Тел.: 8-927-202-31-87.

Янзина Елена Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, Самарская обл., пгт. Усть-Кинельский, ул. Садовая д. 5, кв. 3.

Тел.: 8-927-201-90-66.

Успенская Ирина Владимировна, канд. с/х наук, доцент кафедры «Механизация и технология животноводства» ФГОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446440, Самарская обл., г. Кинель, ул. Бобровская, д. 14.

Тел.: 8-903-304-15-01.

Ключевые слова: корм, питательность корма, экструзия, процесс экструдирования, пресс-экструдер, соевые кормовые смеси.

Рассмотрены способы и технологии приготовления кормов из соевых бобов для сельскохозяйственных животных. Приведены результаты экспериментальных исследований по экструзии соевых кормовых смесей.

Одной из важнейших проблем животноводства является низкая эффективность процесса производства животноводческой продукции, обусловленная низким качеством кормов и высокими затратами труда и средств на ее получение.

Недостаток белка и аминокислот при кормлении животных является одной из основных причин их низкой продуктивности.

Известно, что недостаток белка в кормах в среднем по стране достигает 40-80%, особенно он велик в зимний период [1].

Повышение качества кормов и исключение дефицита белка в кормовых рационах животных достигается путем использования в них соевого зерна и продуктов его переработки. Это и является одним из перспективных направлений восполнения белка в кормах.

Однако в натуральной сое и необработанном соевом шроте содержится ряд токсичных веществ (ингибитор трипсина, сапонины, уреазы, липоксидаза и др.), которые не только снижают питательную ценность корма, подавляют рост животных, но и могут вызвать отравление. Например, при избыточном поступлении фермента уреазы в организм животного – может наступить аммиачное отравление [2].

В связи с этим использование зерна сои в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы возможно только после его тепловой обработки. Существует несколько направлений тепловой обработки бобов сои: путем пропаривания или варки.

Процесс варки соевых бобов осуществляется при температуре 100°C и не менее 60 мин. Сроки тепловой обработки с использованием «лапса» при температуре обработки 110-120°C сокращаются до 15-20 мин.

К этому же направлению можно отнести прожаривание в шахтных сушилках и агрегатах типа АВМ при температуре 110-168°C, микронизацию-облучение инфракрасными лампами при температуре 180-220°C.

Наиболее перспективным в термической обработке сои является процесс экструзии при давлении 5 МПа и температуре 120-150°C.

Цель исследований – повышение качества соевых кормовых смесей для сельскохозяйственных животных и птицы методом экструдирования, в связи с чем, была поставлена задача – экспериментально выявить влияние процесса экструзии соевых кормовых смесей на их питательную ценность.

Процесс экструзии осуществляется на шнековых пресс-экструдерах, где переработка сои производится без предварительного пропаривания и прожаривания.

Технология процесса экструзии осуществляется с отжимом и без отжима масла. В результате чего получают очень ценные белковые корма в виде жмыха и шрота. Полученный корм по количеству незаменимых аминокислот и биологической ценности превосходит подсолнечниковый жмых и шрот, но несколько уступает мясокостной муке и кормовым дрожжам.

В процессе экструзии под действием высокой температуры, давления и сдвиговых усилий происходит измельчение сырья, расщепление белковых структур, уничтожение микроорганизмов и токсинов, частичное обезвоживание, что обеспечивает более полную усвояемость белка, повышает перевариваемость и энергетическую ценность продукта.

Таким образом, экструдат сои как белково-кормовая культура имеет широкую перспективу применения в кормлении животных и птицы. Поэтому исследования экструзионной обработки сои актуальны и имеют народно-хозяйственное значение.

На кафедре «Механизация и технология животноводства» Самарской государственной сельскохозяйственной академии были проверены исследования по экструдированию на пресс-экструдере КМЗ-2У исходной смеси фуражного зерна сои и шелухи гречихи. Следует отметить, что шелуху гречихи после шелушения зерна чаще всего сжигают и не используют на корм животных. В проведенных исследованиях она использовалась в качестве объемного наполнителя и, как показали эксперименты, для увеличения сырой клетчатки в кормах.

Исследованиям были подвергнуты две смеси:

- 1) смесь, состоящая из 50% сои и 50% шелухи гречихи;
- 2) смесь, состоящая из 25% сои и 75% шелухи гречихи.

Качественные показатели исходных смесей приведены в таблице 1.

Экструдирование смесей проводилось при температуре 115-117°C и давлении 6,5 МПа. Качественные показатели смесей после их обработки на пресс-экструдере приведены в таблице 2.

Анализ результатов экспериментов показал, что содержание сахаров при экструзии смеси в первом опыте повышается на 1,7%, во втором – на 1,6%. Сырого протеина соответственно на 2,5 и 0,5%. Незначительное увеличение содержания сахаров в экструдате обусловлено, по всей видимости, низкой температурой переработки. Питательность экструдированных смесей составила 1,35 и 1,32 ЭКЕ, что превышает питательность ячменя и пшеницы.

Таблица 1

Качественные показатели исходных смесей

Наименование показателя	Единицы измерения	Результаты испытаний	
		смесь №1	смесь №2
Массовая доля сырого протеина	%	20,43	16,87
Массовая доля сырой клетчатки	%	10,97	14,44
Массовая доля сырого жира	%	12,29	10,47
Массовая доля сухого вещества	%	96,50	94,83
Массовая доля сырой золы	%	4,60	4,58
Сахар	%	1,23	1,16
Крахмал	%	–	–
ЭКЕ	ед.	1,34	1,26

Качественные показатели экструдированных смесей

Наименование показателя	Единицы измерения	Результаты испытаний	
		смесь №1	смесь №2
Массовая доля сырого протеина	%	20,95	16,96
Массовая доля сырой клетчатки	%	11,03	14,60
Массовая доля сырого жира	%	12,32	10,67
Массовая доля сухого вещества	%	98,12	98,90
Массовая доля сырой золы	%	4,65	4,59
Сахар	%	1,25	1,18
Крахмал	%	–	–
ЭКЕ	ед.	1,35	1,32

Затраты электроэнергии на приготовление одной тонны смеси в первом опыте составляют 65,5 кВт при производительности 650 кг/ч, во втором – 66,6 кВт при производительности 540 кг/ч. Учитывая существующую в настоящее время стоимость электроэнергии расход денежных средств на нее при производстве одной тонны корма составит не более 400 руб.

Экспериментальными исследованиями установлено, что экструдирование соевых кормовых смесей повышает их кормовую ценность, а с учетом небольших затрат денежных средств делает этот процесс экономически выгодным и целесообразным.

Изучение процесса экструдирования сои в составе различных смесей требует дальнейшего исследования и является весьма важной практической задачей, решение которой позволит значительно повысить белково-кормовую ценность корма.

Библиографический список

1. Новиков, В.В. Исследование рабочего процесса и обоснование параметров пресс-экструдера для приготовления карбомидного концентрата: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Новиков Владимир Васильевич. – Саратов: СИМСХ, 1981. – 157 с.
2. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова [и др.]. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 202 с.



ПАМЯТИ УЧЕНОГО И РУКОВОДИТЕЛЯ А. В. КЛИМАНОВА

*... Чего я добился в своей жизни,
всем обязан своим коллегам,
друзьям и товарищам.
Мне всегда везло на хороших людей.*
А. В. Климанов

В юбилейный год для Самарской государственной академии, а именно 90-летие академии и 60-летие инженерного факультета, на страницах нашего журнала вспоминаем одного из выдающихся личностей в истории инженерного факультета и академии Заслуженного инженера сельского хозяйства, Почетного работника высшего образования России, профессора, кандидата технических наук Александра Владимировича Климанова (1936-2004 гг.).

А.В. Климанов прошёл долгий путь из глубокого провинциального села до должности руководителя самого сложного и многочисленного факультета в СГСХА. За 42 года трудового стажа Александру Владимировичу довелось работать в различных регионах России: Уссурийск Приморского края, Самарская (Куйбышевская) область, что сформировало его как талантливого ученого, организатора, педагога, гражданина и патриота своей родины, отдавшего ей весь свой дар и знания.

Много сил было отдано А.В. Климановым научно-педагогической деятельности (39 лет). Под его руководством 14 аспирантов успешно защитили кандидатские диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Научная деятельность А.В. Климанова протекала по двум взаимосвязанным направлениям. В период работы с 1965 по 1976 гг. в Приморском сельскохозяйственном институте г. Уссурийска, под его руководством для зоны Дальнего Востока создана «научная школа» по проходимости сельскохозяйственных машин в условиях повышенной влажности почв. А с 1976 г., являясь доцентом кафедры «Тракторы и автомобили» Самарского СХИ, центральным направлением его научной деятельности по проблемам агроинженерии стала тема: «Разработка и внедрение технических средств и технологических приёмов, снижающих уплотнение почвы движителями мобильных машин и рабочими органами сельскохозяйственной техники». С 1981 г. тема была включена в государственную комплексную программу России, направление «Плодородие почв России, НТП-0.51.12; задание 03.13.4 «Разработать и внедрить усовершенствованные технологические процессы, новые и усовершенствованные движители, обеспечивающие допустимое воздействие на почву». По данному направлению исследования А.В. Климанов являлся членом Координационного Совета.

По результатам научно-исследовательской и учебно-методической работы было подготовлено и издано 144 научных трудов, получено 3 авторских свидетельства и 2 патента на изобретение.

Научная деятельность А.В. Климанова внесла большой вклад в развитие и модернизацию сельскохозяйственного производства. Так технические решения и приёмы по уменьшению вредного воздействия ходовых систем тракторов на почву, предложенные профессором А.В. Климановым внедрены в хозяйствах Кинельского, Красноармейского, Сергиевского и Похвистневского районов Самарской области, что позволило значительно снизить потери зерновых культур.

Климанов А.В. был неутомимым организатором научных и педагогических идей. По его инициативе факультет получил название «инженерный». Он первый в академии начал внедрять современные информационные технологии в учебный процесс, создавая компьютерные классы. Конструктивно занимался проблемами обновления и обеспечения научной литературой и оборудованием учебных аудиторий. Много сил он отдавал учебному процессу, популяризации инженерных знаний. Активно поддерживал студенческие инициативы учебного и культурно-развлекательного направления. Студенты всегда чувствовали содействие и понимание со стороны декана и неоднократно добивались победы для любимого факультета.

Трудовая деятельность А.В. Климанова была оценена правительственными наградами. Медали: «За освоение целинных и залежных земель», «За рудовую доблесть», «Ветеран труда». Нагрудные знаки: «За активную работу в НТО», «За успехи в НИРС», «Победитель соцсоревнований».

Как дань уважения к научным достижениям и личности А.В. Климанова, ученым советом инженерного факультета было принято решение – назвать главную аудиторию инженерного факультета его именем. Так же ежегодно проводится турнир по волейболу среди студентов, посвященный памяти А. В. Климанова.

До последних дней жизни он оставался приветливым, внимательным, отзывчивым человеком. Наследие А.В. Климанова, его образ ученого и замечательного человека вдохновляет коллектив инженерного факультета на дальнейшее развитие науки, образования, воспитание молодежи.

Содержание

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

<i>Милюткин В.А., Канаев М.А.</i> Способ построения карт неоднородности гумусового горизонта.....	3
<i>Савельев Ю.А.</i> Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров щелереза-рыхлителя.....	6
<i>Гниломёдов В.Г.</i> Результаты энергетической оценки сошников почвообрабатывающе-посевных комплексов.....	10
<i>Милюткин В.А., Канаев М.А.</i> Новый способ дифференцированного внесения удобрений при посеве сельскохозяйственных культур	16
<i>Петров А.М., Зелёва Н.В.</i> Повышение качества посева мелкосеменных культур в селекционном производстве.....	19
<i>Крючин Н.П.</i> Разработка комбинированного сошника для мелкосемянных кормовых культур.....	21
<i>Котов Д.Н.</i> Поэтапный анализ технологического процесса высевы семян.....	23
<i>Васильев С.А., Васильев А.А.</i> Оценка качества высевы ленточно-дисковым высевальным аппаратом	26
<i>Крючин Н.П., Морев Е.А.</i> Пневматическая селекционная сеялка с центральным роторно-лопастным дозатором для мелкосеменных культур.....	30
<i>Савельев Ю.А., Добрынин Ю.М.</i> Конструктивно-технологическое обоснование повообрабатывающих ножевых дисков.....	32
<i>Крючин Н.П., Васильев С.И., Крючин А.Н.</i> Совершенствование процесса дозирования трудносыпучих семян путем применения электрического поля.....	36
<i>Парфенов О.М., Гончаров С.М.</i> Обоснование геометрических параметров рыхлительного долота....	40
<i>Крючин Н.П., Крючин П.В.</i> Разработка высевального аппарата для высевы семян с различными физико-механическими свойствами.....	42
<i>Федосеев В.М. (ГОУ СПО Кинель-Черкасский СХТ), Русинов А.В. (ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ)</i> Влияние количественного и видового состава сорной растительности на работу культиваторов.....	45
<i>Таланов Н.Н.</i> Перспективы использования дождевальных машин в Самарской области.....	47
<i>Савельев Ю.А., Фатхутдинов М.Р.</i> Методика и результаты профилирования поверхности обрабатываемого пласта почвы над ножом-рыхлителем.....	51
<i>Кирова О.В.</i> Анализ способов посева семян льна и устройств для их реализации	53

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

<i>Володько О.С., Ленивцев Г.А., Ефимов В.В.</i> Пути повышения ресурса агрегатов тракторных трансмиссий.....	57
<i>Приказчиков М.С.</i> Результаты лабораторных исследований на трение и изнашивание образцов фрикционных дисков гидроподжимных муфт.....	60
<i>Янзин В.М., Кузнецов С.А.</i> Техничко-экономическая эффективность диагностирования машин.....	64
<i>Болдашев Г.И., Быченин А.П.</i> Механизм изнашивания прецизионных пар дизельной топливopодающей аппаратуры, подверженных динамическим нагрузкам.....	66
<i>Черкашин Н.А.</i> Сравнительная характеристика методов чистовой окончательной обработки деталей машин.....	70
<i>Габдрафиков Ф.З. (ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ), Абраров М.А. (ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ)</i> Насос-форсунка дизелей с гидроприводом и электронным управлением топливopодачи.....	73
<i>Бажутов Д.Н., Володько О.С.</i> Обоснование рационального состава смазочной композиции на основе рапсового масла для тракторных гидросистем.....	78
<i>Мясников Б.Н., Пеньковский С.А.</i> Результаты стендовых испытаний двигателя Д-144 на масле с геомодификаторами трения (ГМТ).....	81
<i>Жильцов С.Н., Галенко И.Ю.</i> Оценка возможности поддержания и восстановления качества сельскохозяйственной техники.....	83

МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ АПК

<i>Фролов Н.В., Бухвалов Г.С.</i> Реконструкция вентиляции в животноводческих помещениях.....	87
<i>Киров Ю.А. (ФГОУ ВПО Самарская ГСХА), Забиров Ф.Г. (Белебеевский техникум механизации и электрификации сельского хозяйства).</i> Обоснование рабочего процесса обезвоживания навоза при его уборке из животноводческих помещений.....	89
<i>Новиков В.В., Янзина Е.В., Успенская И.В.</i> Повышение питательности соевых кормовых смесей путем экструдирования.....	92
<i>Памяти ученого и руководителя А.В. Климанова</i>	95

Contents

MODERN TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF PLANT GROWING

<i>Milyutkin V.A., Kanaev M.A.</i> The Method of Soil Heterogeneity Map Making.....	3
<i>Savelev Ju.A.</i> Theoretical Determination of Constructive-technological Parameters of Slot Cutter-Processing.....	6
<i>Gnilomedov V.G.</i> Results of the Plowshare Sowing Complex Energy Estimation.....	10
<i>Milyutkin V.A., Kanaev M.A.</i> The New Method of Applying Fertilizers in Sowing.....	16
<i>Petrov A.M., Zeleva N.V.</i> Fine Grains Crops Quality Improvement in Selection Manufacture.....	19
<i>Kryuchin N.P.</i> Combined Plowshare for Fine Grain Forage Crops Design.....	21
<i>Kotov D.N.</i> The Stage-by-Stage Analysis of Seeds Sowing Technological Process.....	23
<i>Vasilev S.A., Vasilev A.A.</i> Estimation of Sowing by the Tape-Disk Seeding Device Quality.....	26
<i>Krjuchin N.P., Morev E.A.</i> Pneumatic Selective Seeder with the Central Rotary Vane Dozers for Fine Grain Crops.....	30
<i>Savelyev U.A., Dobrynin U.M.</i> The Constructive-Technological Substantiation of Soil-Cultivating Cut Disks..	32
<i>Kryuchin N.P., Vasiljev S.I., Kryuchin A.N.</i> Perfection of Process of Hard Seeding Crops Dispensing by Application of Electric Field.....	36
<i>Parfyonov O.M., Goncharov S.M.</i> Loosening Chisel Geometric parameters Underpinning.....	40
<i>Krjuchin N.P., Krjuchin P.V.</i> Disign of the Sowing Device for Seeding Seeds with Various Physicomechanical Properties.....	42
<i>Fedoseyev V.M. (SEE SVE «Kinel-Cherkasskiy Agricultural Technical College»), Rusinov A.V. (SSAU)</i> Influence of Quantitative and Specific Structure of Weed Vegetation for Cultivators Process.....	45
<i>Talanov N.N.</i> Prospects of Irrigation Machines Use in Samara Region.....	47
<i>Savelyev U.A., Fathutdinov M.R.</i> Methods and Results of Soil Processed Layer Surface by Cut-Loosening Grading.....	51
<i>Kirova O.V.</i> Analysis of Devices for Flax Broadcast Sowing.....	53

EFFICIENCY AND OPERATIONAL RELIABILITY OF FARM MACHINERY

<i>Volodko O.S., Lenitsev G.A., Efimov V.V.</i> The Ways of Tractor Transmission units Life ilcreasing.....	57
<i>Prikazchikov M.S.</i> Results of Laboratory Researches on the Friction and Wear Process of Friction Clutches Disks Samples.....	60
<i>Yanzin V.M., Kuznetsov S.A.</i> Technical-Economic Efficiency of Machines Diagnostics.....	64
<i>Boldashev G.I., Bychenin A.P.</i> The Wear Process of Fuel Equipment Precision Pairs.....	66
<i>Tcherkashin N.A.</i> Spare Parts Purefinal Treatment Methods Comparative Features.....	70
<i>Gabdrafikov F.Z. (BSAU), Abrarov M.A. (BSAU)</i> The Diesels Unit Injector with Hydraulic Drive and Electronic Control of the Fuel Feed.....	73
<i>Bazhutov D.N., Volodko O.S.</i> Substantiation of the Rational Lubricating Composition on Rape Oil Base for Tractor Hydraulic Systems.....	78
<i>Myasnikov B.N., Penkovsky S.A.</i> Results of D-144 Engine Bench Tests with Friction Geomodifiers Oil.....	81
<i>Zhiltsov S.N., Galenko I.Y.</i> Estimation of Farm Machinery Quality Maintenance and Reconstruction Possibility.....	83

MACHINES IN SPECIALIZED TECHNOLOGIES OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

<i>Frolov N.V., Bukhvalov G.S.</i> Reconstruction of Ventilation in Cattle Farms.....	87
<i>Kirov J.A. (SSAA), Zabiroy F.H. (Belebey farm mechanization and electrification technical college)</i> Manure Dehydrating Process Substantiation for its Cleaning from Cattle-breeding Sheds.....	89
<i>Novikov V.V., Janzina E.V., Uspensky I.V.</i> Soya Stern Mixtures Forage Nutritiousness Increasing by way of Extrusion.....	92
The supervisor and scientist A. V. Klimanov memory life for ever.....	95

Key words, abstracts

Milyutkin V.A., Kanaev M.A. The Method of Soil Heterogeneity Map Making.

Precision agriculture, soil hardness, fertility, field, heterogeneity maps.

The method of soil hardness indicators allocation heterogeneity map making has been suggested.

Savelev Ju.A. Theoretical Determination of Constructive-technological Parameters of Slot Cuter-Processing.

Soil compaction, slot cuter-processing, energy principle, energy, depth of the loosening, quality of the processing, worker length.

The constructive-technological parameters of slot cuter-processing is theoretically determined.

Gnilomedov V.G. Results of the Plowshare Sowing Complex Energy Estimation.

Ground, surface processing before sowing, seeder-cultivator, ploughshares, cultivator attachment, tractive resistance, specific energy expenses.

Data and the analysis of ploughshares sowing complexes and seeders energy estimation are cited – the cultivators differing in design data and representing three basic types of cultivator, plainly to cut and combined attachments intended for superficial preseeding processing of soil with simultaneous seeding of seeds.

Milyutkin V.A., Kanaev M.A. The New Method of Applying Fertilizers in Sowing.

Precision agriculture, soil hardness, fertilizers, fertility, field, sowing.

A new method of applying fertilizers in crops sowing is shown.

Petrov A.M., Zeleva N.V. Fine Grains Crops Quality Improvement in Selection Manufacture.

Sowing device, seeder, sowing, distribution of seeds, field experiments.

The scheme of disco-tape sowing device which will allow to raise the quality of fine grain crops in selection manufacture is presented and described.

Kryuchin N.P. Combined Plowshare for Fine Grain Forage Crops Design.

Forage crops, combined plowshare, wedge-divider of soil, pipeline for seeds, depth of landing, seeds, uniformity.

Combined plowshare is offered which allows to sow fine grain forage crops in more damp soil with observance of high uniformity of landing seeds on the set depth.

Kotov D.N. The Stage-by-Stage Analysis of Seeds Sowing Technological Process.

Sowing, technological process, sowing system, multidimensional determined model.

The stage-by-stage analysis of technological process of crops seeds sowing by sowing system, on the basis of the multidimensional determined model constructed by the principle « input – exit» is carried out.

Vasilev S.A., Vasilev A.A. Estimation of Sowing by the Tape-Disk Seeding Device Quality.

The seeding device, initial stream, fine grain crops, experimental seeder, specific giving.

The description of design and technological process of tape-disk seeding device process is presented for fine grain crops and the quality indicators of its process providing the set limits of standard variation of seeds sowing are defined.

Krjuchin N.P., Morev E.A. Pneumatic Selective Seeder with the Central Rotary Vane Dozers for Fine Grain Crops .

Seeder, sowing device, sowing system, standard of seeding.

The scheme of pneumatic drill with central rotary-vane type dozers and its technological process are described

Savelyev U.A., Dobrynin U.M. The Constructive-Technological Substantiation of Soil-Cultivating Cut Disks.

Soil, mulch processing, crushing, laboratory installation, working body.

The constructive-technological parameters of combined soil-cultivating tool cut disks battery substantiation is given. Experimental dependence of soil crushing quality from the cut disk quantity, corner of disks attack and distance between disks in the battery is resulted.

Kryuchin N.P., Vasiljev S.I., Kryuchin A.N. Process of Hard Seeding Crops Perfection Dispensing by Application of Electric Field

Seeds, portioning device, sowing device, electric field, electrostimulation, internal friction.

The way and the device for dispensing of hard seeding crops is described. It is offered to use electric field to level density of seed lots and to raise uniformity of seeds stream.

Parfyonov O.M., Goncharov S.M. Loosenning Chisel Geometric parameters Underpinning.

Soil cultivation, work body, chisel, draft resistance, loosenning.

The interaction process between work body and soil is determined. Forces, appearing when the system deflected from balance position and influencing for symmetrical cultivating parts are described. The parameters of denuating chisel are underpinned.

Krjuchin N.P., Krjuchin P.V. Disign of the Sowing Device for Seeding Seeds with Various Physicomechanical Properties.

Seeder, sowing device, standard of seeding, uniformity.

Design of sowing devices are considered, the scheme of shtift – brush device is resulted and its technological process is described.

Fedoseyev V.M., Rusinov A.V. Influence of Quantitative and Specific Structure of Weed Vegetation for Cultivators Process.

Weed vegetation, cultivator, soil processing.

The analysis fallow fields pollution by weeds are presented. The basic methods and machines for weed struggle are considered. Experimental data about cultivator process for soil continuous processing and a cultivator-harrow are presented.

Talanov N.N. Prospects of Irrigation Machines Use in Samara Region.

Nozzle, irrigation machine, quality of rain.

The issue of irrigation machine DKSH-64 use effectively increasing by replacement of irrigation machines with irrigation nozzles is considered. The nozzles design and their installation points for irrigation machines is described.

Savelyev U.A., Fathutdinov M.R. Methods and Results of Soil Processed Layer Surface by Cut-Loosening Grading.

Methods, grading, cut-loosening, path of the motion, depth of the loosening, track removing device, soil layer.

Grading of soil processed layer surface by cut-loosening method is designed. The experiments results are shown and analysed.

Kirova O.V. Analysis of Devices for Flax Broadcast Sowing.

Flax production, soil preparation, seeding rate, planting depth, broadcast sowing, seeders for flax crop, feeding area, share, allocation of seeds, the dispenser.

Devices for flax broadcast sowing classification, and also the distribution process of seeds in undersoil space analysis is presented.

Volodko O.S., Lenivtsev G.A., Efimov V.V. The Ways of Tractor Transmission Units Life ilcreasing.

Tractor, transmission, gear box, transmission life, friction, lubricant composition.

The way of tractors gear box life increasing by friction steam's tribologycal parameters improving is considered.

Prikazchikov M.S. Results of Laboratory Researches on the Friction and Wear Process of Friction Clutches Disks Samples.

Friction mode, wear process, friction clutch, surface, hardness, friction moment, temperature, contact, lubricant environment, frictional disks.

The results of laboratory researches on friction and wear process of frictional disks samples with application of the modified surfaces and mixed oil for the purpose of increasing "Kirovets" transmission resource are considered. The rational combination of hardness and details modes of friction is proved.

Yanzin V.M., Kuznetsov S.A. Technical-Economic Efficiency of Machines Diagnostics.

Machine, technical maintenance, diagnostics, machine idle time, economic effect.

The methods of diagnostics machines economic efficiency calculation is performed. It is shown that using of the nodes and unit technical diagnostics technology gives the significant economic effect to account the

reduction of the losses from machines idle time in off-hour condition.

Boldashev G.I., Bychenin A.P. The Wear Process of Fuel Equipment Precision Pairs.

Diesel injection system, precision pair, dynamic loading, wear process, disposition, crack, surface-active substances, organic.

The diesel injection system precision pairs wear process mechanism to dynamic loadings is considered. The ways of wear process decrease by deterioration at the expense of mixed fuel application are planned.

Tcherkashin N.A. Spare Parts Purefinal Treatment Methods Comparative Features.

Surface roughness, plastic deformation, processing by pressure, durability, hardness, elasticity.

The advantages and lacks of spare parts definitive fair processing methods are considered. Results of researches of comparative operations are resulted.

Gabdrafikov F.Z., Abrarov M.A. The Diesels Unit Injector with Hydraulic Drive and Electronic Control of the Fuel Feed.

Unit injector, hydraulic plunger drive, ring valve, mathematical model.

The modernized construction of unit injector with hydraulic plunger drive and electronic control is proposed, that makes it possible to increase the system operating speed, and mathematical description of the fuel feed process is also given.

Bazhutov D.N., Volodko O.S. Substantiation of the Rational Lubricating Composition on Rape Oil Base for Tractor Hydraulic Systems.

Rape oil, additives, lubricating composition, tribological characteristic, rational composition, hydraulic liquid.

Results of the comparative researches of hydraulic and rape oils tribological characteristic are brought in article. The structure of lubricant composition on rape oils basis for the tractor hydrosystems, having high tribological characteristics is experimentally proved.

Myasnikov B.N., Penkovsky S.A. Results of D-144 Engine Bench Tests with Friction Geomodifiers Oil.

Engine, efficiency, engine oil, mode, resource, protective layer, tests, training.

Results of internal combustion engine D-144 bench tests with use as the additive to the lubricant environment the friction geomodifier are resulted. For the formation of protective layer on friction surface the training quality will improve and the durability of the tractor engine in operation will increase.

Zhiltsov S.N., Galenko I.Y. Estimation of Farm Machinery Quality Maintenance and Reconstruction Possibility.

System, quality, maintenance quality, reconstruction quality, documentation, complex estimation.

The methods and results of farm machinery quality maintenance and reconstruction possibility estimation dataware for agroindustrial complex are presented.

Frolov N.V., Bukhvalov G.S. Reconstruction of Ventilation in Cattle Farms.

Farm, microclimate, ventilation, productivity.

Microclimate improving possibilities in old cowsheds are described in the article.

Kirov J.A., Zabiroy F.H. Manure Dehydrating Process Substantiation for its Cleaning from Cattle-breeding Sheds.

Manure cleaning, filtering, dehydrating process, manure humidity, organic fertilizers preparation.

Conveyor for manure cleaning with simultaneous farm requirements dehydrating theoretical and experimental researches results are given. Upgrade data-regime design device influence empirical dependences on received manure quality with the purpose of valuable organic fertilizer preparation are received.

Novikov V.V., Janzina E.V., Uspensky I.V. Soya Stern Mixtures Forage Nutritiousness Increasing by way of Extrusion.

Forage, forage nutritiousness, extrusion, extrusion process, press-extruder, soya stern mixture.

Ways and technologies of soybeans forage preparation for farm animals are analyzed. The results of the experimental studies on soya stern mixtures extrusion are brought.

Информация для авторов

Самарская государственная сельскохозяйственная академия предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», который включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, по следующим рубрикам:

I полугодие

Выпуск 1

Ветеринарная медицина;
Биотехнология и экология животных.

Выпуск 2

Экономика, организация, статистика и
экономический анализ;
Менеджмент и маркетинг, бухгалтер и
финансы, экономическая теория;
Педагогика и психология.

II полугодие

Выпуск 3

Эффективность и эксплуатационная надежность
сельскохозяйственной техники;
Современные технологии и средства механизации в
растениеводстве;
Машиноиспользование в специализированных
технологиях АПК.

Выпуск 4

Агрономия и защита растений;
Технология переработки сельскохозяйственной
продукции, товароведение, экспертиза и таможенное
дело.

Индекс по каталогу «Почта России» – 72654.

Периодичность выхода – 4 раза в год.

Адрес редакции: 446442, Самарская обл., п. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2, тел.: (84663) 46-2-47, E-mail: ssaariz@mail.ru

Требования к оформлению статей

Статьи представляются в редакционно-издательский центр на русском языке (1 экз. и их электронные варианты на CD RW, архиваторы не применять). Бумажный и электронный вариант должны полностью соответствовать друг другу.

Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими установками: поля страницы сверху – 2 см, слева – 3 см, рамка текста 16 x 25 см. Стилль обычный. Шрифт – Times New Roman Cyr. Размер – 13, межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 см). Слева без абзаца УДК или ББК, пропущенная строка – название статьи (жирным 14 размер), пропущенная строка – ФИО, место работы, ученая степень, ученое звание, должность, контактные телефоны с указанием кода, почтового и электронного адресов, затем пропущенная строка – ключевые слова, пропущенная строка – аннотация на статью средний объем 500 печ. знаков (не более 6 строк), 12 размер, интервал одинарный, пропущенная строка и ФИО, название статьи, ключевые слова и аннотация на **английском языке**, затем текст статьи (размер шрифта – 13). Текст публикуемого материала должен быть изложен лаконичным, ясным языком. ***В начале статьи следует кратко сформулировать проблематику исследования (актуальность), затем изложить цель исследования, задачи данной работы, в конце статьи – полученные научные результаты с указанием их прикладного характера.***

В тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

Объем рукописи не должен превышать 10 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки (не более трех). Заголовок статьи не должен содержать более 70 знаков.

Библиографический список оформлять по ГОСТ 7.1–2003 (не более семи источников), по тексту статьи должны быть ссылки на используемую литературу.

В конце статьи в обязательном порядке указывается рубрика, в которую вы хотите поместить свою статью. Статья подписывается автором и научным руководителем (для аспирантов),

прикладывается рецензия специалиста по данной тематике (доктора наук или профессора) и ксерокопия абонемента на полугодовую подписку журнала в соответствии с количеством заявленных авторов. Представляется лично в РИЦ в установленные сроки.

За содержание статьи (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) ответственность несет автор (авторы). Материалы, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются.

Плата с аспирантов за публикацию рукописи не взимается.

Поступившие в редакцию материалы проходят экспертную оценку. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Принятые к публикации или отклоненные редакцией рукописи и дисковые носители авторам не возвращаются.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 636.2.082.84

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ИХ ПОТОМСТВА

Симонов Геннадий Александрович, д-р с.-х. наук, начальник производственного отдела управления сельского хозяйства ОАО «Газпром».

446442, Самарская обл., п. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8 (84663) 46-2-46.

Ключевые слова: ремонтный молодняк, репродукция, лактация, сухостой, коэффициент интенсивности роста, живая масса, среднесуточный прирост.

Приводятся данные о росте и развитии телок, полученных от матерей, имеющих различную продуктивность и продолжительность периодов сухостоя и срока плодотворного осеменения. Доказано, что уровень продуктивности, продолжительность сухостоя, лактации влияют на продуктивные и репродуктивные качества телок.

Simonov H.A. The Heifers Reproductive and Productive Qualities, Received from Cows in Intensive Technology Conditions.

Milk yield, reproduction, dead wood, sexual hunting, fertility, pregnancy, secundines, insemination index.

The heifers dairy efficiency and milk quality reproductive ability gradients depending on their origin are resulted. Dams dairy efficiency level influence degree on their daughters productive and reproductive qualities is certain.

Молочное животноводство на протяжении ряда лет остается одним из приоритетов аграрной политики Правительства Самарской области. Особенно пристальное внимание уделяется развитию животноводства с принятием «Национального проекта развития животноводства Российской Федерации» и с принятием целевой комплексной программы развития АПК Самарской области до 2013 гг. Особое место в программе отведено вопросам создания в области племенной базы по выращиванию высокопродуктивного ремонтного молодняка.

Цель исследования – повышение качества ремонтного молодняка крупного рогатого скота, в связи с чем, была поставлена *задача*: изучить влияние продолжительности сервис-периода, лактации, межотельного периода на рост и развитие телок.

(Продолжение статьи)

Библиографический список

1. Воробьев, А.В. Сроки хозяйственного использования молочного скота черно-пестрой и голштинской пород в Поволжье / А.В. Воробьев, А.В. Игонькин // Вестник РАСХН. – 1994. – №4. – С. 55-56.

Убедительно просим проверять текст на наличие орфографических и синтаксических ошибок, а электронные носители на наличие вирусов.