

Министерство сельского хозяйства
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**КОНСТРУИРОВАНИЕ,
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ
МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

Брянск 2016

УДК 631.145.372.621.3
ББК 40.72
К 64

ISBN 978-5-88517-169-4

КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ. Сборник научных работ. – Брянск.: Издательство Брянский ГАУ, 2016. – 267 с.

Сборник содержит результаты научно-прикладных исследований ученых Брянского ГАУ, ВУЗов Российской Федерации и республики Беларусь. Опубликованные статьи являются итогом 29 межвузовской научно-технической конференции с международным участием. В представленных работах рассматриваются вопросы: создания и рационального использования сх. техники; разработки технологий восстановления деталей, повышающих её долговечность; безопасности технических систем; использования компьютерных технологий и теоретических изысканий при проектировании технических систем сельскохозяйственной и сопутствующих отраслей.

Редакционный совет:

Главный редактор - Михальченков А.М.-д.т.н. профессор, Брянский ГАУ;
зам.главного редактора - к.т.н. Тюрева А.А. Брянский ГАУ;

члены:

Ерохин М.Н.- д.т.н., профессор, академик РАН;

Лялякин В.П. - д.т.н профессор ГОСНИТИ ;

Купреенко А.И.- д.т.н. Брянский ГАУ;

Ториков В.Е.-д.с.н. профессор Брянский ГАУ;

Козарез И.В. - к.т.н. Брянский ГАУ ;

Кузьмин В.Н. - д.э.н., заведующий отделом Информагротех

Ответственный редактор - Ермакова Т.А., Брянский ГАУ;

ISBN 978-5-88517-169-4

©Коллектив авторов, 2016

©Брянский ГАУ, 2016

THE MINISTRY OF AGRICULTURE
THE RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION BUDGET
**"BRYANSK STATE
AGRARIAN UNIVERSITY"**

**DESIGNING,
USE AND RELIABILITY
AGRICULTURAL MACHINES
DESTINATION**

COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

Bryansk 2016

UDK 631.145.372.621.3
BBK 71.53
K 64

ISBN 978-5-88517-169-4

DESIGN , USE AND AGRICULTURAL MACHINERY SAFETY . COL-
LECTION OF SCIENTIFIC PAPERS . - BRYANSK : BRYANSK STATE
UNIVERSITY OF AGRICULTURE PUBLISHER , 2016. - 267 P..

The collection contains the results of scientific and applied research scientists Bryansk State University of Agriculture, the Russian Federation and the Republic of Belarus universities. Published articles are the result of the 28 Inter-University Scientific Conference with international participation. In this study, the questions: establishment and management of ex. technology; develop recovery technology components that enhance its durability; safety of technical systems; use of computer technologies and theoretical research in the design of technical systems of agricultural and related industries.

Editorial Board:

Editor in Chief - Mikhilchenkov A.M.-d.t.s. Professor, Bryansk GAU;

Deputy Chief Editor - c.t.s., Tyureva A.A., Bryansk GAU.

Members:

Erokhin M.N.- d.t.s., Professor, academician of the Russian Academy of Sciences;

Lyalyakin V.P. - d.t.s., Professor, GOSNITI;

Kupreenko A.I.- d.t.s., Bryansk GAU;

Torikov V.E.-d.a.s., Professor, Bryansk GAU;

Kozarez I.V. - c.t.s., Bryansk GAU;

Kuzmin V.N. – d.e.s., head of Department Informagroteh;

Editor - Ermakova T.A., Bryansk GAU;

ISBN 978-5-88517-169-4

© Team of authors, 2016

©Bryansk State Agricultural University, 2016

КОНСТРУИРОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

УДК 631.365.23.662

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ, ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗ- РАБОТКЕ МЕТОДА РАСЧЕТА СИЛ ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ДИСКО-ЗУБОВЫЕ РАБОЧИЕ ОРГАНЫ

*инженер Самсонов В.Л., д. т. н., профессор Петровец В.Р.,
к. т. н. Курзенков С.В.*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

JUSTIFICATION ROTATIONAL WORKING ORGAN PARAMETERS, THE BASIC PREREQUISITES FOR THE DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING THE FORCES ACTING ON THE DISCO-TOOTHED WORKING BODIES

engineer Samsonov V.L.,

Doctor of Engineering Sciences, Professor Petrovec V.R.,

Candidate of Engineering Sciences, Kurzenkov S.V.

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В настоящей статье авторами раскрыт теоретический анализ ротационных рабочих органов для проведения междурядной обработки картофеля культиватором-гребнеобразователем-окунчиком. Приведены расчеты реакции почвы на рабочий орган.

Annotation. In this article the authors disclosed a theoretical analysis of the rotary working bodies to carry out inter-row cultivation of potato cultivators grebneobrazovatelem-hiller. Calculations of soil reaction to the working body.

Ключевые слова: почвообрабатывающие машины, ротационные рабочие органы, культиватор-гребнеобразователь-окунчик, диско-зубовый рабочий орган

Key words: tillage machines, rotary working bodies cultivator-hiller-grebneobrazovatel, disco-teeth working body.

Введение

Рабочие органы неротационных почвообрабатывающих машин движутся по прямолинейной траектории, поэтому интенсивность деформации и рыхления почвы зависит в основном от их формы. Интенсивность деформации и рыхления почвы ротационными рабочими органами в большой степени определяется видом траекторий их движения.

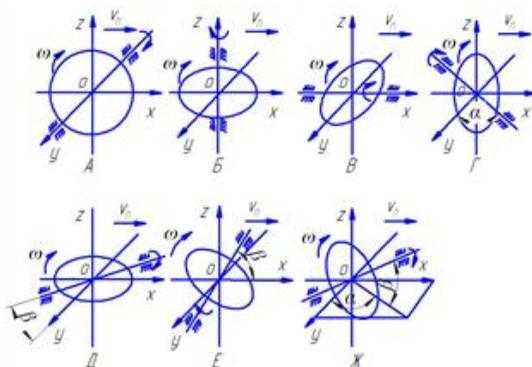
Основными характеристиками движения рабочего органа ротора (ротора) являются вид траектории, величина и направление скорости характерной его точки, а в ряде случаев величина и направление ускорения.

Поскольку движение точек рабочих органов роторов с одинаковым расположением оси вращения в пространстве описывается одинаковыми уравнениями, то при их классификации следует учитывать эту особенность.

Классификация роторов.

На рис. 1 представлена схема классификации роторов машин по расположению в пространстве их оси вращения.

Например, если плоские диски, рабочие органы ротационных культиваторов, ротационных плугов и т. д. в совокупности с вращающимися устройствами, на которых они крепятся, образуют роторы с горизонтально-поперечной (по отношению к направлению движения агрегата) осью вращения, то они относятся к классу А.



- А – горизонтально-поперечное; Б – вертикальное; В – продольное;
- Г – повернутое; Д – поперечно-наклоненное; Е – продольно-наклоненное; Ж – повернутое и наклоненное

Рисунок 1 – Классификация роторов по расположению оси вращения

ния

Оси дисковых лущильников и борон обычно повернуты к направлению движения агрегата под определенным углом. Следовательно, их роторы относятся к классу Г.

У дисковых культиваторов-гребнеобразователей-окучников ось вращения дисковых рабочих органов не только повернута к направлению движения агрегата, но и наклонена к вертикали, следовательно, ротор дискового рабочего органа относится к классу Ж.

Так как приведенная классификация охватывает всю совокупность возможного расположения оси вращения роторов в пространстве и, таким образом, облегчает систематизацию теории.

Теоретические исследования.

Описание кинематики диско-зубового рабочего органа культиватора-гребнеобразователя-окучника рассматриваем с движения любой точки, принадлежащей рабочему органу с повернутой и наклоненной осью вращения (класс Ж, рисунок 1) и расположенной на расстоянии R_i от оси его вращения. Поскольку ось ротора класса Ж расположена произвольно в пространстве, то уравнения кинематики этого ротора являются общими.

Общие уравнения, описывающие траекторию любой точки ротора с повернутой и наклоненной осью вращения (класс Ж), имеют вид.

$$\left. \begin{aligned} x &= v_n t + R_i \sin \alpha \sin \beta \sin \omega t + R_i \cos \alpha \cos \omega t; \\ y &= R_i \sin \beta \cos \alpha \sin \omega t - R_i \sin \alpha \cos \omega t; \\ z &= -R_i \cos \beta \sin \omega t, \end{aligned} \right\} (1)$$

где: v_n – скорость поступательного движения диско-зубового рабочего органа; t – время движения; R_i – расстояние от оси вращения диско-зубового рабочего органа до рассматриваемой точки (чаще всего радиус ротора); α – угол атаки диско-зубового рабочего органа (угол между осью ОУ и проекцией оси вращения на плоскость ХОУ); β – угол наклона оси вращения ротора к горизонту; ω – угловая скорость диско-зубового рабочего органа; ωt – угол поворота диско-зубового рабочего органа, от-

считываемый от оси OX по часовой стрелке.

Тогда абсолютная скорость будет иметь вид

$$v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} = v_n \sqrt{1 + \lambda^2 + 2\lambda(\sin \alpha \sin \beta \cos \omega t - \cos \alpha \sin \omega t)} \quad (2)$$

где λ – кинематический параметр диско-зубового рабочего органа.

Направление вектора скорости v в пространстве определяют направляющие косинусы

$$\left. \begin{aligned} \cos(x, v) &= \frac{dx}{dt} / v = v_x / v; \\ \cos(y, v) &= \frac{dy}{dt} / v = v_y / v; \\ \cos(z, v) &= \frac{dz}{dt} / v = v_z / v, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Абсолютное ускорение точки

$$\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2} = \omega^2 R_i \quad (4)$$

Направляющие косинусы вектора абсолютного ускорения

$$\cos(x, \omega) = \frac{\omega_x}{\omega}; \cos(y, \omega) = \frac{\omega_y}{\omega}; \cos(z, \omega) = \frac{\omega_z}{\omega}. \quad (5)$$

Чтобы получить уравнения, характеризующие кинематику точки диско-зубового рабочего органа с частным расположением оси вращения, достаточно в приведенные формулы подставить необходимые значения углов α и β .

Вращательное и поступательное движения диско-зубового рабочего органа будут равномерны, поэтому после подстановки необходимых данных в формулу (4) и преобразований получим $\omega = \omega R_i$.

Направляющие косинусы векторов скорости и ускорения точки диско-зубового рабочего органа определяется подстановкой соответствующих данных в формулы (3) и (5) [1].

Для разработки метода расчета сил, действующих на диско-зубовый рабочий орган, необходимо изучить процесс взаимодействия его с почвой. Как статическая, так и динамическая система рабочий орган-

почва сложны, поэтому глубина изучения таких систем и протекающих в них процессов требует обоснования.

Необходимо учитывать целевую направленность результатов теоретических исследований. Обычно их используют для расчета сил, действующих на рабочие органы и машину в целом (для сокращения энергозатрат), обоснования геометрических и кинематических параметров рабочего органа, определения прочности конструкции и ее элементов, выявления условий устойчивости движения агрегатов и т. д.

Таким образом, в практике необходим метод расчета сил и моментов, действующих на рабочие органы. Этот метод должен быть сравнительно простым, а его результаты близки к экспериментальным, так чтобы можно было использовать при отсутствии последних.

Прежде всего, нужно проанализировать силы и моменты, действующие на рабочие органы при их равномерном движении.

Следующим этапом является переход от статической схемы сил и моментов к динамическому процессу взаимодействия их с почвой.

При взаимодействии большинства рабочих органов с почвой процесс ее разрушения протекает под действием комплекса деформаций: сжатия, сдвига, изгиба, кручения и т. д.

Не всегда можно указать, какой вид деформации преобладает в том или ином случае. Напряжения, которые при этом возникают в почве, зависят от ее механического состава и влажности и изменяются в широком диапазоне.

В теории к почвам часто применяют методы расчета грунтов. Однако диапазон изменения свойств почвы период обработки значительно шире, чем диапазон изменения свойств грунтов в момент их нагружения.

В период обработки почвы некоторые ее прочностные характеристики в отличие от характеристик прочности грунтов могут изменяться более чем на порядок [1]. Поэтому следует осторожно применять методы

расчета прочности грунтов к решению задач обработки почвы.

У большинства типов почв в наименьших диапазонах изменяются напряжения сдвига и сжатия. Но и эти характеристики прочности почвы могут значительно изменяться в зависимости от влажности.

Такие показатели, как напряжение сдвига, сжатия, кручения и т. д., можно использовать в расчетах рабочих органов лишь в случаях постоянства свойств почвы и период обработки и преобладания определенных видов деформаций.

Для расчетов реакции почвы на рабочий орган необходим комплексный показатель, учитывающий влияние на процесс разрушения почвы, большинства видов деформаций. Таким показателем является удельное сопротивление k_0 почвы, определяемое делением тягового сопротивления орудия на фронтальное сечение обрабатываемого пласта почвы. Зная величину k_0 , можно рассчитать фронтальную реакцию R_f почвы на рабочий орган при известной фронтальной проекции S_f рабочего органа.

Погрешность расчета, возникающая при использовании фронтальной проекции рабочего органа и удельного сопротивления почвы, обусловлена некоторым несовпадением фронтальной и результирующей реакции почвы на рабочий орган. Но она значительно меньше погрешности, получаемой при использовании в расчетах других характеристик прочности почвы.

Значения k_0 определены для всех типов почв [2]. При сравнении удельного сопротивления k_0 почвы с другими характеристиками ее прочности видно, что k_0 имеет наименьший диапазон изменения для данного типа почвы. Следовательно, применение его при расчетах может дать результаты надежные и близкие к экспериментальным.

В динамическом процессе сечения пласта с наибольшими напряжениями изменяются. При этом перемещается точка результирующего давления и усложняется задача. В статической же схеме сил положение точки

приложения результирующего давления пласта на поверхность рабочего органа неизменно.

Далее необходимо выяснить, каким образом действует фронтальная реакция почвы на поверхность рабочего органа, нормальные силы к которой составляют различные углы с фронтальной плоскостью и, следовательно, с направлением движения рабочего органа.

Для этого рассмотрим классическую схему взаимодействия двух тел, движущихся друг относительно друга. При отсутствии удара одно тело действует на другое посредством давления и трения (рисунок 2).

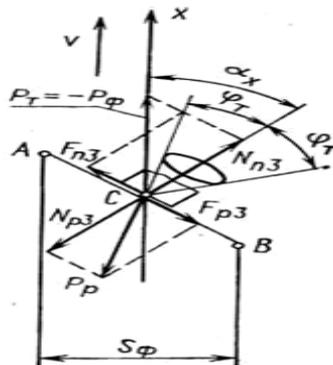


Рисунок 2 - Схемы действия реакции почвы на ротационный рабочий орган

Движение рабочего органа направлено вдоль оси x , тогда фронтальная реакция P_f почвы будет направлена противоположно оси x , а нормальные силы N к поверхности рабочего органа будут составлять с осью x различные углы α_x (рисунок 2). Проекция силы P_f на нормаль всегда будет равна $P_f \cos \alpha_x$, а на касательную не всегда будет равна силе трения почвы о поверхность рабочего органа.

Когда направление силы P_f выходит за конус трения (рисунок 2), нормальная реакция почвы $N_{пз}$ равна $N_{пз} = P_f \cos \alpha_x$ и $N_{пз} - N_{рз}$, а сила трения, действующая на почву $F_{пз} = f N_{пз} = f P_f \cos \alpha_x$. Кроме того, $|F_{пз}| = |F_{рз}|$.

Сила $F_{пз} < P_f \sin \alpha$. Поскольку со стороны почвы на рабочий орган действуют сила трения $F_{рз}$ и нормальная сила $N_{рз}$, то разность $P_f \sin \alpha - F_{пз}$ передается только почве, сообщая ей ускоренное относительное движение. Из рисунка 2 видно, что при $\alpha x > \varphi t$ давление пласта на рабочий орган снижается, уменьшается деформация сжатия и тяговое сопротивление P_t . Происходит перераспределение энергии, затраты которой увеличиваются на сообщение ускорения относительному движению элемента почвы и уменьшаются на сжатие [2,3].

Таким образом, при расчете реакции почвы на рабочий орган необходимо учитывать расположение ее результирующей относительно конуса трения. Это требование основано на зависимостях нормальной силы $|NP|$ только от угла между направлением движения рабочего органа и вектором N_p , а силы трения $|F_p|$ еще и от расположения вектора P_f относительно конуса трения.

При $\alpha x > \varphi t$, спроектировав $(-P_f)$ на нормаль к поверхности рабочего органа в точке C , получим $N_{пз} = -N_{рз}$. Если пренебречь изменением силы трения то $F_{пз} = \tan \varphi t N_{пз} = f N_{пз}$. Поскольку $N_{пз} = -N_{рз}$, то результирующая векторов $N_{рз}$ и $F_{рз}$ не совпадает с осью x . В этом случае проекция реакции почвы P_p на ось x не равна P_f . Без учета скорости движения, когда изменяется f , P_p равна сумме векторов $N_{рз}$ и $F_{рз}$.

Фронтальная реакция P_f пласта вызвана действием сил подпора и направлена к рабочему органу через почвенные элементы, прилегающие к его поверхности. Действие почвенных элементов на поверхность осуществляется только через нормальную силу N_p и силу трения F_p . С увеличением αx уменьшается давление пласта на рабочий орган, а следовательно, и силы трения F_n и F_r . Ввиду сохранения баланса энергии, подводимой к почве и рабочему органу, тяговое сопротивление P_t последнего также изменяется.

При конструировании культиватора для нарезки гребней обоснова-

нию подлежат параметры рабочих органов, силы и моменты сил, действующие на рабочие органы. В качестве критерия для расчета радиуса рабочего органа возьмем ширину b захвата рабочего органа при гребнистости h_n на дне борозды.

Тогда, решая уравнение определения высоты продольного гребня на дне борозды

$$h_n = \left(R - \sqrt{R^2 - A^2} \right) \cos \beta \quad (6)$$

$$\text{где } A = \frac{b}{2 \sin \alpha}$$

относительно R , имеем

$$R = \frac{(b^2 \cos^2 \beta + 4h_n \sin^2 \alpha)}{8h_n \cos \beta \cdot \sin^2 \alpha} \quad (7)$$

Пример расчета.

Для расчета R нужно задать ширину b захвата рабочего органа, продольную гребнистость h_n дна борозды, углы наклона β и атаки α диска [2].

Для расчета R примем средние значения углов: $\alpha=30^\circ$, $\beta=15^\circ$ и $h_n=0,15$ м.

Глубина обработки $h=0,2$ м, а ширину захвата одного дискозубового рабочего органа $b=0,35$ м и подставляя необходимые данные в формулу для определения радиуса получим

$$R = \frac{(0,35^2 \cos^2 15 + 4 \cdot 0,15 \sin^2 30)}{8 \cdot 0,15 \cos 15 \cdot \sin^2 30} = 0,47 \text{ м}$$

Из конструктивных соображений принимаем радиус дискозубового рабочего органа $R = 0,6$ м.

Литература.

1. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колосс, 2003.

2. Верещагин Н.И. Высокие урожаи невозможны без внедрения новых технологий // Картофель и овощи. – 2004. - №2. - С. 24-25

3. Ярохович А.Н. Белорусскому картофелеводству – инновационный путь развития // Наше сельское хозяйство. – 2011.-№3.- С. 8-10.

УДК 631.01.076.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ МАСЛА ДЛЯ ЧЕРВЯЧНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

к.т.н., доцент Карпович А.П.

Брянский аграрный государственный университет, Россия

DETERMINATION OF OPTIMUM LEVEL OIL HELICAL AND WORM GEARING

Candidate of Engineering Sciences, Karpovich A.P.,

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Получена формула для определения оптимального уровня масла червячной передачи. По формулам инерционной и вязкостной составляющих гидравлических потерь и разработанной методике можно определить оптимальный уровень масла для червячного зацепления, при котором выполняются все положительные функции масла с минимальными гидравлическими потерями.

Annotation. The formula for determining the optimum level of oil for the helical and heringbone wheels. Formulas of the inertia and viscosity also components of hydraulic losses and developed technique can determine the optimum oil level for a worm gearing, in which all the positive features of oil with minimal hydraulic losses

Ключевые слова: полные гидравлические потери, инерционная составляющая гидравлических потерь, вязкая составляющая гидравлических потерь, оптимальный уровень масла.

Key words: Sully hydraulic losses, inertia characteristics of hydraulic losses, viscosity characteristics relating to hydraulic losses, optimal filled into toothed gearing.

Введение.

Смазочные материалы выполняют следующие функции:

- снижают мощность, затрачиваемую на приведение в действие машин.
- отводят теплоту от нагретых деталей.
- уменьшают износ трущихся деталей и предохраняют их заедания
- предохраняют детали от коррозии.

Но существует и существенный отрицательный фактор действия смазочных материалов - гидравлические потери (потери на разбрызгивание и пе-

ремешивание масла), которые, если не следовать рекомендациям, могут достигать значительных величин, зачастую, значительно превышая положительные факторы по уменьшению потерь мощности от смазывания деталей. В настоящее время широко пользуются эмпирическими рекомендациями по определению уровня масла в закрытых зубчатых передачах. Разработана методика определения оптимального уровня масла для закрытых зубчатых передач [1].

Целью исследования является определение оптимального уровня масла для червячного зацепления по разработанной методике.

Методом определения оптимального уровня масла для червячного зацепления является математическое решение составляющих гидравлических потерь, с выделением необходимых данных, для определения оптимального уровня масла.

Решение задачи. Было установлено, что гидравлические потери масла состоят из двух составляющих: инерционной и вязкостной [2].

Полные гидравлические равны

$$N_{\text{п}}=N_{\text{и}}+N_{\text{в}} \quad (1)$$

где: $N_{\text{п}}$ - полные гидравлические потери; $N_{\text{и}}$ - инерционная составляющая гидравлических потерь; $N_{\text{в}}$ - вязкостная составляющая гидравлических потерь.

Инерционная составляющая - это потери мощности на разбрызгивание и перемешивание масла межзубовым пространством колес при его вращении.

Оптимальным значением уровня масла, с точки зрения гидравлических потерь, можно считать уровень, при котором вязкостная и инерционная составляющие гидравлических потерь будут равны, т.е $N_{\text{и}}= N_{\text{в}}$. Дальнейшее увеличение частоты вращения колеса или уровня залитого масла будет приводить к резкому увеличению гидравлических потерь за счет инерционной составляющей. При определении уровня масла предложенной методикой необходима обязательная проверка полученного уровня масла на теплоотдачу.

Инерционная составляющая гидравлических потерь для червячного за-

цепления имеет вид [3]

$$N_{и} = M_{и} \cdot \omega = R \cdot \omega \cdot d_{ср}/2 = \rho \cdot V_{вп} \cdot \omega^3 \cdot (d_{ср}/2)^3 \cdot \alpha_1 \quad (2)$$

где: $M_{и}$ – момент инерционных сил; ω - угловая скорость вращения червяка; R - результирующая инерционных сил, действующая на червяк; $d_{ср}/2$ - радиус червяка по делительной окружности; ρ - плотность масла; $V_{вп}$ - объем впадин межзубового пространства колеса; V -объем венца зубчатого колеса, находящегося в масле; $V_{вп}$ - объем впадин зубчатого колеса, считается, что $V_{вп} = V/2$; $A_{п}$ -площадь боковой поверхности венца зубьев, находящихся в масле.

$$V_{вп} = \frac{V}{2} = \frac{1}{2} \cdot A_n \cdot b = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{1}{2} \left(\frac{d_a}{2} \right)^2 \cdot (\alpha_1 - \sin \alpha_1) - \frac{1}{2} \left(\frac{d_f}{2} \right)^2 \cdot (\alpha_2 - \sin \alpha_2) \right] \cdot \frac{b}{\cos \lambda} \quad (3)$$

где: b - ширина колеса; d_a - диаметр окружности выступов; d_f - диаметр окружности впадин; α_1 -угол, охватывающий окружности вершин зубьев колеса, находящихся в масле; α_2 -угол, охватывающий окружности впадин зубьев колеса, находящихся в масле; λ – угол наклона червяка.; $A_{п}$ -площадь боковой поверхности венца зубьев червяка, находящегося в масле.

$$V_{вп} = \frac{V}{2} = \frac{1}{2} \cdot A_n \cdot L = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{1}{2} \left(\frac{d_a}{2} \right)^2 \cdot (\alpha_1 - \sin \alpha_1) - \frac{1}{2} \left(\frac{d_f}{2} \right)^2 \cdot (\alpha_2 - \sin \alpha_2) \right] \cdot \frac{L}{\cos \lambda} \quad (4)$$

где: L -длина нарезной части червяка, мм,

Вязкостная составляющая гидравлических потерь для червячного колеса [4]:

$$\begin{aligned} N_a &= \mu \cdot \omega^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot \left[2A_{1,2} + A_3 \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h} \right) \right] = \\ &= \mu \cdot \omega^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot \left[\left(\frac{d_a}{2} \right)^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha) + \frac{1}{2} \cdot d_a \cdot \alpha \cdot b \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h} \right) \right] \end{aligned} \quad (5)$$

Вязкостная составляющая гидравлических потерь для червяка [4]:

$$\begin{aligned} N_a &= \mu \cdot \omega_a^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot \left[2A_{1,2} + A_3 \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h} \right) \right] = \\ &= \mu \cdot \omega_a^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot \left[\left(\frac{d_a}{2} \right)^2 \cdot (\alpha - \sin \alpha) + \frac{1}{2} \cdot d_a \cdot \alpha \cdot L \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h} \right) \right] \end{aligned} \quad (6)$$

где: y - величина погружения колеса в масло; d_a – диаметр окружности вершин колеса; d_f –диаметр окружности впадин колеса; z -количество зубьев; k - количество зубьев колеса ,находящихся в масле; $\alpha = 2\pi \cdot k / z$ -угол, охватыва-

ющий зубья, которые находятся в масле; h-расстояние от колеса до днища

1 случай. Нижнее расположение червяка

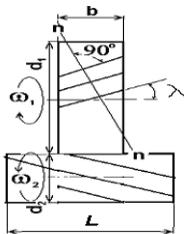


Рисунок 1

То есть смазка зацепления происходит за счет смачивания маслом червяка. В этом случае оптимальный уровень масла определяется по червячку, то есть сравниваются вязкостная и инерционная составляющие червяка.

$N_n = N_v$ и ω считаем известными, так как их определяют из графика в координатах $N \rightarrow \omega$ при пересечении N_n и N_v .

Оптимальный уровень масла определяем по формуле

$$y = d_a/2 - d_a/2 \cdot \cos\alpha/2 = d_a/2 \cdot (1 - \cos\alpha/2) = 2 \cdot d_a/2 \cdot \sin^2\alpha/4 = d_a \cdot \sin^2\alpha/4 \quad (7)$$

Угол α подставляем в формулу (7), получая его или из формулы (2).

$$\alpha_1 = N_i / \rho \cdot V_{вп} \cdot \omega^3 \cdot (d_{ср}/2)^3 \quad (8)$$

Недостающие данные для формулы по $V_{вп}$ получаем из формулы (4).



Рисунок 2

2 случай. Верхнее расположение червяка

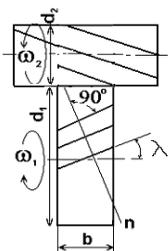


Рисунок 3

Формула выводиться аналогично, учитывая, что уровень масла определяется по червячному колесу.

Оптимальный уровень масла определяем по формуле

$$y = d_a/2 - d_a/2 \cdot \cos\alpha/2 = d_a/2 \cdot (1 - \cos\alpha/2) = 2 \cdot d_a/2 \cdot \sin^2\alpha/4 = d_a \cdot \sin^2\alpha/4 \quad (7)$$

Угол α подставляем в формулу (7), получая его или из формулы (2).

$$\alpha_1 = \sqrt[3]{Ni/\rho \cdot V_{вп} \cdot \omega^3 \cdot (d_{ср}/2)^3} \quad (8)$$

Выводы.

1. Уровень масла, рассчитанный по разработанной методике не имеет дискретных (прерывистых) значений и при этом математически обоснован.
2. Значения гидравлических потерь, полученные расчетным путем, согласуются со значениями, полученными эмпирическими формулами.

Литература.

1. Карпович А.П. Методика определения оптимального уровня залитого масла в закрытой зубчатой передаче // Труды ГОСНИТИ. – 2012. – Т. 109.- С 122-124.
2. Карпович А.П. Повышение эффективности работы сельхозмашин путем снижения гидравлических потерь в закрытых зубчатых передачах: дис. ...канд. технич. наук. - М., 2002.
3. Карпович А.П. Инерционная составляющая гидравлических потерь для червячного зацепления // Материалы XV11 межвузовской научно-практической конференции «Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения». - Брянск, 2011.- С 33-36.
4. Карпович А.П. Вязкостная составляющая гидравлических потерь для

червячного зацепления. Материалы XV111 межвузовской научно-практической конференции «Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения». – Брянск, 2011.- С 36-38.

УДК. 631.354:33

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

*д. с х. н., профессор Ожерельев В.Н.
Брянский государственный технический университет, Россия
к. т. н., доцент Никитин В.В.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

PROMISING DIRECTIONS FOR IMPROVING THE DESIGN OF THE COMBINE

*Doctor of Agricultural Sciences, Ozhereliev V.N.,
Bryansk State Technical University, Russia
Candidate of Engineering Sciences, Nikitin V.V.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрена стратегия совершенствования зерноуборочного комбайна путем максимальной адаптации алгоритма воздействия на растение к его физико-механическим свойствам. В частности, оптимизирован технологический алгоритм работы с очесанным зерновым ворохом. Предложено легкие примеси отделять непосредственно в очесывающем адаптере, а свободное зерно на перфорированном днище наклонной камеры.

Annotation. Considers the strategy of improvement of a forage harvester by a maximum adaptation of the algorithm impacts on the plant to its physical and mechanical properties. In particular, technological optimized the algorithm of work with oceanum grain pile. Proposed light impurities to be separated directly into ocenivaem the adapter, and the grain on the bottom of the perforated feeder housing.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, очесывающий адаптер, сепарация зернового вороха, наклонная камера.

Key words: combine harvester, stripper adapter, grain heap separator, tilt camera.

Введение

В условиях господства на рынке сельскохозяйственных машин транснациональных финансово-промышленных групп конкурентные позиции отечественных производителей за последнее десятилетие заметно (чрезвычайно) ухудшились. Так, Красноярский комбайновый завод, по сути, прекратил производство на традиционной промышленной площадке,

а его перенос во Владимир и Чебоксары пока заметного улучшения ситуации не дал.

Во-первых, это обусловлено тем, что существенно ухудшилось финансовое положение сельхозтоваропроизводителей [1], что резко сузило рынок сбыта. Во-вторых, встраивание российского машиностроения в технологическую структуру зарубежных фирм приводит к тому, что едва ли не половина стоимости зерноуборочного комбайна приходится на покупные изделия. Девальвация национальной валюты делает такое разделение труда экономически не целесообразным, поскольку рост цен на сельскохозяйственную технику значительно опережает уровень инфляции.

В этих условиях отечественные машиностроители традиционно ориентируются исключительно на финансовую поддержку со стороны правительства, игнорируя возможности конструктивного совершенствования техники. В полной мере это относится и к зерноуборочным комбайнам, резервы для совершенствования конструкции которых далеко не исчерпаны.

Цель исследования

Радикальным решением проблемы в этих условиях становится ориентация на инновации, опирающиеся на нереализованные пока оптимальные алгоритмы воздействия на убираемую культуру и ее отдельные элементы. В этом отношении последняя разработка ОАО «Ростсельмаш» (роторный комбайн «Торум») не может быть отнесена к категории инновационного прорыва. Аналогичные роторные комбайны производят зарубежные конкуренты в различных странах, а отсутствие у их машин вращающейся деки не сказывается отрицательно на потребительских свойствах продукции.

В связи с этим, целесообразно углубить изучение физико-механических свойств предмета воздействия и сформулировать более це-

лесообразный алгоритм взаимодействия с ним рабочих органов комбайна. Предметом воздействия будем считать колосовые зерновые культуры, которые составляют более 80% объема убираемых зерноуборочным комбайном площадей.

Формирование гипотезы исследования

Существуют три базовых физико-механических свойства колосовых зерновых культур, перспективные для использования их в качестве отправных точек для совершенствования алгоритма воздействия рабочих органов на убираемые растения. Во-первых, следует учитывать соотношение зерна и соломы, в поступающем в молотилку ворохе (рис. 1). Уменьшить негативное влияние излишней соломистости на энергоёмкость процесса обмолота позволяет переход на очесывание растений на корню [2].

Второе свойство заключается в том, что усилие отрыва зерна от стержня колоса при воздействии на него в поперечном направлении существенно меньше, чем при воздействии вдоль зерновки. Реализовать в максимальной степени имеющееся различие позволяет знакопеременное воздействие на колос в перпендикулярном направлении [3].

Третье свойство заключается в том, что у большинства колосовых зерновых культур чешуи, охватывающие каждую зерновку, дополнительно укрепляют ее положение и препятствуют эффективной реализации ударного воздействия на нее в процессе обмолота бичей молотильного барабана. Следовательно, вне зависимости от способа отделения плодосодержащей части растения от земли (срезание традиционной жаткой или очес на корню) целесообразно предварительно разрушить или, во всяком случае, ослабить чешуйчатое окружение каждой зерновки.

По мере реализации указанных алгоритмов первого порядка (рис. 1) актуальной задачей становится максимальная адаптация последующих технологических процессов к физико-механическим свойствам получен-

ного вороха. Так, в случае очеса зерна на корню при осуществлении последующих операций технологического процесса уборки в качестве проблемы начинает доминировать чрезмерное содержание в ворохе мелких легких примесей и наличие свободных колосьев разной длины, содержащих различное количество оставшихся в них зерен [4]. Следовательно, целесообразно осуществить предварительную сепарацию очесанного вороха до поступления его в молотильное устройство.

Что касается наличия в ворохе недомолоченных колосьев, практически лишенных соломины, то подход к выбору способа дальнейшего технологического воздействия на них должен быть аналогичен выбору типа автономного домолачивающего устройства.

Результаты исследования и их обсуждение.

Наиболее сложной задачей являлся синтез молотильного устройства, эффективно реализующего знакопеременное воздействие на колос. Конструктивное решение было найдено (рис. 2), и устройство успешно испытано [3]. Знакопеременное воздействие на колос возникает в результате его взаимодействия с неподвижной декой 1 и совершающей колебания вокруг вертикальной оси подвижной перфорированной декой 2 молотильного устройства. Лабораторные измерения подтвердили, что, как и предполагала исходная гипотеза исследования, при знакопеременном воздействии на колос энергоемкость процесса выделения из него зерна уменьшается [5].

Двухлетние испытания очесывающих адаптеров различной конструкции позволили сформировать принципиальные подходы к решению проблемы предварительной сепарации очесанного зернового вороха. В первом варианте предполагалось использовать генерируемый очесывающим барабаном воздушный поток для пневмотранспортирования и предварительного разделения вороха на фракции в циклоне 3 (рис. 2). Причем циклон удачно компоуется с молотильным устройством знакоперемен-

ного воздействия на колос, на которое должна поступать только тяжелая фракция 4 (недомолоченные колосья, отдельные соломины и свободное зерно) [6]. Вторичная сепарация вороха на верхней (перфорированной) поверхности 5 подвижной части 2 молотильного устройства должна исключить попадание свободного зерна в молотильный зазор между ней и неподвижной декой 1.

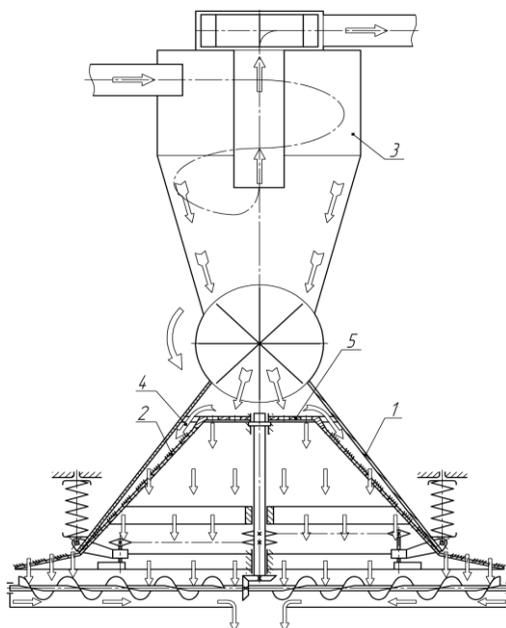


Рисунок 2 - Молотильное устройство

Практическая реализация указанной конструкции требует полной перекомпоновки зерноуборочного комбайна, которую пока мы не имеем возможности реализовать. Поэтому (в соответствии с пожеланием разработчиков очесывающих адаптеров) были выполнены изыскания менее радикальных вариантов модернизации комбайна, позволяющих адаптировать его к работе с очесанным ворохом.

Решить проблему удаления значительно большей доли легких примесей предложено за счет замены в корпусе адаптера сетчатого окна на инерционный пластинчатый сепаратор [7]. В результате за пределы кор-

пуса должны удаляться легкие примеси, превышающие по размерам свободное зерно. В базовом варианте адаптера на первом этапе технологического процесса удаляются только примеси, не превышающие размеры зерна.

В качестве второй ступени сепарации целесообразно использовать перфорированное днище наклонной камеры, что должно обеспечить выделение из вороха большей части свободного зерна до его поступления в молотильное устройство для производства выделения зерновой массы. Математическое моделирование процесса свидетельствует о широкой возможности его практической реализации в сельскохозяйственное производство [8].

Что касается разрушения чешуйчатого окружения зерновок в колосе, то в настоящее время в качестве рабочей гипотезы принят способ знакопеременного перегибания колоса на угол, гарантирующий превышение предельно допустимой деформации для чешуек, но недостаточный для переламывания соломины. В противном случае может произойти ее чрезмерное измельчение и перегрузка системы очистки. Реализовать указанный алгоритм воздействия на колос конструктивно можно за счет рабочих органов, аналогичных рекаатерам, широко используемым в кормоуборочных комбайнах.

Заключение

Дальнейшая модернизация зерноуборочных комбайнов должна осуществляться путем совершенствования алгоритма взаимодействия его рабочих органов с убираемыми растениями и их элементами.

Перспективные направления модернизации выявлены, теоретически обоснованы и проверены экспериментально.

При наличии финансирования они могут быть реализованы применительно к комбайну любой марки, производимому отечественными предприятиями.

В результате энергоемкость уборки, значительно превышающая в настоящее время соответствующие зарубежные показатели, может быть существенно к ним приближена, а экономическая эффективность сельского хозяйства увеличена.

Литература.

1. Ожерельев В.Н., Ожерельева М.В., Подобай Н.В. Проблемы и перспективы российских фермеров // Экономика с.-х. и перерабатывающих предприятий. – 2015. – №4. – С. 65-67.

2. Савин В.Ю. Обоснование рациональных параметров и режимов работы прицепного очесывающего устройства для уборки зерновых культур: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2011. – 22с.

3. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Перспективные направления снижения энергоемкости процесса выделения зерна из колоса // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №8. – С. 30-31.

4. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Алакин В.М., Становов С.Н. Исследование параметров очесанного зернового вороха // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – №1. – С. 7-9.

5. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Энергоемкость выделения зерна из колоса// Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – №4. – С. 22-24.

6. Ожерельев В.Н., Никитин В.В., Игнатов В.Д. Адаптация зерноуборочного комбайна к работе с очесанным зерновым ворохом // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. - №6. – С. 5-7.

7. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Устройство для обмолота растений на корню // Патент России № 2566017. 2013, Бюл. № 29.

8. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Предварительная сепарация очесанного зернового вороха в наклонной камере // Агропромышленный комплекс на рубеже веков: мат-лы междунар. научно-практ. конф., посв. 85-летию агроинженерного ф-та. – Ч.1. – Воронеж, 2015. – С. 165-170.

УДК. 631.361.42

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПО ПОВЕРХНОСТИ ИНЕРЦИОННЫХ КАЧАЮЩИХСЯ РЕШЕТ

*к.т.н. Коцуба В.И., к.т.н. Кругленя В.Е., к.т.н. Алексеенко А.С.
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

MATERIAL FLOW ANALYSIS ON SURFACE OF INERTIAL VIBRATING SIEVES

*Candidate of Engineering Sciences, Kotsuba V. I., Candidate of Engineering
Sciences, Kruglenya V.E.,
Candidate of Engineering Sciences, Alekseenko A.S.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Приведены результаты теоретических исследований скорости движения вороха по поверхности инерционных качающихся решет.

Annotation. Results of theoretical researches of speed of the movement of a material on a surface of the slugged oscillating sieves are given.

Ключевые слова: решета, скорость движения, перемещение, кинематический параметр.

Keywords: sieves, speed of the movement, movement, kinematic parameter.

Введение. Цель исследований.

Важной операцией в производстве семян льна является переработка льняного вороха. Недостатком наиболее распространенных – качающихся решетных станом является невысокая эффективность сепарации вследствие низкой ориентирующей способности плоских решет при направленности колебаний близкой к горизонтальной, особенно при работе решет с круглыми отверстиями.

В БГСХА разработан решетный стан с инерционными качающимися решетками, который позволяет улучшить их работу за счет колебаний, обеспечивающих более интенсивное перераспределение компонентов вороха, а также подбрасывание центра тяжести семян на высоту, способствующую попаданию частиц в отверстия решета [1, 2].

Решетный стан состоит из корпуса, подвешенного на подвесках. На кронштейнах корпуса с помощью цилиндрических пружин установлены плоские пробивные решета. Корпус решетного стана приводится в коле-

бательное движение от эксцентриков через шатуны. При взаимодействии сил инерции решет и сил жесткости пружин решета получают дополнительные колебания в вертикальной плоскости. Следовательно, увеличивается угол направленности колебаний ε , приложенный к сепарирующей поверхности, а увеличение этого угла обеспечивает более интенсивное перераспределение компонентов вороха на поверхности решет и более интенсивное выделение на решетках с круглыми отверстиями.

Ряд экспериментальных исследований показали что сортировальные и подсевные решета, а также решета с разным типом отверстий (прямоугольные или круглые) имеют различные условия работы и требуют различных кинематических режимов. В существующих решетных станах это трудновыполнимо и обычно они работают с одинаковым кинематическим режимом, что ведет к снижению эффективности их работы.

Теоретические выкладки.

Инерционные качающиеся решета можно установить в решетном стане независимо друг от друга (рисунок 1). При этом изменяя жесткость пружин и, следовательно, амплитуду колебаний можно обеспечить оптимальный кинематический режим работы каждого решета. Кроме того оснатив решетный стан поворотными или сменными скатными досками можно повысить качество сепарации за счет более полного использования нижних решет, которое достигается подачей материала на начало решета, а также расширить технологические возможности решетного стана за счет реализации различных технологических схем очистки посредством поворота скатных досок [3, 4].

Семенной материал поступает на решето А верхнего яруса решет 2, на котором разделяется на две фракции. Сход с решета поступает на решето Б, а проход – на поворотную скатную доску 3. При повернутой вверх поворотной скатной доске (показано сплошной линией) сход попадает в выводной лоток 5 и выводится из машины, а при повернутой вниз

поворотной скатной доске (показано штрихпунктирной линией) подается на начало решета В нижнего яруса. Проход решета Б также может подаваться поворотной скатной доской или в выводной лоток или на начало решета Г нижнего яруса решет. Направители 4 исключают просыпание семенной смеси мимо скатных досок. Таким образом, на решетном стане, состоящем из четырех решет, за счет поворота скатных досок можно осуществить три схемы очистки семян.

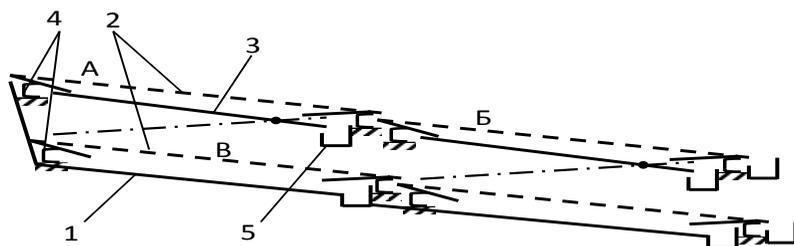


Рисунок 1 – Схема решетного стана с независимыми решетками и поворотными скатными досками: 1 – корпус решета; 2 – решето; 3 – поворотные скатные доски; 4 – направители; 5 – дополнительные выводы фракций.

Движение инерционных качающихся решет описывается уравнением:

$$\begin{aligned} X &= -R \cos(\alpha + \varepsilon) \cos \omega t (1 + A_q) \\ Y &= -R \sin(\alpha + \varepsilon) \cos \omega t (1 + A_p) \end{aligned} \quad (1)$$

где $A_p = \frac{\omega^2}{p^2 - \omega^2}$ и $A_q = \frac{\omega^2}{q^2 - \omega^2}$ – коэффициенты, учитывающие влияние собственных продольных и поперечных колебаний пружин.

Из уравнения (1) следует, что решето совершает гармонические колебания с той же частотой, что и корпус решета, но с другими амплитудами, зависящими от величины A_p и A_q .

Уравнения справедливы также при использовании плоских рессор

вместо цилиндрических пружин, при этом дополнительные колебания будут происходить только в плоскости перпендикулярной поверхности решета (собственные колебания рессор учитываются коэффициентом A_p , а коэффициент $A_q = 0$). При отсутствии пружин, т.е. жесткости устремлены к бесконечности, A_p и $A_q \rightarrow 0$, следовательно уравнения движения инерционных качающихся решет переходят в уравнения движения стана.

При равенстве коэффициентов A_p и A_q происходит увеличение амплитуды колебаний решет при угле направленности их колебаний ε' равном углу направленности колебаний решетчатого стана ε . При $A_p > A_q$ в плоскости перпендикулярной поверхности решета амплитуда колебаний возрастает в большей степени, чем в плоскости решета. В этом случае угол направленности колебаний решет ε' больше угла направленности колебаний решетчатого стана ε . При увеличении угла направленности колебаний решетчатого стана ε от 0 до 90° приращение угла направленности колебаний $\Delta\varepsilon$ инерционных качающихся решет сначала возрастает, достигая максимума в пределах $\varepsilon = 20\text{--}40^\circ$, и затем, уменьшается до 0° .

При малых углах колебаний (от 0° до 20°) в практических расчетах можно принимать продольную и поперечную жесткость пружин равной ($K_p = K_q$). Тогда для определения предельных значений кинематического параметра для относительного движения частицы по поверхности решета можно применять формулу:

$$K_{II} = \frac{K_B}{(1 + A_p)} \quad (2)$$

где: K_{II} – критические значения кинематического параметра инерционных качающихся решет; K_B – критические значения кинематического параметра существующих решет (без пружин).

Анализ уравнения (2) показывает, что подпружиненные инерционные качающиеся решета и существующие связаны выражением

$$\frac{K_1}{K} = \frac{K_{Б1}}{K_B} ; \frac{K_2}{K} = \frac{K_{Б2}}{K_B} ; \frac{K_O}{K} = \frac{K_{БO}}{K_B} \quad (3)$$

Для определения скорости движения вороха воспользуемся формулами М. Н. Летошнева [5], в которые введем множитель, учитывающий изменение скорости под воздействием пружин:

$$v_1 = \omega r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) \left[(\sin \psi - \sin \psi_1) - (\psi - \psi_1) \frac{K_1}{K} \right] \quad (4)$$

$$v_2 = \omega r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) \left[(\sin \theta - \sin \theta_1) + (\theta - \theta_1) \frac{K_2}{K} \right] \quad (5)$$

где: v_1 и v_2 – скорость движения вороха вверх и вниз по поверхности решета, м/с; \square и \square_{\square} – текущий и начальный моменты сдвига вороха вверх по поверхности решета, рад; \square и \square_{\square} – текущий и начальный моменты сдвига вороха вниз по поверхности решета, рад.

Скорости равны нулю соответственно при $\psi = \psi_1$, $\theta = \theta_1$ (начало движения) и при $\psi = \psi_2$, $\theta = \theta_2$ (окончание движения). Получим:

$$\cos \psi_1 = \frac{K_1}{K} ; \cos \theta_1 = \frac{K_2}{K} ; t_{1\theta} = \frac{tg \psi_1}{\omega} ; t_{1\psi} = \frac{tg \theta_1}{\omega} \quad (6)$$

Данные выражения соответствуют выражениям, полученным М. Н. Летошневым для существующих решет.

При окончании движения скорости v_1 и v_2 будут равны нулю при соблюдении условий

$$(\sin \psi - \sin \psi_1) - (\psi - \psi_1) \frac{K_1}{K} = 0 \quad (7)$$

$$(\sin \theta - \sin \theta_1) + (\theta - \theta_1) \frac{K_2}{K} = 0 \quad (8)$$

Сделаем замены $Z_1 = \frac{K_1}{K}$, $Z_2 = \frac{K_2}{K}$, $U_1 = \psi - \psi_1$ и $U_2 = \theta - \theta_1$. Тогда выражения (7) и (8) примут вид

$$\sin(U - \arccos Z_{1(2)}) + \sqrt{1 - Z_{1(2)}^2} - UZ_{1(2)} = 0 \quad (9)$$

Следовательно, для определения ψ_2 и θ_2 нужно не два, а одно уравнение

$$v_{1(2)} = \omega r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) \left[\sin(U_{1(2)} - \arccos Z_{1(2)}) + \sqrt{1 - Z_{1(2)}^2} - U_{1(2)} Z_{1(2)} \right] \quad (10)$$

Тогда

$$\psi_2 = U_{КОН 1} + \psi_1, \quad \theta_2 = U_{КОН 2} + \theta_1. \quad (11)$$

Для определения значений $U_{КОН 1(2)}$ можно применять приближенную формулу

$$U_{КОН 1(2)} = \pi \cdot \arccos Z \quad (12)$$

Погрешность приближенной формулы не превышает 3,38 % в диапазоне отношений кинематических параметров Z от 0,2 до 1.

Для того чтобы частица попала в отверстие решета, она должна иметь скорость v меньше предельной $v_{пр}$. Для определения предельной скорости Х. А. Ксифилинов дополнил формулы В. П. Горячкина для наклонных решет [6]:

$$\text{вверх} \quad v_{пр1} = (B \cos \alpha - r_m) \sqrt{\frac{g}{2(r_m + B \sin \alpha)}} \quad (13)$$

$$\text{вниз} \quad v_{пр2} = (B \cos \alpha - r_m) \sqrt{\frac{g}{2(r_m - B \sin \alpha)}} \quad (14)$$

где: B – ширина отверстия, м; r_m – радиус частицы материала, м.

Максимальная скорость будет достигаться при $U = \arccos Z$, следовательно, уравнение (10) примет вид

$$v_{\max} = 2\omega r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) \left[\sqrt{1 - Z^2} - UZ \right] \quad (15)$$

На рисунке 2 представлен график зависимости скорости движения материала от отношения кинематических параметров при $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$, $r = 6 \text{ мм}$, $\alpha = 10^\circ$, $\varepsilon = 0^\circ$ и $A_q = 2$.

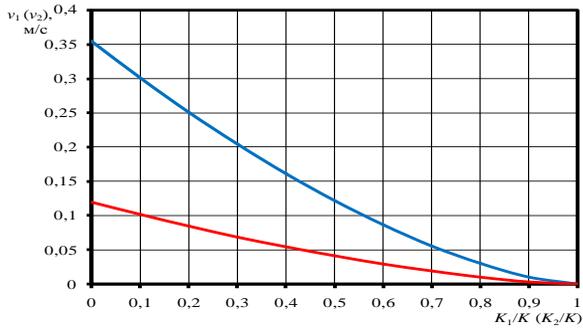


Рисунок 2 – Зависимость скорости движения материала от отношения кинематических параметров: **■** – подпружиненные инерционные качающиеся решета; **■** – существующие решета

Зависимости (рисунок 2) показывают, что применение подпружиненных инерционных качающихся решет увеличивает в $(1 + A_q)$ раз скорость движения вороха по поверхности решета, что повышает его производительность. Кроме того, это позволяет снизить частоту и амплитуду колебаний решетчатого стана, что уменьшает требуемую мощность привода решетчатого стана и массу противовесов для его уравновешивания.

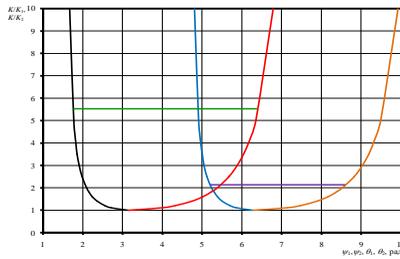


Рисунок 3 – Зависимости моментов начала и конца движения частицы по поверхности решета от соотношения K/K_1 и K/K_2 : **■** – θ_1 (начало движения вниз); **■** – θ_2 (конец движения вниз); **■** – ψ_1 (начало движения вверх); **■** – ψ_2 (конец движения вверх)

На рисунке 3 показана зависимость моментов начала и конца движения (в радианах) от значения Z . Поскольку и K/K_2 больше K/K_1 , то зависимостью необходимо пользоваться со сдвигом. Для примера на схеме отмечены участки движения вниз при $K/K_2 = 5,7$ и вверх для $K/K_1 = 2,1$.

Из рисунка 3 можно определить преобладающее движение частицы по разности длины отрезков, а также длительность относительного движения частицы за цикл колебаний.

Средняя скорость движения вороха по поверхности решета определяется по формуле [5]

$$v_{cp} = \frac{\xi_n - \xi_g}{2\pi} \omega \quad (16)$$

где \square_n и \square_g – перемещение частицы вниз и вверх по поверхности решета, м.

Величину перемещения определим по уравнениям М. Н. Летошнева [5], в которые введем множитель, учитывающий изменение перемещения под воздействием пружин:

$$\xi_1 = r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) \left[\frac{K_1}{K} - \cos \psi_2 - (\psi_2 - \psi_1) \sin \psi_1 - \frac{1}{2} (\psi_2 - \psi_1)^2 \frac{K_1}{K} \right] \quad (17)$$

$$\xi_2 = r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) \left[\frac{K_2}{K} - \cos \theta_2 - (\theta_2 - \theta_1) \sin \theta_1 - \frac{1}{2} (\theta_2 - \theta_1)^2 \frac{K_2}{K} \right] \quad (18)$$

Преобразуем уравнения (17) и (18) аналогично уравнениям скорости, тогда они примут вид

$$\begin{aligned} \xi_{1(2)} = r(1 + A_q) \cos(\alpha + \varepsilon) [Z_{1(2)} - \cos(U_{1(2)} - \arccos Z_{1(2)}) + \\ + U_{1(2)} \sqrt{1 - Z_{1(2)}^2} - \frac{1}{2} U_{1(2)}^2 Z_{1(2)}]. \end{aligned} \quad (19)$$

На рисунке 4 представлены графики зависимости перемещения вороха от показателя кинематического режима решетного стана при $\square\square = 10$ с⁻¹, $r = 6$ мм, $\square\square = 10^\circ$, $\square = 0^\circ$ и $A_q = 2$.

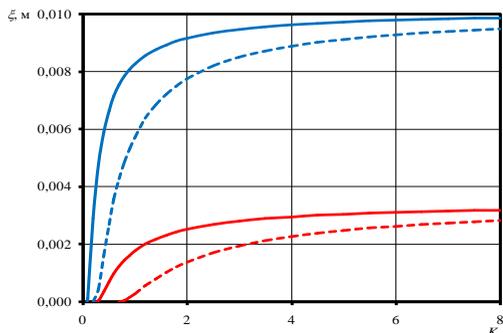


Рисунок 4 – Зависимость перемещения вороха от показателя кинематического режима решетного стана: — — — \square_H ; — — — \square_θ подпружиненных инерционных качающихся решет; — — — \square_H ; — — — \square_θ существующих решет

Зависимости (рисунок 4) показывают, что применение подпружиненных инерционных качающихся решет увеличивает в $(1+A_q)$ раз перемещение вороха по поверхности решета.

Зависимость средней скорости движения вороха по поверхности решета представлена на рисунке 5.

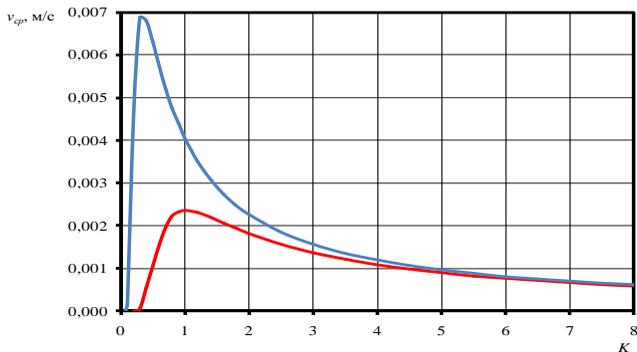


Рисунок 5 – Зависимость средней скорости движения вороха по поверхности решета от показателя кинематического режима решетного стана: — — — подпружиненные инерционные качающиеся решета; — — — существующие решета

Анализ зависимостей (рисунок 5) показывают, что движение вороха по поверхности подпружиненных инерционных качающихся решет начинается при меньшем значении показателя кинематического режима и при $K = 0,4$ средняя скорость движения вороха по поверхности решета v_{cp} увеличивается в 12,6 раза по сравнению с существующими решетками. При дальнейшем увеличении показателя кинематического режима решетного стана превышение скорости движения по поверхности подпружиненных инерционных решет по отношению к существующим уменьшается, составляя 71,0 % при $K = 1$ и менее 5 % при $K > 6$.

Выводы.

1. Применение подпружиненных инерционных качающихся решет увеличивает в $(1+A_q)$ раз перемещение вороха по их поверхности. 2. Движение вороха по поверхности подпружиненных инерционных качающихся решет начинается при меньшем значении показателя кинематического режима и при $K = 0,4$ средняя скорость движения вороха по поверхности решета v_{cp} увеличивается в 12,6 раза по сравнению с существующими решетками.

Литература.

1. Круглень В.Е., Алексеенко А.С., Коцуба В.И., Белявский В.Ю. Влияние пружин на работу инерционных качающихся решет // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014.– № 4. – С. 13–17.
2. Патент 2437 Респ. Беларусь, № u 20050401. 28.02.2006.
3. Патент 4395 Респ. Беларусь, № u 20070668. 30.06.2008.
4. Патент 6409 Респ. Беларусь № u 20090874. 30.08.2010.
5. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Сельхозиздат, 1955. – 764 с.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ
РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ
ПУЛЬСИРУЮЩИХ ДИСЛОКАЦИЙ ПРИ УПРОЧНЕНИИ
ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

д.т.н., профессор Коршунов В.Я.

Брянский государственный аграрный университет, Россия

**PREDICTION OF RECRYSTALLIZATION TEMPERATURE
ON THE BASIS OF THE PULSATING ENERGY OF
DISLOCATIONS IN THE STRENGTHENING OF PARTS OF
AGRICULTURAL MACHINERY**

Doctor of Engineering Sciences, Korshunov V. Ya.,

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Разработан расчётно-аналитический метод прогнозирования температуры начала рекристаллизации при упрочнении поверхностного слоя в процессе механической обработке изготавливаемых ремонтных и восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники. В основу метода положена дислокационно-термодинамическая схема пластической деформации, которая базируется на физически обоснованном понятии – энергетически пульсирующих дислокациях.

Annotation. Developed computational and analytical method of predicting the temperature of beginning of recrystallization by work hardening of the surface layer during mechanical processing of the manufactured repair and restore parts of agricultural machinery. The method is based on dislocation-thermodynamic scheme of plastic deformation, which is based on a physically reasonable notion of pulsating energy dislocations.

Ключевые слова: температура, рекристаллизация, энергия, дислокации, деформация, упрочнение, разрушение, термодинамика.

Key words: temperature, recrystallization, energy, dislocation, deformation, hardening, fracture, thermodynamics.

Введение. Постановка задачи.

Эксплуатационные свойства (износостойкость, усталостная прочность, контактная прочность и др.), характеризующие долговечность работы различных машин, в значительной степени зависят от твёрдости (упрочнения) поверхностного слоя деталей, значение которой задаётся при проектировании и формируется различными технологическими методами обработки. Поэтому прогнозирование величины твердости материала в процессе механической и термомеханической обработки является проблемой актуальной, особенно при разработке упрочняющих техноло-

гий [1-3].

Процесс пластической деформации материала в зоне резания, его упрочнение, разупрочнение и разрушение рассматривается как конкуренция двух противоположных, взаимосвязанных и одновременно протекающих в деформируемых объемах тенденций – роста плотности упругой энергии ΔU_e различного рода дефектов (дислокаций, вакансий), накапливающихся в материале за счет работы сил резания ω_p , и снижения (высвобождения) её за счёт различного рода релаксационных процессов (аннигиляции накопленных дислокаций и вакансий в процессе рекристаллизации), протекающих внутри деформируемого элемента детали за счёт температурного фактора. При этом первая тенденция связана с деформационным упрочнением (наклепом) материала, вторая – с динамическим возвратом (рекристаллизацией), обуславливающим тепловой эффект пластической деформации q и разупрочнение. В соответствии с термодинамической теорией прочности и разрушения твердых тел за критерий разрушения принимается критическая (предельная) величина плотности накопленной внутренней энергии U_* , равной энтальпии плавления материала H_s [4].

Процесс рекристаллизации начинается при достижении определённой температуры в зоне обработки заготовки. Температуру начала процесса рекристаллизации металлов и сплавов $T_{н.р.}$ можно определить, как температуру, при которой, в течение заданного времени после определенной степени деформации, начинается выделение накопленной упругой энергии дефектов и изменение физико-механических свойств [5].

Из выше изложенного следует, что для прогнозирования максимального упрочнения поверхностного слоя детали в процессе её изготовления или восстановления необходимо знать температуру начала $T_{н.р.}$ процесса рекристаллизации, величина которой будет одним из ограничений при назначении режимов механической обработки. Поэтому задачей дан-

ной работы является разработка расчётно-аналитического метода прогнозирования температуры начала процесса рекристаллизации при упрочнении поверхностного слоя в процессе механической обработки изготавливаемых ремонтных и восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники.

Анализ существующих методов расчёта $T_{н.р}$

Бочвар А.А. экспериментально установил, что у чистых металлов температура рекристаллизации составляет одинаковую для всех металлов долю от температуры плавления T_s по абсолютной шкале

$$T_{н.р.}=0,4 \cdot T_s.$$

Введение примесей приводит к тому, что температура начала рекристаллизации, как правило, бывает выше, чем $0,4 \cdot T_s$. У двух и трехкомпонентных систем отношение $T_{н.р.}/T_s$ значительно выше и достигает 0,7-0,85 в связи с тем, что увеличивается энергия связи и на процесс рекристаллизации накладываются процессы распада и других фазовых и структурных изменений.

В работе [5], исходя из общих соображений термодинамики, предлагается определять температуру начала процесса рекристаллизации $T_{н.р}$ из выражения

$$3 \cdot R \cdot T_{н.р.} = \left\{ 1 - \frac{3}{8} \cdot \left(\frac{\Theta}{T_{н.р.}} \right) + \frac{1}{20} \cdot \left(\frac{\Theta}{T_{н.р.}} \right)^2 - \frac{1}{1680} \cdot \left(\frac{\Theta}{T_{н.р.}} \right)^4 \right\} = L \quad (1)$$

где Θ – характеристическая температура Дебая; L – теплота плавления.

Выражение (1) не учитывает конкретных условий процесса, что вызывает большие трудности для его широкого использования на практике.

Связь температуры рекристаллизации и плавления методами статистической термодинамики была установлена впоследствии Ван-Лимптом и Делингером. Она выражается зависимостью

$$\frac{T_{H.P.}}{T_{III.} - 50 \cdot n \cdot \beta} = 0,32 - 0,43$$

где β – средняя степень деформации; n – коэффициент пропорциональности, который учитывает неоднородность деформации в объеме и определяется экспериментально.

Анализируя выше приведённые формулы можно сделать вывод, что температура начала процесса рекристаллизации материала после пластической деформации определяется экспериментально или полуэмпирическим методом, что требует достаточно много времени и средств. Поэтому для решения поставленной в данной работе задачи необходимо использовать дислокационно-термодинамическую схему пластической деформации, а также нового физического понятия – энергетически пульсирующих дислокаций [4].

Разработка расчётно-аналитического метода прогнозирования

$T_{н.р}$

При зарождении и движении дислокаций по линии скольжения в процессе пластической деформации металлов атомные связи в кристаллической решётке многократно разрываются и снова восстанавливаются. При движении дислокаций по плоскости скольжения возникают благоприятные условия для образования точечных дефектов и повышения плотности упругой энергии в ядре дислокаций и твердости материала в целом. Однако, основная часть механической энергии, затраченной на движение дислокации в плоскости скольжения, выделяется в виде тепла при восстановлении атомных связей.

Дислокационно-термодинамическая схема пластической деформации представленная на рисунке 1, позволяет прогнозировать не только динамику зарождения и движения дислокаций, но также определять текущее U_{ei} и максимальное U_{eim} значения плотности упругой энергии в ядрах дислокаций в зависимости от приложенного напряжения σ_i и величини

ны пройденного пути L_i после образования субмикротрещины длиной $l_{TP.i}$

$$U_{ei} = L_i \cdot tg\alpha_{Li}, \quad (2)$$

$$U_{eim} = (L - l_{TP.i}) \cdot tg\alpha_{Li} \quad (3)$$

где: L – величина пройденного пути дислокацией до образования субмикротрещины.

Здесь

$$tg\alpha_{Li} = \frac{U}{L} \cdot \frac{eic}{}, \quad (4)$$

где: U_{eic} – значение упругой энергии в точке пересечения с линией скольжения. Значение U_{eic} определяется соотношением

$$U_{eic} = U_{e*} \cdot \frac{\sigma_i}{S_K}, \quad (5)$$

где: S_K – истинный предел прочности материала на разрыв.

Анализ представленных данных на рисунке 1 показал, что особенно интенсивно процесс накапливания упругой энергии в ядрах дислокаций происходит на участках m_1B . (рис. 1). Критическая плотность упругой энергии U_{e*} в головных дислокациях достигается при напряжении σ_i равному максимальному пределу прочности $\sigma_{вм.}$. При дальнейшем повышении напряжения головные дислокации начинают объединяться в субмикротрещину длиной $l_{TP.i}$, что приводит к освобождению (диссипации) части накопленной упругой энергии дефектов и снижению степени упрочнения, а в конечном итоге к разрушению образца.

Длина субмикротрещины $l_{TP.i}$ определяется соотношением [4]

$$l_{TP.i} = \frac{\pi \cdot L^2 \cdot \tau_i^2}{E \cdot \gamma} \quad (6)$$

где τ_i – напряжение сдвига; E – модуль упругости; γ – поверхностная энергия.

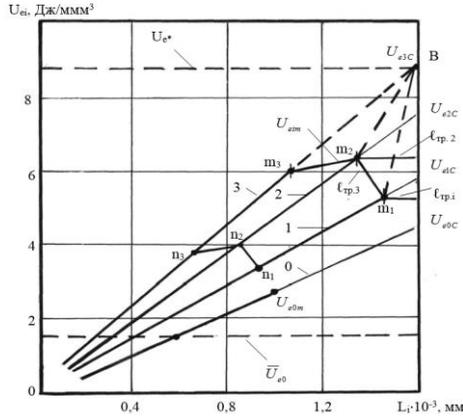


Рисунок 1 – Зависимость изменения плотности упругой энергии U_{ei} в ядре дислокаций и длины $\ell_{\text{тр}i}$ субмикротрещин от пути L_i пройденного по плоскости скольжения: материал – сталь 45, твердость 1800 HV; схема деформации – сжатие; 0 – линия скольжения после отжига; 1 – $\sigma_1=600$ МПа; 2 – $\sigma_2=770$ МПа; 3 – $\sigma_3=925$ МПа

С учётом всех математических преобразований составляющих, входящих в формулу (3) для расчёта максимальной упругой энергии в головных дислокациях U_{eim} после образования субмикротрещины, получено выражение в виде:

$$U_{eim} = \left[\frac{\sqrt{12 \cdot G \cdot \gamma}}{\pi \cdot \sigma_{\text{ИТ}}} - 2 \cdot \left(\frac{10 \cdot \tau_i \cdot n_{\text{д.н.с.}} \cdot \ln n_{\text{д.н.с.}}}{G} \right)^2 \right] \cdot \frac{G \cdot b}{4 \cdot n_{\text{д.н.с.}} \cdot \tau_i} \cdot \text{tg} \alpha_{Li} \quad (7)$$

где: G – модуль сдвига; $\sigma_{\text{ИТ}}$ – истинный предел текучести; $n_{\text{д. п. с}}$ – количество дислокаций в полосе скольжения.

Для теоретического прогнозирования температуры процесса рекристаллизации при механической и термомеханической обработке необходимо использовать основные положения дислокационно-термодинамической схемы пластической деформации металлов [4], а так-

же утверждение автора работы [5] о том, что процесс рекристаллизации начинается при теплосодержании металла равного теплоте плавления (энтальпии) H_S . Следовательно, для начала рекристаллизации необходимо достичь определённого уровня диффузионной подвижности атомов при которой начинается интенсивная аннигиляция вакансий и выделение накопленной в микрообъёмах в процессе механической и термомеханической обработки упругой энергии дефектов.

Таким образом, если от критической величины внутренней энергии $U_* = H_S$ вычесть максимальную упругую энергию U_{eim} , накопленную в головной дислокации при её движении по плоскости скольжения, а затем разницу разделить на теплоёмкость материала C_V , получим теоретическую зависимость для расчёта температуры начала процесса рекристаллизации после пластической деформации [4] .

$$T_{H.P.} = \frac{U_* - U_{eim}}{C_V} . \quad (8)$$

Анализ полученных результатов.

Изменение значений температуры начала процесса рекристаллизации $T_{H.P.}$ и её относительная величина после деформирования стали 45 термообработанной на различную твёрдость представлены на рисунке 2.

С повышением максимальной величины упругой энергии в головной дислокации U_{eim} снижается температура начала процесса рекристаллизации $T_{H.P.}$, а также её относительная величина $T_{H.P.}/T_S$ и наоборот, со снижением U_{eim} значение $T_{H.P.}$ и $T_{H.P.}/T_S$ начинают расти (кривые 1, 1' на рис. 2). Значение $T_{H.P.}/T_S$ изменяется в пределах 0,8-0,3, что подтверждается многочисленными экспериментальными данными [5] и говорит о достоверности полученных результатов. Однако следует отметить, что зависимость температуры начала процесса рекристаллизации $T_{H.P.}$ после деформирования имеет более сложную зависимость и имеет точку пере-

гиба при $\sigma_i = \sigma_{\text{вм}}$. Ранее зависимость $T_{\text{н.р.}} = f(\sigma_i)$ принималась как монотонно убывающая с ростом величины напряжения σ_i [5].

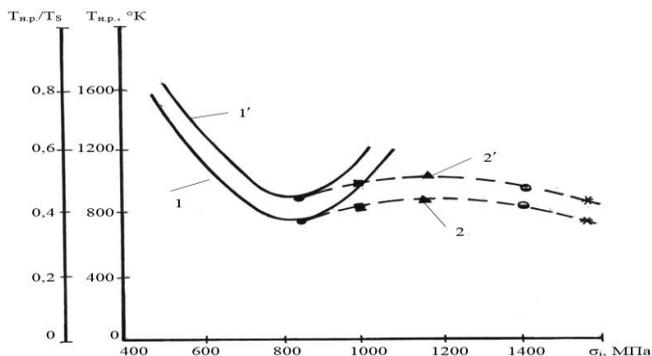


Рисунок 2 – 1, 1' – Зависимость температуры начала рекристаллизации $T_{\text{н.р.}}$ и ее относительной величины $T_{\text{н.р.}}/T_S$ при деформировании стали 45 HV₀1800; 2, 2' – Зависимость температуры начала рекристаллизации $T_{\text{н.р.}}$ и ее относительной величины $T_{\text{н.р.}}/T_S$ при деформировании стали 45 разной твердости при $\sigma_i = \sigma_{\text{вм}}$; ● – HV1800; ■ – HV2600; ▲ – HV4200; ◻ – HV5600; * – HV6700

Анализ полученных теоретических результатов показал:

Значения $T_{\text{н.р.}}$ и $T_{\text{н.р.}}/T_S$ (кривые 2, 2' на рис. 2) для стали 45 термобработанной на разную твердость при деформировании с напряжением $\sigma_i = \sigma_{\text{вм}}$ изменяется в небольших пределах $T_{\text{н.р.}} = 550-796$ К, $T_{\text{н.р.}}/T_S = 0,32-0,44$. Наибольшее значение $T_{\text{н.р.}} = 796$ К и $T_{\text{н.р.}}/T_S = 0,44$ достигается при максимальном упрочнении стали 45 с начальной твердостью HV₀ 4200, что говорит о большей термодинамической устойчивости её структуры при действии температурного фактора. Этот установленный факт желательно использовать при проектировании и изготовлении деталей с целью повышения надёжности работы при повышенных температурах их эксплуатации.

Выводы.

На основе дислокационно-термодинамической схемы пластической

деформации и введённого нового физического понятия – энергетически пульсирующие дислокации, получены зависимости для расчёта температуры начала $T_{н.р.}$ процесса рекристаллизации. Значение $T_{н.р.}$ с ростом накопленной упругой энергии (степени деформации) U_{ei} уменьшается до максимальной степени упрочнения, а затем начинает плавно увеличиваться за счёт роста субмикротрещин в плоскости скольжения дислокаций. Данную методику можно использовать в процессе разработки упрочняющих технологий при изготовлении и восстановлении деталей различной сельскохозяйственной техники.

Литература.

1. Коршунов В.Я. Гончаров П.Н, Комаров В.С. Повышение долговечности деталей сельхозмашин на основе разработки научных основ упрочняющих технологий // Вестник БГСХА. – 2012. – №2. – С. 36 – 38.

2. Коршунов В.Я. Гончаров П.Н, Новиков Д.А., Захарченко Д.А. Упрочнение и разрушение материалов в процессе механической обработки при сдвиговом механизме пластической деформации // Вестник БГСХА. – 2013. – №4. – С. 34 – 37.

3. Коршунов В.Я. Повышение надёжности и долговечности деталей сельхозмашин на основе структурно-энергетического подхода к прочности и разрушению металлических материалов // Сб. научных работ Брянской государственной сельскохозяйственной академии. Брянск: БГСХА. – 2009. – С. 120 – 127.

4. Коршунов В.Я. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей на основе прогнозирования рациональных структурно-энергетических параметров материала и технологических условий механической обработки: дис...докт. техн. наук. – Саратов, 2006. – 348 с.

5. Горелик С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов – М.: Металлургия, 1978. – 451 с.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДМАТРИЧНОЙ КАМЕРЫ ЭКСПАНДЕРА

к. т. н., Козлов С.И.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

GROUND OF STRUCTURAL PARAMETERS PRE-MATRIX CHAMBER OF EXPANDER

*Candidate of Engineering Sciences, Kozlov S.I.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Приводится теоретическая зависимость для определения длины предматричной камеры экспандера, которая является частью рабочего объема цилиндрической формы шнековой камеры, расположенной между плоскостью выходного отверстия матрицы и вертикальной плоскостью, ограничивающей открытую лопасть прессующего шнека

Annotation. Theoretical dependence over is brought for determination of length of pre-matrix chamber of expander, that is part of the swept volume of cylindrical form of the screw chamber, located between the plane of exit hole of matrix and vertical plane

Ключевые слова: экспандер, предматричная камера, давление, релаксация, взрыв
Key words: expander, pre-matrix chamber, pressure, relaxation, explosion

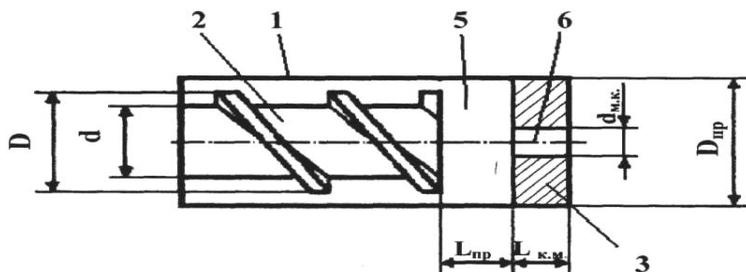
Цель исследований.

Одним из отличительных элементов экспандера является предматричная камера – часть рабочего объема цилиндрической формы шнековой камеры, расположенной между плоскостью выходного отверстия матрицы и вертикальной плоскостью (рисунок 1), ограничивающей открытую лопасть прессующего шнека.

К конструктивным параметрам предматричной камеры относятся ее длина и диаметр. Если диаметр предматричной камеры определяется диаметром шнековой камеры и остается неизменным для данной конструкции экспандера, то ее длина может варьироваться и влиять на технологический процесс.

Сущность процесса обработки материала в предматричной камере заключается в следующем. Подаваемый шнеком вязкоупругий материал, сходя с последнего витка шнека, заполняет объем предматричной камеры и встречает на своем пути препятствие – матрицу, поэтому возникает

определенное противодействие и материал начинает сжиматься, при этом он продолжает нагреваться внешними нагревательными элементами. На границе шнека и предматричной камеры, материал дополнительно еще подвергается интенсивному механическому воздействию от вращения шнека экспандера. Под действием этих факторов смесь переходит из вязкоупругого состояния в вязкопластичное.



1 – корпус; 2 – вал шнека; 3 – матрица; 5 – предматричная камера; 6 – канал матрицы; $L_{пр}$ – длина камеры; $D_{пр}$ – диаметр предматричной камеры; $L_{пр}$ – длина канала матрицы; $d_{м.к.}$ – диаметр канала матрицы; D – наружный диаметр шнека; d – внутренний диаметр шнека

Рисунок 1 – Схема расположения камеры экспандера

При достижении давления необходимого для проталкивания материала через отверстия матрицы он начинает двигаться по её каналам. Как только материал в отверстиях матрицы сдвинулся с места, величина давления в предматричной камере падает и устанавливается на некотором постоянном уровне.

Исследованиями по гранулированию установлено [4, 5, 6, 7], что одним из условий создания прочной структуры гранул является процесс завершения релаксационных явлений в канале матрицы, иначе из-за упругого последействия монолит при выходе из камеры будет расширяться, и окажется вспученным. В нашем случае при получении вспученного про-

$$L_{\text{рел}} = \mathcal{G}_{\text{ср}} \cdot t_{\text{рел}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{рел}}$ – необходимое время выдержки для релаксации, с, ($t_{\text{рел}}=12-23$ с) [4, 7].

Чтобы определить $L_{\text{общ}}$, рассмотрим отдельно движение материала в предматричной камере и движение материала в каналах матрицы (рисунок 2).

Теоретические исследования

В предматричной камере (рисунок 2) рабочий орган (шнек) 1 преодолевает не только сопротивление сжатию, но и трение материала о стенки корпуса шнека 2, обусловленное наличием бокового давления. Поэтому давление по длине предматричной камеры 3 не остается постоянным, а уменьшается вдоль ее длины. Чтобы уяснить, как изменяется осевое давление в предматричной камере, выделим в полученном сжатом материале (рисунок 2) элементарный слой dx , удаленный от последнего витка шнека на расстоянии x . На выделенный элемент действуют осевые давления: с одной стороны $p_{\text{пх}}$, с другой – $p_{\text{пх}}+dp_{\text{пх}}$ (рисунок 2). Кроме того, в поперечном сечении по периметру элемента действует боковое давление q_x и обусловленная им сила трения $F_{\text{тр}}$. Эта сила направлена вдоль канала и равна [4,7]:

$$F_{\text{тр}} = f_1 q_x P_{\text{пр}} dx, \quad (3)$$

где $P_{\text{пр}}$ – периметр предматричной камеры, м.

Составим уравнение равновесия слоя в проекции на продольную ось предматричной камеры:

$$p_{\text{пх}} S_{\text{пр}} - (p_{\text{пх}} + dp_{\text{пх}}) S_{\text{пр}} - f_1 q_x P_{\text{пр}} dx = 0, \quad (4)$$

или

$$dp_{\text{пх}} = - \frac{f_1 q_x P_{\text{пр}}}{S_{\text{пр}}} dx. \quad (5)$$

Анализируя правую часть полученного равенства, видно, что давление в направлении движения материала к матрице уменьшается. А выражение:

$$\frac{f_1 P_{np}}{S_{np}} = \text{const.} \quad (6)$$

При этом боковое давление в процессе движения материала к матрице изменяется и равняется [4]:

$$P_x = \psi P_{nx}, \quad (7)$$

где ψ – коэффициент бокового распора.

Коэффициент бокового распора равен:

$$\psi = \frac{\mu}{1 - \mu}, \quad (8)$$

где μ – коэффициент Пуассона.

С учетом этого перепишем выражение (5) и получим следующее уравнение:

$$\frac{dp_{nx}}{\psi P_{nx}} = - \frac{f_1 P_{np}}{S_{np}} dx. \quad (9)$$

Интегрируя левую часть в пределах от p_{n0} до p_{nmax} , а правую – от 0 до L_{np} (рисунок 2), получим:

$$\int_{p_{nmax}}^{p_{n0}} \frac{dp_{nx}}{\psi P_{nx}} = \int_0^{L_{np}} - \frac{f_1 P_{np}}{S_{np}} dx, \quad (10)$$

или

$$\frac{1}{\psi} (\ln p_{nmax} - \ln p_{n0}) = \frac{f_1 P_{np}}{S_{np}} L_{np}. \quad (11)$$

Решая уравнение относительно L_{np} , имеем:

$$L_{np} = \frac{S_{np} (\ln p_{nmax} - \ln p_{n0})}{\psi f_1 P_{np}}. \quad (12)$$

Если учесть, что $S_{np} = \pi D^2 / 4$, и $P_{np} = \pi D$, то выражение (12)

примет вид:

$$L_{\text{пр}} = \frac{D(\ln p_{\text{пmax}} - \ln p_{\text{п0}})}{4\psi f_1}, \quad (13)$$

Это выражение будет действительно при полностью закрытых матричных отверстиях, когда давление прессования $p_{\text{п}} = p_{\text{пmax}}$.

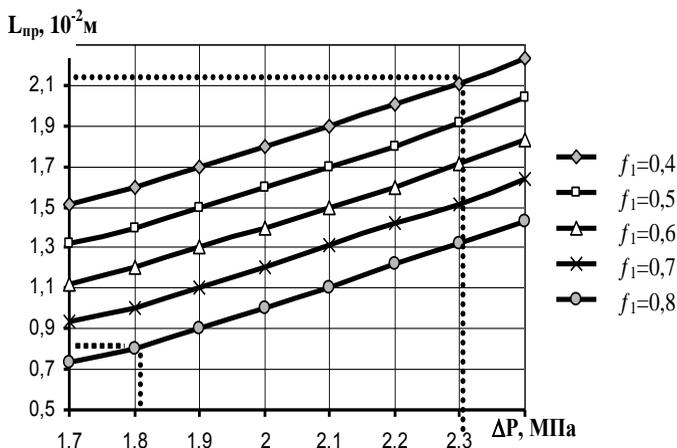


Рисунок 3 - Зависимость длины предматричной камеры ($L_{\text{пр}}$) от перепада давления (ΔP) при различных значениях коэффициента трения

При открытых матричных отверстиях после сдвига материала по каналам матрицы установится некоторое рабочее давление несколько меньшее, чем максимальное, но достаточное для непрерывного движения материала по каналам матрицы(рис.3).

Выводы.

Длина предматричной камеры должна быть увеличена, чтобы достичь большего перепада давлений. С увеличением ее длины могут завершиться релаксационные процессы, возникающие в обрабатываемом материале, в результате чего нельзя будет получить продукт вспученной,

микропористой структуры. Поэтому конкретное значение длины предматричной камеры желательно определять экспериментально с учетом физико-механических свойств обрабатываемого материала.

Литература

1. Горун Е.Г., Романов А.Н. Производство хлопьев, взорванных зёрен и пищевых концентратов из кукурузы. – М.: ЦИНТИ, Пищепром, 1960. – 245 с.

2. Горун Е.Г., Романов А.Н. Сухие завтраки из пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 56 с.

3. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

4. Пиуновский И.И., Лысоконь, В.П. Гранулирование травяной муки плоской матрицей и коническими прессующими вальцами // Сб. Вопросы с/х механизации. – 1972. – Т. 21. – С. 257–276.

5. Пиуновский И.И. Технология приготовления полнорационных гранулированных кормов. // Техника в сельском хозяйстве. – 1978. – № 10. – С. 15 – 16.

6. Силаев Н. Р. Определение усилий, действующих на рабочие органы прессы с коническими матрицами. // Сб. Совершенствование технологических процессов и средств механизации в кормопроизводстве и животноводстве. – Горки, 1989. – С.58 – 63.

7. Силаев Н. Р., Подскользин Ю. В. Исследование влияния геометрических параметров предкамер на процесс гранулирования. // Сб. Совершенствование технологии и средств механизации в животноводстве. – Горки, 1982. – С.10 –14

8. Юрьев В. П., Богатырев А. Н. Физико-химические представления о получении экструзионных продуктов питания на основе растительного сырья // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 12. – С.25-28

**К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ
ПАРАМЕТРОВ ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ**

*д.т.н. Купреенко А.И., к.э.н. Исаев Х.М., аспирант Бычков И.Е.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

**FEASIBILITY STUDY OF CONSTRUCTIVE AND
ENGINEERING PARAMETERS FOR THE SCREW CONVEY-
OR DISTRIBUTOR**

*Doctor of Engineering Sciences, Kupreenko A.I., Candidate of Economic Sci-
ences, Isaev Kh.M., graduate student Bychkov I.E.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Предложены конструкция и методика расчета конструктивно-режимных параметров шнекового транспортера-распределителя. Показаны его преимущества перед обычными шнековыми транспортерами при заполнении емкостей различного назначения сыпучими материалами. Определены задачи экспериментальных исследований.

Annotation. Design and method of calculation of structural and engineering parameters for screw conveyor-distributor have been offered. Its advantages in front of the usual screw conveyors while filling containers for various purposes with bulk materials have been shown. Problems of pilot studies have been defined.

Ключевые слова: шнековый транспортер-распределитель, самосортирование, коэффициент заполнения емкости, равномерность распределения материала.

Key words: screw conveyor distributor, self-sorting, coefficient of filling capacity, distribution uniformity of material.

Введение.

При распространенном способе заполнения бункеров и емкостей различного назначения компактной струей частицы сыпучего материала, имеющие различный размер или форму, самосортируются, что приводит к сегрегации. В то же время, компактный поток, падая с высоты, сильно уплотняет насыпь в емкости, что приводит к слеживаемости и ухудшению качества материала. Кроме того, загрузка емкостей компактным потоком снижает коэффициент использования их полезного объема. Перечисленные негативные явления могут быть сведены к минимуму правильно выбранным способом загрузки, которая является начальным звеном в процессе функционирования емкости и оказывает значительное влияние на

весь технологический процесс и на качество конечного продукта. Конструктивно-технологическое совершенствование процесса загрузки сыпучего материала емкостей различного назначения, с позиции сохранения качества материала, является актуальной задачей [1,2].

Постановка предмета исследования.

В данной работе мы рассматриваем возможность повышения эффективности процесса загрузки емкостей для хранения и транспортировки сыпучих материалов посредством использования загрузочно-распределительного устройства, позволяющего повысить степень равномерности распределения материала в емкости.

Обычный шнековый транспортер обеспечивает разгрузку материала через выпускной патрубок в конце кожуха транспортера. При этом формируется насыпь в виде конуса с наклоном образующей к горизонту равной углу естественного откоса материала (рис. 1). Это уменьшает коэффициент использования объема хранилища.

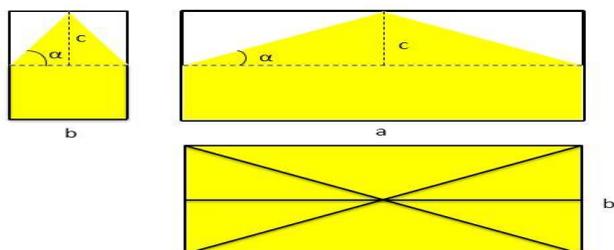


Рисунок 1 - Схема формирования насыпи при заполнении емкости

На практике требуется распределять материал на определенной длине при заполнении различных емкостей или хранилищ [3]. Разравнивание насыпей для более полного заполнения емкости требует применения ручного труда и, как следствие, увеличивается время простоя под грузовыми операциями и растут трудозатраты. Обычный транспортер в этом случае необходимо передвигать или использовать направляющие поворотные лотки.

Предложена конструкция транспортера, обеспечивающего равномерное распределение материала по всей длине емкости (рис. 2).

Особенность конструкции заключается в том, что в нижней части кожуха транспортера имеется продольная прорезь (выходное отверстие) для выгрузки материала по всей длине кожуха.

Рабочий процесс протекает следующим образом. Шнек перемещает материал вдоль кожуха транспортера с определенной скоростью. При перемещении материал попадает в пространство над выходным отверстием в кожухе и начинается процесс выгрузки. Для равномерной выгрузки материала скорость перемещения и ширина выходного отверстия должны быть такими, чтобы материал, начиная высыпаться вначале выходного отверстия, перемещаясь до конца выходного отверстия, полностью выгрузился. Данный способ приводит к равномерной разгрузке материала вдоль транспортера при обеспечении необходимой производительности.

Производительность шнекового транспортера Q (т/ч) с учетом особенностей транспортируемого продукта и угла его установки по отношению к горизонту определяется следующим образом [4]:

$$Q = 47D^2 h \varphi \rho f c ,$$

где: D – диаметр шнека, м; h – шаг спирали, м; φ – частота вращения шнека, мин⁻¹; ρ – плотность материала, т/м³; f – коэффициент заполнения шнека, $f = 0,32 \dots 0,40$; c – коэффициент наклона (при наклоне к горизонту $0^\circ c = 1$).

Зная производительность шнека Q можно рассчитать время движения материала t по всей длине выходного отверстия. Выходное отверстие должно иметь такую форму, которое за время t позволит обеспечить полную выгрузку материала. При этом высыпание материала на каждом участке отверстия должно быть одинаковым, т.е. объем высыпанного материала вначале, в середине и в конце выходного отверстия будет равным. Это возможно при условии, когда площадь сечения материала между вит-

ками шнека на уровне выходного отверстия в каждый момент времени одинакова (см. рис. 2).

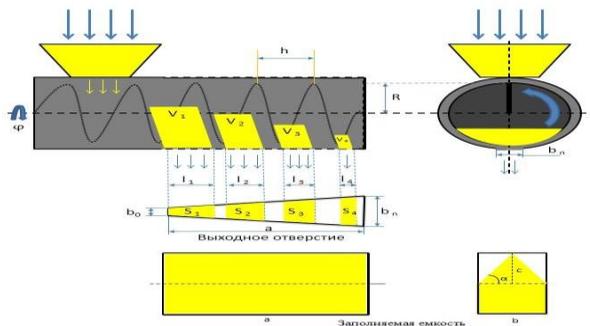


Рисунок 2 – Схема работы шнекового транспортера-распределителя

Для равномерной разгрузки материала справедливо равенство:

$$k_1 S_1 = k_2 S_2 = k_3 S_3 = k_4 S_4,$$

где: S_1, S_2, S_3, S_4 – площади сечения материала между витками шнека на уровне выходного отверстия; k_1, k_2, k_3, k_4 – коэффициенты истечения материала через выходное отверстие (определяются экспериментально).

За время одного оборота шнека через высыпную площадь $S_{выс}$ происходит выгрузка материала объемом $V_{выс}$.

Для равномерной разгрузки материала также справедливо равенство

$$V_1 = V_2 + V_{выс}, \quad V_2 = V_3 + V_{выс}, \quad V_3 = V_4 + V_{выс},$$

где: V_1, V_2, V_3, V_4 – объемы материала над соответствующими площадями выходного отверстия, через которые происходит высыпание материала.

Таким образом, первоначальный объем материала V уменьшается равномерно до нуля к концу выходного отверстия. Для обеспечения требуемой производительности шнека необходимо соблюдение условия, при котором площадь выходного отверстия $S_{вых}$ больше приведенной площади поперечного сечения шнека $S_{шnek}$. При этом высыпная площадь $S_{выс}$ долж-

на быть больше или равна площади поперечного сечения шнека $S_{шнек}$ с учетом коэффициента истечения материала через выходное отверстие k , который определяется экспериментально, т.е.

$$kS_{выс} = S_{шнек}. \quad (1)$$

При условии, когда все параметры шнека (производительность, радиус шнека) известны, можем вычислить площадь его поперечного сечения:

$$S_{шнек} = \pi R^2,$$

соответственно с учетом выражения (1)

$$kS_{выс} = \pi R^2.$$

При работе шнекового транспортера заполнение материалом межвиткового пространства шнека составляет не 100 % объема шага шнека, а лишь 30 – 40 %. Коэффициент заполнения шнека f характеризует данный показатель и его необходимо учесть при расчете площади выходного отверстия:

$$kS_{выс} = f\pi R^2. \quad (2)$$

На рис. 2 форма выходного отверстия приведена в виде трапеции, соответственно можем вычислить площадь выходного отверстия по формуле:

$$S_{вых} = \frac{a(b_0 + b_n)}{2}, \quad (3)$$

где a – длина выходного отверстия (величина постоянная и известная);

b_0 – начальная ширина выходного отверстия;

b_n – конечная ширина выходного отверстия.

Зная, что $S_{вых} \geq S_{выс}$ можем записать следующее неравенство с учетом выражений (2) и (3):

$$\frac{ka(b_0+b_n)}{2} \geq f\pi R^2 \quad (4)$$

Зафиксировав первоначально значение b_0 (определяется экспериментально), из выражения (4) можем найти значение конечной ширины выходного отверстия b_n :

$$b_n \geq \frac{2f\pi R^2}{ka} - b_0.$$

В ходе теоретической и практической работы стоит задача определения коэффициента истечения материала через выходное отверстие k и экспериментальный подбор его начальной ширины b_0 . Одним из результатов работы является определение точной формы выходного отверстия для обеспечения равномерной выгрузки материала по всей длине емкости и обеспечения производительности транспортера-распределителя.

Объем получаемой пирамиды при разгрузке обычным транспортером и призмы, получаемой при разгрузке предлагаемым транспортером (рис.1 и рис. 2), находим по формулам:

$$V_{\text{пир}} = \frac{1}{6} a^2 b t g \alpha;$$

$$V_{\text{приз}} = \frac{1}{4} a^2 b t g \alpha.$$

Взяв отношение объема призмы к объему пирамиды, находим, что при заполнении прямоугольной емкости коэффициент заполнения верхней части увеличится в 1,5 раза.

Выводы.

Предложенный шнековый транспортер-распределитель позволяет эффективно использовать площади и объемы хранилищ, уменьшает сегрегацию и уплотнение материала. Дальнейшим направлением исследований является определение оптимальных конструктивно-режимных параметров предложенного шнекового транспортера-распределителя.

Литература.

1. Купреенко А.И., Байдаков Е.М., Исаев Х.М., Ченин А.Н. Зерносушильный комплекс на основе альтернативного источника энергии. //

Труды ГОСНИТИ. – 2015. - Т.120 – С. 49-53.

2. Мазько Н.Н. Перспективные направления исследований вопросов функционирования емкостей для сыпучих материалов // Дни студенческой науки / Сб. науч. трудов студентов и аспирантов. - Самара, 2006. – С. 45 - 46.

3. Чащинов/ В.И., Купреенко А.И., Исаев Х.М., Байдаков Е.М., Ченин А.Н. Гелиосушилка // Патент России № 2015132774/06. 2016, Бюл. № 4.

4. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. 3-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1983. - 487 с.

УДК 631.316

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

*к.т.н., Лабух В.М., аспирант Шмидов Д.В.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

OPTIMIZATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS DEEP-RIPPER

*Candidate of Engineering Sciences, Labukh V.M.,
graduate student, Shmidov D.V.,
Bryansk State Agrarian University, Russia.*

Аннотация. Для оптимизации геометрических параметров глубокорыхлителя проводили экспериментальные исследования с применением планирования эксперимента. Все эксперименты выполнялись в одинаковых условиях. Критерием оптимизации принято тяговое сопротивление агрегата. Проводился трехфакторный эксперимент на двух уровнях. Экспериментальные исследования подтвердили теоретически определенные параметры.

Annotation. For optimization of geometrical parameters of the deep-ripper conducted pilot studies with experiment planning application. All experiments were carried out in identical conditions. Traction resistance of the unit is accepted criterion of optimization. Three-factorial experiment at two levels was made. Pilot studies have confirmed theoretically certain parameters.

Ключевые слова: глубокорыхлитель, экспериментальные исследования, тяговое сопротивление.

Key words: deep-ripper, pilot studies, traction resistance.

Введение

Любая современная технология земледелия должна быть почвоза-

щитной и обеспечивать эффективное использование земли, а также восстановление и повышение ее плодородия. В почвозащитных технологиях большое внимание уделяется разуплотнению почвы и повышению ее инфильтрационных свойств [1]. Принимая во внимание перечень операций перспективной технологии с осенней нарезкой гребней [2], был сделан вывод, что культиватор для предпосадочной подготовки почвы под картофель должен включать рабочие органы для глубокого ярусного рыхления зоны распространения корневой системы растений и рабочие органы для формирования гребней [3].

Теоретическими исследованиями определены оптимальные геометрические размеры рабочего органа глубокорыхлителя (Рис.1) [4]. Однако установленные параметры нуждаются в корректировке непосредственно в условиях эксплуатации.

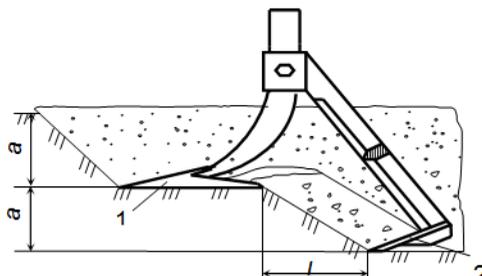


Рисунок 1 - Схема глубокорыхлителя. a_1 - глубина обработки почвы лапой 1; a_2 - глубина обработки почвы долотом 2; L – расстояние между лапой и долотом.

Для минимизации затрат при выполнении исследований по оптимизации геометрических параметров глубокорыхлителя применили планирование эксперимента, которое предусматривает процедуру выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. С помощью планирования эксперимента можно получить математическую модель, связывающую исследуемый параметр со всеми влияющими на него факторами.

Математические методы и практическая реализация

За критерий оптимизации наряду с агротехническими требованиями принималось тяговое сопротивление рабочего органа. В процессе исследований изменялись значения трех факторов: глубина обработки почвы долотом – a_2 (м); ширина захвата долота - b , (м); расстояние между лезвием долота и задней кромкой лапы - L , (м). Эти три фактора являются управляемыми, т.е. мы можем придать им любые значения (уровни) внутри области определения и поддерживать их в течение всего опыта постоянными. Остальные факторы считались неизменными.

Проводился эксперимент типа 2^3 , т.е. трехфакторный эксперимент на двух уровнях. Число опытов N определялось по формуле $N = R^k$, где число факторов $k=3$, число уровней $R=2$, тогда число опытов равно восьми а, число повторных опытов n принимается равным пяти. [5]

Матрица планирования представляется в табличном варианте, где X_1, X_2, X_3 - значения факторов на верхнем (+) и нижнем (-) уровнях. После проведения опытов выполнялась статистическая обработка полученных результатов.

Сначала определили оценку дисперсий S_i^2 каждого опыта по выражению

$$S_i^2 = \frac{\sum_1^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n - 1}, \quad (1)$$

где: y_i - значение исследуемого параметра для каждого единичного опыта; \bar{y}_i - среднее арифметическое значение параметра оптимизации из пяти повторных опытов; n - число повторных опытов.

Данные расчетов сводятся в таблицу 1.

Далее определили дисперсию воспроизводимости (ошибки опыта) согласно формуле

$$S^2_{\{y\}} = \frac{\sum_1^N S_i^2}{N} = \frac{0,83}{8} = 0,10, \quad (2)$$

Для проверки гипотезы об однородности оценки дисперсий следует воспользоваться критерием Кохрена:

$$G = \frac{S_{\max}^2}{\sum_1^N S_i^2} = \frac{0,15}{0,83} = 0,18$$

Табличное значение критерия Кохрена в зависимости от числа степеней свободы $f_1 = n-1=5-1=4$; $f_2 = N=8$ составляет $G_{\text{табл}}=0,39$ [6]. Так как табличное значение $G_{\text{табл}}$ превышает значение G полученное расчетным путем ($G=0,18$) - гипотеза об однородности дисперсий принимается.

1- Матрица планирования полного факторного эксперимента типа 2^3

Таблица 1 - Дисперсии и среднеквадратические отклонения

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
S_i^2	0.09	0.10	0.10	0.09	0.15	0.11	0.10	0.09
S_i	0.30	0.32	0.32	0.30	0.38	0.33	0.32	0.30

Уравнение математической модели с учетом парных взаимодействий имеет вид:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{1,2} X_1 X_2 + b_{1,3} X_1 X_3 + b_{2,3} X_2 X_3 + b_{1,2,3} X_1 X_2 X_3. \quad (3)$$

Коэффициенты регрессии при полном факторном эксперименте определяют по выражениям:

$$b_0 = \frac{\sum_1^N \bar{y}_u}{N} = \frac{25,30}{8} = 3,16;$$

для свободного члена -

для линейных членов -

$$b_1 = \frac{\sum_1^N X_1 \bar{y}_u}{N} = 0,46 ,$$

$$b_2 = \frac{\sum_1^N X_2 \bar{y}_u}{N} = 0,21 , \quad b_3 = \frac{\sum_1^N X_3 \bar{y}_u}{N} = 0,53 ;$$

для членов смешанного взаимодействия -

$$b_{12} = \frac{\sum_1^N X_1 X_2 \bar{y}_u}{N} = 0,01 ,$$

$$b_{13} = \frac{\sum_1^N X_1 X_3 \bar{y}_u}{N} = 0,06 , \quad b_{23} = \frac{\sum_1^N X_2 X_3 \bar{y}_u}{N} = 0,01 ,$$

$$b_{123} = \frac{\sum_1^N X_1 X_2 X_3 \bar{y}_u}{N} = 0,01$$

С учетом значения дисперсии воспроизводимости $S^2_{\{y\}} = 0,10$ с доверительной вероятностью 0,95 находим границы доверительных интервалов для коэффициентов регрессии:

$$\Delta b_i = \pm \frac{t \cdot S_{\{y\}}}{\sqrt{N}} = \pm \frac{2,78 \cdot 0,32}{2,83} = \pm 0,31 \quad (4)$$

где t - критерий Стьюдента, его значение для 5 повторных опытов и доверительной вероятности 0,95 равно 2,78.

Сравнивая значения коэффициентов регрессии с границами доверительных интервалов, следует, что $b_2, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ незначимы, и ими можно пренебречь. Тогда уравнение математической модели имеет вид:

$$\hat{y} = 3,16 + 0,46X_1 + 0,53X_3 \quad (5)$$

Проверяем адекватность полученного уравнения. Вычисляем теоретические значения параметра оптимизации \hat{y} и величину ошибки Δy

$$\Delta y = \bar{y} - \hat{y}, \text{ результаты заносим в таблицу 2.}$$

Таблица 2- Теоретическое значение параметра оптимизации и величина ошибки.

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
\hat{y}	3,09	2,17	3,09	2,17	4,15	3,23	4,15	3,23
Δy	0,31	0,13	0,19	0,27	0,15	0,27	0,25	0,13
Δy^2	0,10	0,02	0,04	0,06	0,02	0,06	0,05	0,02

Переход от натуральных значений факторов к кодированным значениям задается соотношениями:

$$X_i = \frac{c_i - c_{oi}}{\varepsilon} \quad (6)$$

где: X_i - кодированное значение фактора (безразмерная величина); c_i - c_{oi} - натуральные значения фактора (соответственно текущее значение и на нулевом уровне); ε - натуральное значение интервала варьирования факторов.

Рассчитаем дисперсию адекватности

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum^N \Delta y^2}{f}$$

где $f = N - (k + 1) = 8 - (3 + 1) = 4$ - число степеней свободы

$$S_{ad}^2 = \frac{0,40}{4} = 0,10$$

Адекватность модели определяем по критерию Фишера

$$F_{расч} = \frac{S_{ad}^2}{S^2_{\{y\}}} = \frac{0,10}{0,10} = 1$$

Вследствие имеющего место выражения $F_{\text{расч}} < F_{\text{табл}}$ ($F_{\text{табл}} = 6,4$) [6], представленная математическая модель адекватна.

В результате используя выражение (6) можно найти кодированное значение факторов X_1, X_2, X_3 , а затем по уравнению регрессии (5) определить минимальное тяговое усилие т.е.

$$y = 3,16 + 0,46 \cdot \frac{0,14 - 0,15}{0,05} + 0,53 \cdot \frac{0,14 - 0,15}{0,05} = 2,97 \approx 3 \text{кН}$$

Выводы.

Тяговое усилие принимается минимальным при значениях: $a_2 = 0,13-0,15(\text{м})$, $b = 0,05(\text{м})$, $L = 0,13-0,15(\text{м})$. Экспериментальные исследования подтвердили теоретически определенные параметры геометрии рабочего органа [7], обеспечивающие приемлемое тяговое сопротивление при соблюдении агротехнических требований. Расхождение в значении тяговых сопротивлений незначительно: 3,0кН – при эксперименте; 3,2кН – теоретическое.

Литература.

1. Горбачев И.В., Лабух В.М. Предпосадочная подготовка почвы при возделывании картофеля // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2013. - №3. - С. 38-40.
2. Михальченков А.М., Лабух В.М., Ториков В.Е. Почва в гребнях - урожай картофеля выше // Сельский механизатор. - 2008. - №7. - С. 23-24.
3. Горбачев И.В., Лабух В.М. Пропашной культиватор глубокорыхлитель-гребнеобразователь // Сельский механизатор. - 2013. - №6. - С. 10-11.
4. Лабух В.М. Подготовка почвы под картофель с применением ярусного глубокорыхлителя: Автореферат дис. ... канд. технич. наук. – М., 2009.- С.11-12.
5. Федоров В.В. Теория оптимального эксперимента.- М.: Наука, 1971.

6. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976.- 280с.

7. Лабух В.М. Подготовка почвы под картофель с применением ярусного глубокорыхлителя: дисс. ... канд. технич. наук. – М., 2009.- С.58-71.

УДК 631.4:519.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ПОЛЯ В МЕЖДУРЯДЬЯХ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

к.т.н. Кузнецов В.В.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

THE RESEARCH PROFILE OF THE FIELD BETWEEN THE ROWS OF BERRY CROPS

Candidate of Engineering Sciences, Kuznetsov V.V.,

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Описана методика измерения координат профиля поверхности поля в междурядьях ягодных культур. Приведены результаты статистического анализа полученных данных. Выполнена классификация рельефа полей по статистическим характеристикам. Приведены фрагменты реализации профиля с выделением составляющих рельеф структурных элементов.

Annotation. The method of measurement of coordinates of the surface profile of the field between the rows of berry crops. The results of a statistical analysis of the data. Made the terrain classification fields on the statistical characteristics. Fragments implement the profile selection components of the relief structural elements.

Ключевые слова: агрофоны, профиль поля, исследование, методика, статистические характеристики, классификация

Key words: agricultural background, the field profile, research, methodology, statistical characteristics, classification.

Актуальность и цель исследований.

Неровности профиля поверхности поля являются важным фактором, определяющим характер движения сельскохозяйственных агрегатов и, в конечном итоге, качество выполнения операций рабочими органами. Процесс изменения координат профиля поверхности поля как функция времени $H = F(t)$, либо пути $H = F(l)$, является обязательным входным воздействием при динамических и статистических способах исследования

движения сельскохозяйственных агрегатов в реальных условиях эксплуатации. Это относится и к процессу функционирования мобильных опрыскивающих агрегатов, что математически доказано в работе [1], а в работе [2] проанализировано и обобщено схематически.

Работы многих учёных посвящены изучению характеристик профиля поверхности полей в различных регионах России. Ещё в шестидесятые годы приняты попытки классификации полей по данному признаку с целью выработки обобщённых способов адаптации параметров и режимов движения сельскохозяйственных агрегатов к изменчивым условиям работы [3].

При методах статистического расчёта сельскохозяйственных агрегатов, например пахотных, определении их копирующей способности, рельеф поля подразделяют по морфологическому признаку на 3 группы: микрорельеф – неровности, ширина которых находится в пределах от 0,05 до 0,5 м; мезорельеф – неровности, ширина которых находится в пределах от 0,5 до 30...50 м; макрорельеф – неровности, ширина которых больше 30...50 м.

В период развития динамических и статистических способов исследований сельскохозяйственных агрегатов наибольшее внимание уделялось изучению микрорельефа. Например, один из основателей статистической динамики сельскохозяйственных агрегатов А.Б. Лурье [3] и другие исследователи на основе многочисленных экспериментальных данных установили характер изменения микропрофиля поверхности поля как случайный процесс, подчиняющийся законам нормального распределения. По величине дисперсии D_x и частоте среза ω_c^n рекомендовано, например, распределить поля Северо-Западной зоны РФ на три группы (табл. 1). В таком подходе заложена возможность оптимизировать конструкции сельскохозяйственных агрегатов для работы на полях с различным рельефом.

Характеристики макрорельефа и частично мезорельефа определяются ландшафтом местности данной зоны. Характеристики микрорельефа формируются в результате деятельности человека. На них оказывают влияние способы обработки почвы, направление движения почвообрабатывающих агрегатов и в целом уровень культуры земледелия.

Таблица 1 – Распределение полей по группам в зависимости от D_x и ω_c^n

Номер группы	Значения показателей		
	$D_x, \text{см}^2$	$\sigma_x, \text{см}$	$\omega_c^n, \text{м}^{-1}$
Первая	$D_x \leq 2,0$	$\sigma_x \leq 1,4$	$\omega_c^n \leq 8$
Вторая	$2,0 < D_x < 4,0$	$1,4 < \sigma_x < 2,0$	$8 < \omega_c^n < 15$
Третья	$D_x \geq 4,0$	$\sigma_x \geq 2,0$	$\omega_c^n \geq 15$

Формирование характеристик микрорельефа в междурядьях имеет свои особенности. К таким особенностям относятся, например, более узкий диапазон применяемых почвообрабатывающих агрегатов, постоянное направление движения агрегатов, постоянная малая ширина загонов и т.д. В связи с этим, вопрос исследования характеристики рельефа поля в междурядьях ягодных насаждений является актуальным и требует отдельного изучения.

Целью исследования явилось получение путём измерений синхронных реализаций высоты неровностей почвы в междурядьях малины и садовой земляники их статистическая обработка и классификация.

Материалы и методы.

Экспериментальное определение профиля поверхности выполнено в междурядьях земляники и малины опорного пункта Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства (ВСТИСП) и фермерского хозяйства «Ягодное», расположенных на территории Брянской области.

При составлении методики экспериментальных исследований руководствовались ОСТ 10 6.1-2000. Рельеф поля определяли по частной

методике, с учётом ГОСТ 20915-75.

Эксперимент выполнялся измерением синхронных реализаций высоты неровностей почвы длиной 60 м и шагом дискретизации 0,1 м.

Использовался ручной метод измерения координат профиля с использованием нивелира. При таком методе не происходит сглаживания составляющих макро и мезорельефа и не снижается информативная ценность результатов измерений.

Для измерений использовали поверенные нивелиры, шесть линеек по ГОСТ 427-75 с ценой деления 0,001 м, пять геодезических линеек и деревянную рейку длиной 4 м. Измерения выполнялись на шести рядах и междурядьях малины и земляники, выбранных методом рандомизации.

Дальнейшая статистическая обработка результатов профилирования выполнена на персональном компьютере с использованием пакетов программ Microsoft Excel и Stadia.

Результаты и их обсуждение.

Предварительный анализ результатов профилирования показал, что профиль поверхности поля в междурядьях малины и земляники представлен неровностями макро-, мезо- и микрорельефа.

В результате наличия детерминированных периодических составляющих макро и мезорельефа, процесс изменения рельефа поверхности поля является нестационарным. В таком виде статистическую обработку параметров микрорельефа проводить нельзя, поэтому выполнилось центрирование и остационаривание экспериментальных реализаций.

Центрирование проводилось путём вычитания из реализации величины её выборочного среднего значения. Остационаривание выполнили путём вычитания из реализации текущих значений линии тренда макро и мезорельефа. В результате этих действий получены реализации микропрофиля поверхности междурядий и рядов.

Макрорельеф представлен уклонами местности до 3^0 и с высокой

достоверностью аппроксимируется линейными зависимостями. Вид одной из реализаций профиля междурядья с выраженным макрорельефом показан на рисунке 1.

Мезорельеф представлен неровностями длиной волны до 15 метров и с высокой достоверностью аппроксимируется полиномом 4 степени.

Реализация профиля междурядья на длине гона 60 м, после отсеивания макрорельефа, представлена на рисунке 2. Из рисунка 2 видно, что профиль содержит неровности мезорельефа, с высокой точностью аппроксимируемые полиномом пятой степени, и неровности микрорельефа.

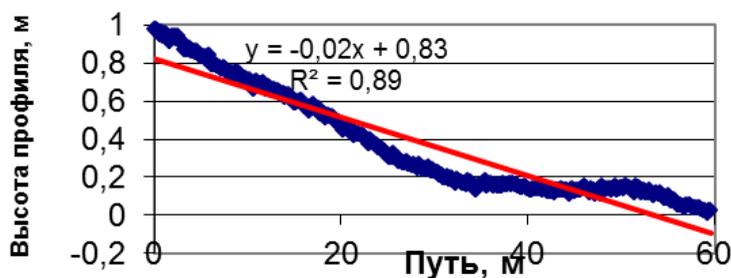


Рисунок 1

Представительная реализация профиля поверхности поля в междурядьях земляники с указанием линии тренда макрорельефа.

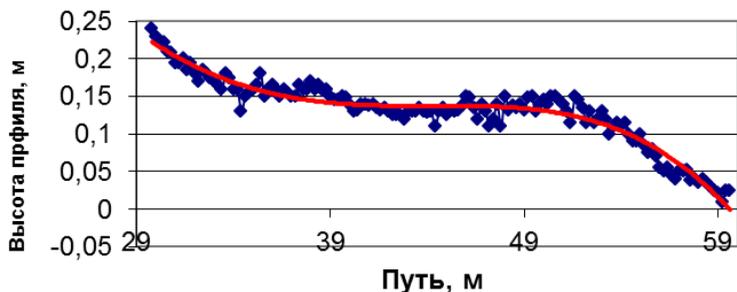


Рисунок 2

Часть представительной реализации профиля поверхности поля в

междурядьях земляники, с указанием линии тренда мезорельефа.

По результатам исследований установлено, что процессы изменения высоты неровностей мезорельефа междурядья и поверхности ряда малины являются высоко коррелированными процессами и хорошо копируются агрегатом, не вызывая значимых колебаний высоты установки распылителя относительно поверхности ряда. По этой причине процесс

Часть исследуемой реализации профиля с наглядным отображением неровностей микрорельефа представлена на рисунке 3. Из него видно, что высота неровностей имеет предположительно случайный характер.

Для более точной оценки характеристики микрорельефа был выполнен статистический анализ с использованием пакета программ Stadia. При этом работа проводилась в следующей последовательности:

- центрирование точек представительной реализации по методике [1];
- остационаривание представительной реализации по методике [1];
- определение закона распределения точек реализации;
- оценка соответствие нормальному закону распределения;
- спектральный и корреляционный анализ.

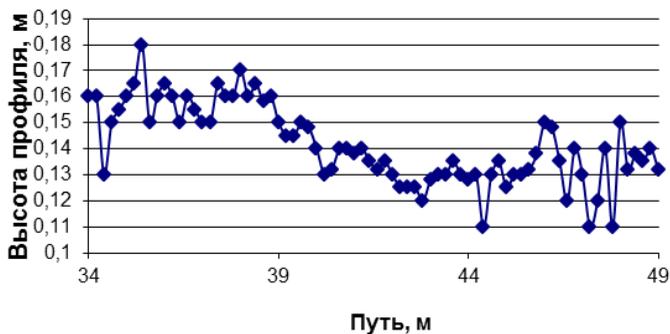


Рисунок 3

Вид представительной реализации микропрофиля после выполнения операций центрирования, остационаривания и отфильтровывания не-

ровностей макро и мезорельефа показан на рисунке 4.

Следующим этапом работы явилось построение гистограмм и проверка распределения на соответствие нормальному закону распределения. Эти процедуры выполнялись с помощью программного обеспечения (пакета)Stadia.

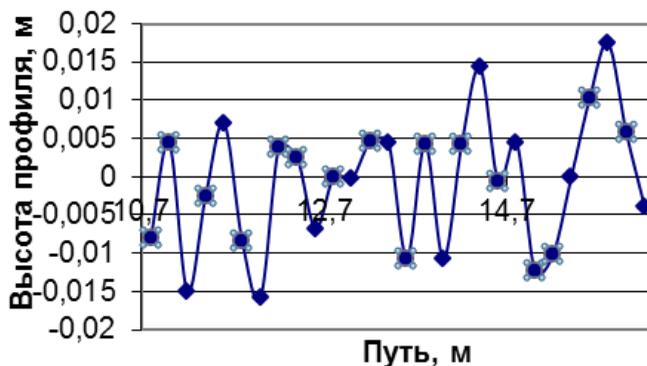


Рисунок 4

Часть представительной реализации профиля поверхности поля в междурядьях земляники после центрирования, остационарирования и отфильтровывания неровностей макро и мезорельефа.

Оценка нормальности закона распределения поведилась методом проверки нулевой гипотезы об отсутствии различий между выборочным и нормальным распределениями с помощью критериев Колмогорова, омега-квадрат и χ - квадрат, которые дополняют друг друга (таблица 3).

По всем трём критериям установлено, что выборочные распределения не отличаются от нормального закона. Таким образом, сделан вывод, что координаты микропрофиля поверхности полей, занятых под ягодными насаждениями, подчиняются нормальному закону распределения и при их анализе могут использоваться параметрические критерии статистики, принятые для вышепоименованного закона.

Таблица 3 - Результаты проверки выборочных распределений

Метод проверки		Величина критерия	Значимость	Степень свободы	Выводы
Междурядья земляники	Критерий Колмогорова	0,0415	0,275	299	Распределение не отличается от нормального
	Омега-квадрат	0,0838	0,186	299	Распределение не отличается от нормального
	χ^2 - квадрат	3,73	0,589	5	Распределение не отличается от нормального
Междурядья малины	Критерий Колмогорова	0,0415	0,277	299	Распределение не отличается от нормального
	Омега-квадрат	0,1	0,111	299	Распределение не отличается от нормального
	χ^2 - квадрат	6,1	0,296	5	Распределение не отличается от нормального

Далее рассчитывались статистические показатели - дисперсия, среднее квадратическое отклонение и частота среза для всех выборок. Результаты сравнения этих показателей с принятой классификацией представлены в таблице 4.

Из таблицы 4 видно, что по величине дисперсии и частоты среза неровностей профиля поверхности, поля занятые под ягодными насаждениями можно подразделить по трём ранее принятым группам.

Таблица 4 – Распределение полей, занятых ягодными насаждениями по группам в зависимости от величины D_x и ϖ_c^n

Номер группы	Значения показателей			Агрофон
	$D_x, \text{см}^2$	$\sigma_x, \text{см}$	$\varpi_c^n, \text{м}^{-1}$	
Первая	$D_x \leq 2,0$	$\sigma_x \leq 1,4$	$\varpi_c^n \leq 8$	земляника
Вторая	$2,0 < D_x < 4,0$	$1,4 < \sigma_x < 2,0$	$8 < \varpi_c^n < 15$	малина

В работах [4,5,] изложена методика использования полученных результатов при моделировании процесса функционирования опрыскивающих агрегатов.

Выводы.

1. В составе продольного профиля поверхности поля в междурядьях ягодных насаждений можно выделить три составляющие: макрорельеф, мезорельеф и микрорельеф. 2. Значения ординат микрорельефа носят случайный характер, подчиняются закону нормального распределения и могут быть исследованы с помощью параметрических критериев. 3. По величине дисперсии и частоте среза поля можно подразделить на три группы. Такая классификация позволит обосновать оптимальные параметры работы мобильных сельскохозяйственных агрегатов по уходу за ягодными насаждениями. Полученные результаты использованы при моделировании процесса функционирования опрыскивающих агрегатов.

Литература.

1. Кузнецов В.В., Кузнецов А.В., Случевский А.М. Обоснование расчётной схемы движения штангового опрыскивателя в поперечно-вертикальной плоскости и схемы эквивалентной ему динамической системы //Достижения науки в производство и воспитательный процесс: материалы 13 межвузовской научно-практической конференции. – Брянск, 2000. – С. 8-12.

2. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В., Лысов А.К., Кузнецов А.В. Информативная модель взаимодействия опрыскивающего агрегата и пестицидов с окружающей средой // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2007. - №12. – С. 8-10.

3. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. Л. : Колос, 1970. – 376 с.

4. Кузнецов А.В. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В. Повышение эффективности работы опрыскивателей путём синтеза рациональных парамет-

ров внутренних связей // Материалы координационного совещания «Состояние и перспективы развития прогрессивных технологий и средств механизации защиты растений». – СПб-Пушкин, 2005. – С. 12-14.

5. Кузнецов В.В. Кузнецов А.В., Кузнецов Е.В. Исследование штанговых опрыскивателей как динамических систем методом имитационного моделирования // Достижения науки агропромышленному производству: материалы XLIV международной научно-технической конференции. – Челябинск, 2005. – С. 262-267.

УДК 621.184

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА УТИЛИЗАТОРА ТЕПЛОТЫ СУШИЛКИ

*д.т.н., профессор Купреенко А.И., к.э.н., доцент Исаев Х.М.,
аспирант Коновалова И.И.*

Брянский государственный аграрный университет, Россия

DETERMINATION OF HEAT ABSORBING SURFACE OF THE DRYER HEAT EXCHANGER

Candidate of Engineering Sciences, Kupreenko A.I.,

Candidate of Economic Sciences, Isaev Kh.M.,

graduate student Konovalova I.I.

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Предложена методика расчета конструктивных параметров утилизатора теплоты сушилки, работающей по принципу печи аэродинамического подогрева. Получены выражения для определения общей поверхности теплообмена, количества теплообменных трубок утилизатора, величины подогрева сушильного агента в утилизаторе.

Annotation. The paper suggests method for calculating the design parameters of the dryer heat exchanger which operates on the principle of aerodynamic heating furnace. The equation determining the total heat absorbing surface, the number of heat exchange tubes, the heating degree of the drying agent in the dryer heat exchanger have been obtained.

Ключевые слова: утилизатор теплоты; печь аэродинамического подогрева; поверхность теплообмена; теплопроводность цилиндрической стенки.

Key words: heat exchanger; aerodynamic heating furnace; heat absorbing surface; the thermal conductivity of the cylindrical wall

Введение.

Известно [1], что для повышения эффективности работы сушилки плодово-ягодного сырья, работающей по принципу печи аэродинамиче-

ского подогрева, необходимо подогревать приточный воздух за счёт теплоты отработанного сушильного агента.

В связи с этим возникает вопрос определения необходимой поверхности теплообмена утилизатора теплоты, представляющего собой кожухотрубный теплообменный аппарат с перекрестным течением теплоносителя и нагреваемого сушильного агента, движущегося внутри теплообменных трубок

Постановка предмета задачи.

В кожухотрубном теплообменном аппарате передача теплоты теплопроводностью осуществляется через цилиндрическую стенку длиной L , с внутренним r_e и наружным r_n радиусами (рис.). Коэффициент теплопроводности материала λ постоянен. Внешняя и внутренняя поверхности поддерживаются при постоянных температурах t_{cm1} и t_{cm2} , т.е. процесс теплообмена установившийся [2].

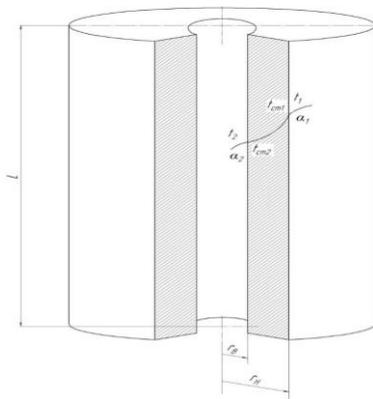


Рисунок - Однослойная цилиндрическая стенка

Кроме того $t_{cm1} > t_{cm2}$, и температура изменяется в радиальном направлении. Следовательно, температурное поле здесь однородное, а изотермические поверхности – цилиндрические, имеющие со стенкой общую ось.

Для цилиндрической стенки площадь её поверхности в некотором сечении, отвечающем её текущему радиусу r , составляет $F = 2\pi rL$. Под-

ставив значение F в закон Фурье, находим:

$$Q = -\lambda 2\pi r L \tau \frac{dt}{d\delta}$$

В данном случае $= r_n - r_e$ и вместо $d\delta$ можно подставить dr . Тогда,

$$Q = -\lambda 2\pi r L \tau \frac{dt}{dr}$$

Разделяя переменные и интегрируя уравнение в пределах от r_n до r_e , и, соответственно, от t_{cm1} до t_{cm2} , получим:

$$\int_{r_n}^{r_e} \frac{dr}{r} = -\lambda \frac{2\pi L \tau}{Q} \int_{t_{cm1}}^{t_{cm2}} dt$$

откуда

$$\ln \frac{r_e}{r_n} = -\lambda \frac{2\pi L \tau}{Q} (t_{cm2} - t_{cm1}) \quad (1)$$

Учитывая, что $\frac{r_e}{r_n} = \frac{d_e}{d_n}$ из выражения (1) получим:

$$Q = \frac{2\pi L \tau \lambda (t_{cm1} - t_{cm2})}{2,3 \lg \frac{d_e}{d_n}} \quad (2)$$

С другой стороны, количество теплоты, поглощаемой приточным воздухом равно:

$$Q = m c_e (t_k - t_n) \tau \quad (3)$$

где: m - расход приточного воздуха, кг/с; c_e - теплоёмкость приточного воздуха, Дж/(кг·К); t_k - температура нагрева приточного воздуха в

утилизаторе, К; t_n - температура атмосферного воздуха, К; $\tau = \frac{L}{V_B}$ - время нагрева приточного воздуха, с; V_B - скорость движения воздуха в теплообменной трубке, м/с.

Расход приточного воздуха

$$m = \frac{\pi d_B^2}{4} \cdot v_B \cdot \rho_B, \text{ кг/с}, \quad (4)$$

где ρ_B - плотность приточного воздуха, кг/м³.

Подставим выражение (4) в (3):

$$Q = \frac{\pi d_B^2}{4} \cdot L \cdot \rho_B \cdot c_B (t_K - t_H) \quad (5)$$

Приравняем выражения (2) и (5), получим:

$$\frac{2\pi L \tau \lambda (t_{cm1} - t_{cm2})}{2,3 \lg \frac{d_\epsilon}{d_n}} = \frac{\pi d_B^2}{4} \cdot L \cdot \rho_B \cdot c_B (t_K - t_H)$$

или

$$\frac{8L\lambda(t_{cm1} - t_{cm2})}{v_B \cdot 2,3 \lg \frac{d_\epsilon}{d_n}} = d_B^2 \cdot \rho_B \cdot c_B (t_K - t_H) \quad (6)$$

Объёмный расход приточного воздуха равен:

$$G_V = \frac{\pi d_B^2}{4} \cdot v_B, \text{ м}^3/\text{с},$$

откуда

$$v_B = \frac{4G_V}{\pi d_B^2} \quad (7)$$

Подставим (7) в (6):

$$\frac{2\pi L \lambda (t_{cm1} - t_{cm2})}{G_V \cdot 2,3 \lg \frac{d_\epsilon}{d_n}} = \rho_B \cdot c_B (t_K - t_H) \quad (8)$$

Из (8) выразим требуемую длину теплообменной трубки:

$$L = \frac{G_V \cdot 2,3 \lg \frac{d_e}{d_n} \cdot \rho_B \cdot c_B (t_k - t_n)}{2\pi\lambda (t_{cm1} - t_{cm2})} \quad (9)$$

Т.к. кожухотрубный теплообменный аппарат представляет собой ряд теплообменных трубок, заключённых между трубными решетками, то

$$L = L_1 \cdot n_T \quad (10)$$

где: L_1 - длина одной трубки, м; n_T - количество трубок, шт.

Тогда, с учётом (10) длина трубки теплообменника, т.е. расстояние между трубными решетками

$$L_1 = \frac{G_V \cdot 2,3 \lg \frac{d_e}{d_n} \cdot \rho_B \cdot c_B (t_k - t_n)}{2\pi\lambda \cdot n_T \cdot (t_{cm1} - t_{cm2})} \quad (11)$$

Выводы.

Выражение (11) позволяет определить при заданном количестве трубок определенного диаметра, требуемую длину теплообменной трубки и, соответственно, габаритные размеры утилизатора теплоты сушилки.

Дальнейшей задачей исследования является определение температуры внутренней стенки t_{cm2} теплообменной трубки.

Литература.

1. Купреенко А.И. Исаев Х.М., Коновалова И.И. Модернизированная сушилка // Научный журнал «Вестник Брянской ГСХА». - 2015. -№. 4. – С. 46-48.

2. А.Н. Остриков и др. Процессы и аппараты пищевых производств: Учеб. для вузов: в 2 кн. [под ред. А.Н. Острикова]. – Кн. II. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 608 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

УДК 631.323.3

ОБМОЛОТ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫМ МОЛОТИЛЬНЫМ БАРАБАНОМ

*д. т. н., профессор Петровец В.Р., аспирант Н.А. Барыгин,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

THRESHING GRAIN HUMIDITY VARIOUS UNIVERSAL THRESHING DRUM

*Doctor of Engineering Sciences, Professor Petrovets V.R.,
graduate student Barygin N.A.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Одной из основных задач сельского хозяйства является производство зерна, которое относится к числу сложных и трудоемких производств. Уборка зерновых культур — главная и первостепенная операция в производстве зерна. Сроки уборки зерновых культур определяются биологическими особенностями культуры, погодными условиями и характером почвогрунтов. Проводить уборку необходимо своевременно и в сжатые агросроки. Это позволит собрать урожай с наименьшими потерями. При запоздании с уборкой зерновых культур неизбежны значительные невосполнимые потери

Annotation One of the main tasks of agriculture is the production of grain, which belongs to the complex and labor-intensive industries. Harvesting of grain crops - the main and primary manufacturing operation in zerna. Sroki harvesting of grain crops are defined by biological characteristics of the culture, the weather conditions and the nature of the soil. Conduct cleaning must be timely and in a short agrosroki. This will allow the harvest with minimal losses. With the delay in harvesting of grain crops are unavoidable significant irreparable loss.

Ключевые слова: молотильный барабан, обмолот, уборка, зерноуборочный комбайн.

Key words: threshing drum, threshing, cleaning, combine harvester.

Введение. Цель работы.

В настоящее время основными техническими средствами уборки зерновых во всем мире остаются зерноуборочные комбайны. В комплексе операций по производству зерна уборочные работы отличаются значительными затратами материально-технических и энергетических ресурсов.

Обычный зерноуборочный комбайн - это высокотехнологичное

устройство. В задачи такой сельскохозяйственной техники входит не только срезание колосьев, но и обмолот зерна, а также его сбор в специальном бункере с последующей выгрузкой. И чтобы такие процедуры выполнялись качественно и быстро и слажено сложно обойтись без современных рациональных технологий. Ведь стандарты уборки зерновых культур развиваются с каждым годом. А значит, и комбайны должны им соответствовать[1].

Зерноуборочные машины обеспечивают качественную уборку только в том случае, если их рабочие органы выбраны и отрегулированы в соответствии со свойствами убираемой культуры, а растения в достаточной мере приспособлены для машинной уборки. Пригодность той или иной культуры к машинной уборке определяется физико-механическими свойствами и биологическими особенностями самих растений, а также их состоянием в период уборки. Поэтому при создании новых машин учитывают механические свойства растений и их агробиологические особенности [2].

Устойчивость зерна к механическим повреждениям определяется прочностью зерновки, а также способом обмолота. Существующие ударные способы обмолота приводят к значительному повреждению зерна. Особенно велики микроповреждения, достигающие нередко до 50 %, что снижает товарные качества зерна и полевую всхожесть семян. Поэтому при проектировании новых молотильных устройств необходимо учитывать выше указанные факторы[3].

Исходя из существования таких острых проблем, была поставлена задача разработать новый молотильный барабан для обмолота растительной массы зерновых и других культур с различной влажностью.

Достижение цели.

Такой молотильный барабан позволит повысить как производительность и эффективность энергосбережения так и снизить все возмож-

ные потери при обмолоте растительной массы зерновых и других культур с различной влажностью.

Рассматривается вопрос круглосуточной работы зерноуборочных комбайнов за счет их использования и в ночное время. Главными причинами низкой производительности комбайнов на уборке зерновых культур является существующая технология уборки и конструкция применяемых молотильно-сепарирующих устройств. Анализ их конструкций показывает возможность создания молотилок, способных обмолачивать растительную массу зерновых культур повышенной влажности и даже для обмола та массы в непогоду.

Обычно все заводские руководства и инструкции при увеличении влажности растительной массы рекомендуют ужесточать режим работы молотильных аппаратов путем уменьшения молотильных зазоров и увеличения частоты вращения барабанов.

Однако все это можно использовать в нешироких пределах из-за того, что «жесткие» режимы работы вызывают травмирование зерна и особенно семян, а, кроме того, приводят и к снижению пропускной способности молотилки [4].

Не следует забывать, что обмолот влажной растительной массы ухудшает процессы сепарации зерна молотильным барабаном, ибо при нормальной влажности (до 17 %) молотильный барабан выделяет через решетку подбарабанья около 85 % зерна, а повышение влажности массы ухудшает процесс сепарации зерна и тем самым снижает в конечном итоге и пропускную способность молотилки [5].

Таким образом, увеличение влажности зерна на 11 - 18 % уже вызывает увеличение работы на выделение зерна в два раза. Одновременно вырастают коэффициенты трения влажной массы в два раза при влажности 50 %, по сравнению с трением сухой массы.

Обмолот влажной растительной массы требует повышенного рас-

хода энергии, который может увеличиться в зависимости от влажности до двух раз по сравнению с обмолотом массы нормальной влажности. В целях снижения расхода мощности на обмолот влажной растительной массы можно использовать предварительное измельчение массы до длины стеблей 90 мм, что позволяет сократить расход мощности почти в два раза [6].

Создание наиболее эффективных молотильно-сепарирующих аппаратов показывает необходимость применения нескольких устройств, последовательно работающих в разных режимах обмолота от «мягких» до «жестких», что обеспечивает полный вымолот без травмирования зерна и его потерь при сепарации.

Обмолот влажной растительной массы с предварительным измельчением и последующим дифференцированным обмолотом на разных режимах наиболее удобно осуществить при уборке зерновых культур с обмолотом на стационарном молотильно-сепарирующем току или же универсальным молотильным барабаном пригодным для обмолота растительной массы культур с различной влажностью.

Однако хочется отметить, что выше изложенные способы не отличаются высокой эффективностью и универсальностью [7].

Разработанный универсальный молотильный барабан может быть применен для уборки зерновых культур с повышенной влажностью. Отличается своей универсальностью и надежностью в работе от базовых аналогов. Такой барабан дает возможность повысить производительность, улучшить качества работы, снизить потери. Преимущества предлагаемого универсального барабана заключаются в том, что системой перенастройки рабочих поверхностей бичей, при помощи трещеточного механизма, можно в короткий промежуток времени перенастроить молотильный барабан с обмолота зерновых с повышенной влажностью на зерновые с низкой влажностью и наоборот, тем самым, получить универсальное устройство и увеличить спектр пригодности молотильного барабана.

Поставленная цель решается за счет того, что используется универсальный молотильный барабан, включающий в себя корпус, образованный дисками, и закрепленные на нем бичи с двумя рабочими поверхностями, зафиксированных на подшипниках в корпусе барабана и оснащены щеточным механизмом.

Выводы.

1. Предлагаемый универсальный молотильный барабан может быть применен для уборки зерновых культур с повышенной влажностью. Он будет отличаться своей универсальностью и надежностью в работе.

2. Универсальный молотильный барабан дает возможность повысить производительность качества работы, снизить потери.

Литература.

1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин [под ред. М. И. Клецкина]. М.: Машиностроение, 1997. С.654-655.

2. Василенко И. Ф. и др. Зерновые комбайны СССР и зарубежных стран. М: Сельхозгиз, 1998. - 45с.

3. Летошнее М. Н. Сельскохозяйственные машины. Сельхозгиз, 1995.- 322с.

4. Серый Г. Ф. Зерноуборочные комбайны, М.: Агропромиздат, 1996. С. 113-115.

5. Даазер Д. Исследование обмолота с измельчением. Институт с.-х. техники. Академия с.-х. наук. Потсдам, 1996.

6. Повышение эффективности обмолота зерновых при повышенной влажности // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2014. - С.37-41.

7. Современные направления совершенствования технологии и технических средств уборки зерновых // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2015. – С. 37-41.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ * ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБМОЛОТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

*аспирант Барыгин Н.А., д. т. н., профессор Петровец В.Р.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

CONTEMPORARY TRENDS EFFICIENCY THRESHING GRAIN

*Graduate student Barygin N.A.,
Doctor of Engineering Sciences, Professor Petrovets V.R.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. На современном этапе экономического и рыночного развития наступила огромная роль ускорения темпов научно-технического прогресса и повышения эффективности производства во всех областях народного хозяйства. Обеспечение дальнейшего подъёма сельского хозяйства определяется использованием возросшего экономического потенциала РБ, крупных капитальных вложений в сельское хозяйство, обеспечение его высококачественными машинами и орудиями производства, строительными материалами, оборудованием и так далее.

Annotation At the present stage of economic and market development has come a huge role to accelerate scientific and technological progress and improve production efficiency in all areas of the economy . Ensuring the further progress of agriculture is determined by the increased use of economic potential of the Republic of Belarus , major capital investments in agriculture, ensuring its high quality machines and instruments of production , construction materials , equipment and so on.

Ключевые слова: молотильный барабан, обмолот, уборка, зерноуборочный комбайн.

Key words: threshing drum, threshing, cleaning, combine harvester.

Ведущие комбайностроительные фирмы выпускают комбайны, в конструкциях которых используется одна из трех технологических схем обмолота и сепарации – классическая (клавишная, с молотильным барабаном и клавишным соломотрясом), роторная и комбинированная [1].

ПО «Гомсельмаш» налаживает производство зерноуборочного комбайна КЗС-1624 с новым компоновочным решением. Зерновой бункер расположен не наверху, а снизу. Это позволяет уменьшить расход энергии на подъем зерна в процессе его очистки и выгрузки. Нижнее расположение бункера упрощает несущие конструкции и обеспечивает более высокую поперечную устойчивость комбайна, так как основная нагрузка распределена в нижней части машины. Новинка будет оснащена двигателем

мощностью 331 кВт, жаткой шириной захвата 9 м и системой роторных соломосепараторов. Пропускная способность комбайна 16 кг/с [2].

Государственным институтом сельского и лесного хозяйства и садоводства г. Бернбург в Германии ведутся исследования «компактного» способа уборки зерновых культур. Для реализации этой технологии используется модернизированный зерноуборочный комбайн без устройств очистки зерна и соломотряса. Скошенная жаткой масса попадает в роторное молотильное устройство, затем смесь обмолоченного зерна, половы и часть измельченной соломы, до 25 процентов, подается в бункер вместимостью до 30–35 куб.м. Оставшаяся часть соломы после обмолота измельчается и разбрасывается. В бункере комбайна смесь может подвергаться прессованию. После заполнения бункера она перегружается в транспортное средство и перевозится на стационарный пункт, где происходит очистка зерна. Специалисты, термин «компактный» объясняют тем, что в нем реализован комплексный процесс уборки всего урожая. Технологический процесс скашивания, обмолота, распределения соломы по полю и подготовки смеси зерна, половы и измельченной соломы к транспортировке осуществляется «компактным» комбайном без системы очистки. Смесь урожая в бункере и транспортном средстве при необходимости уплотняется. Исходя из требований к движению по дорогам, допустимая вместимость прицепа для транспортировки составляет 110 куб. м, или 25 т полезной нагрузки [3].

Швейцарской школой по сельскому хозяйству с 2009 года ведутся исследования технологии уборки зерновых культур со сбором половы в отдельный бункер зерноуборочного комбайна. Нижняя часть бункера продолжение корпуса молотилки комбайна, а верхняя, выполненная из тканого материала, имеет возможность складываться и раскладываться. Плотность половы колеблется от 25 до 50 кг/куб. м, а вместимость бункера достигает одной тонны. Подача половы в приемник осуществляется по

трубопроводу пневматическим способом. При испытаниях технологии полова разгружалась на краю поля одновременно с выгрузкой зерна в транспортное средство. Затем пресс-подборщиком формировались рулоны и транспортировались к месту дальнейшего использования [4].

В ГНУ СЗНИИМЭСХ было разработано молотильно-сепарирующее устройство, отличающееся применением на барабане зубчатых бичей разной высоты и обеспечивающее рациональный обмолот. Его основной принцип состоит в двухуровневом энергетическом воздействии на обмолачиваемую культуру путем нанесения по ней малого количества ударов большой интенсивности и большого количества ударов малой интенсивности. Процесс обмолота осуществляется при постоянных молотильных зазорах, установленных на заводе. Молотильно-сепарирующее устройство предназначено для обмолота зерновых колосовых и других культур и устанавливается на одно- и двухбарабанных зерно- и рисоуборочных комбайнах. Обеспечивает повышение пропускной способности на 18–24 процентов, снижение микротравмирования зерна и энергоемкости обмолота на 30 процентов, экономию топлива на 10–13 процентов. Потери зерна молотилками комбайнов, работающих в хозяйственных условиях, уменьшаются в 1,5–2 раза. Зерноуборочные комбайны, оборудованные таким молотильным аппаратом, прошли испытания на Прибалтийской, Центральной, Дальневосточной и Кзыл-Ординской МИС.

Особенность технологического процесса однобарабанных клавишных комбайнов такова, что с увеличением производительности резко возрастают потери зерна в соломе, масса которых составляет 75–90% от всех потерь. Такие комбайны могут допускать большие потери зерна. Поэтому клавишные комбайны целесообразно использовать на уборке полей с урожайностью до 40–50 ц/га. Для повышения производительности клавишных комбайнов и снижения потерь зерна фирмы постоянно совершенствуют системы обмолота и сепарации зерна. В новых моделях комбай-

нов фирмы Challenger CH 654 и CH 658 применена простая и эффективная система обмолота с использованием ротационного соломосепаратора. Молотильный барабан имеет большую инерционную массу, что стабилизирует работу молотилки при неравномерной подаче массы и улучшает сепарацию зерна. За счет применения такого соломосепаратора количество выделенного зерна в молотильном устройстве увеличивается до 95%.

В клавишных комбайнах Lexion серии 600 применена проверенная в предыдущих моделях комбайнов Claas система обмолота APS с битеромускорителем, обеспечивающим ускорение потока хлебной массы. В результате 90% зерна отделяется от соломы уже в молотильном аппарате. Сепарация оставшегося зерна осуществляется на шести или пяти четырехкаскадных клавишах. Эффективность сепарации в сложных условиях уборки обеспечивается битером с активными пальцами, улучшает сепарацию зерна. Интенсификация процесса обмолота и сепарации позволяет увеличить производительность и снизить потери зерна, а применение клавишного соломотряса сохраняет структуру и качество соломы.

Основой новой серии комбайнов CX фирмы New Holland является молотильный аппарат с барабаном большого диаметра (750 мм), ротационным сепаратором и двумя битерами, который обеспечивает сепарацию 95% зерна при обмолоте. Барабан имеет повышенный момент инерции и обеспечивает стабильную работу молотилки в неблагоприятных условиях уборки. За счет увеличения эффективности работы молотильного устройства в этих комбайнах не применяются дополнительные устройства разрыхления соломы на соломотрясе для сепарации остаточного зерна [5].

Многие годы фирма John Deere отдавала предпочтение однобарабанным системам обмолота. Однако комбайны с такими системами уступали по производительности комбайнам, имеющим систему обмолота с ротационным соломосепаратором. Поэтому фирма начала производство комбайнов серии T, в которых за молотильным барабаном диаметром 660

мм расположен пальцевой перекидной битер. Как и молотильный барабан, соломосепаратор имеет диаметр 660 мм и оснащен штифтами. Благодаря верхней подаче массы перекидным битером угол обхвата соломосепаратора составляет 165° , за счет чего площадь дополнительной сепарации увеличивается до 1,56 кв. м, а общая площадь сепарации – до 3,3 кв. м. Такая конструкция системы обмолота позволила увеличить производительность комбайна на 15-20%.

Выводы.

1. Анализ существующих конструкций молотильно-сепарирующих устройств молотилок зерноуборочных комбайнов показал, что в принципе может быть создана конструкция молотилки, способная обмолачивать влажную растительную массу и сепарировать из нее зерно.

2. Создание молотильно-сепарирующих устройств, способных обмолачивать влажную растительную массу, открывает возможность работы зерноуборочных комбайнов и в ночное время, что позволит повысить суточную производительность зерноуборочных машин почти в два раза.

3. Создание наиболее эффективных молотильно-сепарирующих аппаратов показывает необходимость применения нескольких устройств, последовательно, работающих в разных режимах обмолота от «мягких» до «жестких», что обеспечивает полный вымолот без травмирования зерна и его потерь при сепарации.

Литература.

1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин [под ред. М. И.Клецкина]. М.: Машиностроение, 1997. С.654-655.

2. Василенко И. Ф. и др. Зерновые комбайны СССР и зарубежных стран. М: Сельхозгиз, 1998. - 45с.

3. Летошнее М. Н. Сельскохозяйственные машины. Сельхозгиз, 1995.- 322с.

4. Серый Г. Ф. Зерноуборочные комбайны, М.: Агропромиздат,

1996. С. 113-115.

5. Даазер Д. Исследование обмолота с измельчением. Институт с.-х. техники. Академия с.-х. наук. Потсдам, 1996.

УДК 631.331.024.2/3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОШНИКОВ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ

магистрант, Гутарев В.В.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

THE COMPARATIVE ANALYSIS PLOUGHSHARE OF SOWING UNITS

Master student., Gutarev V.V.,

Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Аннотация. В общем комплексе технологических операций посева и посадке принадлежит определяющая роль. От качества высева зависит дружность всходов, облегчение последующих операций, урожайность и, конечно же, качество конечного продукта. На сегодняшний день на рынке сельскохозяйственной техники выпущено большое количество новых посевных агрегатов, которые имеют разнообразные конструктивные особенности. В данной статье проанализированы наиболее применяемые конструкции сошниковых групп. Выявлены плюсы и минусы каждого из них по основным параметрам, таким как скорость посева агрегата, плотность почвы, глубина заделки семян, стабильность заданной глубины, давление сошников на почву, защита от камней.

Annotation. In the general complex of technological operations crop and landing possess a defining role. The simplification of the subsequent operations, productivity and certainly quality of an end-product depends on quality of seeding shoots. As of today in the market of agricultural machinery a plenty of new sowing units which have varied design features is let out. In given article the most applied designs ploughshare groups. Plus and minuses of each of them by the basic settings, such as the rate of sowing unit, soil density, depth of seed placement, stability desired depth, coulter pressure on the soil, protection from stones.

Ключевые слова: сошник, сеялка, посев, укладка семян, глубина заделки семян, стабильность заданной глубины, давление сошников, защита от камней, скорость движения, техническое обслуживание.

Key words. Ploughshare, a seeder, crop, stacking of seeds, Seeding depth, stability given depth, ploughshare pressure, protection against stones, speed of movement, maintenance service.

Введение. Задачи анализа.

Для получения высокой урожайности любой сельскохозяйственной культуры необходимо качественное выполнение технологической операции высева семян, т.к. она представляет собой последовательность отдельных составляющих укладки семян в бороздку, открываемую сошни-

ком, нарушение которых приводит к ухудшению качественных показателей. Основное направление улучшения этих показателей является совершенствование технических характеристик рабочих органов посевных машины.

Аналитический обзор конструкций сошников.

Современные сеялки обладают большим преимуществам перед своими предшественниками. Этому способствовало совершенствование высевяющих аппаратов, семянаправителей и сошников. Подробный анализ основных типов современных сошников рассмотрен Петровцом В.Р. [5].

Сошник образует бороздку, в которую укладываются семена с последующим их присыпанием (рис. 1-4). От качества заделки и укладки семян в почву в значительной мере зависит их всхожесть и правильное развитие. Основные требования, предъявляемые к сошникам: открывать борозду одинаковой глубины, уплотнять дно борозды, не нарушать равномерность потока семян, прикатывать семена достаточным количеством земли и вдавливать их в посевной горизонт и другие особенности [1].

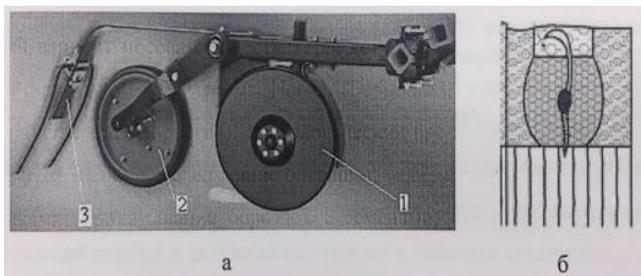


Рисунок 1 - Комбинированный сошник для первого варианта посева: а - состав рабочих органов; б - технологический процесс; 1 - двухдисковый сошник, 2 - прикатывающий обрезиненный каток, 3 - загорточ.

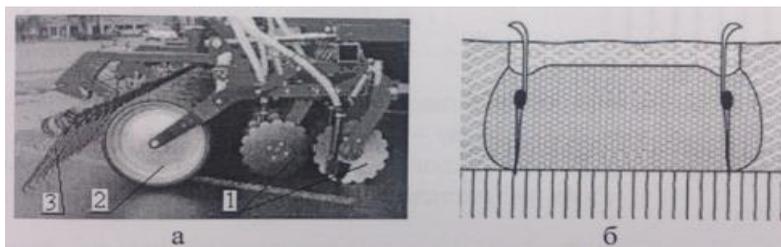


Рисунок 2 - Комбинированный сошник для второго варианта посева: а - состав рабочих органов; б - технологический процесс; 1 - однодисковые сферические сошники, 2 - широкий прикатывающий каток, 3 - загортач.

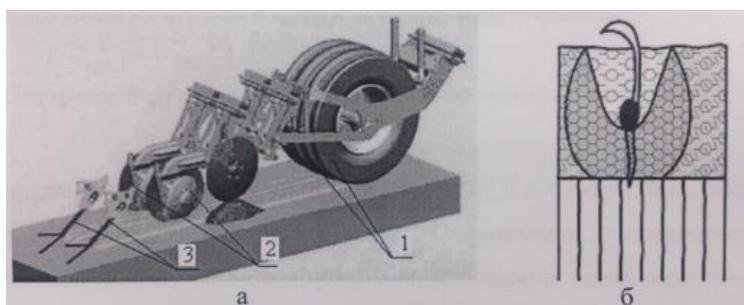


Рисунок 3 - Комбинированный сошник для третьего варианта посева: а - состав рабочих органов; б - технологический процесс; 1 - выпрессовывающие катки, 2 - однодисковые сферические сошники, 3 - загортачи типа «ласточкин хвост».

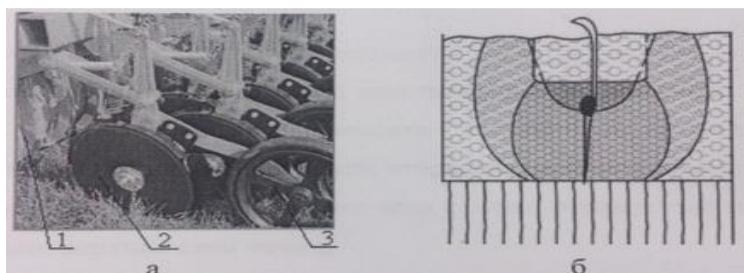


Рисунок 4 - Комбинированный сошник для четвертого варианта посева: а - состав рабочих органов; б - технологический процесс; 1 - выпрессовывающий железный каток, 2 - двухдисковый сошник, 3 - прикатывающий каток.

При таком разнообразии рабочих органов возникает закономерный вопрос: что лучше. Какой сошник наиболее полно отвечает требованиям сельхозпроизводителей? В чём плюсы и минусы каждого из них?

Рассмотрим работу однодискового, двухдискового и анкерного сошников и исследования одно- и двухстрочных современных дисковых сошников Петровца В.Р. [6].

Тенденция, сложившаяся на рынке говорит сама за себя: наибольшее предпочтение отдаётся машинам с одно- и двухдисковыми сошниками - 80 %. Анкерные вовсе выходят из моды. Связано это с тем, что производители выпускают технику, которую хочет видеть покупатель не задаваясь вопросом, на сколько эффективно будет работать данная машина.

Однодисковый сошник высокой проходимости

Однодисковый сошник вращается в земле под определённым углом к направлению движения. Благодаря этому верхний слой почвы отодвигается в сторону. За диском следует небольшой бороздник, образующий бороздку и посевное ложе для семян для укладки семян. В основном, диски имеют выпуклую сплошную или зубчатую форму (рис. 3) [6].

На корпусе сошника установлены чистики, очищающие почву с диска, так как налипшая на нем почва ухудшает процесс укладки семян.

Для достижения стабильной глубины заделки семян применяются различные способы, например, регулирование давления на сошники в зависимости от типа почв; установка опорно-прикатывающих каточков, предотвращающих чрезмерно глубокую заделку семян; использование опорных катков для получения точной глубины укладки семян с регулятором глубины. Также используется схема объединения двух дисковых сошников в один технологический процесс, когда каточек второго ряда сошников прикатывает рядки семян высеваемый первым рядом и вдавливает семена в плотный слой почвы [4].

Для заделки семян возможно использование как загортачей, так и

прикатывающих катков, установленных за сошниками (рис. 4). Каток достаточно хорошо уплотняет почву и вдавливают семена, создавая уплотненный слой почвы, что улучшает к ним доступ влаги. Преимущество в том, что они выравнивают поверхность почвы после прохода сошников и взрыхляют междурядья, улучшая доступ воздуха, и влаги к семенам.

Защита сошника от камней для дисковых сошников проста и эффективна. При наезде сошника на камень, пружина, прижимающая сошник, выполняет роль защиты, и он поднимается, а после опускается на заданную глубину [2].

Кроме того применяются резиновые элементы. Они позволяют сошникам подниматься вверх примерно на 15 см. Также возможны боковые отклонения дисковых сошников, которые приводят к изменению площади питания растений. Важно то, что чем больше угол установки диска, тем мощнее должна быть резиновая подушка для устранения чрезмерных боковых отклонений, иначе это может привести к получению разных междурядий.

Современные универсальные зерновые сеялки, агрегаты, способны работать при скоростях 20 км/ч и более. В основном это происходит за счёт увеличения диаметра дисков и уменьшению угла их атаки.

Положительной стороной однодисковых сошников является: универсальность в применении; неприхотливость в техническом обслуживании; простая конструкция; отрицательным моментом: эффект двойного ряда; размещение сошников на сеялке или посевном агрегате.

Двухдисковый сошник для точной укладки

Два диска двухдискового сошника, расположенные рядом, образуют U-образное ложе. В образовавшуюся канавку вносятся семена. Диски установлены под углом примерно 3° по направлению движения сеялки.

У некоторых сеялок один диск двухдискового сошника смещается назад. Преимущество заключается в том, что диски меньше изнашиваются

и очищаются с двух сторон.

Для удержания заданной глубины заделки семян двухдисковым сошником используют в основном две системы навески: балансирными рычагами; параллелограммом.

Заделка семян. Двухдисковые сошники оснащены, как правило, катком для получения стабильной глубины, который выполняет функцию заделки семян, выравнивания их по глубине и прикатывания. Кроме того могут применяться и пружинные загортачи.

Защита от камней осуществляется в основном также как и у однодисковых сошников.

Скорость движения посевных машин с двухдисковыми сошниками может колебаться от 15 до 20 км/ч.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующий вывод: положительной стороной двухдисковых сошников является: универсальность в применении; центрированное движение сошников; высокое качество укладки семян.

Отрицательной стороной является: сложная конструкция; повышенная материалоемкость; размещение в два и более рядов на посевных машинах.

Анкерные сошники

Классический сошник анкерного типа раздвигает почву и формирует при этом плотное посевное ложе. Как правило, наконечник сошника выполняется из чугуна. Для посева в мульчированную почву имеются наконечники особой формы. Анкерные сошники могут быть переоборудованы на ленточный посев.

При заделке семян за анкерным сошником всегда используются загортачи.

Производители посевных машин с анкерными сошниками рекомендуют скорость 10 км/ч. Сроки службы чугунных наконечников очень

высоки, а их замена проста.

Положительной стороной анкерных сошников является: простота и дешевизна изготовления; возможность получения ленточного посева.

Отрицательной стороной: плохо работает в почве засоренной растительными и посевными остатками, мульчированной почве [3].

Вывод.

Для повышения производительности сеялок, необходимо обратить внимание на повышение рабочей скорости, уменьшение угла атаки дисков сошников, качество подготовки семенного ложа, прямолинейность движения сошников и равномерность заделки семян по глубине.

Литература:

1. Гайдуков В.А. Повышение качества посева зерновых культур сошниковой группой с распределением и прикатыванием семян: Автореф. дис. - Бел. госуд с.-х. акад.- Горки, 1998 -18с.

2. Петровец В.Р., Чайчиц Н.В. Сельскохозяйственные машины. Практикум. Мн.: Ураджай, 2002. -292 с.

3. Клочков А.В. Сельскохозяйственные машины / А.В. Клочков, Н.В. Чайчиц., В.П. Буяшов.- Мн.:Ураджай, 1997. – 494 с.

4. Петровец, В. Р. Чайчиц Н. В., Авсюкевич С. В. Обзор и исследование одно – и двухстрочных современных дисковых сошников // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – №1. – С. 128–133.

5. Петровец В. Р. Колос С. В. Анализ и исследование основных типов современных сошников // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2001.– №3. – С.123–127.

6. Петровец, В. Р. Чайчиц Н. В., Авсюкевич С. В. Обзор и исследование одно - и двухстрочных современных дисковых сошников // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – №1. – С. 135–137.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОДИСКОВОГО СОШНИКА С ПРИКАТЫВАЮЩИМ КАТКОМ

*д.т.н., профессор Петровец В.Р., к.т.н., профессор Дудко Н.И.,
к.т.н., Ильин В.И.*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

BASING OF CONSTRUCTION AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF ONE-DISC PLOUGHSHARE WITH ROLLER

*Doctor of Engineering Sciences, Professor Petrovets V.R.,
Candidate of Engineering Sciences, Professor Dudko N.I.,
Candidate of Engineering Sciences, Ilin V.I.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. В статье приведены технологические требования к оптимальной заделке семян зерновых культур, их распределения по площади питания, корректировке норм высева в зависимости от погодных условий, а также уравнение равновесия однодискового сошника с копирующим элементом (опорно-прикатывающим катком. Показано преимущество сошника с опорно-прикатывающим катком перед аналогом без копирующего элемента. Дано определение величины вертикальной нагрузки на опорный каток, как критерия неравномерности хода однодискового сошника по глубине.

Annotation. The article presents technological requirements for the optimal covering of seeds of grain crops, their distribution in the territory of feeding, correction of the norms of sowing depending on weather conditions, as well as the equation of balance of one-disc ploughshare and copying element (support-rolling roll). We have shown the advantage of the ploughshare with a support-rolling roll in comparison to the analogous one without the copying element. We have determined the amount of vertical load on the support roll as an indicator of irregularity of one-disc ploughshare pass through the depth.

Ключевые слова: однодисковый сошник, прикатывающий каток, почвы, семена, посев.

Key words: one-disc ploughshare, roller, soils, seeds, sowing.

Введение. Постановка задачи.

Проведенный обзор литературы и анализ существующих конструкций сошников позволяет сделать вывод, что наиболее узким местом в современной технологии возделывания зерновых колосовых как в стране, так и за рубежом, является посев. Технологический процесс сева становится препятствием дальнейшего роста урожайности зерновых в зонах с более интенсивным развитием зернового хозяйства. Существующие типы

сеялок не обеспечивают научно-обоснованных параметров укладки и заделки семян зерновых культур. Поэтому требуется решения задачи модификации рабочих органов зерновых сеялок.

Поисковые изыскания.

Результаты поисковых исследований показали, что улучшение условий прорастания семян, роста и развития растений в начальный период вегетации может быть обеспечено за счет:

- повышения равномерности хода сошников по глубине и обеспечения тем самым высокой вероятности заделки семян в почвенные горизонты, содержащие достаточное количество влаги и питательных веществ;

- обеспечение уплотнения почвы в посевных слоях и достижение притока влаги из нижележащих слоев.

Посев должен быть проведен в оптимальные агротехнические сроки. В каждом хозяйстве сроки сева как озимых, так и яровых должны корректироваться в зависимости от погодных условий, влажности, состава почвы, высеваемой культуры. Следует учесть, что почти 20% урожая теряется из-за нарушения сроков выполнения посевных работ. При определении нормы посева следует учитывать качество семян, оцениваемое хозяйственной годностью и полевой всхожестью, которые определяются в лабораторных условиях.

Комбинированные и почвообрабатывающе-посевные агрегаты должны обеспечивать высокую равномерность посева по ширине захвата, глубине заделки и ходу движения. Максимальное отклонение посева между отдельными посевающими аппаратами допускается в пределах $\pm 4\%$, всеми аппаратами $\pm 3\%$. Повреждение семян посевающими аппаратами не должно превышать 1% для зерновых и 2% для зернобобовых. Глубина заделки семян в подготовленную под посев почву зависит от влажности, механического состава почвы, сроков посева и высеваемой

культуры. На тяжелых почвах семена высевают на глубину 2...3 см, на средненесуглинистых, супесчаных и торфяных – на 3-4 см. При запаздывании с посевом и пересыхании почвы глубину увеличивают на 1...2 см. Отклонение глубины заделки семян от заданной не должно превышать 15%. Наличие незаделанных в почву семян не допускается. Отклонение ширины стыковых междурядий смежных проходов от основных не должно превышать 15%. Норма высева семян (4...6 млн. шт/га) зависит от сорта, типа почвы, климатических условий, состояния поля, степени и характера засоренности. В условиях нашей республики по чистому и удобренному полю в начале оптимального срока сева зерновых культур достаточно высевать примерно 4 млн. шт/га (200 кг/га) всхожих семян.

Поле перед посевом должно быть обработано на глубину заделки семян, не иметь свальных гребней и развальных борозд, скрытых глыб, крупных комков диаметром более 5,0 см, пожнивных остатков. Объемная масса почвы на глубине заделки семян должна составлять 1,1...1,25 г/см³. Влажность подготовленной под посев почвы в слое 0... 10 см не должна превышать 22%. При посеве должна строго соблюдаться прямолинейность рядков и образование технологической колеи для последующего ухода за посевами.

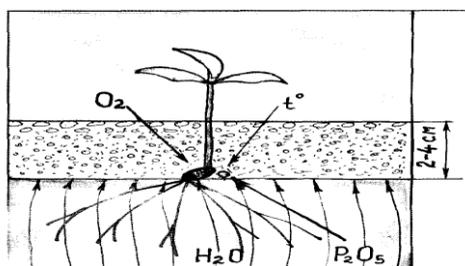


Рисунок 1 - Схема оптимальной заделки семян

В условиях Могилевской и Витебской областей для получения вы-

соких урожаев и снижения себестоимости зерновых и зернобобовых культур весьма важно выбрать норму высева семян на гектар. Для отдельных сельскохозяйственных предприятий норма высева семян зерновых культур тоже должна корректироваться в зависимости от погодных условий и подготовки почвы к посеву.

В Республике Беларусь нормы высева озимых зерновых культур корректируются не только с учетом массы 1000 зерен и качества предпосевной обработки почвы, но и от сроков сева и изменяются весьма значительно. Создание уплотненного семенного ложа для семян зерновых и других культур способствует равномерной заделке их по глубине, позволяет подтягивать влагу для скорейшего их набухания и прорастания, при ее дефиците, в соответствии с рисунком 1[4].

Решение задачи.

Выполнение данных условий может быть достигнуто путем применения разработанного однодискового сошника с опорно-прикатывающим катком (рис. 2).

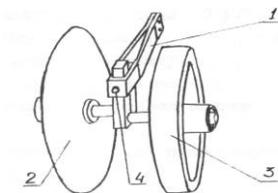


Рисунок 2 - Схема однодискового сошника с опорно-прикатывающим катком: 1 – корпус сошника; 2 – рабочий диск; 3 – опорно-прикатывающий каток; 4 – стопорный болт

Сошники с опорно-прикатывающими катками, на зерновой сеялке должны быть установлены таким образом, что бы каждый рядок высеянных семян прикатывается отдельным катком (семена, высеянные передним рядом сошников прикатываются опорными катками сошников заднего ряда, а рядки семян высеянные задним рядом прикатываются отдель-

ными катками, закрепленными на пружинных поводках присоединяемых к квадратным валам подъема и опускания сеялок типа СЗ-5,4. Сеялка с такой технологической схемой расстановки сошника (рис.3) защищена авторскими свидетельствами № 245299 в Чехословакии, № 59213 в НРБ и патентом № 230410 в ГДР [1].

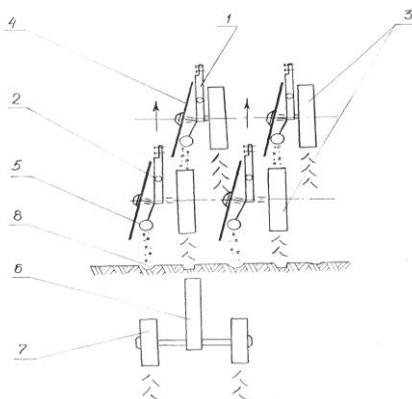


Рисунок 3 - Техническая схема расстановки однодисковых сошников с опорно-прикатывающими катками на зернутоковой сеялке типа СЗ-5,4: 1 – корпус сошника; 2 – регулятор глубины хода диска сошника; 3 – опорно-прикатывающие катки; 4 – рабочий диск сошника; 5 – семянаправитель; 6 – пружинный поводок прикатывающего узла; 7 – прикатывающий каток; 8 – семена.

Цель изобретения – сокращение времени на изменение глубины заделки семян и повышение равномерности заделки и прикатывания семян при небольшой глубине высева. Это достигается тем, что ограничитель глубины хода выполнен в виде смонтированного на поводке опорного катка, который установлен сбоку сошника. Расчетная схема для получения уравнения равновесия однодискового сошника, представлена на рис. 4. В процессе движения сошника на него действуют силы: масса диска, корпуса и катка; усилие пружины; реакция почвы на диск и на каток; силы инерции, обусловленные движением сошника по неровностям рельефа поля.

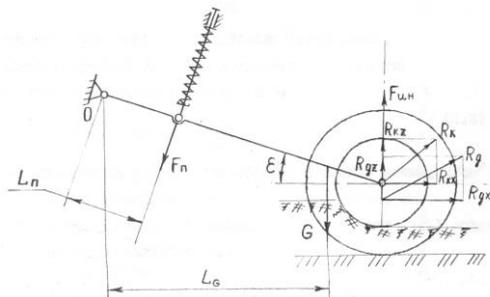


Рисунок 4 - Расчетная схема для определения равновесия однодискового сошника с опорно-прикатывающим катком.

Сумма моментов сил, действующих на сошник в процессе его движения относительно оси вращения поводка, запишется в следующем виде:

$$\sum M = F_n \cdot L_n + G \cdot L_G - (F_{ин} + R_{gz} + R_{kz}) \cdot L \cdot \cos \varepsilon - (R_{gx} + R_{kx}) \cdot L \cdot \sin \varepsilon \quad (1)$$

где: L_n , L_G – соответственно плечо усилия пружины и приведенное плечо массы сошника относительно точки О; F_n – усилие пружины; G – общая масса сошника и поводка; L – длина поводка сошника; ε – угол наклона поводка к горизонту; R_{gx} , R_{gz} , R_{kx} , R_{kz} – составляющие реакции почвы, действующие на диск и каток.

Так как масса сошника на порядок больше массы поводка, то

$$L_G \approx L \cdot \cos \varepsilon.$$

С учетом этого равенства (1) преобразуется к виду:

$$L \cdot (R_{kx} \cdot \sin \varepsilon + R_{kz} \cdot \cos \varepsilon) = F_n \cdot L_n + L \cdot \cos \varepsilon \cdot (G - F_{ин} + R_{gz}) - R_{gx} \cdot L \cdot \sin \varepsilon \quad (2)$$

Уравнение (2) получено на основе того, что $\sum M = 0$, так как в правую часть (1) вошли силы инерции.

Исследованиями академика В.П. Горячкина установлено, что между вертикальной нагрузкой R_{kz} и сопротивлением перекатыванию R_{kx} ведомого катка имеется взаимосвязь [2].

$$R_{kx} = 0.863 \sqrt{\frac{R_{kz}^4}{b \cdot g_{гр} \cdot D^2}} \quad (3)$$

где $g_{пр}$ – приведенный коэффициент объемного сжатия почвы, Н/см³; D – диаметр катка, см; b – ширина обода катка, см.

С учетом выражения (3), левая часть уравнения (2) содержит одну неизвестную величину R_{kz}

$$L \cdot (0.86 \sqrt[3]{\frac{R_{kz}^4}{b \cdot g_{пр} \cdot D^2}} \cdot \sin \varepsilon + R_{kz} \cdot \cos \varepsilon) = F_{п} \cdot L_{п} + L \cdot \cos \varepsilon \cdot (G - F_{ин} + R_{gz}) - R_{gx} \cdot L \cdot \sin \varepsilon \quad (4)$$

Очевидно величина R_{kz} является вертикальной нагрузкой, приходящейся на опорный каток в процессе движения сошника. Значение R_{kz} в процессе работы сошника варьирует и не совпадает со статической нагрузкой на каток. Данная величина является критерием неравномерности хода сошника по глубине, поскольку увеличение или уменьшение реактивного момента, связанное с изменчивостью реакции почвы (колебание плотности) и инерционных нагрузок, компенсируется усилием на опорную поверхность опорно-прикатывающего катка. Этим обеспечивается преимущество однодискового сошника с опорно-прикатывающим катком по критерию равномерности глубины хода перед сошником, не имеющим копирующего элемента.

Следует подчеркнуть, что для определения R_{kz} в любой момент времени или какого-либо другого параметра, характеризующего работу сошника, например, траектории одной из точек семянаправителя необходимо составить и решить уравнение динамики, описывающее состояние сошника и механизма его навески с учетом реальных законов изменения во времени реакций почвы и инерционных нагрузок. Однако зная закон распределения амплитуд колебаний сошника [6,7] и максимальные значения инерционных нагрузок и реакций почвы на сошник [3,5,8], можно определить экстремальные значения R_{kz} , при которых числовые характеристики закона распределения амплитуд колебаний сошника относительно средней глубины хода будут обеспечивать заделку на среднюю фактическую глубину и в два соседних односантиметровых слоя не менее 80%

семян. Для этого должно выполняться соотношение:

$$\sigma_{tr} \leq [\sigma_{tc}],$$

где σ_{tr} – стандартное отклонение глубины хода сошника от средней фактической; $[\sigma_{tc}]$ – допустимое стандартное отклонение глубины заделки семян от средней фактической, при котором в двухсантиметровый слой почвы заделывается 80 % семян.

Если принять, что закон распределения глубины заделки семян нормальный, то для отклонения $\Delta=1$ см, вероятность которого $P=0,8$, $t=1,3$ [8]. Поэтому предельное отклонение глубины хода сошника δ_n не должно превышать

$$\delta_n = \frac{3 \cdot \Delta}{t} \leq [\delta_n],$$

где $[\delta_n]$ – допустимое предельное отклонение глубины хода сошника, при котором удовлетворяются агротехнические требования по равномерности глубины заделки семян. По существующим агротехническим требованиям:

$$[\delta_n]=3 \cdot 1/1,3=2,31 \text{ (см)}$$

Последнее позволяет конкретизировать задачу настоящего теоретического исследования: найти конструктивные и кинематические параметры сошника, при которых экстремальные значения $R_{кз}$ обеспечат соотношение $\delta_n \leq 2,31$ см.

Выводы

В результате приведенных агротехнических технологических требований к оптимальной заделке семян, равномерного их распределения по площади питания, соблюдения корректировок норм высева от условий погоды и качества подготовки почвы выявлено, что технологический процесс сева зерновых культур является важнейшим звеном дальнейшего роста их урожайности. Улучшения условий прорастания семян, получения дружных, быстрых равномерных всходов может быть обеспечена за счет оптимальной заделки семян по глубине, равномерного распределения по

площади создания необходимой плотности лежа, рационального размещения стартовой дозы фосфорных удобрений и других благоприятных условий.

В УО «БГСХА» разработан однодисковый сошник с опорно-прикатывающим катком для оптимальной заделки семян по глубине и распределения по ширине захвата зерновой сеялки.

Определены также условия равновесия однодискового сошника с опорно-прикатывающим катком в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Литература

1. А.С. 1027852 (СССР). МКИ А 01 С 7/00. Сеялка. С.И. Назаров, В.Р. Петровец, А.С. Добышев, В.И. Ильин и др. – опубл. в бюл. потребителей, 1984, № 1, с.244.

2. Горячкин В. П. Собрание сочинений в 3-х томах –М.: Колос, 1965.

3. Набатян М.П. Экспериментально-теоретическое обоснование параметров дисковых сошников зерновой сеялки для работы на повышенных скоростях: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1972.- С 166.

4. Петровец В.Р., Чайчиц Н.В., Авсюкевич С.В. Технологии и машины для посева зерновых культур / Горки, 2008. С. 4-5.

5. Пологих Д.В. Обоснование типа и параметров механизма навески и заглабления сошников зерновых сеялок: дис. .. канд. техн. наук – М., 1978. -С.157.

6. Пущинская О.В., Сокол Н.А., Воеводин В.Е. Влияние отражателя на качество заделки семян по глубине двухдисковым сошником зерновой сеялки. // Тракторы и сельхозмашины. – 1982. - №7. – С. 15-16.

7. Соколов В. М. Исследования работы сошниковых систем посевных машин в почвенных условиях Полесья: дис. ... канд. техн. наук .- Ки-

ев, 1962. - С.151.

8. Штыльфуз Г. Я. Повышение равномерность глубины заделки в почву семян и удобрений сошниками зернотуковых сеялок: дис.... канд. техн. наук. – Горки БСХА, 1985.- С. 272.

УДК 62-752.2:631.348.45

РАЗРАБОТКА ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ШТАНГИ ПОЛЕВОГО ОПРЫСКИВАТЕЛЯ

к. т. н, Кузнецов В.В.,

Брянский государственный аграрный университет, Россия

DEVELOPMENT OF SHOCK ABSORBER BARBELL XPERIMENTAL FIELD SPRAYER

*Candidate of Engineering Sciences, Kuznetsov V. V.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Описано устройство и процесс функционирования разработанного гасителя колебаний экспериментальной штанги полевого опрыскивателя с возможностью ручной регулировки для различных условий работы. Устройство содержит лопастной демпфер с регулируемым дросселирующим отверстием и регулируемый фрикционный демпфер.

Annotafion. Describes device and process of functioning developed gasitelâ fluctuations in experimental field sprayer bars, with the possibility of manual adjustment for various operating conditions. The apparatus comprises a rotary damper with adjustable throttling hole and an adjustable friction damper.

Ключевые слова: профиль поля, штанга опрыскивателя, колебания, гаситель колебаний, усовершенствование, бортовой компьютер.

Key words: profile field sprayer, oscillations, oscillation damper, improvement, on-board computer.

Актуальность и цель исследования.

Неравномерность осаждения рабочей жидкости по обрабатываемой поверхности значительно снижает экономическую эффективность использования пестицидов и приводит к опасным экологическим последствиям [1].

Основным фактором, влияющим на равномерность внесения пестицидов по ширине захвата опрыскивателя, являются продольные и поперечные колебания штанги. При движении опрыскивающего агрегата

неровности рельефа поля через колёса, подвеску колёс, раму опрыскивателя и подвеску штанги передаются на штангу, вызывая её поперечные колебания [2].

Основные факторы совершенствования опрыскивателей, направленные на снижение колебаний штанги проанализированы в работе [3]. Предлагаемые устройства позволяют с разной степенью эффективности гасить колебания штанги, однако имеют такие типичные недостатки, как высокая стоимость, сложность в изготовлении, эксплуатации и техническом обслуживании.

Таким образом, вопрос дальнейшего совершенствования подвесок штанг опрыскивателей является актуальным.

Целью исследований явилось разработка конструкции регулируемого гасителя колебаний, способного гасить энергию штанги опрыскивателя пропорционально скорости и углу поворота.

Результаты и их обсуждение.

На основе структурного анализа внутренних связей опрыскивателя [4], математического описания его движения и результатов компьютерного моделирования [5] получены значения рациональных жесткостных и диссипативных параметров подвески широкозахватной штанги опрыскивателя. По результатам исследований и патентного поиска разработан и испытан гаситель крутильных колебаний штанги, схема которого представлена на рисунке 1.

Гаситель (рис. 1) состоит из закрытого цилиндрического корпуса 1, внизу которого к фланцу 2 крепится штанга. Корпус вместе со штангой вращается на двух подшипниковых опорах 3, установленных неподвижно на каретке подвески штанги. Внутри корпуса находятся фрикционный демпфер 4, рассеивающий энергию колебаний штанги в функции угла поворота и гидравлический демпфер 5, гасящий энергию колебаний штанги в функции угловой скорости колебаний штанги.

Общей деталью обоих демпферов является вал 6, прикреплённый неподвижно с помощью рычага 7 к каретке штанги. К валу приварена лопасть гидравлического демпфера 8 и с помощью шлицевого соединения крепятся фрикционные диски с возможностью осевого перемещения.

Две, образованные лопастью 8, перегородкой 9 и цилиндрическим корпусом 1 полости гидравлического демпфера заполнены маслом. При этом в перегородке имеется регулируемое краном 10 дросселирующее отверстие 11.

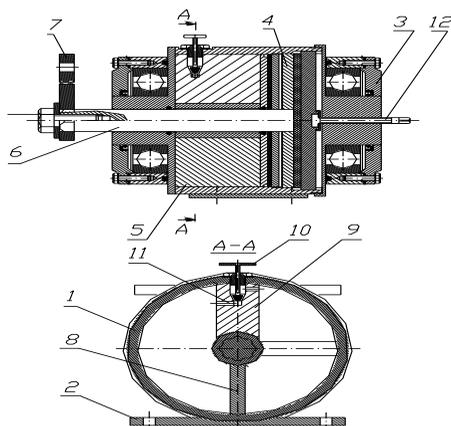


Рисунок 1 – Схема экспериментального гасителя колебаний штанги с механическим способом регулирования

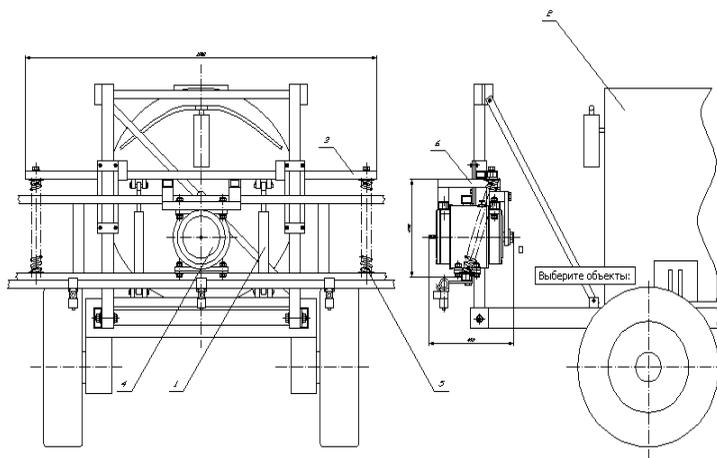
Нажимные диски фрикционного демпфера крепятся к корпусу гасителя изнутри с возможностью осевого перемещения

Сила сжатия фрикционных дисков регулируется винтовым механизмом 12. Гаситель работает следующим образом. При колебаниях штанги корпус совершает угловые колебания относительно неподвижного вала. При этом лопасть вала выдавливает масло попеременно из одной полости в другую через дросселирующее отверстие. Чем больше угловая скорость колебаний, тем интенсивнее рассеивается их энергия.

Одновременно вместе с корпусом гасителя угловые колебания со-

вершают нажимные диски фрикционного демпфера. А так как эти диски имеют фрикционные накладки и прижимаются к неподвижным дискам вала винтовым механизмом, то между дисками возникают силы трения, гасящие энергию колебаний штанги пропорционально углу поворота.

Разработанный гаситель колебаний был изготовлен в Брянском ГАУ и установлен на экспериментальную подвеску широкозахватной штанги опрыскивателя, схема которой показана на рисунке 2.



1 – гидроцилиндр установки подвески штанги по высоте; 2 – опрыскиватель; 3 – неподвижный брус рамки опрыскивателя; 4 - гаситель колебаний; 5 - пружинный блок; 6 – рама подвески гасителя колебаний.

Рисунок 2 - Экспериментальная подвеска штанги с разработанным гасителем угловых колебаний

Основными функциональными элементами экспериментальной подвески являются два регулируемых пружинных блока 5 и предложенный нами гаситель колебаний 4.

Опрыскиватель с экспериментальной подвеской штанги прошёл полевые испытания с положительными результатами.

Выводы.

Разработанная конструкция гасителя колебаний позволяет эффек-

тивно гасить энергию колебаний штанги и с помощью ручных регулировок даёт возможность менять коэффициент жёсткости и коэффициент неупругого сопротивления подвески при работе в различных условиях.

Литература:

1. Кузнецов А.В. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В. Лысов А.К. Прогнозирование равномерности осаждения рабочей жидкости по ширине захвата опрыскивателя // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2007. - №1. – С. 22-24.

2. Кузнецов А.В. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В. Лысов А.К. Информативная модель взаимодействия опрыскивающего агрегата и пестицидов с окружающей средой // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2007. - №12. – С. 8-10.

3. Кузнецов А.В. Кузнецов В.В., Кузнецов Е.В. Повышение эффективности работы опрыскивателей путём синтеза рациональных параметров внутренних связей // Механизация технологических процессов защиты растений: мат. научно-практ. конф. «Состояние и перспективы развития прогрессивных технологий защиты растений». - С.-Петербург, 2005. – С. 27-33.

4. Кузнецов В.В. Кузнецов А.В., Случевский А.М. Обоснование расчётной схемы движения штангового опрыскивателя в поперечно-вертикальной плоскости и схемы эквивалентной ему динамической системы // Достижения науки в производство и воспитательный процесс: мат. 13 межвузовской научно-практ. конф. «Достижения науки в производство и воспитательный процесс». – Брянск, 2000. – С. 8-12.

5. Кузнецов В.В. Кузнецов А.В. Кузнецов Е.В. Исследование штанговых опрыскивателей как динамических систем методом имитационного моделирования // Материалы XLIV международной научно-технической конференции «Достижения науки агропромышленному производству». – Челябинск, 2005. – С. 262-267.

ПЛУЖНЫЙ КОРПУС

*к.т.н., Старовойтов С.И., к.э.н., Гринь А.М.,
инженеры Чемисов Н.Н., Лямзин А.А., Храмовских К.А.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

THE PLOW

*Candidate of Engineering Sciences, Starovoytov S. I.,
Candidate of Economic Sciences, Grin A.M.,
engineers Chemisov N. N., Lyamzin A.A., Hramovskikh K.A.
Bryansk State Agricultural University, Russia*

Аннотация. Установили, что снижение энергоемкости лемеха возможно за счет формоизменения поверхности, его колебаний. Наиболее результативными считаются угловые колебания вокруг стойки. Разработали конструкцию плужного корпуса, где режущий контур, включающий левосторонний и правосторонние лемеха совершает колебания за счет накопленной потенциальной энергии подпружиненной подрезающей пластины. А прутковый отвал имеет возможность трансформации. Получили, что режущий контур плужного корпуса работоспособен в условиях заблокированного резания, а способ крепления и форма сечения прутков не имеют достаточную жесткость.

Annotation. Have established that decrease in power consumption of a ploughshare is possible due to forming of a surface, its fluctuations. Angular fluctuations around a rack are considered as the most productive. Have developed a design of the plow case where the cutting contour including left-side and right-hand a ploughshare makes fluctuations due to the saved-up potential energy of the sprung cutting plate. And the prutkovy dump has a possibility of transformation. Have received that cutting a contour of the plow case it is efficient in the conditions of the blocked cutting, and the way of fastening and a form of section of bars have no sufficient rigidity.

Ключевые слова: лемех, плужный корпус, прутковый отвал, режущий контур.
Key words: a ploughshare, the plow case, the prutkovy dump cutting a contour.

Состояние вопроса.

Обработка почвы остается самой востребованной технологической операцией в производстве сельскохозяйственных культур. А снижение энергоемкости процесса взаимодействия почвообрабатывающих орудий является важной и актуальной задачей. Доля лемеха в энергоемкости вспашки составляет 60 - 80 %, тогда как отвал в большей мере отвечает за показатели качества. Снижение энергоемкости лемеха возможно за счет его колебания, формоизменения поверхности тела и режущей кромки, позволяющей деформировать пласт в режиме сложного нагружения.

Колебания лемеха осуществимы за счет определенной величины

жесткости поперечного сечения стойки, использования электромагнитов, кривошипно - шатунного механизма. Направление колебаний лемеха в выше перечисленных случаях совпадает с направлением движения пахотного агрегата. Известны технические решения, направленные на реализацию колебаний вдоль режущей кромки лемеха. В тоже время считаются приоритетными работы О. В. Верняева [1], где работа стрелчатой лапы сопровождается колебанием режущего рабочего органа вокруг стойки за счет механизма активного привода. Данное направление поддержано учеными американского Национального института сельскохозяйственного машиностроения. Тяговое сопротивление активной лапы шириной захвата 610 мм и амплитудой колебания 8° меньше на 30% в сравнении с пассивным аналогом. Считаем также, что угловые колебание лемеха, входящего в состав режущего контура, исключающего применение полевой доски, позволит лезвию работать в режиме смятия и растяжения пласта без его формоизменения.

Пассивные составные отвалы, конструкция которых включает прутки или пластины, относятся к самоочищаемым поверхностям, колеблющимся в процессе работы. В тоже время универсальность отвальной поверхности позволит уменьшить номенклатуру культурных, полувинтовых поверхностей, обеспечить возможность работы на почвах с различным гранулометрическим составом и степенью задерненности.

Цель исследования.

Техническая реализация колебаний режущего контура плужного корпуса отвального плуга, исключающего применение полевой доски, вокруг стойки и возможности формоизменения составной прутковой отвальной поверхности.

Материалы и методы исследования.

Для определения координат крепления, углов наклона к стенке борозды, длины прутков, формирующих составной отвал, в компьютерной

программе «КОМПАС 3D V15» была спроектирована культурная и полувинтовая поверхность для плужного корпуса с шириной захвата $b = 0,35$ м и глубиной вспашки $a = 0,2$. Поперечно - вертикальная, горизонтальная, продольно - вертикальная проекция, направляющая кривая строились с использованием методики профессора Н. В. Щучкина [2].

При построении поперечно - вертикальной проекции применялись следующие исходные данные: коэффициент устойчивости $K_y = 1,5$, вспушенность пласта учитывалась смещением верхней грани обрабатываемого прямоугольника на 25 мм, величина горизонтальной координаты верхней точки полевого обреза составляет 10 мм, ширина лемеха равна 122 мм, расстояние между дном борозды и образующей с минимальным углом наклона к стенке борозды составляет 25мм. Горизонтальная и продольно - вертикальная проекция строились с учетом того, что угол между лезвием лемеха и стенкой борозды составляет 44° . Результаты исследований представлены в таблице 1. Минимальное расстояние до 5 образующей, входящей в состав пруткового отвала, составило 8,86мм, максимальное до 11 образующей - 304,82мм. Данные величины идентичны как для культурной, так и для полувинтовой поверхности.

На основании анализа литературных источников[3] и с учетом геометрических параметров образующих культурной и полувинтовой поверхности, была предложена конструкция плужного корпуса, обеспечивающая возможность трансформации культурного отвала в полувинтовой и реализующая колебания подрезающими элементами в горизонтальной плоскости.

Плужный корпус включает режущий контур 1 (рис. 1) и стойку 2, связанную между собой упругим элементом 3. Режущий контур 1 включает укороченный левосторонний и правосторонний лемех, основание 4. Левосторонний лемех служит для стабилизации хода плужного корпуса в горизонтальной плоскости. Основание 4 жестко связывает между собой

спинки левостороннего и правостороннего лемеха. К основанию 4 приварен кронштейн 5 для крепления упругого элемента 3. Упругий элемент 3 крепится в пазу нижней части стойки 2 с помощью болтового соединения. Передняя часть упругого элемента 3 остро заточена и служит для резания пласта.

Таблица 1 - Геометрические параметры образующих культурной и полувинтовой поверхности

№ образующей поверхности		5	6	7	8	9	10	11
Вертикальная координата от места стыка лемеха и отвала, мм		8,86	58,84	108,84	160,19	207,89	252,28	304,82
Культурная поверхность	Угол между образующей и стенкой борозды	39,73	44,02	47,05	48,8	49,73	50,27	50,67
	Длина образующей, мм	406	450	502	563	627	685	635
	Горизонтальная координата, мм	132,74	242,34	288,43	325,33	334,94	336,03	336,88
Полувинтовая поверхность	Угол между образующей и стенкой борозды	38,12	38,63	39,55	40,92	42,58	44,46	47,09
	Длина образующей	423	503	576	649	706	752	672
	Горизонтальная координата, мм	92,44	191,79	240,87	289,94	310,68	324,42	340,66

Стойка 2 снабжена пазами. В пазу с помощью втулки и гайки крепится пруток 6, который на левом краю имеет резьбу. В зависимости от типа поверхности прутки 6 перемещаются в пазу стойки. А требуемый угол между прутком 6 и стенкой борозды достигается скошенной под определенным углом втулкой и гайкой.

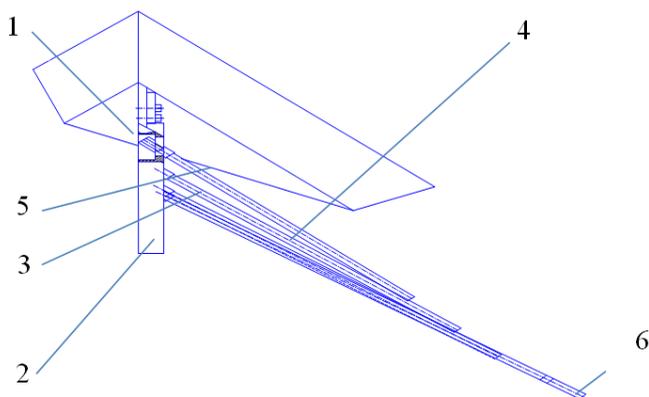


Рисунок 1 - Горизонтальная проекция плужного корпуса с изменяемой геометрией

В процессе вспашки левосторонний и правосторонний лемех подрезают почвенный пласт. В связи с переменной нагрузкой режущий контур 1 поворачивается. В момент поворота режущего контура 1 происходит изгиб упругого элемента 3, который за счет накопленной потенциальной энергии стремится вернуть режущий контур 1 в исходное положение. За счет этого создаются колебания режущего контура 1, приводящие к снижению энергоемкости. Почвенный пласт дополнительно подрезается режущей кромкой упругого элемента 3, поступает на прутки 6, оборачивается и крошится. Экспериментальный образец плужного корпуса (рис.2) был изготовлен в лаборатории кафедры технологии материалов, надежности, ремонта машин и оборудования Брянского ГАУ.

Результаты и их обсуждение.

Работоспособность изготовленного плужного корпуса оценивали в полевых условиях на полях крестьянско - фермерского хозяйства «Дунины М.Е.» Условия проведения испытания: мехсостав – суглинистый [4], фон - стерня зерновых, абсолютная влажность - 21%, твердость - 3МПа. Скорость движения экспериментальной установки -7 км/ч, глубина хода - 20

см. Твердость почвы[5, 6], которая является основной механической характеристикой механических свойств почвы, определяли с помощью твердомера Ревякина Ю.Ю.



Рисунок 2 - Плужный корпус



Рисунок 3 - Испытания плужного корпуса

При прохождении гона длиной 200 м в условиях блокированного резания конструкция режущего контура рабочие нагрузки выдержала.оборот пласта с его крошением проходил стабильно, растительные остатки заделывались в почву. Тем не менее, часть прутков, формирующие отвальную поверхность, были деформированы. Крепление прутков к стойке было ослаблено.

Выводы.

1. Конструкция режущего контура показала свою работоспособ-

ность в условиях блокированного резания суглинистой почвы;

2. Способ крепления прутков к отвалу позволяет обеспечивать его трансформацию от культурной поверхности плужного корпуса к полувинтовой.

3. Способ крепления, форма поперечного сечения прутка требуют оптимизации геометрических параметров с учетом возможной работы плужного корпуса в условиях блокированного резания почвы.

Литература.

1. Верняев, О.В. Активные рабочие органы культиваторов.- М.:Машиностроение, 1983. - 4с.

2. Турбин, Б.Г. Лурье А.Б., Григорьев С.М., Иванович Э.М., Мельников С.В. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград, 1967. 30 с.

3. Старовойтов, С.И. Чемисов Н.Н. Анализ способов снижения энергоемкости лемеха // Инновационные процессы в АПК: сборник научных статей V Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов, 2013.- С.81.- 82.

4. Старовойтов С.И., Чекин Г.В., Мартынова Е.В., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. Некоторые структурные и агрофизические свойства почв крестьянско-фермерского хозяйства «Дунин М.Е.» // Вестник Брянская ГСХА. - 2013. - С.48-50.

5. Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. Твердость и влажность среднесуглинистой почвы в условиях засушливого лета 2010 года // Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции. – Брянск. - 2011.- С.183-186.

6. Старовойтов С.И. Лобачевский Я.П. Физические аспекты суглинистой почвы. - Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2015.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕМНО-ВИБРАЦИОННЫХ
НАСОСОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ
БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

*к.т.н., Савенок Л.И., к.т.н., Цыганок Г.П.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

**THE USE OF THREE-DIMENSIONAL VIBRATING PUMPS
FOR TRANSPORTING MANURE**

*Candidate of Engineering Sciences, Savenok L.I.,
Candidate of Engineering Sciences, Tsyganok G.P.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. Дано обоснование применения объемно-вибрационного насоса для перекачивания бесподстилочного свиного навоза на крупных животноводческих фермах и комплексах. Приведено описание работы насоса и методика расчёта его основных конструктивных параметров.

Annotation. The substantiation of the use of volume - but - vibrating pump for pumping bespodstilochnogo pig manure at large livestock farms and complexes . The description of the operation of the pump and the method of calculation of his ka - key design parameters .

Ключевые слова: навоз, трубопровод, конструкция насоса.

Key words : manure, piping , con - struction of the pump .

Введение. Постановка задачи.

На крупных животноводческих фермах и комплексах обеспечения ветеринарно-санитарной защиты и исключения распространения инфекционных заболеваний, а также в связи с сезонностью внесения навоза в почву его хранение рекомендуется в полевых навозохранилищах. Для доставки навоза в полевые навозохранилища, как с экологической точки зрения, так и с экономической целесообразнее применять трубопроводный транспорт по сравнению с использованием мобильных цистерн. Приведенные затраты транспортировании навозной массы по трубопроводу в полевые навозохранилища в сочетании с ее внесением в почву цистернами-разбрасывателями в 3...4 раза ниже, чем при использовании для этих целей только мобильного транспорта [1].

Для транспортировки бесподстилочного навоза по трубам промышленностью выпускается ряд низконапорных насосов, которые удо-

влетворительно перекачивают навозную массу влажностью выше 93%. Перекачивание же полужидкого навоза имеющимися насосами затруднено, а иногда и невозможно. Поэтому разработка более совершенных насосов предназначенных для транспортирования полужидкого бесподстилочного навоза по трубам наряду с совершенствованием способов внесения его в почву является одним из основных факторов экологически эффективной утилизации навоза обеспечивающей повышение плодородия почвы.

Результаты теоретико-экспериментальных исследований.

В БГСХА ведутся исследования по разработке технологии транспортирования навоза из навозосборников в полевые навозохранилища на основе использования для этих целей объемно-вибрационных насосов, хорошо зарекомендовавших себя при перекачивании бесподстилочного свиного навоза влажностью 85% и выше.

Эффективность работы насосных установок для транспортирования жидкого навоза определяется соответствием характеристик транспортных трубопроводов и рабочих характеристик насосов. Если диаметр трубопровода и выбор параметров насоса будут производиться без учета их совместной работы, то возможны случаи неудачных решений.

При подаче насоса значительно превышающей минимально допустимую скорость транспортирования жидкого навоза из условия отсутствия осаждаемости его частиц и заиливания трубопровода ($V_{кр1} = 0,4...0,5$ м/с), то будет иметь место повышенный расход энергии на транспортирование жидкости. Если скорость движения жидкого навоза в трубопроводе будет свыше критической величины определяющей переход от ламинарного режима движения вязкой жидкости в трубопроводе к турбулентному ($V_{кр2} > 1,5$ м/с), то потери энергии на перемещение ее возрастут еще выше. Условия правильности выбора параметров трубопровода и подачи насоса соответствуют зависимости [2]

$$V_{кр1} < V_T < V_{кр2}, \quad (1)$$

где: V_T – средняя скорость транспортирования бесподстилочного навоза.

Основным обобщающим показателем любой машины является минимум приведенных затрат, при котором будут обеспечиваться технологические требования ($P_{уд} = \min$).

Для обеспечения минимума приведенных затрат на транспортирование полужидкого навоза без его предварительного разбавления водой для ферм и комплексов с годовым выходом навоза от 10 до 52 тыс. м³ подача объемно-вибрационного насоса должна быть равна 40 м³/ч. Для комплексов с годовым выходом 52 ..110... 190 тыс. м³ навозной массы наименьшие приведенные затраты имеют место при перекачивании навоза насосами с подачей соответственно 56, 68 и 90 м³/ч. Эти насосы могут применяться как для погрузки навоза в мобильные средства, так и для его транспортирования по трубам в полевые навозохранилища или переносные гибкие трубопроводы. Перед удобрительным поливом (дождеванием) навоз необходимо смешивать с водой.

Насос состоит (рис.1) из подвижных цилиндров 1 и 2, в торцах которых установлены откидные двухстворчатые или шаровые клапаны 12. Наружный и внутренний цилиндры соединены через шатуны 3 и 8 и шток 9 с вибратором 7. Для предотвращения попадания в клапанные узлы длинных волокнистых включений на подвижных цилиндрах насоса установлен фильтр 14 со скребками 13. Привод вала вибратора осуществляется через муфту, редуктор, клиноременную передачу от электродвигателя. Наружный и внутренний подвижные цилиндры насоса изготовлены из толстостенных стальных труб. В торцах внутреннего подвижного цилиндра выполнена резьба для крепления клапанного узла и штока 9. В наружные цилиндры 1 и 10 запрессованы бронзовые подшипники скольжения. Сальниковые уплотнения цилиндров выполнены из графито-асбестовой

набивки и уплотняются нажимными стаканами 11. Цилиндр 1 и шатуны 3 соединены через пальцы подшипниками типа ШС. Напорный патрубок 5 с сальниковым устройством для уплотнения штока 9 изготовлен из цельнотянутой трубы и крутоизогнутого отвода с соответствующими проходными сечениями.

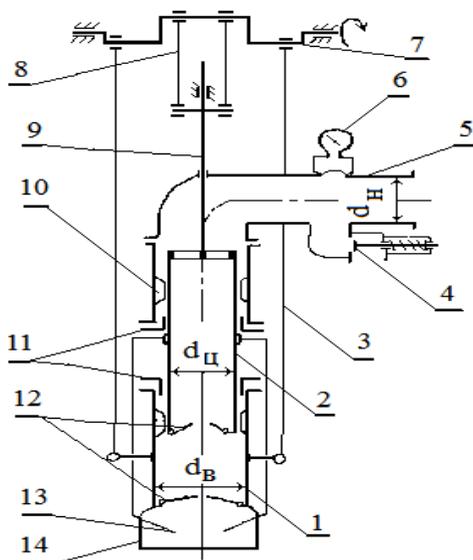


Рисунок 1 - Схема объёмно-вибрационного насоса

Рабочий процесс насоса протекает следующим образом. При движении наружного подвижного цилиндра вниз внутренний цилиндр, согласно схеме (рисунок 1) движется вверх. В этом случае клапан наружного цилиндра открыт, и навоз заполняет межклапанное пространство, образующееся вследствие перемещения подвижных цилиндров в противоположные стороны. Внутренний цилиндр при своём движении вверх, клапан которого в этот момент закрыт, вытесняет в отвод объём жидкости равный перемещению цилиндра, умноженному на его площадь поперечного сечения. При движении наружного цилиндра вверх его клапан закрывается. В это время внутренний цилиндр движется вниз. Жидкость, находящаяся

яся в межклапанном пространстве, продавливается движущимися навстречу цилиндрами через открытый клапан внутреннего цилиндра в отвод. Однако при этом не вся вытесненная масса навоза поступает в нагнетательную трубу. Часть ее объема заполняет пространство, освобождающееся при движении внутреннего цилиндра вниз, а объем навозной массы, равный перемещению наружного цилиндра, умноженному на площадь поперечного сечения внутреннего цилиндра, вытесняется в отвод. В дальнейшем процесс работы повторяется. Таким образом, за один оборот эксцентрикового вибратора (коленчатого вала) происходит одно всасывание и два нагнетания, что позволяет отнести насос к числу дифференциальных.

Фильтр 14, закрепленный на наружном подвижном цилиндре, также перемещается в противофазе относительно скребков 13, закрепленных на внутреннем подвижном цилиндре, что предохраняет клапанные узлы от попадания в них крупных инородных примесей, а также способствует очистке фильтра от них. В совокупности это способствует повышению надежности конструкции.

Установлено, что при работе насоса с ускорением подвижных цилиндров больше ускорения свободного падения ($\delta \geq g\omega^2/q$) происходит инерционное перемещение жидкости в отвод при открытых клапанах обоих цилиндров, что повышает коэффициент объемного наполнения межклапанного пространства больше единицы [3].

Конструктивный ряд объемно-вибрационных насосов, как было сказано выше, рассчитывается с учетом необходимой его производительности и \min приведенных затрат.

Подача проектируемого объемно-вибрационного насоса определяется исходя из зависимости

$$Q_T = \frac{i \cdot F \cdot S \cdot n}{60} \cdot (1 + \alpha), \quad (2)$$

где: Q_T – теоретическая подача вибрационного насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;
 F – площадь поперечного сечения внутреннего подвижного цилиндра насоса, м^2 ;
 S – перемещение каждого подвижного цилиндра, м ;
 n – частота вращения вала вибратора, мин^{-1} ;
 α – коэффициент инерционной подачи;
 i – количество рабочих цилиндров.

При проведении опытов установлено, что инерционное перемещение жидкости, в случае его использования для транспортирования полужидкого навоза на фермах, будет иметь место только при работе насоса на излив. Подача жидкости при избыточном давлении будет осуществляться только за счет ее объемного вытеснения, а возникающие при этом инерционные силы, лишь способствуют лучшему заполнению межклапанного пространства насоса[3]. При этом коэффициент инерционной подачи $\alpha = 0$ и выражение (2) по определению теоретической подачи насоса примет вид:

$$Q_T = \frac{i \cdot F \cdot S \cdot n}{60} \quad (3)$$

Действительная подача насоса Q_y всегда меньше теоретической, так как при перекачивании жидкости имеются утечки через неплотности или несвоевременно закрывающиеся его клапаны и другие возможные неплотности (сальниковые уплотнения цилиндров). Эти утечки учитываются коэффициентом объемного наполнения $\eta_o = Q_y / Q_T$. Тогда действительная подача ($\text{м}^3/\text{с}$) вертикального объемно-вибрационного насоса дифференциального действия определится выражением

$$Q_y = \eta_o \frac{F \cdot S \cdot n}{30} \quad (4)$$

$$\text{где: } \eta_0 = 0,9 \text{ – коэффициент объёмного наполнения; } F = \frac{\pi d_u^2}{4}$$

– площадь сечения внутреннего подвижного цилиндра, м²; S – ход каждого подвижного цилиндра, м; n – частота вращения вала вибратора, мин⁻¹; (S = 0,125 м; n = 176...168 мин⁻¹ – установлены в результате проведенных нами экспериментальных исследований).

Из (4) получим выражение для нахождения диаметра внутреннего подвижного цилиндра насоса, размер которого является определяющим в конструкции насосной части

$$d_u = \sqrt{\frac{120 \cdot Q_y}{\eta_0 \cdot \pi \cdot S \cdot n}} \quad (5)$$

Выводы.

Приведенный подход к расчету насосной части объемно-вибрационных насосов дифференциального действия позволяет проектировать установки с нужными параметрами, разной производительности, в соответствии с технологическими требованиями ферм и комплексов. Это будет способствовать решению проблемы транспортирования полужидкого навоза в полевые навозохранилища, что с наименьшими затратами улучшит экологическое состояние окружающей среды

Литература.

1. Назаров С.И., Вороницкий И.А., Удовеня В.А. Системы удаления, накопления и утилизации навоза – Минск: Ураджай, 1979.– 100 с.
2. Дмитриева В.И., Никитин В.А., Поленина В.А. Использование стоков животноводческих комплексов – М.: Россельхозиздат, 1977.– 63 с.
3. Цыганок Г.П., Савенок Л.И., Крупенин Ю.А. Особенности проектирования объемно-вибрационных насосов для механизации животноводческих ферм и комплексов // Вестник БГСХА.- 2013. - № 2. - С.129-136.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПОЛОСНОГО ПОСЕВА СЕМЯН СОИ

к.т.н. Цыбань А.А., к.т.н., Орехов Г.И.

Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Россия

DESIGNING AND USE OF UNIVERSAL WORKING BODIES FOR STRIP SOWING SOYBEAN SEEDS

Candidate of Engineering Sciences, Tsyban A.A.,

Candidate of Engineering Sciences, associate professor Orekhov G.I.,

Far Eastern Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Russia

Аннотация. Представлены основные результаты экспериментальных исследований влияния конструкции сошника и ширины междурядий при посеве семян сои на её урожайность. Использование лапового сошника позволило существенно увеличить урожайность сои.

Annotation. The main results of experimental studies of the impact of construction opener and row spacing when sowing soybean seeds on its yield. Using tine opener allowed increasing soybean yields significantly.

Ключевые слова: способ посева сои, лаповый сошник, дисково-анкерный сошник, ширина междурядья.

Key words: method of sowing soybean tine opener, disc-hoe, the width of the aisles.

Введение. Постановка задачи.

Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в частности сои – непрерывный процесс, учитывающий биологические особенности, агротехнические требования, современную систему машин и направленный на реализацию потенциальных возможностей сортов в конкретных почвенно-климатических условиях.

Способ посева и площадь питания растения существенно влияют на величину урожая и качество семян сои [1,2,4,6]. Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений обеспечивает ширококорядный и широкополосный способы посева сои, однако отсутствие средств механизации сдерживает его распространение. Сотрудниками ДальНИИМЭСХ на протяжении ряда лет ведутся исследования, направленные на повыше-

ние эффективности возделывания сои за счёт усовершенствования способов и технических средств предпосевной обработки почвы, посева семян и ухода за посевом [3,5].

Конструкция для исследований.

В результате была разработана конструкторская документация и опытный образец сеялки шириной захвата 4,6 м (рисунок 1). На основе результатов патентного поиска и теоретических исследований были разработаны экспериментальные сменные рабочие органы: дисково-анкерный сошник (рисунок 2, а) и лаповый сошник (рисунок 2, б), которые позволяют осуществлять предпосевную обработку почвы, посев сои и внесение минеральных удобрений. Рабочие органы в 2011...2015 годах прошли лабораторно-полевые исследования на почвенном канале и опытном поле ВНИИ сои и ДальНИИМЭСХ. В 2014...2015 годах сеялка прошла полевые исследования на полях Тамбовского района Амурской области.



Рисунок 1 – Опытный образец сеялки СП-4,6

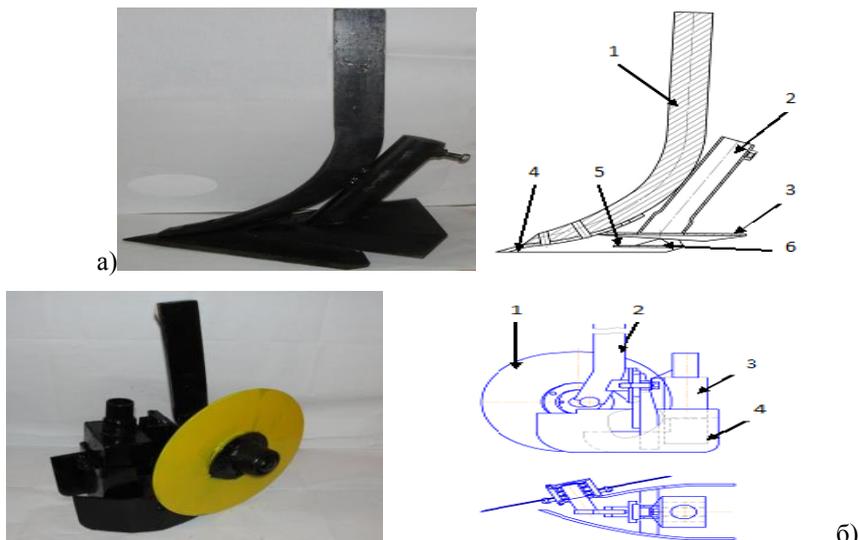


Рисунок 2 – Экспериментальные рабочие органы сеялки СП-4,6: а) Лаповый сошник для посева сои полосой 18...20 см: 1 - стойка; 2 - семятукопровод; 3 - пластина; 4 - стрельчатая лапа; 5 - вставка; 6 - распределитель семян; б) Дисково-анкерный сошник с распределительным устройством для полосного посева сои на 10...12 см: 1 - диск; 2 - стойка; 3 - распределитель семян; 4- анкер-полосообразователь

Результаты испытаний.

Проведённая агротехническая оценка сеялки показала, что качественные показатели работы экспериментальных сошников, установленных на параллелограммные грядки, соответствовали требованиям, предъявляемым к равномерности глубины посева. Отклонение от заданной глубины заделки семян не превышало ± 1 см. При этом дисково-анкерный сошник формировал полосу семян шириной $9,3 \pm 0,53$ см, лаповый сошник – шириной $20 \pm 0,8$ см.

Из таблицы 1 видно, что в условиях засушливого весенне-летнего периода 2015 года, урожайность сои, посеянной лаповым сошником, существенно превысила урожайность сои, посеянной дисково-анкерным сошником (разница $\Delta Y = 0,48 \dots 1,01$ т/га при НСР₀₅ фактора В = 0,38 т/га). Одной из причин этого является свойство лапового сошника создавать уплотнённое семенное ложе, что способствует подтягиванию почвенной влаги, а также использованию эффекта росообразования, т.е. использованию влаги воздуха. Другой причиной повышения урожайности является более полное уничтожение лаповым сошником сорных растений (уничтожение однолетников в фазе белых нитей, а также вычёсывание и вынос на поверхность многолетних сорняков).

Таблица 1 - Биологическая урожайность сои в зависимости от типа сошника и ширины междурядья, т/га (2014 год: НСР₀₅=0,50; 2015 год: НСР₀₅=0,55)

Ширина междурядья (фактор А)	Тип сошника (фактор В)	Урожайность	
		2014 год	2015 год
45 см	дисково-анкерный	0,90	1,23
	лаповый	2,10	2,24
60 см	дисково-анкерный	1,56	1,66
	лаповый	2,51	2,29
80 см	дисково-анкерный	1,54	1,59
	лаповый	2,22	2,07
НСР ₀₅ фактора А		0,29	0,31
НСР ₀₅ фактора В		0,36	0,38

В целях исследования влияния конструкции сошников, способов обработки почвы и посева на урожайность сои были осуществлены производственные посевы сои серийным двухдисковым, опытными лаповым и дисково-анкерным сошниками. Урожайность сои в производственных условиях представлена в таблице 2.

Таблица 2 Биологическая урожайность сои в производственных условиях

Предшественник	Способ основной обработки почвы	Способ посева	Биологическая урожайность, т/га
Пары	- дискование (осень 2014 г.) - дискование (весна 2015 г.)	рядовой посев двухдисковым сошником с междурядьем 15 см	0,85
Соя	- культивация (осень 2014г.) - культивация (весна 2015 г.)	рядовой посев двухдисковым сошником с междурядьем 15 см	1,11
Соя	- культивация (осень 2014 г.) - культивация (весна 2015 г.) - дискование (весна 2015 г.)	рядовой посев двухдисковым сошником с междурядьем 15 см	0,97
Соя	- дискование (весна 2015 г.)	полосный посев лаповым сошником с междурядьем 60 см	2,08
Соя	- дискование (весна 2015 г.)	полосный посев дисково-анкерным сошником с междурядьем 60 см	1,14

Выводы.

Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

- 1) в условиях засушливого весенне-летнего периода способ обра-

ботки почвы не оказал заметного влияния на урожайность сои. При рядовом способе посева двухдисковым сошником с междурядьем 15 см максимальная урожайность составила 1,11 т/га (после двукратной культивации), что незначительно превышает минимальную урожайность (0,85 т/га), полученную при посеве после двукратного дискования почвы;

2) применение сеялки, осуществляющей широкорядный полосный посев (ширина полосы 20 см, расстояние между центрами смежных полос – 60 см) лаповым сошником обеспечило почти двукратное повышение урожайности сои (2,08 т/га) по сравнению с рядовым (расстояние между рядами 15 см) посевом серийными сеялками.

Литература.

1. Абазова М.А. Кашукоев М.В. Влияние агротехнических приёмов на зерно сои // Зерновое хозяйство. – 2006. – №7. – С.16-18.

2. Рафальский, В.И. Соя в южных районах Амурской области. – Благовещенск: Амур. отд. Хабаровского кн. изд-ва.,1972. – 126 с.

3. Орехов Г.И. Цыбань А.А., Оборская Ю.В., Максименкова Н.О. Совершенствование способа посева сои на основе использования сошников различной конструкции // Дальневосточный аграрный вестник. – 2015. – №2(34). – С. 57-60.

4. Рыбалкина Н.Н. Влияние норм высева и способов посева на урожайность сои // Земледелие. – 2000. – №1. – С. 23.

5. Сюмак А.В. Русаков В.В., Цыбань А.А., Мунгалов В.А., Селин А.В. Обоснование повышения эффективности возделывания сои и зерновых культур в короткоротационных севооборотах в системе биологического земледелия // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8-6. – С. 1364-1367.

6. Шалунова, Л.П. Влияние равномерности глубины заделки семян сои при посеве на её урожайность // Селекция и агротехника сои. –1982. – С. 53-59.

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК. ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

УДК 631.354

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПО ИТОГАМ РАБОТЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*к.т.н. Ерохин Г.Н., инженер Коновский В.В.,
Всероссийский научно-исследовательский институт использования тех-
ники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Россия*

DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF READINESS OF COMBINE HARVESTERS ACCORDING TO THE RESULTS OF WORK IN AGRICULTURAL ENTERPRISE

*Candidate of Engineering Sciences, Erokhin G. N.,
engineer Konowski V. V.
All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products
in Agriculture, Russia*

Аннотация. Выполнено математическое обоснование оценки коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов по итогам работы в сельскохозяйственном предприятии. Отличительной особенностью полученных результатов исследования является возможность оценки коэффициента готовности комбайнов без трудоемких операций хронометража. Работоспособность предложенного метода оценки продемонстрирована на конкретном примере.

Abstract. Mathematical justification of the estimate of the coefficient of readiness of combine harvesters on the results of agricultural enterprises. A distinctive feature of the results of the study is the evaluation of the availability of combines without time-consuming operations time-keeping. The performance of the proposed estimation method is demonstrated on a concrete example.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, надежность, коэффициент готовности, отказ.

Key words: combine harvester, reliability, availability, failure.

Введение.

Известно, что эффективность работы зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии неразрывно связана с их надежностью. Отрицательные последствия низкой надежности комбайнов выражаются в снижении эксплуатационной производительности комбайна, увеличении затрат на поддержание работоспособного состояния, удлинении продолжительности

уборки и увеличении потерь зерна осыпанием.

Для оценки надежности комбайнов в сельхозпроизводстве широко используется понятный для потребителя показатель – коэффициент готовности. Это комплексный показатель, характеризующий безотказность и ремонтпригодность машины. Особую значимость ему придает тот факт, что он непосредственным образом влияет на эксплуатационную производительность зерноуборочного комбайна [1,2,3]. Поэтому в сельхозпредприятии важно иметь информацию о надежности каждого конкретного комбайна. Рассчитывается коэффициент готовности по формуле [5]:

$$K_{\Gamma} = \frac{T_1}{T_1 + T_{41}} \quad (1)$$

где: T_1 - суммарное время основной работы комбайна за период уборки, ч; T_{41} - суммарное время, затраченное в период уборки на устранение технических отказов, ч;

Результаты и анализ исследования.

Однако, чтобы воспользоваться формулой (1), необходимо в течение сезона уборочных работ вести за каждым комбайном хронометражные наблюдения [4]. Это трудоемко и возможно лишь при проведении специальных испытаний.

Авторами статьи предлагается методический подход оценки коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов без хронометража на основе результатов их работы в сельхозпредприятии. При этом в качестве основного допущения принимается равенство годового эксплуатационного времени оцениваемых комбайнов. Это возможно, когда комбайны работают в составе одного уборочного отряда и выполняют уборочные работы в примерно одинаковых условиях. Эксплуатационное время работы комбайна на уборке зерновых культур можно определить по уравнению:

$$T_{\text{ЭК}} = T_1 + T_{41} + \sum T_K \quad (2)$$

где: $\sum T_K$ - сумма составляющих элементов эксплуатационного времени, ч.

Сумма $\sum T_K$ включает в себя затраты времени на вспомогательные операции (технологические повороты в конце загонки, переезды к месту выгрузки зерна и обратно, выгрузка зерна в транспортное средство, на техническое и технологическое обслуживание, отдых и холостые переезды). Алгоритм определения этой величины подробно изложен в [5].

Принятое допущение равенства годового эксплуатационного времени работы зерноуборочных комбайнов дает возможность проведения сравнительной оценки их надежности по итогам уборки зерновых культур. Для этого на основании расчета выбирается базовый комбайн с максимальной суммой времени $(T_1 + \sum T_K)$. Уравнение (2) для базового комбайна имеет вид:

$$T_{\text{ЭК}}^B = T_1^B + T_{41}^B + \sum T_K^B \quad (3)$$

Численное значение времени T_{41}^B определяется по формуле:

$$T_{41}^B = \frac{T_1^B}{K_G^B} - T_1^B \quad (4)$$

где: K_G^B - коэффициент готовности базового комбайна.

Как показывают результаты исследований [6,7], если срок эксплуатации базового комбайна не превышает 4 лет и в течение уборки он не имел сложных отказов, то для отечественных комбайнов $K_G^B = 0,91...0,92$, для зарубежных $K_G^B = 0,93...0,935$.

Учитывая принятое в качестве допущения равенство эксплуатационного времени работы комбайнов, можно определить время устранения отказов остальных зерноуборочных комбайнов сельхозпредприятия

$$T_{41} = T_{\text{ЭК}}^B - T_1 - \sum T_K \quad (5)$$

В результате получаем возможность оценить фактические коэффициенты готовности остальных зерноуборочных комбайнов сельхозпредприятия по формуле (1).

Современные зерноуборочные комбайны оснащены бортовыми компьютерами, которые фиксируют наработку молотилки. Обычно бортовой компьютер комбайна в качестве времени работы молотилки регистрирует сумму основного времени работы и времени, затраченного на выполнение поворотов в конце загонки. Поэтому основное время работы комбайна:

$$T_1 = H_M - \frac{10^4 \cdot T_{\text{пов}} \cdot N}{Y \cdot L_{\Gamma} \cdot B \cdot K_{\text{Ш}}} \quad (6)$$

где: H_M - наработка молотилки по компьютеру комбайна, ч; $T_{\text{пов}}$ - среднее время, затрачиваемое на поворот в конце загонки, ч; N - намолот комбайна, ц; Y - средняя урожайность, ц/га; L_{Γ} - средняя длина гона, м; B - ширина жатки комбайна, м; $K_{\text{Ш}}$ - коэффициент использования ширины захвата жатки.

В случае, если зерноуборочный комбайн не имеет бортового компьютера и невозможно фиксировать наработку молотилки, фактическое основное время работы комбайна определяется из условия его работы с пропускной способностью равной паспортной:

$$T_1 = \frac{0,1 \cdot N}{W_1} \quad (7)$$

где: W_1 - производительность комбайна по основному времени, смоделированная исходя из условий уборки и паспортной пропускной способности в соответствии с [8], т/ч.

Рассмотрим применение предложенного методического подхода оценки коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов на конкретном примере ООО «Серединское» Тамбовской области. Условия

уборки зерновых культур в сельхозпредприятии: средняя урожайность 35,2 ц/га; длина гона – 1100 м, отношение зерна к незерновой части 1:1,44. Оценивалась надежность четырех зерноуборочных комбайнов компании «Гомсельмаш». Исходные данные и полученные результаты по конкретным комбайнам представлены в таблице.

Таблица - Исходные данные и результаты оценки надежности зерноуборочных комбайнов

Показатели	Полесье 1218	Полесье 1218	Полесье 1218	Полесье 1218
Заводской номер	8119	2647	2672	8120
Сезон эксплуатации	4	2	2	4
Ширина жатки, м	7	7	7	7
Объем бункера, м ³	8	8	8	8
Скорость выгрузки зерна, л/с	90	90	90	90
Намолот, ц	9800	1205	7330	10402
Наработка молотилки по бортовому компьютеру, ч	76	93	75	85
Основное время работы комбайна, ч	72,2	88,3	72,1	80,9
Эксплуатационное время работы комбайна, ч	136,3	136,3	136,3	136,3
Сумма составляющих элементов эксплуатационного времени $\sum T_K$, ч	32,9	39,8	28,8	35,7
Суммарное время простоев комбайна, ч	31,3	8,2	35,3	19,7
Коэффициент готовности	0,698	0,915	0,671	0,804

Из таблицы видно, что комбайн «Полесье 1218» (зав.номер 2647) имел наибольшую сумму времен $(T_1 + \sum T_K)$. Данный комбайн работал с минимальными простоями и был принят в качестве базового с коэффициентом готовности равным 0,915. Суммарное время устранения отказов в течение уборки для него по формуле (4) составило 8,2 часа. Это время показало высокую сходимость с экспертной оценкой комбайнера и специалистов инженерной службы.

В итоге высокий уровень надежности показал комбайн «Полесье

1218» (зав.номер 2647). Его коэффициент готовности составил 0,915. Комбайн «Полесье 1218» (зав.номер 8120) по итогам уборки имел средний уровень надежности с коэффициентом готовности 0,804. Комбайны «Полесье 1218» (зав.номер 8119) и «Полесье 1218» (зав.номер 2672) работали с низким коэффициентом готовности 0,698 и 0,671 соответственно.

Следует иметь в виду, что полученные значения коэффициентов по предложенному алгоритму характеризуют надежность системы «комбайн-оператор» и включают в себя простои, связанные с устранением последствий отказов, доставкой запасных частей и агрегатов, ожиданием службы технического сервиса. Кроме того они включают в себя вынужденные простои комбайна из-за болезни механизатора или отвлечения его на выполнение других работ. Если комбайн начал уборочные работы после остальных, то этот период также считается простоем и окажет влияние на снижение коэффициента готовности.

Основные причины низкого уровня надежности можно разделить на организационные и технические.

Организационные:

- недостаточная квалификация комбайнера;
- неудовлетворительная работа инженерной службы;
- неудовлетворительная работа службы технического сервиса.

Технические:

- несвоевременное или не полное выполнение регламентированного технического обслуживания и предуборочной подготовки;
- наличие в комбайне дефектных узлов по вине предприятия-изготовителя (обычно проявляется и устраняется в гарантийный период);
- выработка ресурса узлов и деталей комбайна;
- применение при ремонте и ТО узлов и материалов низкого качества;
- использование топлива, не соответствующего требованиям.

Выводы.

Предложенный методический подход позволяет оценить коэффициент готовности зерноуборочных комбайнов по итогам их работы в сельхозпредприятии. Анализ причин низкой надежности конкретных комбайнов является задачей инженерной службы сельхозпредприятия. На его основе реализуются мероприятия по повышению надежности зерноуборочных комбайнов, которые позволяют значительно повысить эффективность уборки зерновых культур.

Литература:

1.Ерохин Г.Н., Сазонов С.Н., Коновский В.В. О надежности работы зерноуборочных комбайнов // Вестник Мичуринского аграрного университета. – 2013. - №6. – С.59-63.

2.Ерохин Г.Н., Решетов А.С. Оценка уровня надежности работы зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – №6. – С.10-12.

3.Ерохин Г.Н. Целесообразность услуг машинно-технологических станций на уборке зерновых культур // Техника и оборудование для села. – 2006. – №5. – С.30-31.

4. Ерохин Г.Н. Коновский В.В. Показатели ремонтпригодности зерноуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. – 2007.- №2. – С.37-38.

5.ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – 24с.

6.Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Надежность зерноуборочных комбайнов в реальных условиях эксплуатации // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2014. – № 1. – С. 37-40.

7.Ерохин Г.Н, Коновский В.В. Мониторинг показателей надежности зерноуборочного комбайна Acros 530 // Наука в центральной России. – 2014. – № 1(7). – С.16-20.

8.Ерохин Г.Н., Сазонов С.Н., Коновский В.В. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deer W650 // Вестник Мичуринского аграрного университета. - 2014. - №1. – С.68-71.

УДК 631.312.4.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО ПРЕДЕЛЕННОМУ РАСХОДУ КАРТЕРНОГО МАСЛА НА УГАР

*д.т.н., профессор Петровец В.Р., к.т.н., профессор Дудко Н.И.,
к.т.н., Успенский В.А.*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

DETERMINATION OF AUTOTRACTOR ENGINE LONGEVITY ON THE ACCEPTABLE MOTOR OIL CONSUMPTION DURING BURNING

*Doctor of Engineering Sciences, Professor Petrovets V.R.,
Candidate of Engineering Sciences, Professor Dudko N.I.,
Candidate of Engineering Sciences, Uspenskii V.A.
Belarussian state agricultural academy, Belarus*

Аннотация. В статье предложена методика определения предельного значения расхода картерного масла на угар у автотракторных дизелей по экономическому критерию. Дано теоретическое обоснование и практические рекомендации по определению предельного срока эксплуатации дизельных двигателей (с учетом экономической целесообразности) в условиях рядовой эксплуатации.

Annotation. The article presents methods of determination of maximum indicators of crank case oil change into fumes in auto-tractor diesels according to economic criteria. We have theoretically and practically based determining the maximum service time of diesel engines (taking into account economic benefits) in conditions of ordinary service mode.

Ключевые слова: автотракторный двигатель, картерное масло, долговечность, методика.

Key words: autotractor engine, motor oil, longevity, method.

Постановка цели.

В результате многих исследований доказано, что расход картерного масла на угар является основным ресурсным параметром технического состояния двигателей внутреннего сгорания [1,3]. Однако теоретические исследования, посвященные определению долговечности двигателей по

расходу масла на угар, нельзя считать завершенными.

Теоретико-экспериментальные исследования.

Предельное значение расхода картерного масла $g_{м,нр}$ на угар в % к расходу топлива вычисляется по формуле [2]:

$$g_{м,нр} = 1 + 0.87 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\pi D_n S_n n i}{G_T} \right)^{1.35} \quad (1)$$

где: D_n, S_n – диаметр и ход поршня, м; n – частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹; i – число цилиндров двигателя; G_T – расход топлива, кг/ч.

Вычислим по формуле (1) предельный расход масла на угар у двигателя Д-243 ($D_n = 0,11$ м, $S_n = 0,125$ м, $i=4$) при различных режимах его работы: в режиме номинальной мощности, а также при максимальной и минимальной частотах вращения коленчатого вала на холостом ходу. Если учесть, что номинальная мощность N_{e_n} у этого двигателя равна 60 кВт, а номинальный расход топлива g_{e_n} при этой мощности – 220 г/кВт·ч, часовой расход топлива при данном режиме определяется по следующей зависимости:

$$G_{Тн} = \frac{g \cdot N_{e_n}}{1000}, \text{ кг} / \text{ ч} \quad (2)$$

Часовой расход топлива $G_{Тхх}$ при максимальной частоте вращения коленчатого вала без нагрузки $n_{хх}$ составляет 27–30 % от $G_{Тн}$, т.е.

$G_{Тхх} \approx (0.27...0.3) G_{Тн}$. На пониженной частоте вращения коленчатого вала $n_{хн}$ без нагрузки часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G_{T_{xp}} = G_{T_{xx}} \cdot n_{xp} / n_{xx}, \text{ кг} \quad (3)$$

Сделаем перерасчет угара масла (с учетом формулы 1) в размерности г/ч и г/мото-ч по формулам:

$$g'_{M_{np}} = 10 \cdot g_{M_{np}} G_T, \text{ г/ч} \quad (4)$$

$$g''_{M_{np}} = g'_{M_{np}} \frac{n_{ном}}{n}, \text{ г/мото} \cdot \text{ч} \quad (5)$$

где: $n_{ном}$ – номинальная частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} ; n – частота вращения коленчатого вала на соответствующем режиме, мин^{-1} .

Результаты соответствующих расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1- Предельный расход масла на угар при различных режимах работы двигателя Д-243

Режим работы двигателя	Предельный расход масла				
	$n, \text{мин}^{-1}$	2200	2300	2380	1500
$G_T, \text{кг/ч}$	13,2	8,5	3,8	2,6	1,0
$g_{M_{np}}, \%$	1,8	2,56	5,85	5,34	5,6
$g'_{M_{np}}, \text{г/ч}$	240	218	222	140	56
$g''_{M_{np}}, \text{г/мото} \cdot \text{ч}$	240	208	205	205	205

Результаты расчетов, приведенные в табл. 1, показывают, что расход масла на угар в % к расходу топлива зависит от нагрузки на двигатель и не зависит от частоты вращения коленчатого вала. Расход масла на угар в г/ч, наоборот, пропорционален частоте вращения коленчатого вала двигателя и не зависит от нагрузки. Из табл. 1 также следует что, при диагностировании технического состояния двигателей внутреннего сгорания

расход масла на угар целесообразно измерять в граммах на один моточас, так как этот показатель практически не зависит от режимов работы двигателя. Для обоснования предельного значения расхода картерного масла на угар по экономическому критерию учтем только те затраты, которые существенно изменяются во время эксплуатации двигателя. К ним относятся удельные затраты стоимости двигателя, которые равны стоимости двигателя $C_{дв}$, деленной на количество моточасов его работы t , а также стоимость масла, доливаемого в картер за один моточас работы двигателя. Начальный расход масла на угар и расход масла на его замену в картере при проведении технических обслуживания считаем необходимым и постоянным условием нормальной работы двигателя, поэтому в расчетах его не учитываем.

Расход масла на угар в зависимости от наработки двигателя t увеличивается в соответствии со степенной функцией с показателем степени $\alpha=2$ [3]. Тогда предельное значение расхода картерного масла на угар $U_{пр}$ и соответствующая ему наработка $t_{пр}$ связаны с выражением:

$$U_{пр} = U_0 + V_c t_{пр}^\alpha, \text{ г / мото} \cdot \text{ч} \quad (6)$$

где U_0 – начальный расход картерного масла на угар; V_c – средняя скорость увеличения угара масла.

Отсюда среднюю скорость увеличения угара масла можно найти по формуле:

$$V_c = \frac{U_{пр} - U_0}{t_{пр}^2} = \frac{\Delta U_{пр}}{t_{пр}^2} \quad (7)$$

где: $\Delta U_{пр}$ – предельный рост расхода масла на угар.

Затраты на один моточас работы двигателя в сумме составят:

$$C = \frac{C_{дв}}{t} + \frac{V_c t^2}{1000} \cdot \frac{C_m}{1000} \text{ руб. / мото} \cdot \text{ч}, \quad (8)$$

где: $C_{дв}$ – цена двигателя, руб.; C_m – цена моторного масла, руб./л.

Для нахождения точки минимума функции $C=f(t)$ необходимо первую производную приравнять к нулю:

$$C' = -\frac{C_{дв}}{t^2} + \frac{2V_c C_m t}{10^6} = 0 \quad (9)$$

Решив полученное уравнение относительно t найдем предельную наработку двигателем $t_{пр}$ соответствующей минимальным затратам на один моточас его работы:

$$t_{пр} = 100 \sqrt[3]{\frac{C_{дв}}{2V_c C_m}}, \text{ мото} \cdot \text{ч} \quad (10)$$

Подставив выражение (10) в формулу (7), получим зависимость для расчета предельного роста угара масла по экономическому критерию:

$$\Delta U_{пр} = 6300 \sqrt[3]{V_c \left(\frac{C_{дв}}{C_m} \right)^{\frac{2}{3}}}, \text{ г/мото} \cdot \text{ч} \quad (11)$$

Подставим зависимость (10) в уравнение (8) и разделим первое слагаемое уравнения (8) на второе получим результат, позволяющий сделать вывод о том, что предельная наработка двигателя наступает тогда, когда прирост стоимости расхода масла на угар равен половине затрат стоимости двигателя на один час его работы (рис. 1).

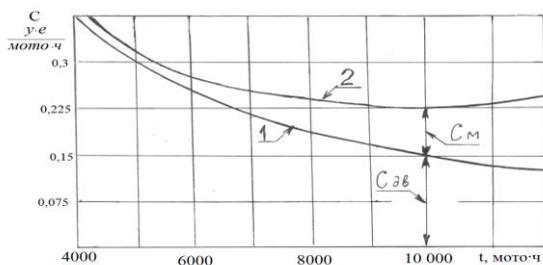


Рисунок 1 - Затраты в зависимости от наработки: 1 - удельной стоимости двигателя Д-243; 2 – суммарные: удельной стоимости двигателя и стоимости прироста угара масла.

Из выражения (10) имеем:

$$V_c = 5 \cdot 10^5 \frac{C_{дв}}{C_m t_{пр}^3} \quad (12)$$

Подставив формулу (12) в зависимость (11) получим формулу для расчета предельного увеличения расхода масла на угар от наработки двигателя:

$$\Delta U_{пр} = 5 \cdot 10^5 \frac{C_{дв}}{C_m t_{пр}}, \text{ г/мото} \cdot \text{ч} \quad (13)$$

При заявленном моторесурсе двигателя Д-243 стоимостью около 1 500 у.е. в 10 000 моточасов при оптовой цене дизельного масла около 750 у.е. за тонну получим предельное увеличение расхода масла на угар в 100 г/мото·ч, что составляет всего 0,8% к среднему расходу топлива дизелем Д-243 (11,8 кг/ мото·ч).

Выводы:

1. Предельное значение увеличение расхода масла на угара по экономическому критерию пропорционально отношению стоимостей двигателя и масла и обратно пропорционально наработке двигателя.

2. Момент предельной наработки автотракторного двигателя в производственных условиях наступает тогда, когда прирост стоимости расхода масла на угар становится равным половине затрат стоимости двигателя на один час его работы ($C_{дв} / t$).

Литература.

1. Андропов Б.С., Богун В.В., Гришаев Д.С., Лавров С.В., Горшихин Б.А. Определение расхода масла в двигателях // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2002. - № 8. - С. 40 - 41.

2. РТМ 10.16.0001.008-89 Предельные и допустимые параметры дизелей, их деталей и сопряжений. М/ ГОСНИТИ, 1989.

3. Гальперин А.С., Ленский А.В., Михлин В.М. Техническая эксплуатация сельскохозяйственных машин // [под рук. В.И. Черноиванова, СЕ. Черепанова, В.М. Михлина.] М.: ГОСНИТИ, 1993. 327 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*к.т.н., Карташевич А.Н., к.т.н., Гордеенко А.В., Понталев О.В.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

DETERMINING THE HEALTH OF FUEL SYSTEM OF DIESEL ENGINE AT LOW TEMPERATURES

*Candidate of Engineering Sciences, Kartashevich A.N., Candidate of Engineer-
ing Sciences, Gordeenko A.V., Pontalev O.V.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по определению количества кристаллов *n*-алканов в дизельном топливе в зависимости от температуры. На основе использования уравнений гидравлики получена зависимость для определения минимальной температуры топлива, при которой возможна работа топливной системы дизеля без дополнительных нагревательных устройств. Теоретические исследования подтверждены эксплуатационными испытаниями топливной системы дизеля Д-243 в условиях отрицательных температур на стенде КИ-22205.

Annotation: the article presents the results of research on identifying the number of crystals of *n*-alkanes in diesel fuel, depending on the temperature. Through the use of hydraulics equations of dependence to determine the minimum temperature at which fuel can fuel system diesel engine without additional heating devices. Theoretical studies confirmed operating tests of fuel system of diesel engine Д-243 in conditions of freezing temperatures on the stand key 22205.

Ключевые слова: трактор, дизельный двигатель, дизельное топливо, вязкость, температура застывания, кристаллы углеводородов, линия низкого давления, топливopодкачи-
вающий насос, фильтр грубой очистки.

Key words: tractor, diesel engine, diesel, viscosity congealation temperature, crystals of hydrocarbons, low pressure line, fuel pump, pre-filter.

Введение.

Одна из важнейших эксплуатационных характеристик дизельного топлива – его низкотемпературные свойства, характеризующие подвижность топлива при отрицательной температуре. В дизельном топливе содержатся растворенные парафиновые углеводороды, которые при понижении температуры кристаллизуются. Низкотемпературные свойства оцениваются температурой помутнения и застывания.

Температура помутнения – это температура, при которой меняется фазовый состав топлива, так как наряду с жидкой фазой появляется твёр-

дая. При этой температуре топливо в условиях испытания начинает мутнеть.

Температура застывания – это температура, при которой топливо полностью теряет подвижность.

При помутнении дизельное топливо не теряет текучести. Размеры кристаллов таковы, что они проходят через элементы топливных фильтров, образуя на них тонкую парафиновую плёнку.

Нарушение подачи топлива из-за его помутнения возможно при пуске и прогреве дизеля. Для обеспечения нормальной эксплуатации двигателя необходимо, чтобы температура помутнения дизельного топлива была ниже температуры окружающего воздуха.

Значительное падение температуры окружающего воздуха приводит к существенному изменению свойств дизельного топлива, ухудшается испаряемость, затрудняется его прокачиваемость по трубопроводам и через фильтры (т.е. повышается сопротивление линии низкого давления системы питания и, как следствие, уменьшается коэффициент наполнения насоса высокого давления), снижается воспламеняемость, что затрудняет пуск и эксплуатацию техники с дизельными двигателями. Литературные данные свидетельствуют о том, что наиболее критическим участком топливной системы дизеля, работающего в условиях отрицательных температур, является линия всасывания топливоподкачивающего насоса (ТПН) с фильтром грубой очистки (ФГО), который первым забивается образующимися кристаллами *n*-алканов [1]. Эксплуатационные испытания показали, что машины с дизельным двигателем американского и западноевропейского производства перестают нормально функционировать при температуре окружающей среды на 5...10 градусов ниже температуры помутнения топлива. В 47% это происходит вследствие забивки топливных фильтров кристаллами твердых углеводов, а в 53% из-за застывания топлива в топливопроводах.

Методика исследования.

Для изучения процесса образования Н-алканов в дизельном топливе нами были проведены исследования по определению количества кристаллов парафинов в топливе марки "Л" ГОСТ 305-82, которое наиболее распространено в переходной осенне-зимний период. Исследования проводились на спектрофотометре СФ-26 согласно методике приведенной в работе [2] при длине волны спектра 1000 нм для двух образцов топлив с температурами помутнения и застывания $t_{п1}=-6$ °С $t_3=-12$ °С и $t_{п1}=-2$ °С $t_3=-10$ °С соответственно. Для этого в монохроматический поток света поочередно вводился образец дизельного топлива (топливо с температурой +28 °С, которая соответствует температуре кристаллизации Н-октодекана) и образцы топлива которые подлежат измерению в интервале температур от +28 °С до -28 °С. Коэффициент пропускания светового потока топлива при $t=+28$ °С принимался за 100 %, а при введении топлива с $t=+28...-28$ °С, показаниям измерительного прибора соответствовала величина пропускания в процентах. Измерение температуры топлива осуществлялось терморезисторами КС-22 и цифровым вольт-килоомметром ВК2-6.

Результаты исследований.

Влияние температуры объем Н-алканов исследуемых образцов топлива представлено на рисунке 1.

Анализируя приведенные кривые (рисунок 1), можно отметить, что при снижении температуры дизельного топлива от +28 °С до +8 °С количество Н-алканов плавно увеличивается от 0 % до 10 %. Понижение температуры топлива от +8 °С до температуры застывания вызывает резкое нарастание кристаллической фазы до 80 %. Дальнейшее снижение температуры ведет к плавному увеличению кристаллической фазы до 100 % (при $T=-28$ °С). При температуре помутнения дизельного топлива количество кристаллов Н-алканов составляет около 50%. Обобщая изложенное выше, можно сделать вывод, что процесс образования парафинов в ди-

зельном топливе марки "Л" непрерывный в температурном интервале от +28 °С до -28 °С.

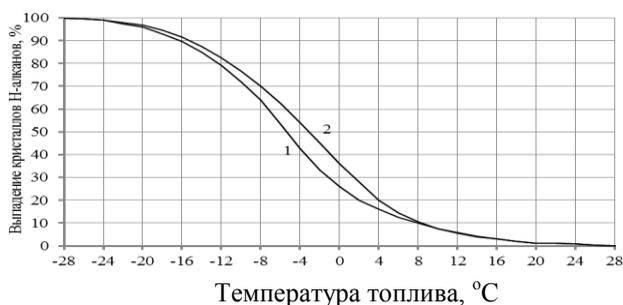


Рисунок 1 - Зависимость содержания Н-алканов в дизельном топливе от температуры: 1 – топливо с температурами помутнения $t_{т}=-6$ °С и застывания $t_{з}=-12$ °С; 2 – топливо с температурами помутнения $t_{т}=-2$ °С и застывания $t_{з}=-10$ °С.

Для обеспечения работоспособности топливной системы дизеля в условиях отрицательных температур нами предложен ряд электронагревательных устройств [3,4,5] предназначенных для плавления кристаллов Н-алканов в топливе. Однако отсутствие теоретических исследований минимальной температуры топлива, до которой необходимо производить разогрев, затрудняет применение вышеприведенных устройств.

Определим минимальную температуру топлива, при которой возможна работа топливной системы дизеля без дополнительных нагревательных устройств. Для этого воспользуемся уравнением неразрывности потока и уравнением Бернулли для реальной жидкости. Рассмотрим всасывающую линию топливной системы дизеля, работающего на номинальном режиме, выполненную по традиционной схеме, когда ФГО расположен перед ТПН. Для данного случая уравнение Бернулли будет иметь следующий вид [6]:

$$Z_1 + H + \alpha_1 \frac{g_1^2}{2g} = Z_2 - \frac{P_{адв}}{\rho g} + \alpha_2 \frac{g_2^2}{2g} + \Sigma h, \quad (1)$$

где: Z_1, Z_2 – высота расположения выхода из топливного бака и входа в ТПН, отсчитанная от произвольной горизонтальной плоскости сравнения, м; H – высота столба топлива в баке, м; α_1, α_2 – коэффициенты Кориолиса в рассматриваемых сечениях; ϑ_1, ϑ_2 – средние скорости потока в рассматриваемых сечениях, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с²; ρ – плотность топлива, кг/м³; Σh – суммарные потери напора между рассматриваемыми сечениями, м; $P_{\text{вак}}$ – вакуумметрическое давление, создаваемое ТПН, Н/м².

Уравнение неразрывности потока жидкости можно записать следующим образом [6]:

$$\vartheta_1 \cdot \omega_1 = \vartheta_2 \cdot \omega_2 = Q, \quad (2)$$

где: ω_1, ω_2 – площади потока в рассматриваемых сечениях, м²; Q – расход топлива через ТПН, м³/с.

Условие обеспечения работоспособности линии низкого давления дизеля с учетом уравнений (1) и (2), а также тем, что при ламинарном движении жидкости в трубах коэффициент Кориолиса $\alpha_1 = \alpha_2 = 2.0$ [6], можно представить следующим образом:

$$\Sigma h \leq H + (Z_1 - Z_2) + \frac{P_{\text{вак}}}{\rho g} + \frac{\vartheta_2^2}{g} \left(\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} - 1 \right). \quad (3)$$

Суммарные потери напора складываются из потерь напора по длине трубопроводов $\Sigma h_{\text{дл}}$ и потерь от местных сопротивлений $\Sigma h_{\text{м}}$ [7]:

$$\Sigma h = \Sigma h_{\text{дл}} + \Sigma h_{\text{м}}. \quad (4)$$

Потери напора по длине трубопроводов определяются по формуле:

$$\Sigma h_{\text{дл}} = \lambda \frac{L}{2} \cdot \frac{\vartheta_{\text{дл}}^2}{d_{\text{дл}} \cdot g} + \Sigma h_{\text{м}}. \quad (5)$$

где: L – суммарная длина трубопроводов от бака до ТПН, м; $d_{\text{тр}}$ – диаметр трубопровода, м; $\vartheta_{\text{дл}}$ – средняя скорость движения топлива по

трубопроводам, м/с; λ – коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси).

При ламинарном движении топлива по трубопроводам круглого сечения коэффициент Дарси определяется по формуле [7]:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}, \quad (6)$$

где: Re – число Рейнольдса.

Число Рейнольдса для труб круглого сечения определится по формуле [7]:

$$\text{Re} = \frac{\vartheta_{\infty} \cdot d_{\infty}}{\nu}, \quad (7)$$

где ν – кинематическая вязкость дизельного топлива, мм²/с.

Суммарные потери от местных сопротивлений при ламинарном движении топлива оцениваются зависимостью [6]:

$$\Sigma h_i = \sum_{i=1}^n \frac{\vartheta_i^2}{2 \cdot g} \left(\xi_{\text{éâi}} + \frac{A_i}{\text{Re}_i} \right), \quad (8)$$

где: $\xi_{\text{éâi}}$ – коэффициент i -того местного сопротивления квадратичной области; A_i – коэффициент i -того сопротивления, значение коэффициентов A_i и $\xi_{\text{éâi}}$ приведены в работах [6,7,8]; ϑ_i – средняя скорость топлива в i -том сопротивлении; Re_i – число Рейнольдса для i -того местного сопротивления,

Число Рейнольдса для i -того местного сопротивления определяется по выражению [9]:

$$\text{Re}_i = \frac{\vartheta_i \cdot \ell_{oi}}{\nu}, \quad (9)$$

где: ℓ_{oi} – определяющий размер i -того местного сопротивления.

Динамическая вязкость дизельного топлива зависит от температуры и может быть определена по формуле [10]:

$$\mu = \mu_0 e^{-\beta(T-T_0)}, \quad (10)$$

где: μ , μ_0 – соответственно динамическая вязкость дизельного топлива при температуре T и T_0 , Па·с; β – коэффициент, значение которого для дизельного топлива изменяется в пределах 0.025...0.03 [10].

Зависимость между динамической и кинематической вязкостью устанавливается соотношением $\mu = \nu \cdot \rho$.

Считаем, что плотность топлива, в рассматриваемом температурном интервале является величиной постоянной, тогда с учетом формулы (10) будем иметь:

$$\nu = \nu_0 e^{-\beta(T-T_0)}, \quad (11)$$

где: ν_0 - кинематическая вязкость дизельного топлива при +20 °С (293 К), мм²/с.

После подстановки формулы (11) в выражение (9) и далее (8), а также (11) в зависимости (7), (6) и (5), с учетом уравнения (4) и неравенства (3), после соответствующих преобразований, получим:

$$T \geq \frac{1}{\beta} \ln \cdot \frac{\nu_0 (N + 64 \cdot L \cdot \vartheta_{\infty})}{2d_{\infty}^2 \left(M + \frac{P_{\text{аае}}}{\rho} + R - K \right)} + T_0. \quad (12)$$

В данном выражении приняты обозначения:

где: N – коэффициент суммарных потерь, пропускной способности системы, отнесенный к единице длины трубопровода,

$$N = d_{\infty}^2 \sum_{i=1}^n \frac{\vartheta_i A_i}{L_{oi}}; \quad (13)$$

где: M – коэффициент снижения напора на единице высоты столба жидкости в трубопроводе,

$$M = g(H + Z_1 - Z_2); \quad (14)$$

где: R – коэффициент снижения напора за счет разности площадей живого сечения на входе и выходе линии низкого давления системы пита-

ния дизеля,

$$R = \vartheta_2^2 \left(\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} - 1 \right); \quad (15)$$

где: K – коэффициент, учитывающий снижение скорости потока топлива за счет суммарных местных сопротивлений,

$$K = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (\xi_{\text{э}ai} \cdot \vartheta_i^2). \quad (16)$$

По формуле (12), с учетом (13-16) может быть определена минимальная температура дизельного топлива, при которой обеспечивается нормальная работа линии низкого давления топливной системы дизеля.

В качестве примера рассмотрим топливную систему дизеля Д-243 (трактора Беларус-920). При расчетах принята высота столба топлива в баке максимальной, а вакуумметрическое давление, создаваемое ТПН, равным 12 кПа, что является минимальным для топливоподкачивающих насосов по ГОСТ 15829- 77Е, необходимым для получения номинальной объемной подачи насоса высокого давления (ТНВД). При расчете суммарных потерь от местных гидравлических сопротивлений учитывали: сетчатый фильтр на выходе из бака, вход из бака в топливопровод, кран пробочный, тройник, вход в штуцер ФГО, внезапное расширение в ФГО, сетчатый фильтр ФГО, плавное сужение фильтрующего элемента ФГО, выход из штуцера ФГО, вход в штуцер ТПН, а также плавные повороты трубопроводов.

В результате расчетов по формулам (13), (14), (15), (16) и (12) была получена зависимость минимальной температуры топлива (для топливной системы дизеля Д-243) от кинематической вязкости при +20 °С (293 К), при которой возможна нормальная работа топливной системы (рис.2).

Для определения минимальной температуры дизельного топлива, при которой возможна нормальная работа системы топливоподдачи, необходимо на оси абсцисс (рисунок 2) отметить значение вязкости топлива

при 293 К, восстановить в выбранной точке перпендикуляр до пересечения с полученной кривой и снести это значение на ось ординат, где и определится искомая температура.

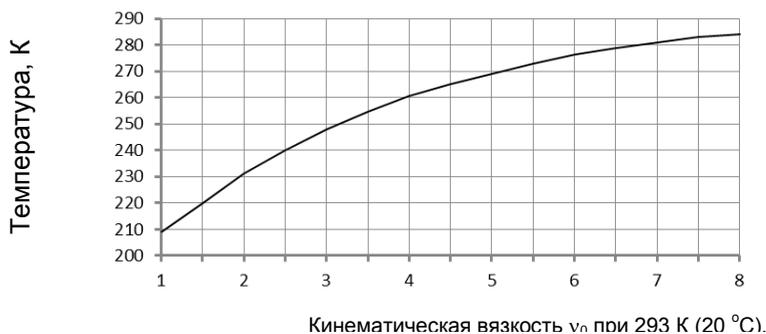


Рисунок 2 - Зависимость минимальной температуры прокачивания дизельного топлива от его кинематической вязкости ν_0 при 293 К (20 °C)

Были проведены стендовые испытания топливной системы дизеля Д-243 в условиях отрицательных температур на стенде КИ-22205. Цель исследований заключалась в определении минимальной температуры дизельного топлива, при которой разрежение на всасывании ТПН не превышало 12 кПа. Исследования проводились на трех образцах дизельных топливах марки "Л" с кинематической вязкостью при 293 К соответственно 4.5 мм²/с; 5 мм²/с и 6 мм²/с. В результате эксперимента было определено, что для топлива с кинематической вязкостью при 293 К (+20 °C) равной 4.5 мм²/с разрежение перед ТПН начинает превышать минимально-допустимое при температуре топлива -8 °C (265 К), для топлива с вязкостью 5 мм²/с – при -5 °C (268 К), и для топлива с вязкостью 6 мм²/с – при +1 °C (274 К).

Таким образом, данные полученные экспериментально и теоретически хорошо согласуются. Поэтому формула (12) может быть рекомен-

дована для расчета минимальной температуры топлива, при которой возможна нормальная работа линии низкого давления автотракторного дизеля без разрывов потока топлива.

Выводы.

1. Процесс образования, парафинов в дизельном топливе марки "Л" носит непрерывный характер в температурном интервале от +28° С до -28° С.

2. Полученная теоретическая зависимость позволят определить минимальную температуру дизельного топлива, при которой возможна работа топливной системы дизеля без дополнительных нагревательных устройств.

Литература.

1. А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок, А.В. Гордеенко, Д.С. Разинкевич. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации. – Горки: БГСХА, 2005-172 с.

2. Карташеіч А.М., Кожушко В.К. Працэс утварэння крышталев парафінаў у дызельнаў паліве. // Весті акадэміі аграрных навук Беларусі – Мінск. -1994. -№ 1. - С.115-117.

3. Карташевич А.Н., Гордеенко А.В., Разинкевич Д.С. Система облегчения работы дизеля при низких температурах // Патент ВУ № 1766 U F 02M 31/00, F02N 17/00. 2004. Бюл. № 2.

4. Карташевич А.Н., Гордеенко А.В., Разинкевич Д.С. Система защиты топливной аппаратуры дизеля Патент ВU № 1767 U F 02B 77/00. 2004. Бюл. № 2.

5. Карташевич А.Н., Бранцевич В.С., Прудников В.Д. (Беларусь). Подогреватель дизельного топлива // Патент России № 4896914/ 06. 1994. Бюл. № 3.

6. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. – М.: Энергоатомиздат, 1984. -640 с.

7.Справочник по гидравлическим расчетам. Под ред. П.Г. Киселева.
– М.: Энергия, 1974. -312 с.

8.Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям.
– М.: Энергоатомиздат, 1990.-367 с.

9.Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справ. пособие. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 367 с.

10. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы.– М.: Машиностроение, 1982. - 423 с.

УДК 629.114.2.004.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ ДАТЧИКА УРОВНЯ МАСЛА

*Понталев О.В., к.т.н., Гордеенко А.В., к.т.н., Воробьева И.В.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь*

**MODERNIZATION OF THE LUBRICATION SYSTEM OF
DIESEL ENGINE BY INTRODUCING OIL LEVEL SENSOR**
*Pontalev O.V., Candidate of Engineering Sciences, Gordeyenko A.V., Candidate of Engineering Sciences, Vorobieva I.V.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus*

Аннотация. В статье рассмотрена повышения эффективности работы системы смазки за счет внедрения в конструкцию дизельного двигателя трактора системы контроля уровня масла. Модернизированная система смазки позволит повысить эффективность дизельных двигателей.

Annotation. The article deals with improving the work efficiency of the lubrication system by introducing the design of diesel tractor engine oil level control system. Improved lubrication system will increase the efficiency of diesel engines.

Ключевые слова: система смазки, дизельный двигатель, датчик, уровень масла, модернизация.

Key words: lubrication system, diesel engine, sensor, oil level, modernization.

Введение.

При отсутствии постоянного контроля технического состояния эксплуатируемых автотракторных средств в АПК, который имеет ограниченные возможности, возможные дефекты обнаруживаются только после

полной потери работоспособности, или при значительном нарушении технических характеристик. Это все увеличивает временной период простоя техники в результате ремонтных работ и трудозатраты на ее обслуживание, снижает уровень надежности и долговечности, а эксплуатация автотранспортных средств с не выявленными, но присутствующими дефектами повышает расход топлива и смазочных материалов [1].

Уровень масла в поддоне картера влияет на время работы двигателя без ремонта. Так, например, слишком высокий уровень масла приводит к образованию при вращении коленвала масляной пены. Вместе с прорываемыми газами, масляная пена и растущий объем масляного тумана попадает через схему вентиляции в систему впуска двигателя и при отсутствии масляного сепаратора поступает в камеру сгорания. При этом происходит нарушение процессов смесеобразования и сгорания топлива в цилиндрах двигателя.

Уровень масла ниже допустимого приводит к падению давления в главной масляной магистрали, что вызывает ухудшение смазывания наиболее нагруженных узлов двигателя и соответственно приводит к снижению ресурса двигателя.

ДВС (двигатели внутреннего сгорания) при работе частично потребляют некоторое количества масла, которое идет на «угар». Величина масла идущего на «угар» зависит от типа двигателя, нагрузки, частоты вращения и других факторов. При проведении анализа влияния ряда параметров на расход масла используют общие закономерности, которые легко прослеживаются.

В большинстве двигателей «угар» масла возрастает при повышении частоты вращения, а при постоянной частоте вращения возрастает пропорционально нагрузке.

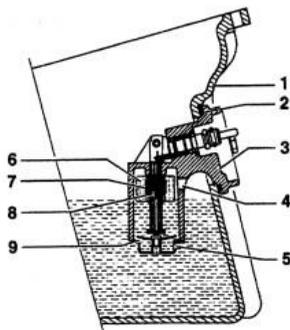
Методы измерения расхода масла в двигателях не стандартизованы, но некоторые фирменные спецификации на моторные масла, допускаемые

к применению, содержат указания о предельных значениях расхода масла на «угар» при определенных режимах работы двигателей.

В современных автомобильных двигателях считается нормальным расход масла порядка 0,1-0,3% от расхода топлива. Для дизельных двигателей этот параметр существенно больше - от 0,8 до 3,0%.

Паспортные параметры, характеризующие новый двигатель, держатся только определенное время, по истечении которого происходит увеличение расхода масла на «угар». Иногда, расход масла на «угар» берут как один из основных диагностических признаков, на основании которых следует провести полную проверку механизмов и систем двигателя.

Поэтому, для более точного контроля уровня масла и величины его расхода при работе двигателя в автомобилях ряда марок (ауди, рено, опель, бмв, мерседес) используются датчики уровня масла (рисунок 1).



- 1 – масляный поддон; 2 – уплотнительное кольцо;
3 – датчик уровня масла; 4 – вентиляционное отверстие диаметром 8 мм; 5 – сливное отверстие диаметром 4 мм; 6 – поплавок; 7 – магнит;
8 – контакт датчика; 9 – биметаллическая шайба-клапан.

Рисунок 1 - Датчик уровня масла Mercedes-Benz.

Датчики масляного уровня могут варьироваться от простого, поплавкового типа индикатора уровня масла в комплексе, до приборов, оснащенных лазерным индикатором или с наличием сигнализатора [2].

Отечественные дизельные двигатели, оснащены системой ручного

контроля уровня масла с помощью масляного щупа.

Данный способ позволяет контролировать лишь предельно допустимые уровни масла, что не всегда является удобным, так как сложно определить количество масла идущего на «угар».

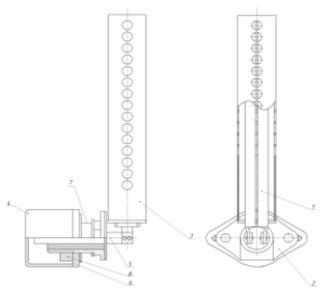
Постановка задачи.

Учитывая выше изложенное, для решения проблемы контроля уровня масла и его величины едущей на «угар» предлагается система автоматического контроля, состоящая из датчика уровня конденсаторного типа и регистрирующего устройства.

Методы испытаний.

Анализ результатов лабораторных исследований проведенных на кафедре «Тракторы и автомобили» УО «БГСХА» показал, что устройство обеспечивает высокую точность измерений в большом диапазоне перемещений с погрешностью не более 2 - 3%.

Датчик уровня масла (рисунок 2) устанавливается в поддон картера дизельного двигателя трактора.



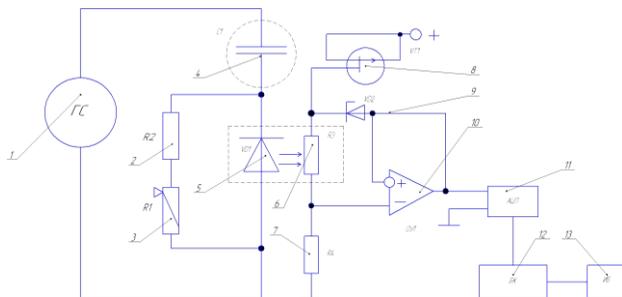
1 – обкладка конденсаторного датчика; *2* – стакан крепежный;
3 – колпак; *4* – крышка; *5* – контактная пластина; *6* – пластина крепежная; *7* – корпус; *8* – гайка.

Рисунок 2 - Датчик уровня масла.

Основным рабочим органом датчика являются две обкладки *1* между которыми находится масло, уровень которого влияет на величину емкости датчика. Масло в колпак *3* датчика попадает через вертикальные отверстия в зависимости от его уровня в поддоне картера двигателя.

Результаты эксперимента и их обсуждение.

Электрическая схема контроля уровня масла работает следующим образом (рисунок 3).



- 1 – генератор синусоидальных колебаний; 2, 7 – постоянный резистор; 3 – переменный резистор; 4 – конденсатор (датчик уровня масла); 5 – светодиод; 6 – фоторезистор; 8 – полевой транзистор; 9 – стабилитрон; 10 – операционный усилитель; 11 – аналого-цифровой преобразователь; 12 – бортовой компьютер.

Рисунок 3 - Электрическая схема контроля уровня масла

Генератор синусоидальных колебаний 1 вырабатывает переменное напряжение которое на конденсаторе 4 (датчике) вызывает падение потенциала, значение которого будет зависеть от его емкости ($R_c = 2\pi fc$, где f – частота, c – ёмкость). Далее, проходя через светодиод 5 оптопары происходит выпрямление синусоидального напряжения в пульсирующее с положительной амплитудой и падение потенциала U_1 преобразуется светодиодом 5 в оптическое излучение, падающее на фоторезистор 6.

В данной схеме стабилизатор тока содержит операционный усилитель 10, работающий в режиме повторителя напряжения, стабилитрон 9, обеспечивающий опорное напряжение U_2 , полевой транзистор 8 и фоторезистор 6. Напряжение на стабилитроне 9 и фоторезисторе 6 одинаковы, и противоположно направлены, а стабилизируемый ток равен U_2/R_2 .

Суммарный ток через стабилитрон 9 и фоторезистор 6 задается источником тока, построенным на полевом транзисторе 8, у которого затвор

соединен с истоком. Выходное напряжение, снимаемое с операционного усилителя 10, имеющее величину U_2 подается на вход аналого-цифрового преобразователя 11 и преобразуется в цифровой код, поступающий в бортовой компьютер 12, который дополнительно фиксирует период появления пульсирующего напряжения с датчика уровня масла.

С помощью переменного резистора 3 происходит установка электрической схемы, системы контроля уровня масла в рабочее состояние, и на дисплее представлена надпись «Устройство готово к работе».

При изменении уровня масла меняется емкость конденсатора (датчика уровня масла), что влияет на величину оптического излучения падающего на фоторезистор. Все это фиксируется бортовым компьютером, в соответствии с заложенной программой происходит оценка изменения величины уровня масла в двигателе.

Геометрические размеры системы контроля уровня масла подбираются таким образом, чтобы при наличии необходимого уровня масла в двигателе на экране бортового компьютера 12 горела надпись «Масло 100%» [3].

Выводы.

Предложенная модернизация системы смазки двигателя и способ контроля уровня масла позволят в эксплуатационных условиях повысить эффективность использования дизельных двигателей, увеличить их срок службы, за счет более рационального использования ГСМ и температурного баланса двигателя.

Литература

1. Карташевич А.Н. Понталев О.В., Гордеенко А.В. Использование измерительных преобразователей, построенных на базе датчиков Холла, в системе контроля технического состояния трактора // Сборник научных работ 28 Международной научно-технической конференции. – Брянск, 2015.

2. Landtechnik №1 2012.

3. Карташевич А.Н. Понталев О.В., Гордеенко А.В. Предлагаемая система контроля уровня масла дизельного двигателя // Вестник БарГУ. – 2015. - №2.

УДК 631.316.022 620.178.16

ИЗНОСЫ СРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ

*Аспирант Феськов С.А., к.сх.н. Орехова Г.В., к.т.н. Дьяченко А.В., к.э.н.
Гринь А.М. Брянский ГАУ.*

WEAR STUBBLE TINES AND POSSIBILITY TO USE THE METHOD OF COMPENSATING ELEMENTS IN THEIR RECOVERY

*Postgraduate Feskov S.A., candidate Agricultural Sciences Orehova G.V., candidate Technical Sciences Dyachenko A.V., candidate of Economic Sciences
Grin A.M. Bryansk state agrarian university*

Аннотация. Рассмотрена специфика изнашивания стрельчатой культиваторной лапы отечественного производства. Проведен статистический анализ износов, из которого сделан вывод о возможности восстановления деталей с применением компенсирующих элементов, только 50% изделий поступивших на восстановление.

Annotation. Specificity of cultivator wear lancet paws of domestic production . Statistical analysis of wear, from which it is concluded about the possibility of recovery of parts with the use of compensating elements , only 50 % of the products received to restore .

Ключевые слова: культиватор, стрельчатые культиваторные лапы, износ, восстановление, компенсирующие элементы.

Keywords: cultivator, cultivators arched feet, wear, restoration, compensation elements.

Введение

Культивация, как метод обработки почвы является одной из ключевых операций в системе производства сельскохозяйственных культур [1]. Наряду с рыхлением данный способ направлен на уничтожение сорняков, и с его помощью проводится окучивание клубневых растений (например, картофеля), а в последнее время он стал применяться для высева семян зерновых культур. Воздействие абразивных составляющих почвенной среды на рабочие органы культиватора – стрельчатые лапы приводит к их сравнительно малому ресурсу [2]. Не высокая твердость

рабочих поверхностей лап также отрицательно сказывается на ресурсе этих деталей [3]. Авторами [3] отмечается, что HRC отечественных деталей значительно ниже твердости таких же конструктивных элементов импортного производства. В совокупности с отмеченным выше и огромным объемом выпуска лап, а так же с точки зрения импортозамещения, остро встает вопрос об их восстановлении. Причем, ресурс отремонтированной детали Российского производства должен превышать ее ресурс в состоянии поставки [4], что накладывает определенные ограничения при разработке технологии реставрации данных конструктивных элементов.

Постановка цели

Как известно, в основе любого технологического процесса восстановления детали лежат сведения о нарушении её размеров, установленных техническими нормативами. Кроме того, знания об изменении геометрических параметров деталей после их эксплуатации могут быть полезны при выборе рационального метода восстановления [5], а также при прогнозировании ресурса лап, использующихся в различных почвенных и климатических условиях [6]. Изучение геометрии износов и их статистический анализ позволит оценить возможности применения той или иной технологии в реальных условиях эксплуатации [7] и определить вероятность годных к восстановлению лап. Таким образом, целью работы является анализ износов стрельчатых культиваторных лап.

Объект исследований. Методика исследований

Объектом исследований явились стрельчатые лапы культиватора КПС-4 330 упрочненные с тыльной стороны крыльев сплавом сормайт (рисунок 1а), снятые с эксплуатации по причине нарушения агротехнических требований из-за изменений размеров (рисунок 1б). Количество деталей подвергшихся микрометражу составило 31 единицу, что в соответствии с положениями математической статистики, является достаточным для получения достоверной информации. Изучаемые лапы использова-

лись для рыхления и подрезания сорняков на супесчаных и суглинистых почвах нечерноземья Российской Федерации и эксплуатировались на землях одного хозяйства. Это дает основания сделать утверждение о «чистоте» проводимых исследований.



Рисунок 1 – Фотография культиваторной лапы КПС – 4 330. а) – в состоянии поставки; б) – после эксплуатации

Измерение износов осуществлялось в 7 сечениях (рисунок 2). Сечения показаны в оцифрованном виде и размечены арабскими цифрами: где большая по величине обозначает номер сечения, меньшая указывает на сторону расположения крыла. В результате такая схема измерений позволит получить полную картину геометрии износа лапы.

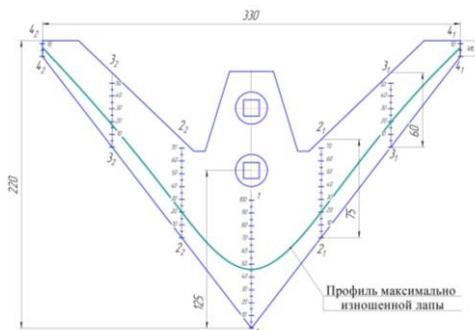


Рисунок 2 – Схема лапы с нормированными размерами лапы для проведения измерений износов.

При проведении микрометража использовались компьютерные технологии. Сущность метода состояла в фотографировании изношенных

лап, оцифровке и последующем наложении снимка на профиль лапы с нормированными размерами. Применение методики позволило упростить технику измерений, повысить достоверность и избежать операции введения данных в компьютер.

Наряду с контролем линейных размеров по ширине крыльев, контролировались размеры по толщине в этих же сечениях по передней и тыльной части лапы.

Результаты измерений и их анализ

Итоги статистических расчетов позволили установить, что максимальная величина износа приходится на заглубляющую носовую область лапы (таблица 1), что объясняется наличием наибольших сил сопротивления со стороны почвы. При этом отмечается скругление данной области (рисунок 2- область между сечениями 2_2 - 1 - 2_1). Безусловно наличие затупления в этой части детали будет способствовать увеличению тягового сопротивления агрегата и нарушению агротехнических показателей культивации. Минимальная величина износа присуща крайним областям крыльев (сечения 4_2 и 4_1) и объясняется овалообразным перемещением почвы при движении лапы. В связи с этим линия износа не является параллельной обреза лапы (рисунок 2).

Износ крыльев (левого и правого) одинаков, как по величине, так и по профилю (таблица 1 (рисунок 1 и 2)), однако значения I по длине крыльев различны. Минимальная остаточная ширина крыльев лапы составляющей в крайне плоскости 8 мм, что делает затруднительным проведение работ по восстановлению. Причинами этого является: первое – сложность с привариванием ремонтных вставок; второе – недопустимое снижение жесткости оставшейся неизношенной части; в случае приваривания вставки внахлест остаточный размер 8 мм не обеспечит необходимого перекрытия поверхностей. (В данном случае рассматриваются возможности изношенной лапы к восстановлению с использованием метода ком-

пенсирующих элементов [5]).

Таблица 1 – Результаты статистического анализа

Сечения	4_2	3_2	2_2	1	2_1	3_1	4_1
Ср. знач. износа I , мм	5,80	15,52	14,97	34,65	14,80	12,40	5,80
Макс. знач. износа I , мм	7	17	20	45	20	19	7
Коэф. вар. V	0,27	0,59	0,56	0,48	0,57	0,56	0,26
Мин. остаточное L профиля, мм	8	41	78	55	55	39	8

Обращает на себя внимание сравнительно высокий коэффициент вариации (0,27 для сечения 4_2 и 0,59 для сечения 2_2), указывающие на значительное расстояние опытных данных. В свою очередь это говорит о нестабильном протекании процесса культивации, связанное либо с различными почвенными условиями либо с нарушением регулировок культиватора. Не следует исключать и наличие других, случайных факторов при проведении культивации, например «человеческого».

Построение диаграмм распределения износов по сечениям (рисунок 3) показало, что внешний вид соответствует распределению Вейбула, что соответственно и подтверждается высокими величинами коэффициентов вариации (таблица 1). Для сечений $1, 2_i$ и 3_i даже максимальные износы не могут стать препятствием при восстановлении деталей в следствие наличия значительной остаточной ширины крыльев.

Применение метода компенсирующих элементов лимитируется износами в сечениях 4_i . Учитывая, что покрытие поверхности лапы вставкой должно быть не менее 7 мм и с учетом сохранения жесткости детали после восстановления следует считать пригодными к восстановлению детали с остаточной шириной в сечениях 4_i не менее 9мм. В этом случае пригодными к реставрации будут 50% лап (рисунок 3 а и б).

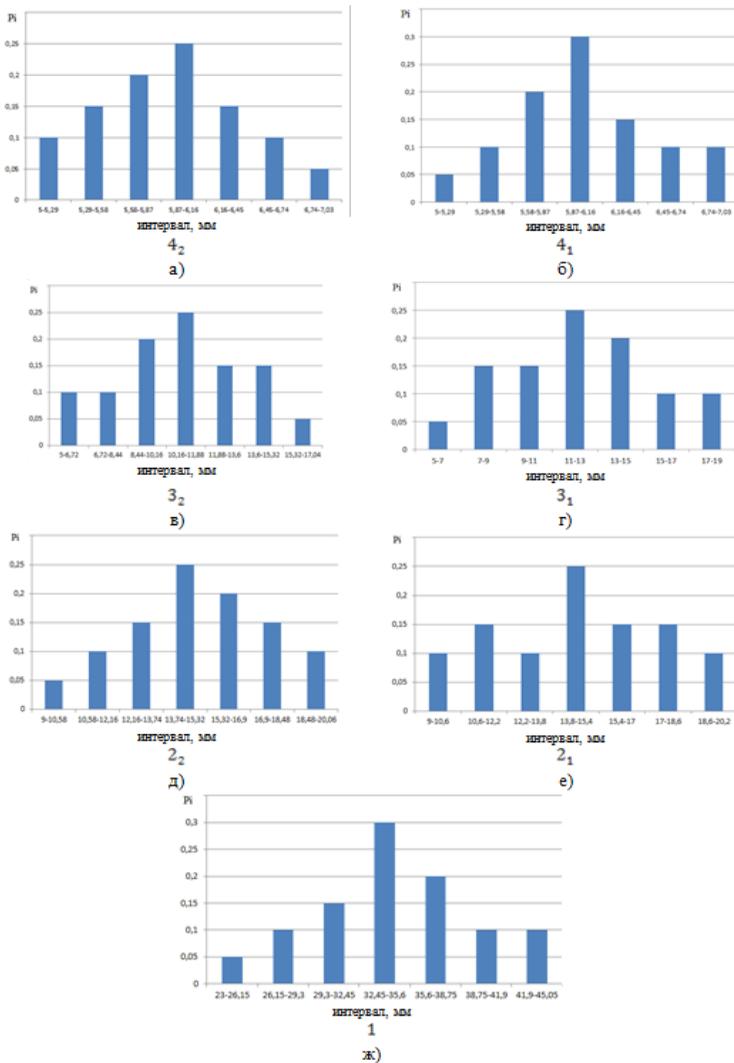


Рисунок 3 – Гистограммы распределения износов по длине лапы
Толщина лап, как показали измерения, уменьшается не более чем на 1 мм, поэтому необходимость рассмотрения их статистики не целесообразно.

Выводы:

1. Износы стрельчатых лап, поступающих на восстановления, от-

личаются чрезмерно высокими износами.

2. Значение износов отличаются значительными разбросами, говорящими о нестабильности процесса культивации.

3. К восстановлению методом компенсирующих элементов пригодно только 50% лап.

Литература

1. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А.И. и др. Земледелие: (Учебник для вузов) Москва, КолосС – 2000. - С. 550

2. Михальченков А.М., Феськов С.А. Износы культиваторных лап посевного комплекса «Моррис» // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №10. – С. 55-58.

3. Михальченков А.М., Соловьев С.А., Новиков А.А. Об одной причине низкого ресурса деталей рабочих органов отечественных почвообрабатывающих орудий // Труды ГОСНИТИ. - 2014.- Т. 117.– С. 91-95.

4. Титов Н.В., Коломейченко А.В., Виноградов В.В., Литовченко Н.Н. К вопросу применения металлокерамических материалов для упрочнения лап культиваторов //Труды ГОСНИТИ.– 2013. - Т. 113. – С. 364-367.

5. Михальченков А.М., Лялякин В.П., Новиков А.А. Повышение ресурса деталей грунтообрабатывающей техники термоупрочнением // Технология металлов. – 2015. - №3. – С. 43-48.

6. Михальченков А.М., Феськов С.А., Тюрева А.А. Методы снижения интенсивности изнашивания стрельчатых лап культиваторов на стадии изготовления // Вестник АПК Верхневолжья . – 2015. - №3. – С. 79-82.

7. Михальченков А.М., Бутарева Е.В., Михальченкова М.А. Изнашивание локальноупрочненных деталей при свободном перемещении в абразивной среде (на примере плужного лемеха) // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2014. - №3. – С. 39-44.

**ПОВЕРХНОСТНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ –
ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА
(КРАТКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

д. т. н. проф. Михальченков А. М.,

*Всероссийский научно-исследовательский технологический институт
ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка, Россия
аспирант Новиков А. А., к. т. н. Тюрева А. А., к. ф-м. н. Рыжик В. Н.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

**SURFACE THERMOSTRENGTHENING - TYPES AND
DESCRIPTION (BRIEF ANALYTICAL REVIEW)**

*Doctor of Engineering Sciences, Professor Mikhhalchenkov A. M.,
All-Russian Research Institute of Technology repair and maintenance tractor
fleet, Russia
graduate student Novikov A. A., Candidate of Engineering Sciences, Tyureva
A. A., Candidate of Physico-Mathematical Sciences Ryzhik V. N.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Поверхностное термоупрочнение - высокоэффективный метод повышения свойств деталей. Показано что методы ТУ поверхностей деталей имеют как свои недостатки, так и достоинства. Рассмотрены и возможности и ограничения. Предложена собственная классификация.

Annotation. The superficial workhardening is a high-efficiency method of increase of properties of details. It is shown that methods thermostrengthening of details have both the defects and dignities. Possibilities and limitations are considered. Own classification offers. Possibilities

Ключевые слова: ресурс, твердость, эксплуатация, нагрев, термоупрочнение, поверхностная закалка, структура, фазовые превращения

Key words: resource, hardness, exploitation, heating, thermostrengthening, surface hardening, structure, phase transformations

Введение

Среди большого количества способов повышения ресурса деталей без использования покрытий особое место занимает упрочняющая термическая обработка [1, 2]. Такая обработка основана на структурных изменениях, связанных с нагревом металлического тела выше температур фазовых превращений и последующим охлаждением со скоростью выше критической [3, 4] - она получила название закалка [3, 4]. Её результатом является улучшение ряда механических свойств [5], в том числе и твердости (Н) [6]. В свою очередь рост Н способствует увеличению ресурса де-

талей, особенно эксплуатирующихся в абразивной массе [7]. Термоупрочнение (ТУ), исходя из многочисленной информации, имеет достаточно большое количество разновидностей классификаций [8], базирующихся на различных признаках. Однако общепринятое деление методов ТУ определяется условиями эксплуатации детали и прежде всего вероятностью её разрушения от динамических нагрузений. Данная классификация заключается в воздействии тепловой энергии на поверхность или на всю глубину обрабатываемой детали. Тогда, термоупрочнение можно рассматривать как поверхностное и объёмное (полное) на всю глубину.

Цель исследования.

Рассмотрение сущности методов поверхностной закалки, её характеристик, достоинств и недостатков.

Анализ методов поверхностного термоупрочнения (закалки).

Поверхностная закалка заключается в образовании твердой структуры только в поверхностных слоях детали, что обуславливается высокой скоростью их нагрева за пределы фазовых превращений и последующего охлаждения со скоростью выше критической [6].

При такой закалке высокую твердость приобретает поверхность, толщиной от 0,1 (лазерная закалка) [9] до 20 мм (индукционная закалка) [10]. Нередко, подобное термоупрочнение оказывается эффективнее, чем сквозная закалка [11]. Например, вследствие воздействия ударных нагрузений, поверхностно-термоупрочненная деталь не разрушается благодаря сохранению пластичной сердцевины, позволяющей гасить энергию удара. Другими положительными факторами следует считать снижение энергетических и экономических затрат на проведение термической обработки (ТО), а также обеспечение заданных свойств только поверхностным объёмом и на отдельных наиболее нагруженных участках детали.

Виды поверхностного термоупрочнения различаются способами подвода тепла к обрабатываемому изделию [12]. Первый - тепло переда-

ется через поверхность от внешнего нагревателя. Второй - тепло появляется внутри металла вследствие действия электромагнитного поля. Охлаждение может производиться водным или масляным душем, а также растворами органических и неорганических соединений, не исключаются и другие способы [11].

Для обеспечения наглядности классификация видов и способов поверхностной закалки представлена в виде схемы на рисунке.

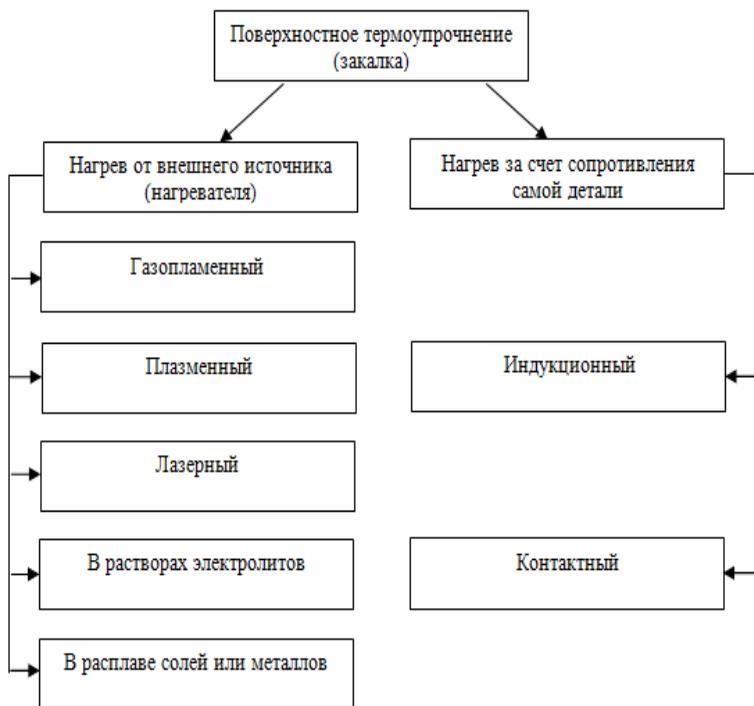


Рисунок – Классификация методов поверхностной закалки по способу нагрева

Индукционный нагрев происходит вследствие теплового действия тока, индуктируемого внутри самого изделия, помещенного в переменное магнитное поле [10, 11]. В течение короткого промежутка времени упрочняемая поверхность детали глубиной 2 - 20 мм претерпевает фазовые пре-

вращения [13]. Из-за высоких скоростей нагрева и охлаждения поверхностных слоев, образуется мартенситная составляющая с 58 - 62HRC в структуре расположенной непосредственно у поверхности. За областью преобладания мартенсита структура представляет собой троостит (38...48HRC) и сорбит (25...38HRC). Толщина закаленного слоя зависит от параметров режима термообработки. Преимущества метода - отсутствие обезуглероживания и окисления поверхности детали, высокая производительность, возможность регулирования и контроля режима ТО, а также автоматизации и механизации процесса [10]. К недостаткам следует отнести сложность регулирования температуры нагрева без использования автоматических систем, приводящая к неравномерности прогрева обрабатываемого участка детали и сильному её перегреву, что приводит к браку. Применение способа также ограничивается определенной номенклатурой не сложных по конфигурации изделий, сложностью оборудования (необходимость индивидуальных индукторов), дороговизной процесса и нередко невозможностью и нецелесообразностью использования на ремонтных предприятиях.

Способ контактного нагрева заключается в том, что при прохождении тока от электрода к соприкасающейся с ним детали в месте контакта благодаря значительной плотности тока происходит быстрый нагрев поверхностного слоя [12, 14]. При этом изделие перемещается под контактным роликом и на нем образуется нагретая полоска, при охлаждении, которой формируется закаленный слой. Глубина ТУ и другие показатели определяются: плотностью тока и скоростью перемещения детали под электродом [14]. Метод обеспечивает глубину ТО равную 2-3 мм с твердостью 56 - 62HRC и мартенситной структурой. Использование возможно только для деталей несложной конфигурации. Ввиду низкой производительности, неоднородности степени закалки на отдельных участках из-за влияния последующих проходов на предыдущие и узкой номенклатуры

деталей способ почти не применяется [12]. Кроме этого использование в качестве контактирующих элементов цветных сплавов так же снижает эффективность его использования.

Закалку газопламенным нагревом используют когда другие методы неприменимы, например, для крупных изделий [15]. Поверхность детали нагревают газовым пламенем ($t = 2400 - 3150 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Последующее быстрое охлаждение обеспечивает закалку на глубину 2...4 мм с твердостью 50...56HRC. В тонком поверхностном слое образуется мартенсит, а в нижележащих объемах троостомартенсит. Простота реализации технологии и отсутствие сложного оборудования обеспечили широкое распространение данного метода в частном производстве и даже в мастерских предприятий товаропроизводителей. Недостатками считаются: трудность регулирования температуры нагрева, а следовательно, глубины закаленного слоя; высокая вероятность перегрева; возможность частичного подплавления нагреваемой области; требуется зачистка детали; образование участков отпуска при закалке крупногабаритных изделий; трудность автоматизации процесса и как следствие низкая производительность [16]. Во второй половине XX века данный метод термоупрочнения был весьма широко распространен на ремонтных предприятиях, а так же в колхозах и совхозах в силу его простоты и отсутствия необходимости в сложном оборудовании. В настоящее время газопламенная закалка вытеснена более прогрессивными методами.

Сущность плазменной термообработки состоит в высокоскоростном нагреве потоком плазмы поверхностного слоя металла и быстрым его охлаждении [17]. На поверхности деталей образуется термоупрочненный слой с HRC 50-64 и толщиной до 3,5 мм с наличием мартенсита и зонами отпуска сорбитного типа [18]. Способ обладает высокой производительностью, возможностью плавного регулирования параметров режима процесса закалки, и позволяет обрабатывать детали без принудительного

охлаждения за исключением изделий малого размера. Его недостатками являются: 1 - необходимость тщательной зачистки поверхности; 2 - при перекрытии закаленных участков могут образовываться зоны отпуска; 3 - сложность оборудования и реализации процесса; 4 - необходимость обеспечения высокой технологичности при выполнении нагрева. К ряду недостатков можно отнести высокую стоимость реализации процессов. Достоверных сведений о его использовании при выполнении восстановительных работ в известных источниках не обнаружено.

Лазерное термоупрочнение основано на трансформации световой энергии генераторов света оптического диапазона в тепловую [9]. Для поверхностной закалки применяют газовые лазеры непрерывного действия или импульсные твердотельные лазеры. Кратковременное воздействие лазерного излучения (до 10^{-8} с) вызывает разогрев небольшого объема металла (до 6-12 мм в диаметре и 1,5...4,5 мм в глубину), который закаливается вследствие быстрого отвода теплоты в металл. Упрочненный слой имеет мартенситную структуру твердостью до 65HRC с сорбитно - трооститными участками. Способ достаточно производителен, и позволяет обрабатывать детали сложной конфигурации. Однако при перекрытии закаленных полос образуются зоны отпуска, негативно сказывающиеся на однородности структуры [19]. Другими недостатками метода являются: плохое поглощение длинноволнового света сталями, что приводит к необходимости нанесения дополнительного покрытия, позволяющего увеличить процент поглощенной мощности; низкое КПД и большое потребление энергии, приводящее к значительным эксплуатационным расходам.

Закалки в электролите основана на физическом явлении называемым «эффектом катода» [20]. При пропускании постоянного тока высокого напряжения и значительной плотности через электролит, на катоде образуется тонкий слой пузырьков водорода, плохой электрической прово-

димости, приводящей к сильному возрастанию сопротивления, и нагреванию изделия до температур около 2000° С. Нагрев производится в течение нескольких секунд. Толщина закаленного слоя при этом составляет 2 - 5 мм, твердость - до 54...60 HRC. Закалка в электролите, позволяет нагревать отдельные места детали, исключает образование трещин окисления и деформирования [20]. Наряду с этим возникают трудности при контроле и регулировании процесса нагрева, детали крупных размеров не поддаются подобной закалке, необходимо четко поддерживать неизменными состав и температуру электролита, плотность тока, а также продолжительность выдержки изделия [12]. Т. е. процесс требует высокой технологической «чистоты», что как правило невозможно осуществить на ремонтных предприятиях.

Нагрев изделий при закалке в расплавленных металлах или солях [21] осуществляется путем их погружения в расплавы с температурой на 100-200° превышающей температуру закалки. Вследствие перегрева, температура поверхностного слоя стали превышает критическую, которая, при быстром охлаждении превращается в мартенсит закалки. Способ применяется при термоупрочнении малонагруженных, мелких деталей простой геометрической формы. Указанный недостаток, а также низкая экологичность фактически сводят на «нет» возможности метода в ремонтном производстве.

Выводы

1. Поверхностная закалка достаточно эффективный, широко распространенный метод повышения твердости и износостойкости поверхностного слоя изделия при сохранении вязкой сердцевины.
2. Метод обеспечивает повышение ресурса деталей и сохраняет способность воспринимать ими ударные нагрузки.
3. Применение такого способа ограничивается для деталей, работающих в условиях изнашивания высокой интенсивности.

4. Наличие сложного оборудования и высокие технологические требования сдерживают, а нередко делают нецелесообразным применение поверхностного ТУ в ремонтном производстве.

Литература

1. Пантелеенко Ф. И., Лялякин В. П., Иванов В. П., Константинов В. М. Восстановление деталей машин. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

2. Черноиванов В. И., Голубев И. Г. Восстановление деталей машин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.

3. Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И. Материаловедение. - М.: Химиздат, 2007. -784 с.

4. Смирнов М. А., Счастливец В. М., Журавлев Л. Г. Основы термической обработки стали. – М.: Наука и технологии, 2002. –519 с.

5. Абраимов Н. В., Елисеев Ю. С., Крымов В. В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 560 с.

6. Башнин Ю. А., Ушаков Б. К., Секей А. Г. Технология термической обработки стали. – М.: Металлургия, 1986. – 424 с.

7. Гаркунов Д. Н. Триботехника (износ и безызносность). 4-е изд., перераб. и доп. М.: МСХА, 2001. – 616 с.

8. Елагина О. Ю. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин. – М.: Логос, 2009. – 488 с.

9. Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 664 с.

10. Головин Г. Ф., Замятин М. М. Высокочастотная термическая обработка: вопросы металловедения и технологии. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1990. – 239 с.

11. Шепеляковский К. З. Упрочнение деталей машин поверхност-

ной закалкой при индукционном нагреве. – М.: Машиностроение, 1972. – 288 с.

12. Донской А. В., Куляшов С. М. Электротермия. – М.: ГЭИ, 1961. – 193 с.

13. Корягин Ю. Д., Филатов В. И. Индукционная закалка сталей. – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – 52 с.

14. Алиферов А. И., Луци С. Электроконтактный нагрев металлов. –Новосибирск: Изд-во Новосибирский ГТУ, 2004. – 224 с.

15. Полевой Г.В. Сухинин Г.К. Газопламенная обработка металлов. – М.: Академия, 2005. – 336 с.

16. Моряков О. С. Материаловедение. – М.: Академия, 2013. – 288 с.

17. Соснин Н. А., Ермаков С. А., Тополянский П. А. Плазменные технологии. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского политехнического университета, 2008. – 406 с.

18. Ставрев Д. С., Капуткина Л. М., Кирова С. К., Шамонин Ю. В., Прошкина В. Г. Влияние плазменно – дуговой обработки на структурные превращения и поверхностное упрочнение углеродистых и легированных сталей // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1996. – № 9. – С. 16 – 19.

19. Аборкин А. В., Ваганов В. Е., Шлегель А. Н., Букарев И. М. Влияние лазерной закалки на микротвердость и качество поверхности штамповых сталей // Металлург. – 2015. – № 7. – С. 56 – 61.

20. Белкин П. Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов. – М.: Мир, 2005. – 336 с.

21. Лейкин А. Е., Родин Б. И. Материаловедение. – М.: Высшая школа, 1971. – 416 с.

УДК 678:631:7.025

АБРАЗИВНАЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ, НАПОЛНЕННЫХ ПЕСКАМИ С РАЗЛИЧНОЙ ДИСПЕРСНОСТЬЮ ФРАКЦИЙ

*д.т.н. профессор Михальченко А.М.,
ГОСНИТИ, Россия*

*инженер Бирюлина Я.Ю., аспирант Ермакова Т.А., к.т.н. Будко С.И.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

ABRASIVE WEAR RESISTANCE OF EPOXY COMPOSITES FILLED WITH SAND WITH DIFFERENT PARTICULATE FRACTION

*Doctor of Engineering Sciences, Professor Mikhailchenkov A.M.
GOSNITI, Russia*

*Engineer Biryulina Ya.Yu., graduate student Ermakova T.A.,
Candidate of Engineering Sciences, Budko S.I.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Установлено, что абразивная стойкость эпоксидных композитов с песчаными наполнителями определяется фактором приработки и процессом стабилизации изнашивания. Показано, что механика изнашивания таких композитов сложна из-за присутствия многочисленных факторов, а её характер не подчиняется каким либо правилам.

Annotation. It was found that the abrasion resistance of epoxy composites with sand fillers determined break- factor and the wear process of stabilization . It is shown that the mechanical wear of such composites is complicated by the presence of numerous factors , but her character is not subject to any rules either .

Ключевые слова: абразив, композит, износостойкость, ускоренные испытания, эпоксидный клей, природный песок.

Key words: abrasive composite wear resistance, accelerated testing , epoxy adhesiv, natural sand.

Введение. Постановка цели.

Применение полимеров в ремонтном производстве в последнее 50-70 лет неуклонно возрастает в силу раскрытия учеными неизвестных ранее их возможностей и самое главное создание новых, как правило, композиционных материалов [1]. Между тем, столь важное направление для ремонтного производства, как устранение износов деталей, работающих в абразивной среде при помощи клееполимерных самоотвердеющих композиций остается малоизученным [2,3]. Особое место в данном вопросе занимают, как показано рядом исследователей, противоабразивные клееполимерные композиты с природными дисперсными песчаными наполните-

лями на основе эпоксидной смолы [4,5]. Их использование оказалось особенно успешным при устранении износов со сквозными протираниями у отвалов плужных корпусов. В тоже время ряд значимых моментов до настоящего времени не изучен. Прежде всего, отсутствует информация о характере изменения стойкости к абразивному изнашиванию во времени испытаний для различных составов композитов и диапазонов размеров частиц песчаной компоненты. Поэтому необходимо провести соответствующие исследования по определению влияния количества песчаного наполнителя и размеров его фракций на характер изменения износостойкости (С) во времени проведения эксперимента.

Материалы, устройства и техника проведения испытаний.

В качестве испытуемых материалов использовались композиты, состоящие из эпоксидного клея – Э (основа) и наполнителя, представляющего природный песок – П различной зернистости. Эпоксидный клей включал следующие ингредиенты: эпоксидная смола ЭД-20 – 100 мас. ч., отвердитель (полиэтиленполиамин) – 10 мас.ч. Использовался природный песок трех размерных групп (1,2,3) со средними диаметрами $d_{э1}$; $d_{э2}$; $d_{э3}$: группа 1 (0,30-0,92мм), $d_{э1}$ =0,58 мм; группа 2 (0,51-1,92 мм), $d_{э2}$ =0,96 мм; группа 3 (0,52-2,18 мм), $d_{э3}$ =1,28 мм. Таким образом испытаниям подверглось 20 композитов с разными составами и диаметрами фракций песка. Использовались пески из одного месторождения (Ардонское, Клиновского района), взятых на разных уровнях карьера.

Испытания проводились по методике, изложенной в [6], но подвергшейся некоторой модернизации в соответствии с условиями эксперимента. Сущность методики состоит в том, что все опытные составы материалов располагаются на поверхности одного основания, представляющим металлический цилиндр, при вращении которого соблюдается идентичность испытаний для всех опытных композитов в любой момент времени, что особенно важно при исследовании веществ одной природы, но

разных составов.

Собранное приспособление может устанавливаться на сверлильном или вертикально-фрезерном станке. Число оборотов шпинделя (n) станка в экспериментах определялось опытным путем и было равно 1000 мин^{-1} . Состав абразивной (испытательной) среды: 25% гранитной крошки и 75% природного песка.

Покртия из экспериментальных материалов различного состава располагаются на остове по четыре композита в одной плоскости с изменением только одного фактора при неизменности второго (количество компонентов и и группа песка) (рис. 1). В результате вариантность экспериментальных материалов при изучении влияния 2-х факторов составляет не менее 20, что удовлетворяет условиям эксперимента.



Рисунок 1 – Приспособление с 20-ю композитами различных составов

Модернизированные методика и приспособление сокращают время проведения эксперимента и дают возможность варьировать двумя факторами (соотношение компонентов и размерная группа песка) и позволяет осуществлять эксперименты с 20-тью вариациями исследуемых параметров за один цикл испытаний при неизменности степени влияния абразива, обеспечивая высокую достоверность полученных данных.

Результаты экспериментов, и их обсуждение.

Изменение стойкости к абразивному изнашиванию во времени, для всех испытуемых составов, характеризуется четко разграничивающимися областями - область приработки (1) и область совместимости поверхности трения с составом абразивной среды (или область стабильного изнашивания) (2) рисунок 2 а, б, в, г, д. Наличие в процессе износа 2-х составляющих связано с приобретением поверхностью трения свойств (прежде всего шероховатость) наиболее адаптированных к истирающей среде. Характерным является наличие минимальных либо максимальных значение С в начальный период проведения испытаний с последующей её стабилизацией (рисунок 2 а, б, в, г, д). (Период приработки отмечен на графиках цифрой (1), период установившегося режима - (2)).

Следует отметить, что единого системного поведения кривых $C=f(T)$ не имеет место кроме составов с наличием песчаной компоненты 60 и 70 мас. частей. Наблюдается отсутствие закономерностей поведения композитов, не только в зависимости от соотношения компонентов, но и в зависимости от размерной группы песка. Следует полагать, что механика процессов при приработке весьма сложна. Причем при изменении условий испытаний (в данном случае: концентрации и различных размерных групп фракций песка) приводит к неоднозначному поведению материала в целом. Нужно полагать, что в рассматриваемом случае количество факторов, определяющих механику изнашивания больше чем у материалов не композитных классов. Так, в исследуемых материалах существенное влияние на механизм истирания будут оказывать: адгезия между частицами песка и клеевой составляющей, совместное влияние концентрации и эффективного диаметра частиц наполнителя и несомненно шероховатость поверхности. При этом качество поверхности контактирования вряд ли будет оставаться стабильным вследствие периодического удаления с него противобразивных частиц.

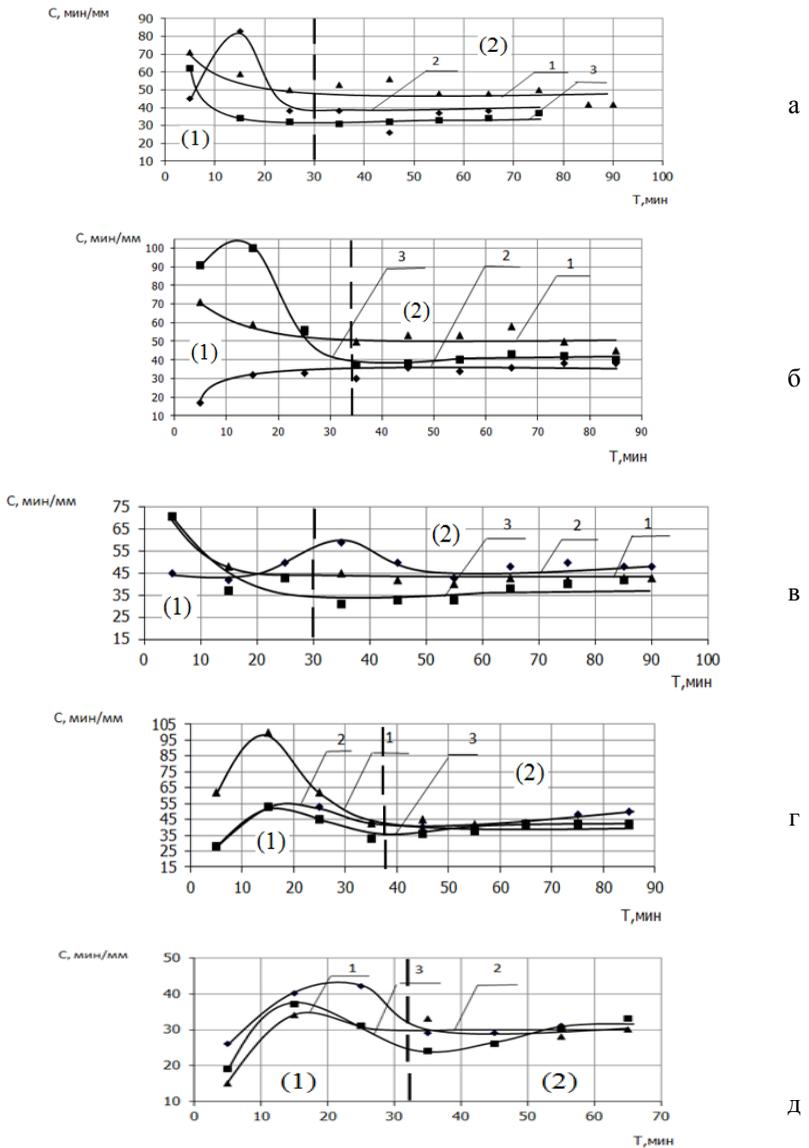


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности изнашивания (i) от времени испытаний для различных концентраций и размеров фракций песка (а - $\varepsilon 70$ п 30, б - $\varepsilon 60$ п 40, в - $\varepsilon 50$ п 50, г - $\varepsilon 40$ п 60, д - $\varepsilon 30$ п 70; графики - 1, 2, 3 средние размеры фракций и их диапазон - 0,58мм(0,30-0,92); - 0,96 мм(0,51-1,92); -1,28мм(0,52-2,18)

Таким образом, механика изнашивания дисперсно-упрочненных противобразивных композитов на основе эпоксидной смолы требует проведения дополнительных исследований.

Нужно отметить, что процесс адаптации испытуемых композитов к среде примерно одинаков и составляет около 30 мин., (рисунок 2 а, б, в, г, д) хотя перед испытаниями проводилась механическая обработка.

Выводы:

1. Процесс изнашивания дисперсно-упрочненных абразивостойких композитов на основе эпоксидной смолы с песчаным наполнителем имеет две составляющие: приработку и стабилизацию

2. Механика изнашивания таких материалов сложна ввиду наличия многочисленных факторов на неё влияющих не подчиняющихся каким либо правилам.

Литература.

1. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технологии. Долгопрудный: «Интеллект», 2010. - 352с.

2. Бирюлина Я.Ю., Михальченкова М.А., Филин Ю.И., Ермакова Т.А. Классификация композиционных материалов с позиции перспективы их применения при восстановлении деталей // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – 2015. - №1, выпуск 7. – С. 70-73.

3. Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – М.: ФГНУ «Росинформграпотех», 2010. – С. 376.

4. Михальченков А.М., Козарез И.В., Филин Ю.И., Михальченкова М.А. Полимерные дисперсно-упрочненные композиты – перспективы использования для абразивостойких покрытий // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – 2015. - №1, выпуск 7. – С. 27-30.

5. Михальченков А.М., Лушкина С.А., Лавров В.И. Факторы, опре-

деляющие функциональность дисперсно-упрочненных композитов на основе эпоксидных смол (машиностроение) // Вестник Брянской сельскохозяйственной академии. – 2015. - №2. – С. 25-28.

6. Михальченков А.М., Бирюлина Я.Ю., Поджарая К.С., Михальченкова М.А. Совершенствование методики и образец для проведения сравнительных испытаний клеополимерных композитов на абразивное изнашивание // Труды ГОСНИТИ, – 2015.- Т. 119. – С. 275-280.

УДК 631.363:633.367

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА СЕМЯН ЛЮПИНА

*д.т.н., Купреенко А.И., к.э.н., Исаев Х.М., к.в.н., Маловастый К.С.,
аспиранты: Кондрашова О.Н., Свиридов И.Г.*

Брянский государственный аграрный университет, Россия

EFFECT OF DURATION OF CAVITATION TREATMENT ON QUALITY INDICATORS OF LUPINE SEEDS AQUEOUS

*Doctor of Engineering Sciences, Kupreenko A.I., Candidate of Economic
Sciences, Isaev Kh.M., Candidate of Veterinary Sciences Malovasty K.S.,
graduate student Kondrashova O.N., graduate student Sviridov I.G.*

Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Описана методика проведения эксперимента по получению люпинового экстракта, а также влияние тепловой и кавитационной обработок на значение таких показателей, как содержание жира, сахара, белка, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), плотность, кислотность, электропроводность, кипяtilьную и алкогольную пробу экстракта.

Annotation. The experimental method for obtaining lupine extract and influence of heat and cavitation treatment on such basic parameters as fat, sugar and protein content, skimmed milk (SNF), density, acidity, electrical conductivity, steam and alcoholic sample of extract have been described.

Ключевые слова: заменитель цельного молока; кавитационная обработка; мокрое дробление; тепловая обработка; экстракт люпина.

Key words: whole milk substitute; cavitation treatment; wet grinding; heat treatment; extract of lupin.

Введение.

Вопрос производства заменителей цельного молока (ЗЦМ) для вы-

пойки телят является актуальным в связи с дороговизной цельного молока и необходимостью энергосбережения в технологиях кормопроизводства [1, 2, 3, 4]. Ценным сырьем для производства ЗЦМ являются семена сои и люпина, содержащие много растительного белка.

Одним из перспективных направлений в технологии производства ЗЦМ является применение кавитационных установок, обеспечивающих совместное воздействие на сырье различных физических факторов (давление, температура и т.д.). В результате получается однородная, тонко измельченная смесь с повышенной питательной ценностью [5, 6, 7, 8].

Кавитационные установки бывают с активными и пассивными рабочими органами. Активные кавитаторы имеют сложную конструкцию, энергоемки, подвержены значительному кавитационному износу.

Пассивные кавитаторы просты по конструкции, но в меньшей степени обладают измельчающим эффектом, склонны к забиванию кавитационных отверстий частицами измельчаемых материалов.

Несмотря на наличие антипитательных веществ, люпин остается ценным источником сырья для производства ЗЦМ. Нами был проведен эксперимент по оценке изменения физико-химических показателей люпинового экстракта в результате его тепловой и кавитационной обработок.

Методика проведения эксперимента.

Два образца люпина сорта «Снежень» массой по 2 кг были залиты горячей водой и оставлены для замачивания на 19 ч. Первый образец люпина после мокрого дробления в измельчителе установки для производства соевого молока тепловой обработке не подвергался. Второй образец люпина после мокрого дробления прошел тепловую обработку в течение 20 минут с нагревом до температуры 100 °С.

После фильтрации образцов произвели добавление воды с целью доведения объема экстракта до 22 л, что соответствует объему заполнения кавитационной установки. В результате соотношение профильтрованного

экстракта люпина к воде для первого образца составило 1:7, для второго термообработанного – 1:18. Затем оба образца были подвергнуты обработке на кавитационной установке.

От каждого образца люпина было отобрано по четыре пробы объемом 200 мл: первая – контрольная (без кавитационной обработки), вторая – после двух минутной, третья – после пяти минутной и четвертая – после десяти минутной обработки в кавитационной установке. Одновременно проводились измерения температуры пробы и давления в кавитационной установке (табл.).

Таблица – Результаты измерения температуры пробы и давления в кавитационной установке

Образец № 1 (без тепловой обработки)			Образец № 2 (после 20 минут тепловой обработки)				
№ пробы	Время обработки, мин.	Температура образца в конце обработки, °С	Давление, МПа	№ пробы	Время обработки, мин.	Температура образца в конце обработки, °С	Давление, МПа
1	-	23	-	5	-	35	-
2	2	29	1,6	6	2	27	1,6
3	5	32	1,55	7	5	31	1,45
4	10	40	1,5	8	10	40	1,4

Анализ результатов эксперимента.

После эксперимента все пробы проходили лабораторные исследования по следующим показателям: содержание жира, СОМО и плотность определяли на приборе «Клевер-1М»; кислотность – методом титрования по ГОСТ 3624-67; электропроводность - на приборе «Мастит-тест»; кипяtilьная проба - методом кипячения; алкогольная проба - по ГОСТ 25228-82; содержание сахара - расчетным методом.

Алкогольная проба всех проб образца № 1 относится к пятой груп-

пе (т.е. не термостойкое), а образца № 2 – первой группы (термостойкое). Результаты по остальным показателям представлены на рис. 1- 7.

Анализ рис. 1 показывает, что в течение первых пяти минут обработки процент жира в обоих образцах растет, а затем снижается. Аналогичный характер имеет изменение кислотности (рис. 2). При этом кривые образца, не прошедшего тепловую обработку, имеют более выраженный характер.

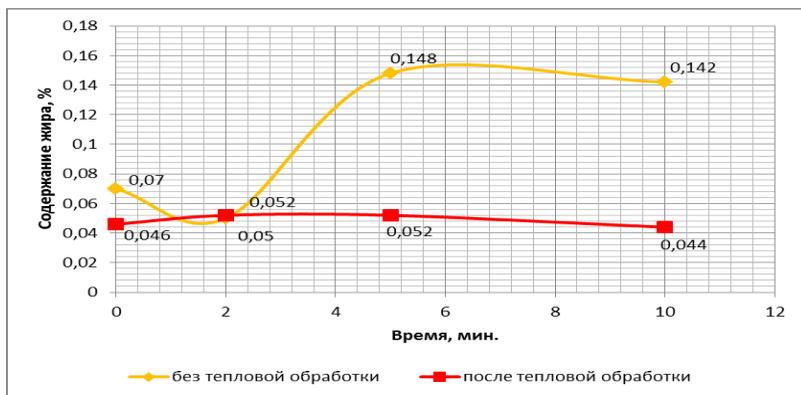


Рисунок 1 – Изменение содержания жира в образцах

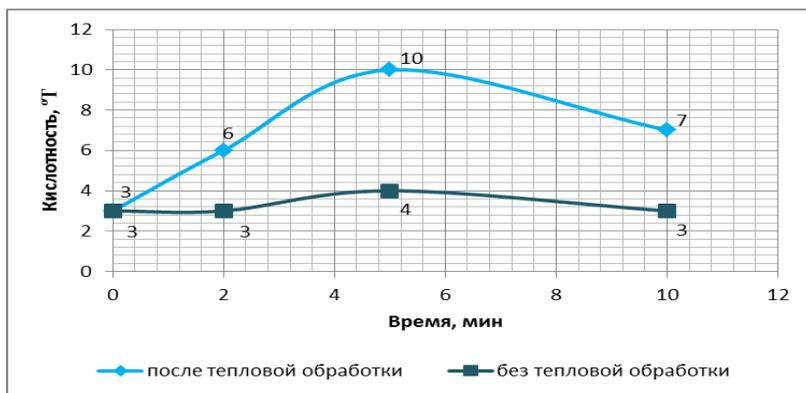


Рисунок 2 – Изменение кислотности образцов

У обоих образцов с увеличением длительности кавитационной об-

работки наблюдается рост содержания сахара, белка и плотности экстракта (рис. 3-5). При этом кривые образца, прошедшего тепловую обработку, имеют более стабильный характер изменения.



Рисунок 3 – Изменение содержания сахара в образцах

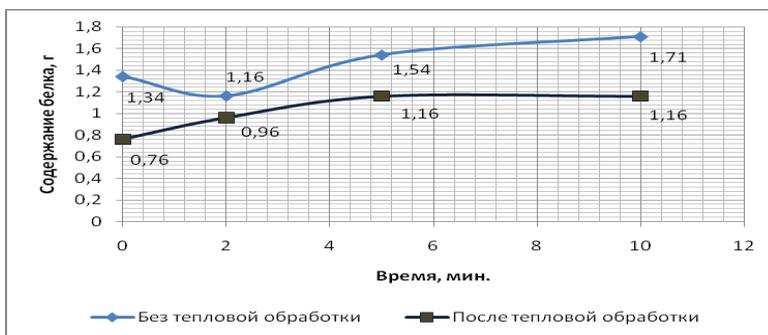


Рисунок 4 – Изменение содержания белка в образцах



Рисунок 5 – Изменение плотности образцов

Анализ рис. 6 -7 показывает, что образцы по данным показателям имеют противоположный характер изменения. Так, с увеличением продолжительности кавитационной обработки у термообработанного образца растет содержание сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), а у не обработанного – снижается (рис. 6). Противоположный характер имеет изменение электропроводности (рис. 7).

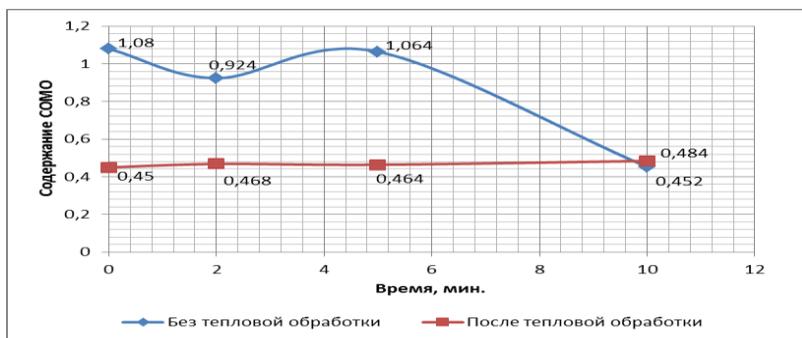


Рисунок 6 – Изменение содержания СОМО образцов

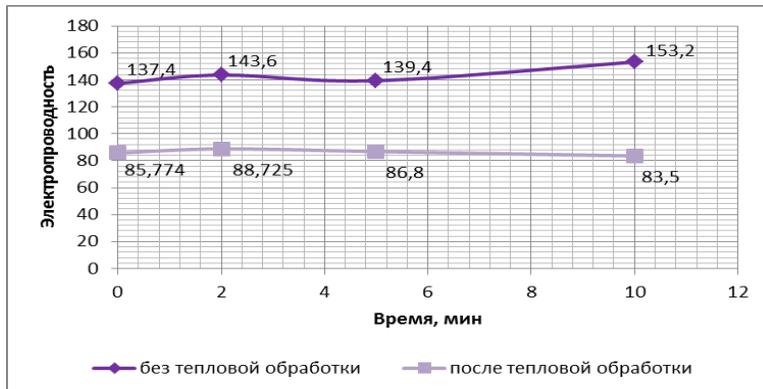


Рисунок 7 – Изменение электропроводности образцов

В процессе кавитационной обработки происходит повышение температуры экстракта. Аналогично [8] рост температуры составляет порядка 1,5 °С в минуту (рис. 8).



Рисунок 8 – Изменение температуры образцов

Таким образом, результаты эксперимента показали, что для термообработанного образца оптимальная продолжительность кавитационной обработки составляет пять минут. При большей длительности происходит либо снижение значения показателей (жира, кислотности, электропроводности), либо их стабилизация (сахар, белок). Только для СОМО и плотности наблюдается некоторый рост значения показателя.

Термообработанный образец имеет преимущество по алкогольной пробе. Однако при продолжительности кавитационной обработки не термообработанного образца порядка 30 минут достигается температура экстракта около 70 °С, что обеспечивает его пастеризацию и, соответственно, достижение первой группы алкогольной пробы.

При такой длительности обработки для не обработанного образца можно предположить сохранение тенденции к росту наиболее важных показателей, таких как содержание сахара, белка, электропроводность. При этом общие затраты времени одинаковы, а устранение дополнительной операции термообработки снижает энергоемкость и удешевляет технологический процесс приготовления ЗЦМ.

Заключение.

В результате исследования установлено, что технология обработки семян люпина при производстве ЗЦМ должна предусматривать замачивание семян, их измельчение, отделение экстракта и его кавитационную

обработку в течение 30 минут.

Литература.

1. Купреенко А.И., Ермичев В.А. Энергосбережение в технологиях кормопроизводства. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. - № 4. – С. 11-13.

2. Купреенко А.И., Кондрашова О.Н. Перспективные технологии производства заменителя цельного молока. // Научный журнал «Вестник Брянской ГСХА». – 2014. - № 3. – С. 20 - 24.

3. Купреенко А.И., Кондрашова О.Н. К вопросу отделения оболочки семян сои и люпина // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. – Брянск: Изд. БГСХА, 2015. – С. 139-144.

4. Купреенко А.И., Кондрашова О.Н. Совершенствование технологии отделения оболочки семян сои и люпина. // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. - № 4 (20). – С. 80-83.

5. Купреенко А.И., Маловастый К.С., Исаев Х.М., Белый Г.В., Леонов В.Г., Ториков В.Е. Повышение эффективности использования кормов на основе кавитационных установок // Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли: сб. науч. трудов ВНИИМЖ, 2007, Т. 17, ч. 1. – С. 209-211.

6. Купреенко А.И., Маловастый К.С., Исаев Х.М., Белый Г.В., Леонов В.Г. Приготовление жидких кормов с использованием кавитационных установок // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. – Брянск: Изд. БГСХА, 2008. – С. 11-15.

7. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Исаханян А.В. К обоснованию конструктивных параметров кавитационной установки для приготовления жидких кормов. // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сб. науч. работ. – Брянск: Изд.

БГСХА, 2009. – С. 58-63.

8. Купреенко А.И., Маловастый К.С. Повышение питательности жидких кормов путем обработки в кавитационных установках // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: материалы пятой Международной конференции, посвященной 50-летию ВНИИФБиП (г. Боровск, 14-16 сентября 2010 г.). – Боровск, ВНИИФБиП, 2010. – С. 52-53.

УДК 631.313.02

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСОВ ДИСКОВ КОНСТРУКЦИИ «РОМАШКА»

*аспирант Филин Ю.И., к.т.н. Козарез И.В., соискатель Михальченкова
М.А., к.т.н. Кузюр В.М.*

Брянский государственный аграрный университет, Россия

METHODICAL FEATURES OF DETERMINATION OF THE WEAR DISC DESIGN "DAISY"

*graduate student Filin, Y. I.,
Candidate of Engineering Sciences, Kozarez I.V.,
applicant Mikhailchenkova M. A.
Candidate of Engineering Sciences, Kuzur V.M.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Разработана методика контроля износов дисков конструкции «ромашка»; предложены контролируемые параметры, отражающие геометрию износа и техника измерения; разработана таблица для фиксирования полученных данных микрометража.

Annotation. Developed method of monitoring a wear disc design "Daisy"; proposed parameters to be monitored, reflecting the geometry of deterioration and techniques of measurement; develop a table to record obtained data micrometraje.

Ключевые слова: диск, дискатор, луцильник, износы, нормированные размеры, техника измерений.

Key words: disk, dictator, cultivator wears, the normalized size measurement technique.

Введение. Постановка задачи.

Обработка почвы дисковыми боронами, луцильниками и дискаторами один из самых распространенных методов воздействия на почву в системе выращивания растениеводческих культур [1]. Особенно широкое распространение в последние годы получили дискаторы, работа которых в

определенной степени дублирует вспашку [2]. В свою очередь, наличие значительного количества таких орудий в сельскохозяйственном производстве России остро поставило вопрос о восстановлении и упрочнении их рабочих органов – дисков [3,4]. Кроме этого, огромные объемы таких деталей, сравнительно невысокий ресурс и значительная цена в еще большей степени диктуют необходимость увеличения их долговечности путем применения методов реновации [5,6]. Однако без знания специфики геометрии износа деталей, в том числе и дисков, разработка технологий, направленных на возобновление ресурса вряд ли осуществима [7,8]. В свою очередь определение линейных износов требует отдельного методического подхода в связи со сложной конфигурацией подобных изделий и необходимостью контроля значительного количества геометрических размеров. Поэтому в задачу работы входила всесторонняя проработка техники измерений линейных параметров дисков прошедших эксплуатацию, определяющих и влияющих на их предельное состояние.

Объекты для отработки методики

В качестве конструктивных элементов, на которых отрабатывалась методика проведения микрометража, использовались диски дискаторов компании «Белотта», снятые с эксплуатации по причине истирания и нарушения формы зубьев (рисунок 1 а). Учитывая, что для этих деталей критерии предельного состояния не определены, основанием для их выбраковки стало нарушение агротехнических условий почвообработки. Детали представляют собой форму «ромашки», которая является наиболее сложной среди известных конструкций дисков (рисунок 1 б). Количество контролируемых изделий составило 25 единиц, что достаточно для получения достоверных данных и проведения их статистического анализа. Изучаемые диски эксплуатировались на супесчаных и легкосуглинистых почвах юго-запада Центрального региона и были установлены на одном дискаторе, то есть условия работы каждой детали были идентичны. Изде-

лия с трещинами, изгибами, изломами и нарушением пространственной геометрии в число исследуемых не включались.



Рисунок 1 – Диск после истирания (а) и в состоянии поставки (б)

Контролируемые параметры.

Так как диск компании «BELLOTA» имеет достаточно сложные пространственную конфигурацию и профиль по периметру окружности (рисунок 1 б) и с учетом возможности использования предварительного упрочнения нанесением покрытий в качестве контролируемых параметров предложено принять следующие:

- износ диска по наружному диаметральному сечению ΔL в двух относительно противоположных точках, расположенных в средних частях вершин зубьев (рисунок 2, ΔL_1 и ΔL_2);

- износ диска по диаметру впадин Δl в двух относительно противоположных точках в средней их части (рисунок 2, Δl_1 и Δl_2);

(Изменение размеров наружной части зубьев и впадин приняты как критерий оценки износов, так как измерить износ в радиальных сечениях по изменению диаметра не представляется возможным в силу специфики конструкции).

- толщина диска по наружной окружности S_n на расстоянии $l = 10$ мм от верхнего образа зуба (рисунок 2);

- толщина диска по окружности впадин S_B на расстоянии $l = 10$ мм от нижнего обреза впадины (рисунок 2);

(Смещение точек измерений толщины изношенной детали обусловлено особенностями измерительного инструмента).

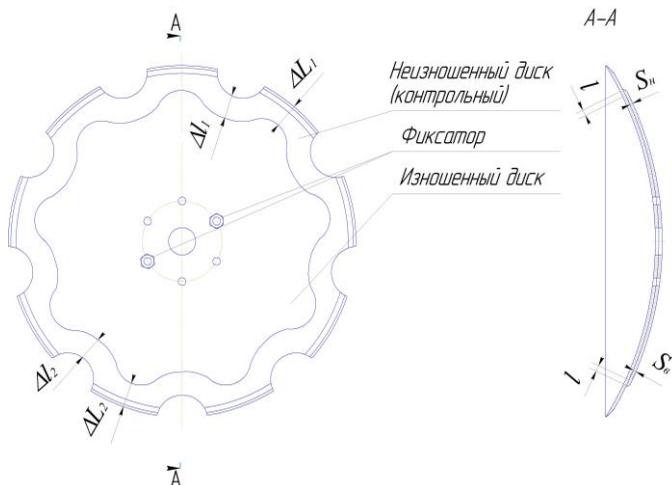


Рисунок 2 – Схема измерения износов и контролируемые параметры

Дополнительным, но не обязательным параметром, характеризующим износ диска, может служить изменение его массы. Однако он не несет нужной информации для разработки технологий ремонта, так как в данном случае речь идет не о лабораторных испытаниях, а о изнашивании детали в условиях рядовой эксплуатации.

Следует полагать, что такой подбор линейных характеристик позволит дать полную оценку геометрии износа рабочей части дисков.

Техника проведения измерений

Измерения износов в радиальных сечениях проводились путем наложения диска снятого с эксплуатации (изношенного) на диск с нормированными размерами. Для этого на слесарном верстаке размещается диск в состоянии поставки выпуклой стороной наружу. После этого на

него накладывается изношенный диск и закрепляется при помощи двух фиксаторов, вставляемых в крепежные отверстия (рисунки 2 и 3), что позволяет избежать смещений и установить измеряемую деталь в соответствии с расположением выступов и впадин.



Рисунок 3 – Подготовка дисков к измерениям

Величина износа (Δ) определяется как расстояние между одноименными точками изношенного диска и диска с нормированными размерами. Измерения износов производится при помощи мерительного инструмента (например, штангенциркуля с глубиномером и ценой деления 0,1 мм). Данные измерений неизношенного диска заносят в таблицу.

Таблица – Таблица для занесения результатов измерения

№ диска	Износ диска по размеру ΔL_i , мм (выступы)		Износ диска по размеру Δl_i , мм (впадины)		Толщина S, мм	
	ΔL_1	ΔL_2	Δl_1	Δl_2	По окружности выступов S_H	По окружности впадин S_B

Выводы:

1. Определены контролируемые параметры дисков, позволяющие в

максимальной степени оценить геометрию износа рабочей части детали;

2. Предложена техника измерений, состоящая в совмещении диска с нормированными размерами изношенного диска;

3. Разработана таблица для занесения получаемых измерений.

Литература

1. Стрижкова Ф.М., Царева Л.Е., Титов Ю.Н., Растениеводство: учебное пособие – изд. АГАУ. – 2008. – 219с.

2. Кленин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: учеб. для вузов. – М.: КолосС, 2005. – 464с.

3. Михальченков А.М., Соловьев С. А., Михальченкова М. А. Эффективность импортозамещающих технологий изготовления, восстановления и упрочнения деталей почвообрабатывающих орудий // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2014. - №11. - С. 17-22.

4. Михальченков А.М., Соловьев С. А., Новиков А. А. Об одной причине низкого ресурса деталей рабочих органов отечественных почвообрабатывающих орудий // Труды ГОСНИТИ. - 2014. - Т. 117. - С.91-95.

5. Михальченков А.М., Лялякин В. П., Новиков А. А. Повышение ресурса деталей грунтоерабатывающей техники термоупрочнением // Технология металлов. - 2015. - №3. - С. 43-48.

6. Михальченков А.М. Восстановление деталей со сложнопрофильным износом // Труды ГОСНИТИ. – 2012. - Т. 109, Ч. 2. - С.123-126.

7. Михальченков А.М., Феськов С.А. Изнашивание стрелчатых лап посевного комплекса Mottis, восстановленных способом термоупрочненных «компенсирующих элементов» // Тракторы и сельхозмашины. - 2013. - № 12. - С.50-52.

8. Михальченков А.М., Лушкина С.А., Паршикова Л.А. Характер изменения толщины восстановленных и локальноупрочненных лемехов при эксплуатации // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ.– 2013. - Вып. 4. - № 2. С.37-40.

К ВОПРОСУ МЕТОДОЛОГИИ ПОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ

*д.т.н. Денисов В.А. ГОСНИТИ, Россия,
к.т.н. Кожухова Н.Ю., инженер Киселева Л.С. Брянский ГАУ, Россия,
к.б.н. Лушкина С.А., МГУПС (МИИТ), Россия*

TO QUESTION METDOLGIYA OF BEHAVIOUR OF TESTS OF SUPERFICIALLY STRENGTHENED DETAILS OF WORKING BODIES OF SOIL-CULTIVATING TOOLS

*Doctor of Engineering Sciences, Denisov V.A.
GOSNITI, Russia, Candidate of Engineering Sciences, Kozhukhova N. Yu.,
engineer Kiselyova L.S.
Bryansk State Agrarian University, Russia Candidate of Biological Sciences,
Lushkina S. A. MGUPS (MIIT), Russia*

Аннотация. Исходя из критического анализа известных методов испытаний на стойкость к абразивному изнашиванию в незакрепленном абразиве и особенностей эксплуатации деталей почвообрабатывающих орудий выработаны требования к технике проведения и устройствам для исследований в лабораторных условиях максимально приближенных к реальным.

Annotation. Proceeding from the critical analysis of the known test methods on resistance to abrasive wear in a loose abrasive and features of operation of details of soil-cultivating tools requirements to technology of carrying out and devices for researches in vitro as close as possible to real are developed.

Ключевые слова: почвообрабатывающие орудия, абразивное изнашивание, лабораторные испытания, незакрепленный абразив, условия испытаний.

Key words: soil-cultivating tools, abrasive wear, laboratory researches, loose abrasive, test conditions

Введение. Постановка задачи

В своем большинстве (преимущественно) детали рабочих органов, почвообрабатывающих машин эксплуатируются в условиях интенсивного абразивного изнашивания в результате перемещения поверхностей контактирования в почве. В соответствии с классификацией Хрущева М.М., подобный вид изнашивания получил название - «изнашивание в незакрепленном абразиве». В связи с этим для разработки имитационной модели лабораторно-стендового устройства испытаний конструктивных элементов почвообрабатывающих орудий, необходимо рассмотреть суще-

ствующие способы подобных исследований, выявить их достоинства и недостатки. На основании этого предложить схему конструкции устройства, способного осуществлять исследования, как можно более широкого спектра изделий с максимально - возможным приближением к условиям рядовой эксплуатации.

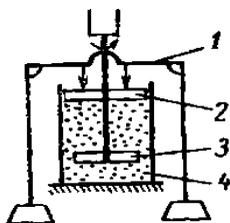
Аналитический обзор методов испытаний на изнашивание в незакрепленном абразиве.

Принято считать, что классическим и наиболее распространенным способом испытаний в абразивной массе является способ «гильзы». Его сущность (рисунок 1) [1, 2] заключается в том, что образец изнашивается вследствие вращения в абразивной массе, заполняющей гильзу. Способ прост и не требует сложных устройств. Изменением формы поверхности испытуемого образца можно достичь определенной степени копирования процесса износа реальных деталей. Между тем во время проведения эксперимента на образец воздействуют одни и те же частицы абразива, снижая точность экспериментальных данных, из-за изменения их величины.

Способ, предложенный Северневым М.М., позволяет проводить сравнительную оценку изнашивания образцов в абразивной массе при простоте конструкции [3,4]. Недостатки данного метода: необходимость проведения приработки образцов в той же абразивной массе, что и при опытах. Кроме этого износ на периферии опытного образца превышает износ на участках, приближенных к центру, что требует периодической перешлифовки образца для устранения конусности.

Другим методом испытаний, основанным на идее «гильзы» является способ крыльчатки (рисунок 2). Изнашивание образцов, закрепленных в держателе, производится путем вращения их в насыпанной в цилиндрический объем абразивной массе. Расположение образцов к плоскости вращения под углом интенсифицирует процесс изнашивания и способствует перемешиванию абразивного порошка. Способ рекомендуется

использовать для одновременного изнашивания образцов из различных материалов [5, 6], что позволяет проводить сравнительные испытания. Однако расположение образцов в одной плоскости не будет способствовать перемешиванию абразива, нарушая стабильность процесса износа. В тоже время метод перспективен, но требует определенных конструктивных доработок.



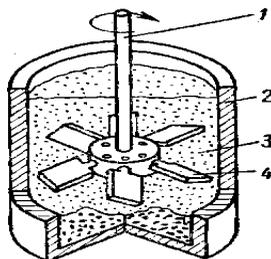
1-коромысло, 2- шайба, 3- образец, 4- абразив

Рисунок 1 - Способ гильзы

В способе шаровой мельницы, сферические образцы изнашиваются вследствие перемещения абразивной массы, в которую они погружены, за счет вращения барабана [6]. Преимущество способа заключается в возможности одновременного испытания в одинаковых условиях значительного количества образцов. К недостаткам следует отнести следующее: образцы должны иметь одинаковую форму и массу; невозможность проведения сравнительных испытаний разных материалов с неодинаковыми удельным весом и интенсивностью изнашивания.

При вибрационном способе [8] обеспечиваются одинаковые условия изнашивания всех образцов одновременно, свойства абразива фактически не изменяются во времени испытаний, температурные условия на поверхностях неизменны и не приводят к структурным изменениям. Данная методика обеспечивает одновременное испытание большого числа образцов, при сопоставимости экспериментальных данных и высокой их достоверности. Недостатки, заключающиеся в невозможности количественной

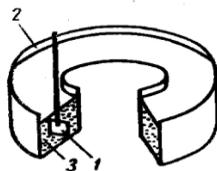
характеристики и регулировки удельных нагрузок на поверхностях контактирования и сложность конструкции в значительной мере затрудняют ее использование для испытаний моделирующих условия работы деталей.



1- вал-держатель образцов, 2- цилиндр, 3- абразивный порошок, 4- испытываемые образцы

Рисунок 2- Способ крыльчатки

При испытаниях по способу лотка (рисунок 3), испытываемые образцы изнашиваются путем перемещения в абразивной массе, заполняющей лоток [7]. Способ достаточно универсален, так как позволяет изменять степень уплотнения абразивной массы и перемешивать сыпучие компоненты, обеспечивает взаимодействие образца с абразивными частицами различных свойств и размеров.



1- образец, 2 - желоб, 3 - абразив

Рисунок 3 - Способ лотка

В 1956 году был разработан способ для изучения износостойкости лемехов плугов [9]. Устройство для его реализации позволяло максимально приблизиться к реальным условиям испытаний, тем не менее, сложность компоновки, необходимость 4-х приводов для уплотнителей снижает эффективность её использования.

Идея метода лотка была использована при разработке способа и устройства для исследования износостойкости ножей землеройных машин [10, 11]. Нарушение равномерности плотности почвы в процессе проведения экспериментов снижает возможности данного метода, либо приводит к необходимости применения дополнительных устройств.

Одним из наиболее известных методов принято считать испытания с применением машины «вращающаяся чаша» [12]. Нужно отметить, что это один из немногих методов, позволяющих максимально имитировать реальные условия, однако необходимость уплотнения абразива и наличия дополнительных устройств усложняют конструкцию и создают трудности при проведении экспериментов.

Способ Меле [13] заключается в том, что образцы, в виде цилиндров навинченные на концы трех шпинделей совершают вращательное и возвратно-поступательное движение относительно абразивной сыпучей массы, помещенной в коробку, находящуюся в футляре. Сочетание этих движений, обеспечивающее перемешивание абразивной массы, приводит к благоприятной однородности условий экспериментов. В тоже время, конструктивная сложность не позволяет рекомендовать это устройство для проведения испытаний деталей поступательно перемещающихся в абразивной среде.

Машина для испытания на абразивное изнашивание [14] обеспечена тензорегистрирующим устройством и электромагнитами, позволяющими с высокой точностью регулировать триботехнические показатели в период испытаний и контролировать процесс изнашивания в его динамике. Использование в качестве абразива ферромагнитных материалов позволяет максимально приблизить процесс испытания образцов к условиям их работы. В то же время сложность конструктивного исполнения, применение ферромагнитного порошка и электромагнитов усложняет проведение исследований. Вряд ли есть необходимость в чрезмерно высокой

точности и в случае испытаний применительно к деталям, работающим в почве.

Установка для испытания на абразивный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин предложенная в [15] позволяет: смоделировать разнообразие условий взаимодействия металла с абразивной средой и тем самым приблизить условия испытаний к эксплуатационным условиям работы деталей почвообрабатывающих машин. Тем не менее, установка отличается чрезмерно высокой сложностью конструкции, что в значительной степени ограничивает ее широкое применение.

Машина трения [16], предназначена для испытаний емкостей, служащих для перевозки сыпучих грузов, что ограничивает ее применение и делает нецелесообразным при испытании деталей почвообрабатывающей техники.

Рассмотренные выше способы разрабатывались в привязке к конкретным деталям и условиям эксплуатации и поэтому не охватывают всего спектра вопросов испытаний на изнашивание [17,18].

По мнению авторов [17] к одному из них относятся исследования, связанные со сравнительными испытаниями материалов, имеющих не одинаковый состав, с резко отличающимися свойствами фаз и различным их соотношением. В этом случае возникает необходимость в максимальной идентичности испытаний во избежание неточностей получаемых экспериментальных данных при оптимизации составов.

В определенной степени, установка для испытаний, разработанная в [19] позволяет проводить испытания на абразивное изнашивание одновременно нескольких материалов (покрытий). Кроме этого она способна воспроизводить условия работы детали при её прямолинейном движении с изменяемым углом установки. Хотя конструкция отличается простотой и не сложностью проведения опытов, необходимость обеспечения вращательного движения образца и поступательного движения емкости с абра-

живным материалом, высокая вероятность измельчения абразива до пылевидного состояния, не позволяют получать достоверные результаты.

Полной идентичности испытаний можно достичь в том случае, если серия образцов будет испытываться одновременно в одинаковых условиях. Для этого исследуемые материалы формируются в виде диаметрально расположенных участков на одной и той же базе – «остове», что позволяет исследовать одновременно и в одинаковых условиях материалы нескольких составов [20]. В результате многолетних исследований были предложены конструкции испытательных приспособлений для изучения функциональных возможностей (по изнашиванию) различных материалов рисунок 4.

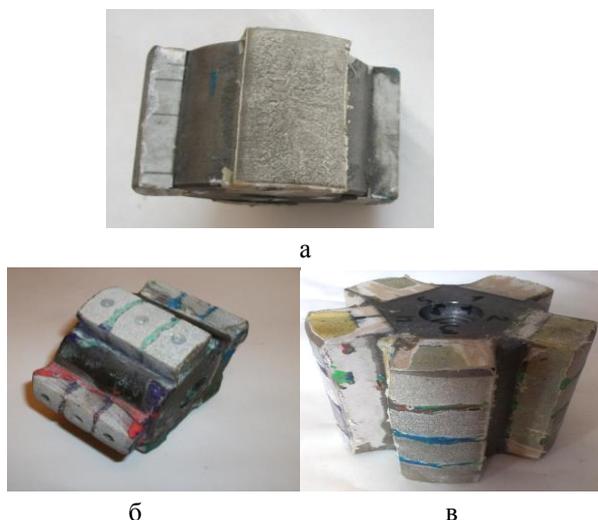
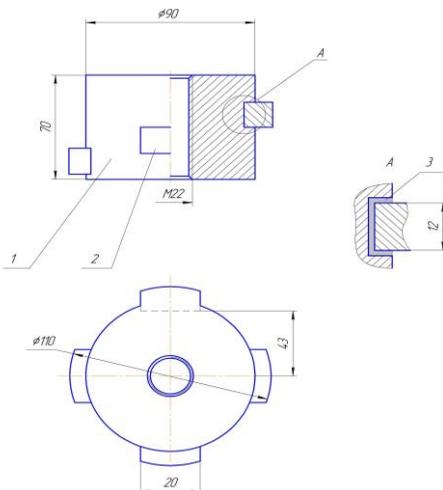


Рисунок 4 – Приспособления для испытаний одновременно: а - четырех, б – пятнадцати, в – двадцати материалов

Недостатками использования таких приспособлений являются незначительные размеры испытуемы материалов, не позволяющих полностью реализовать механизм изнашивания и не возможность имитации реальных условий, а так же отсутствия перемешивания абразивной среды.

Для устранения недостатка, связанного с отсутствием перемешивания абразивной среды авторами [21] было предложено усовершенствованное приспособление, основанное на той же идее рисунок 5.



1 – образцедержатель (основа); 2 - испытуемый образец из композиционного материала; 3 – полимерный клеящий состав
Рисунок 5 – Устройство для испытаний на изнашивание с обеспечением перемешивания абразивной компоненты

Перемешивание абразива достигается за счет ступенчатого расположения испытуемых материалов. В тоже время предложенная конструкция не устраняет двух вышеперечисленных недостатков, характерных для приспособления, изображенного на рисунке 4.

Выводы.

С учетом недостатков, рассмотренных устройств и требования, заключающегося в максимальном приближении испытаний к реальным условиям при разработке испытательной конструкции необходимо учесть следующие факторы: возможность изменения угла образцов к направлению движения; несложность конструкции и простота проведения экспериментов; повышенная перемешиваемость абразивной массы; соответствие опытных образцов рабочим органам; универсальность устройства.

Литература.

1. Бабичев М. А. Исследование методики испытания на абразивное изнашивание по схеме Бринеля. // Трение и износ в машинах: сб. XIV АН СССР, 1960. - С. 5-36.
2. Лоренц В. Ф. Износ деталей, работающих в абразивной среде. Труды I Всес. конференции по трению и износу в машинах, 1939. - Т. 1. - С. 93-112.
3. Севернев М.М., Каплун Г.П., Короткевич В.А., Кот С.Н., Купре-ев П.Ф., Подлекарев Н.Н., Синявский И.А. Износ деталей сельскохозяйственных машин. - «Колос», 1972. - С. 288.
4. Севернев М.М., Подлекарев Н.М., Схеладзе В.Ш., Китиков В.О. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин.: под ред. Севернева М.М. - Минск: Беларус. Навука, 2011 – С. 333.
5. Хрущов М. М., Бабичев М.А. Исследования изнашивания металлов. Изд. АН СССР, 1960.
6. Хайт Д.М. К вопросу износостойкости среднеуглеродистой ста-ли. // Труды II Всес. конференции по трению и износу в машинах. Т. I. Изд. АН СССР, - С. 271—281.
7. Беркович Е.С., Несвижский О.А., Крапошина Л.Б. Опыт опреде-ления относительной износостойкости наплавов электродом Т-590 с раз-ной обмазкой на лабораторной машине «вращающаяся чаша». // Трение и износ в машинах: сб. XV, Изд. АН СССР, 1962. - С. 31—46.
8. Кугель Р.В. Испытания материалов на абразивное изнашивание в вибрационной установке // Методы испытания на изнашивание. - 1962. - С. 32—35
9. Рабинович И. П., Розенбаум А.Н. Лабораторные испытания на изнашивание материалов для лемехов // Повышение износостойкости ле-мехов. - 1956. - С. 27-45.
10. Серпик Н. М. Исследование износостойкости ножей землерой-

ных машин // Строительное и дорожное машиностроение. - 1957. - № 5.

11. Серпик И. М. и Кантор М. М. Повышение износостойкости лопаток дорожной фрезы // Строительное и дорожное машиностроение». - 1958. - № 4. - С. 32.

12. Веденянин, Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1973. С.199.

13. Подгаецкий В.В. Методика испытания металлов на абразивный износ // Заводская лаборатория. - 1955. - № 9. - С. 1109 – 1110.

14. Лейначук Е.И. Повышение стойкости деталей машин против абразивного износа при повышенных температурах путем наплавки. НТО-Машпром, Киев, 1957.

15. Патент РФ 2328720.

16. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970. – 247 с.

17. Михальченков А.М., Климова Я.Ю., Лушкина С.А., Ермакова Т.А. Классификация и анализ способов испытаний на изнашивание в абразивной массе с не жестко-закрепленным абразивом // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. – 2014. – № 1, выпуск 5. – С. 15 – 18

18. Куксенова Л.И. и др. Методы испытаний на трение и износ. Справочное издание. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2001. – 152 с.

19. Патент RU 2 410 668.

20. Михальченков А.М., Бирюлина Я.Ю., Поджарая К.С., Михальченкова М.А. Совершенствование методики и образец для проведения сравнительных испытаний клееполимерных композитов а абразивное изнашивание // Труды ГОСНИТИ.– 2015. - Т.119 – С. 275-280.

21. Михальченков А.М., Денисов В.А., Будко С.И., Михальченкова М.А. Совершенствование конструкции приспособления для ускоренных испытаний материалов на стойкость к абразивному изнашиванию // Технология металлов. - № 12. - 2015. - С. 31-34

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНО- СФЕРЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 631.363.21:636.087.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПАНДЕРА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНОСМЕСЕЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

*к. т.н. Козлов С.И., к.т.н. Понталев О.В.,
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь,
к.т.н. Кузюр В.М.,
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

DETERMINATION OF ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ OF EX- PANDER AT TREATMENT GRAIN MIXTURES WITH INCLUDING OF UNCONVENTIONAL FORAGE ADDITIONS

*Candidate of Engineering Sciences, Kozlov S.I.,
Candidate of Engineering Sciences, Pontaliov O.V.,
Belarusian State Agricultural Academy, Belarus
Candidate of Engineering Sciences, Kuzur V.M.,
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Одним из основных показателей, характеризующим работу экспандера, является его производительность. Поэтому задачей теоретических исследований является определение факторов влияющих на производительность экспандера. Определено влияние конструктивных, кинематических факторов и физико-механических свойств обрабатываемой смеси на фактическую производительность экспандера

Annotation. One of basic indexes, characterizing work of expander, his productivity is. Therefore the task of theoretical researches are determination of these factors and their influence on productivity of expander. Influence of structural, kinematics factors and physical mechanical properties of the processed mixture is certain on the actual productivity of expander

Ключевые слова: экспандер, производительность, деструкция, взрыв
Key words: expander, productivity, destruction, explosion

Постановка задачи.

Одним из основных показателей, характеризующим работу экспандера, является его производительность [1, 2]. Имеющиеся сведения, в плане теоретических исследований, данного вопроса нельзя считать окончательно завершенными, т.к. они не учитывают всех факторов оказываю-

щих влияние на столь важный показатель. Поэтому целью исследований явились теоретические изыскания, направленные на решение задачи о производительности эспандера с учетом влияния на нее максимального количества факторов.

Производительность шнека эспандера, имеющего цилиндрическую форму (рисунок 1), определяется как количество материала, заполняемое межвитковое пространство в единицу времени.

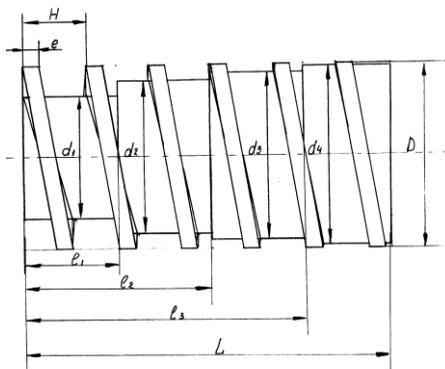


Рисунок 1 – Шнек цилиндрический, с коэффициентом прессования увеличивающимся к формующему устройству

Теоретическое решение задачи.

Если не учитывать многих факторов, влияющих на уменьшение подачи шнеком смеси (степень заполнения витков, физико-механические свойства смеси, сопротивление создаваемое матрицей и др.), то теоретическая производительность шнека эспандера равна:

$$Q_T = 60 n V \cdot \gamma_1, \quad (1)$$

где: n - частота вращения шнека, об/мин; V - объем винтовой полости шнека заполненный смесью, м³; γ_1 - насыпная плотность смеси, кг/м³.

Допустим, что масса обрабатываемой смеси, подаваемая по шнеку

будет полностью заполнять межвитковый объем и перемещаться при вращении шнека только поступательно, подобно осевому движению гайки по винту. При таком движении за один оборот шнека смесь переместится на длину L , равную шагу шнека H .

Тогда производительность данного шнека экспандера равна:

$$Q_m = 60 \cdot \pi \cdot F_L \cdot (H - e) \cdot n \cdot \gamma_1 \quad (2)$$

где: F_L – площадь поперечного сечения потока смеси, m^2 ; H – шаг витка шнека, m ; e – толщина витка шнека экспандера, m .

Учитывая, что шнек экспандера имеет конструкцию вала с увеличивающимся диаметром к матрице (рисунок 1), то пропускная способность шнека будет определяться участком с максимальным диаметром вала шнека, или минимальным поперечным сечением потока смеси. Площадь поперечного сечения потока смеси F_L равна:

$$F_L = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d_{\max}^2) \quad (3)$$

где: D — наружный диаметр вала шнека, m ; d_{\max} - внутренний диаметр последней секции шнека экспандера, m ;

С учетом плотности обрабатываемой смеси в последнем витке шнека, производительность экспандера:

$$Q_m = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_{\max}^2) \cdot (H - e) \cdot n \cdot \gamma_2 \quad (4)$$

где: γ_2 - плотность смеси в межвитковом пространстве последнего витка шнека, kg/m^3 .

Однако, данная формула не учитывает влияние ряда факторов, которые снижают производительность установки. Поэтому задачей теоретических исследований является определение этих факторов и их влияние на производительность экспандера.

В основе экспандирования лежат два процесса – механохимическая деструкция, наблюдаемая на всех этапах процесса, и «взрыв», или «декомпрессионный шок», происходящий на выходе продукта из экспандера. Рабочую зону экспандера можно разделить на ряд технологических зон — загрузка, сжатие, гомогенизация, экспандирование.

Поскольку продукт поступает в загрузочную зону под действием гравитационных сил, то производительность экспандера будет зависеть от степени заполнения межвиткового пространства шнека в загрузочной зоне. Для характеристики загрузочной зоны экспандера введем коэффициент заполнения K_H межвиткового пространства, определяемый выражением:

$$K_H = \frac{V_{CM}}{V_1} \quad (5)$$

где: V_1 - объем межвиткового пространства в загрузочной зоне шнека, m^3 ; V_{CM} - объем смеси в межвитковом пространстве загрузочной зоны шнека, m^3 .

Данный показатель будет зависеть от соотношения размеров частиц и конструктивных параметров шнека в зоне загрузки. Для определения влияния размеров частиц на коэффициент заполнения были проведены теоретические исследования.

В результате теоретических исследований было установлено, что наилучшее заполнение межвиткового пространства витка происходит при отношении условного диаметра обрабатываемой частицы к высоте витка шнека:

$$\frac{h}{d_q} \geq 2,8 \quad (6)$$

где: h - высота витка в зоне загрузки шнека экспандера, м.

Рассматривая движения материала по винтовой полости шнека, как

непрерывное движение, допускаем, что в идеальных условиях масса смеси в межвитковом пространстве в начале шнека (зона загрузки) и в конце (предматричная зона) одинакова, т. е.:

$$V_1 \gamma_1 = V_2 \gamma_2 \quad (7)$$

где: V_2 - объем межвиткового пространства в зоне выгрузки шнека, м³.

Тогда плотность смеси в последнем витке:

$$\gamma_2 = \frac{V_1}{V_2} \gamma_1 \quad (8)$$

Обозначим $\frac{V_1}{V_2} = K_{\Pi}$ - коэффициент прессования смеси.

$$\gamma_2 = K_{\Pi} \gamma_1 \quad (9)$$

Во время обработки материала, практически во всех зонах экспандера происходит его проскальзывание или проворачивание относительно шнека, что также снижает производительность оборудования. Поэтому в формуле производительности необходимо учитывать частоту вращения обрабатываемого материала относительно шнека, n_m .

$$Q_m = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_{\max}^2) \cdot (H - e) \cdot \gamma_1 \cdot K_H \cdot K_{\Pi} \cdot n \cdot (n - n_m) \quad (10)$$

или,

$$Q_m = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_{\max}^2) \cdot (H - e) \cdot \gamma_1 \cdot K_H \cdot K_{\Pi} \cdot n \cdot \left(1 - \frac{n_m}{n}\right) \quad (11)$$

где n_m - частота вращения материала относительно шнека, об/мин.

Обозначим $\frac{n_m}{n} = K_{СК}$ - коэффициентом проскальзывания материала относительно шнека.

Тогда:

$$Q_m = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_{\max}^2) \cdot (H - e) \cdot \gamma_1 \cdot K_H \cdot K_{II} \cdot n \cdot (1 - K_{CK}) \quad (12)$$

Одним из важных параметров, характеризующим геометрические размеры шнека, является угол подъема винтовой линии. От величины этого параметра зависит непрерывность движения материала вдоль оси шнека. Для этого необходимо соблюдение условия:

$$\operatorname{tg} \alpha_p \leq f \quad (13)$$

где: f - коэффициент трения обрабатываемой смеси; α_p - угол подъема винтовой линии витка шнека, град.

В случае нарушения условия (13) обрабатываемая смесь начинает перемещаться обратно в зону загрузки шнека, что приводит к нарушению технологического процесса.

Поскольку конструкцией шнека предусмотрено посекционное увеличение внутреннего диаметра, при постоянном шаге, то для соблюдения условия (13) необходимо начинать его расчет с загрузочной и выгрузной секции. Это объясняется тем, что мы можем полностью контролировать физико-механические свойства смеси (коэффициент трения) в зоне загрузки и частично, в зоне выгрузки экспандера. При этом допустив, что коэффициент трения в зоне выгрузки равен коэффициенту трения экспанданта о канал матрицы при экспандировании смеси.

Снижение перепадов давления в точках перехода с секции на секцию, а следовательно, более надежная работа установки для экспандирования смеси, достигается плавным увеличением коэффициента прессования обрабатываемого материала от загрузочной к выгрузной секции. При этом, выбор внутренних диаметров остальных секций шнека производится исходя из условия:

$$d_1 < d_i < d_{\max} \quad (14)$$

где: d_1 -внутренний диаметр загрузочной секции; d_i -внутренний

диаметр i секции, м; i – номер секций шнека экспандера, 1, 2, 3...к.

Рассмотрим развертку винтовой линии поверхности шнека в зоне загрузки (рис. 2).

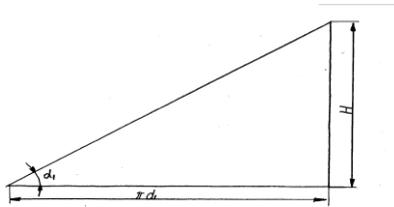


Рисунок 2 – Развертка винтовой линии поверхности шнека в зоне загрузки.

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{H}{\pi d_1} \quad (15)$$

где: α_1 - угол подъема винтовой линии витка в зоне загрузки, град..

Тогда, внутренний диаметр загрузочной секции шнека, с учетом выражения (13) определяется по формуле:

$$d_1 = \frac{H}{\pi \cdot f} \quad (16)$$

Опытным путем было установлено, что в интервале изменения коэффициента трения смеси от f_{\min} до f_{\max} при варьировании шага витка H , внутренний диаметр вала будет изменяться в пределах от 0,025 до 0,058 м.

Высота витка i секции шнека определяется выражением:

$$h_i = \frac{D - d_i}{2} \quad (17)$$

Высота витка шнека в зоне загрузки:

$$h_1 = \frac{1}{2} \cdot D - \frac{H}{2 \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \alpha_1} \quad (18)$$

Научные исследования [1, 4] проводимые в данной области показывают, что шнеки с отношением шага к внешнему диаметру менее 0,5 не

могут быть рекомендованы к применению в связи с малой подачей смеси к матрице в следствии малого угла подъема витка шнека. Отношение больше чем 1 вызывает чрезмерную подачу смеси к матрице и появлению обратных противотоков.

С учетом выше изложенного, рекомендуется отношение шага к внешнему диаметру принимать в следующих пределах:

$$k_{ш} = \frac{H}{D} = 0,5 \dots 1 \quad (19)$$

Преобразуя выражение (19) с учетом формул 17, 20, получим:

$$h_1 = \frac{H \cdot (\pi \cdot f - k_{ш})}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot k_{ш}} \quad (20)$$

Таким же образом было определено, что в пределах изменения коэффициента трения смеси от f_{\min} до f_{\max} при варьировании $k_{ш}$ от 0,5 до 1 высота витков шнека может находиться в пределах от 0,008 до 0,046 м.

С учетом всего выше изложенного, фактическая производительность шнека будет равна:

$$Q_{\phi} = 60 \cdot \pi \cdot \left(\frac{H \cdot (\pi \cdot f - k_{ш})}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot k_{ш}} - \frac{(d_{\max} - d_1)}{2} \right) \cdot \left(\frac{H \cdot (\pi \cdot f - k_{ш})}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot k_{ш}} + \frac{d_{\max} + d_1}{2} \right) * \\ *(H - e) \cdot \gamma_1 \cdot K_H \cdot K_n \cdot n \cdot (1 - K_{СК}) \quad (21)$$

Выводы.

Полученная формула позволяет учесть влияние конструктивных, кинематических факторов и физико-механических свойств обрабатываемой смеси на фактическую производительность экспандера.

Литература.

1. Прессы пищевых и кормовых производств. Под ред. А.Я. Соколова.- М.: «Машиностроение», 1973. – 288 с.
2. Черняев Н. П. Технология комбикормового производства. - М.- 1992.- 452с.
3. Гуськов К.П. Исследование нагнетающих шнеков макаронных прессов и их механический расчет // Труды МТИПП.- 1949. С.178.

4. Лукьянов В.В. Технология и оборудование макаронного производства. М.: Пищепромиздат, 1951. – С. 478.

УДК 531.8 : 681.332.51

СООБЩЕНИЕ НОВЫХ КАЧЕСТВ СРЕДСТВАМ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*к.т.н., профессор Варьвдин В.В., к.т.н., Романеев Н.А.,
к.т.н., с.н.с. Безик. Д.А.*

Брянский государственный аграрный университет, Россия.

POST NEW QUALITIES MEANS OF MECHANIZATION FOR WORK IN AGRICULTURE

*Candidate of Engineering Sciences, Professor Varyvdin V.V.,
Candidate of Engineering Sciences, Romaneev N.A.,
Candidate of Engineering Sciences, Bezique. D.A.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Отечественная промышленность, изучив потребности хозяйств, связанные с сушкой зерна, берется осуществлять поставку оборудования, опираясь на требования современных машиностроительных технологий. Много иностранных компаний предлагают свои услуги в этой области, и они имеют преимущество благодаря наличию фирменного сервиса. При рассмотрении всех проблем, связанных с долговечностью и надежностью эксплуатации этого оборудования возникает много вопросов не в пользу импортной техники. При исследовании серийно выпускаемой башни сушилки было установлено, что запас прочности и устойчивости металлоконструкции завышен. Были получены математические зависимости, связывающие параметры оптимизации со стандартными размерами сечений.

Annotation. After studying of requirement of farms, the national industry undertakes to carry out supply for the grain dryer being guided by requirements of modern machine-building technologies. Many foreign companies offer the services in this area. They have advantage thanks to existence of company service. In use import equipment there are problems connected with durability and reliability of operation of this equipment. It has been established that margin of safety and stability of commercially available steel construction of grain dryer tower is overestimated. The mathematical dependences allowing to optimize a metal construction and to choose the standard sizes of sections have been received.

Ключевые слова: башня, нория, прочность, устойчивость, металлоконструкция, уголок, сечение.

Key words: tower, feeding elevator, durability, buckling factor, steel construction, angle bar, cross-section.

Введение.

Налаживая сотрудничество с предприятием ООО «ОКБ по теплогенераторам» в области совершенствования техники по первичной обра-

ботке зерна и повышения ее надежности при рациональном использовании материала, мы обратились к применению инновационных методик расчета - методике автоматизированного проектирования машин WinMachine. Эта мера позволила нам выйти на рациональные конструкции, позволяющие сокращать расход материала при производстве целого ряда наименований выпускаемой продукции «ОКБ».

Постановка задачи.

Задачей исследований является проверочный расчет опоры нории высотой 31,5м. Инновационная методика проектирования - лицензионная отечественная программа *APM WinMachine*, которая используется в режиме автоматизированного проектирования и расчета.

Подобные задачи рассматривались при расчете башен высотой 22 и 27,5м, чему посвящены наши публикации [1,2,3,4].

В упомянутых статьях содержатся сведения о воплощенных идеях по материалосбережению при одновременном обеспечении прочности и устойчивости конструкций. Новые размеры башни, с которыми мы встретились в новом задании, совершенно исключают прямое копирование предыдущих работ. Каждый новый шаг требует индивидуальных решений.

Постоянно в процессе выполнения каждого этапа работ по расчету очередного объекта наши исполнители готовят доклад и проводят детальное обсуждение промежуточных результатов с заказчиком. На основе этого выполняется корректировка плана последующих расчетов, уточнение размеров сечения используемого проката и закрепление результатов постановкой новых расчетов. Так повышается эффективность работы. Нашей задачей всегда было не только сохранение оправданных коэффициентов запаса прочности при проектировании новых объектов, но и сохранение достигнутого уровня их безотказности и долговечности.

Методы испытания

Из проведенных расчетов установлено, что основные напряжения испытывают стойки башни. Раскосы в любых вариантах использования уголков практически не нагружены, их напряжения составляют менее 10% от напряжений стоек (рис. 1).

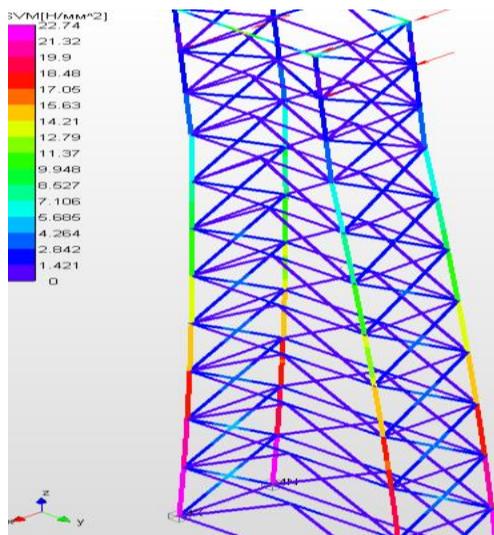


Рисунок 1- Расчетная схема и напряжения уголков башни

При исследовании раскосов с использованием разных уголков установлено, что устойчивость теряют боковые стержни, максимальный прогиб наблюдается у второй и третьей полусекции, далее уменьшается (рис. 2). Применение одинакового профиля уголка, допустим 75 мм, но разной толщины 75x5 и 75x9 приводит к значительному увеличению массы башни - более 70% (3,7т и 6,5т). При изготовлении башни из уголка 100x10мм масса башни, по сравнению с серийно выпускаемой, увеличивается на 20%, напряжение в стойках 22 МПа, (допускаемое 160 МПа) коэффициент устойчивости 80,4, что указывает на большой запас прочности и неэффективное применение такого сортамента.

Работники «ОКБ по теплогенераторам» заинтересованно следят за положительными отзывами потребителей техники и гордятся отсутствием нареканий на выпускаемые изделия. Уже в ближайшей перспективе для

завоевания покупателя необходимо будет переходить на производство изделий с заранее заложенным уровнем надежности, а в паспорте машины указывать научно-обоснованные показатели надежности: гарантийный срок, средняя наработка и т.д.

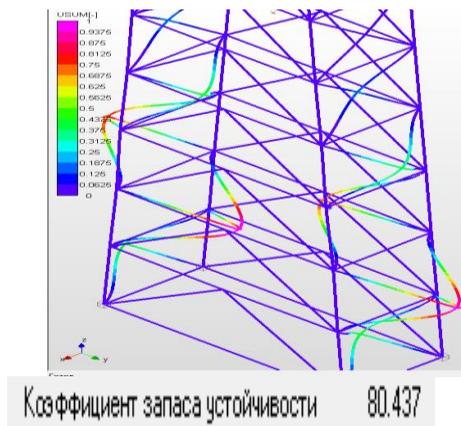


Рисунок 2-Устойчивость башни

Объективно развитие техники движется в этом направлении. Растет культура производства, уровень сервиса, информационные технологии. Производителю техники уже теперь следует готовить определенный задел. Необходимо собирать сведения о наработке и отказах машин. Может быть, нескольким аспирантам следует собирать материал для своих диссертаций по данной тематике.

При проектировании машины должен закладываться необходимый уровень надежности, введение резервных отдельных элементов с использованием параллельных или последовательных схем их включения, повышения общего уровня надежности всей системы и отдельных ее элементов.

Согласно ГОСТ 27751-88 расчет зданий и сооружений всех типов, куда можно отнести и опоры норий, необходимо проводить по методу предельных состояний:

$$R - Q \geq 0,$$

где: R – несущая способность конструкции; Q – суммарный нагрузочный эффект.

В связи с тем, что обе величины (несущая способность и нагрузка) случайные и даже представляют собой случайные функции, то расчет становится возможным только вероятностными методами. А задача недопущения предельного состояния металлоконструкции решается на основе методики автоматизированного проектирования.

Всеобъемлющим показателем качества является надежность, характеризующаяся, например, вероятностью отказа (или безотказной работы).

В математической теории надежности, в работах прикладного характера разработаны методы оценки надежности систем при известных законах распределения.

С 01.09.2010 введен ГОСТ Р 27.004.2009 «Надежность в технике. Модели отказов», на которые распространяются методы оценки для любых видов техники, для них решается задача прогнозирования безотказности работы.

Результаты эксперимента

Инновационные методы расчета, заложенные в программе расчета, позволили перейти на новый, более высокий уровень проектирования объектов. Высокая достоверность результатов расчетов позволила отказаться от перестраховки конструктора в виде высоких коэффициентов запаса прочности. Конструкции стали значительно легче без ущерба прочности и устойчивости.

Возникла задача прогнозирования параметров сечения стандартного профиля новых конструкций башни с использованием данных наших расчетов.

Варьируются его размеры, мм: h - ширина полки и d - толщина. Конструкция башни при этом не изменяется. В результате дальнейшего

численного эксперимента, предоставляемого математическим пакетом MATLAB, получено выражение для определения оптимального значения массы и коэффициента устойчивости k для различных параметров уголка:

$$k = 3.17 - 0.0571dh + 0.0011dh^2.$$

Выводы

1. Предлагаемая методика оптимизации с использованием САПР APM WinMachine и математического пакета программ MATLAB позволяет эффективно оптимизировать различные металлоконструкции.

2. Используя полученные зависимости можно прогнозировать значение коэффициента устойчивости в зависимости от используемого металлопроката и оптимизировать конструкции. Точность полученных формул – не хуже 4 %.

3. Полученные формулы показывают, что при увеличении ширины полки уголка (при $d=\text{const}$) растёт и масса и коэффициент устойчивости, что вполне закономерно. Но, если увеличивать толщину уголка (при $h=\text{const}$), то масса растёт существенно быстрее, чем устойчивость, что, очевидно, нецелесообразно.

Литература.

1. Романеев Н.А. Расчет металлоконструкций в APM WinStructure 3D. -Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2011.- 19 с.

2. Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д. А., Васильченко М.М. К определению параметров сечения стандартного профиля в опорной конструкции норрии расчетным путем // Вестник Брянской ГСХА. - 2013. - №5. - С.30-36.

3. Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д. А., Васильченко М.М., Юдина Е.М. О методике оптимизации металлоконструкции башни сушилки // Труды Кубанского ГАУ. - 2015. - №5(56). - С.233-238.

4. Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д. А. Использование компьютерных программ в процессе проектирования техники для сельского

хозяйства // Конструирование, использование и надежность машин с/х назначения. Сб. науч. работ. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2012.-С. 114-117.

5. Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д. А., Васильченко М.М. Автоматизированное проектирование машин в процессе совершенствования техники для сельского хозяйства//Конструирование, использование и надежность машин с/х назначения. Сб. науч. работ международной науч.-техн. конф. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2015.-С.110-116.

УДК 55 (470.57)+504.06 (470.57)

БОЛОТА БАШКОРТОСТАНА – ОБЪЕКТ ХРУПКОГО ПРИРОДНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

к.т.н., доцент Антонов К.В.

*Самарский государственный университет путей сообщения,
Уфимский институт путей сообщения – филиал СамГУПС, Россия*

BOGS BASHKORTOSTAN – DRITTLE OBJECT NATURAL GEO-ECOLOGICAL BALANCE

Candidate of Engineering Sciences, Antonov K.V.,

*Samara State University of Railway Transport
Ufa Institute of Railway Transport – the branch SamGUPS, Russia*

Аннотация. Рассмотрено и оценено геоэкологическое значение болот и болотно – озерных систем с позиции сохранения их природного состояния. Приведена статистика и примеры отрицательного влияния антропогенного вмешательства в природную среду приводящее к изменению геоэкологической атмосферы местности и утрате некоторых популяций растительного и животного мира участков осушенных болот. Рассматривается возможность не только сохранения имеющихся, но и восстановления болот некоторых особо значимых осушенных территорий.

Annotation. Examined and evaluated geo-ecological value of bogs and marsh – lake systems from the perspective of preserving their natural state. The statistics and examples of the negative impact of human intervention in the natural environment leads to a change in the atmosphere of geo-ecological areas and the loss of certain populations of flora and fauna areas of drained marshes. The possibility of not only the preservation of existing, but also restore the marshes drained some very important areas.

Ключевые слова: сфагновый мох, торф, болото, ручей, река, озеро, водоем
Key words: sphagnum moss, peat, swamp, stream, river, lake, pond.

Болота - это экосистемы избыточного увлажнения, в которых в ка-

честве детрита накапливается не гумус, как в почве, а торф (слабо перегнившие остатки растений). Основным условием формирования, развития и функционирования любого болотного комплекса является избыточное увлажнение. Именно оно, способствуя формированию характерных особенностей гидрологического, термического, гидрохимического режимов, является условием развития и функционирования водных и околоводных систем. В соответствии с этим в системе научных представлений и понятий болота относятся к водным объектам, отличающимся от рек и озер характерными особенностями.

Таким образом, болота, по сути, представляют собой уникальные природные образования, сформировавшиеся на стыке между водными и суходольными ландшафтами. Поэтому им характерен большой диапазон пространственной и временной изменчивости экологических условий, соответственно и видового разнообразия растительности и животных.

В общем процессе болотообразования роль болот водного происхождения велика, так как они являются очагом их дальнейшего развития и распространения. Заращение водоемов происходит вследствие:

- прямого заполнения водоема отложениями с последующим их зарастанием мхами и высшими растениями (маленькие озера);
- постепенного заполнения водоема отложениями и надвигания растительности со стороны берега (озера с пологими берегами в лесной и лесостепной зонах);
- надвигании на водоем сплавнины (на озерах с крутыми берегами при постоянном уровне и отсутствии сильных ветров);
- затягивания водоема поднимающимся с дна илом и с последующим зарастанием (пруды, водохранилища).

Прямое заполнение водоема начинается с отложения сапропелей на дне. Заболачивание водоемов может происходить как внутри, так и с краев. При этом принимают участие растения, плавающие на поверхности,

растения погруженные в толщу воды, растения прикрепленные ко дну с плавающими на поверхности, в толще воды или возвышающимися над водой листьями. По мере развития процессов болотообразования происходит смена видов растений от более требовательных к питательным веществам к менее требовательным. В конечном итоге на болотах поселяются растения, которые свободно развиваются на почвах, содержащих не более 2-4 % минеральных солей от общей массы сухого вещества торфа.

Актуальность изучения экологического значения болот в условиях интенсивного хозяйственного освоения обширных территорий обусловлена и тем, что во многих районах, характеризующихся переменным и недостаточным увлажнением, некоторые оставшиеся объекты являются единственными природными геологическими образованиями, обеспечивающими сохранность различных видов растений и животных. Сюда относятся, прежде всего, ценные лекарственные, эндемичные и реликтовые растения.

Болота играют важную роль как регуляторы гидрогеологического режима территорий: запасая влагу в период таяния снегов и осенних осадков, они питают ручьи и реки в сухие периоды года.

Болота – санитары сельскохозяйственных экосистем. Стекающая в них вода может содержать удобрения, остатки пестицидов, нефтепродукты, навозные стоки, а вытекающие из болота ручьи полностью очищены от примесей.

Болотные экосистемы отличаются высокой продуктивностью, которая в некоторых случаях превосходит продуктивность наиболее рентабельных сельскохозяйственных культур. Кроме того, они служат убежищем для исчезающих видов растений и животных, определяют богатство их видового состава, способствуя сохранению равновесия, установившегося в природе.

На основании обобщения материалов, полученных в ходе ком-

плексных работ, проведенных Башкирским отделением УралНИИВХ, было выявлено, что условия болотообразования в целом складываются неблагоприятно. Основной причиной, приводящей к высыханию болот, является усиливающееся влияние хозяйственной деятельности человека. По состоянию на 1 января 1980 г. [3] из обследованных 783 торфяных болот естественно высохли, осушены, остались под водоемами прудов и водохранилищ 241 (31 %) объекта. На долю оставшихся приходилось 542 торфоболота общей площадью около 51,0 тыс. га, что составляет менее 0,4 % территории республики.

Башкортостан расположен довольно далеко от северных широт, где на многие километры тянутся болота и топи, болот и озерно-болотных систем здесь совсем немного. Основную долю всех болот Башкортостана занимают те, что находятся в поймах ручьев и рек. Это более двух третей от всех болот. Но есть и болота верховые (6 %), располагающиеся в межгорных котловинах, а также переходные, часто соседствующие с верховыми.

Болота распространены в основном в северной лесостепи и в высокогорьях, хотя по речным поймам они заходят в степную зону. Самые обширные болота находятся в северной части Башкортостана (Краснокамский район).

Наибольшая заболоченность (до 11 %) отмечается в Краснокамском и Учалинском районах [5], на которые приходится 50 % суммарной площади всех болот республики. К числу наиболее крупных болот относятся Уразовское - 1598 га, Буранцы - 1500 га, Кирябинское - 1315 га, Ургунское - 1210 га, Бирсинское - 1104 га в Учалинском районе; Катай 1681 га и Ак-Саз - 1511 га в Краснокамском районе.

Растительность болот весьма разнообразна [2]. Древесная растительность представлена березой приземистой и пушистой, сосной, осиной, ольхой и другими видами. Кустарниковый ярус представлен ивой, чере-

мухой, смородиной; травяной покров – осокой дернистой, лабазником вязолистым, тростником обыкновенным, лапчаткой гусиной, хвощем болотным, крапивой двудомной, чистотелом большим, борщевником. Самый нижний моховый ярус представлен мхами. С болотами связано и множество редких для Башкортостана растений, таких как багульник болотный, клюква, морошка, меч-трава и другие. Всего на болотах и сопредельных с ними территориях произрастает более 40 видов ценных лекарственных и реликтовых растений.

Фауна позвоночных встречающаяся на болотах насчитывает около 100 видов, среди которых земноводные, рептилии, млекопитающие и более 80 видов птиц.

Рассмотрим некоторые наиболее значимые особенности представительных болот и озерно-болотных систем.

На водоразделе бассейнов рек Северного Ледовитого океана и Каспийского моря, между горным массивом Ирмель и хребтом Аваляк расположено крупнейшее на Южном Урале верховое болото Тыгынское. Болото имеет многолетнюю мерзлоту и бугристый комплекс, подобный бугристым болотам лесотундры. На Южном Урале это единственное высокогорное мерзлое бугристое болото с явно выраженным термокарстовым процессом.

Тыгынское болото по своему виду представляет цепочки озер и перетоков, тянущиеся на несколько километров, берега окаймляют сфагновые мхи. Тыгынское болото, дает начало реке Тыгын.

Тюлюкская озерно-болотная система расположена в котловине, ограниченной хребтами Аваляк, Ягодные горы и северным склоном горного массива Ирмель. Более чем на 10 километров тянется цепочка небольших озер и перетоков между ними, окаймленных по краям моховой подушкой, на которой растут чахлые сосенки и елочки. Тюлюкские озера – исток реки Тюлюк. Вода в реке прозрачная, но, если присмотреться,

можно увидеть, что она имеет коричневый оттенок. В такой цвет ее окрашивает торф болот, откуда она и вытекает.

Тюлюкская озерно-болотная система относится к сфагновым лесным болотам. Такие болота являются гигантскими аккумуляторами воды, поскольку, как губка, способны вобрать в себя огромный объем влаги, а потом долго отдавать, являясь гарантией того, что река, имеющая исток в них, не пересохнет.

Местность вокруг горного массива Иремель (г. Иремель -1582 м - вторая по высоте гора Южного Урала) вообще богата на болота. Самая большая река Южного Урала – Белая – берет начало в заболоченной местности на склоне хребта Аваляк, а далее ее питают Карагужинское болото и Авалякские ельники – такие же сфагновые болота. Их общая площадь составляет 860 га. Совсем недалеко от них находится и обширное Септинское болото площадью 124 га, все они находятся в природном парке Иремель.

На Журавлином болоте, находящемся в Белорецком районе между хребтами Ялангас и Инзерские зубчатки, когда-то в промышленных масштабах добывали торф, которым топили печи местного завода. К Журавлиному болоту была даже подведена узкоколейная железная дорога. В наши дни бывшие разработки и отводные каналы превратили в живописные озера, на которых гнездятся журавли, растут морошка и клюква. Журавлиное болото также относится к типу верховых и является истоком реки Тирлян.

Вообще, несмотря на то, что болота в Башкортостане редки, торфа добывали в них довольно много. В основном добыча торфа велась на севере и востоке республики: Краснокамском и Калтасинском, Учалинском и Белорецком районах. В результате торфозаготовок и широкомасштабного осушения земель в середине прошлого столетия многие болота исчезли или деградировали. В настоящее время промышленной добычи торфа не

ведется и некоторые участки подвержены вторичному заболачиванию.

Интересным является Сычинское болото, находящееся на территории Южноуральского государственного природного заповедника, на склоне хребта Машак. Его площадь составляет 750 га, это самое крупное болото центральной части Южного Урала, а особенность его в этом, что оно относится к типу «висячих». Это когда болото находится на склоне и вода в нем постоянно в движении. Благодаря растительности, и в первую очередь сфагновым мхам, затрудняющим ее переток, вода движется медленно, но постоянно. Кроме Сычинского, таковыми же являются рядом расположенные Капкалское и Юрюзанское болота. Такие болота автор наблюдал в районе горного массива Ямантау (г. Ямантау -1640 м - высшая точка Южного Урала) [4] в полевой сезон геологосъемочных работ 1965 года.

Еще одним интересным болотом является Черношарское, находящееся в Дуванском районе. Посреди Месягутовской лесостепи, распаханых полей в небольшой котловине образовался островок совсем другой жизни – здесь между окнами воды в сосновом бору растут голубика, брусника, багульник болотный и другие редкие растения. Дно же Черношарского болота подстилает биогенный известняк, от того поверхность подо мхом болота напоминает зацементированную обширную ровную площадку.

Для жителей лесостепей, каждое болото интересно, т.к. позволяет не надолго просто окунуться в необычный мир, посреди обжитого пространства.

Особенностью ландшафтов Башкортостана является высокая карстованность [1], проявлением которой на поверхности являются крупные провалы, карстовые воронки, карстовые котловины, поля и т.д. От того существует отдельный тип болот – карстовые, расположенные в карстовых провалах. К таковым болотам относятся: Бирское, Сусловские, Кал-

тымановское, Улькундинское и др.

Несколько иная картина была отмечена автором в период массового осушения болот на северо-западе Башкортостана в Краснокамском районе вдоль автотрассы Дюртюли – Нефтекамск, которая проходила по краю болота находящегося недалеко от деревни Ново-Мушта. Два раза в день ежедневно проезжая на производственный объект автор произвольно наблюдал атмосферу болотной жизни. В середине семидесятых годов прошлого столетия на болото пришли мелиораторы и проложили водоотводные каналы. Со временем и без того небогатая растительность болота представленная чахлой березой и типичными болотными травами стала медленно исчезать. Вода ушла, березы и болотные травы высохли и еще долго напоминали о том, что на этом месте теплилась жизнь природного сообщества, а на месте болота ныне никем не востребованный и не освоенный участок земли с полным отсутствием какой – либо растительности.

Такая же участь постигла и ряд других болот. Так раньше вокруг болота Берказан кипела насыщенная жизнь. Водоплавающие птицы выводили птенцов в зарослях высокой травы, потом перелетали на соседнее самое большое озеро Башкортостана - Асылыкуль, где постоянно происходило воспроизводство популяций. Осенью прилетали дикие гуси, водились даже пеликаны.

В середине 1970-х годов волна массового осушения болот для увеличения посевных площадей, не обошла болото Берказан. Тогда в Давлекановском районе провели центральный и поперечный каналы, вода ушла, освободив под пашню более 1000 гектаров. На части осушенной площади аграрии начали сеять зерновые культуры, многолетние травы. Однако через несколько лет это плато стало напоминать выжженное поле, на котором ничего не росло. Причиной неурожая оказалась повышенная кислотность почвы. Но аграрии не сдавались, провели известкования земли,

чем однако, не было достигнуто желаемого результата. После бессмысленных попыток получить какой-либо урожай от продолжения дальнейших работ на Берказане окончательно отказались. В итоге территория бывшего болота постепенно превратилась в пустырь. Сейчас экологическое равновесие нарушено, земля пустует. В результате осушения болота на озере Асылыкуль стало меньше лебедей и уток. Уровень озера понизился.

Оживить Берказан можно, закрыв шлюз в дамбе, расположенной в низине. Во время весеннего паводка вода быстро заполнит территорию, почва промоется, через несколько лет природный баланс может восстановиться. После того, как долина заполнится водой, начнется процесс консервации органического углерода. Отмирающая биомасса будет не разлагаться, а консервироваться, постепенно превращаясь в торф. Процесс этот не быстрый, но начало ему будет положено. Площадь обводненной территории составит первоначально около 800 га, впоследствии может увеличиться. Именно такой готовится проект и первый эксперимент в республике в области восстановления природы.

Осушительные мелиорации, проводимые в Башкортостане, характеризуются в основном низкой эффективностью, в части использования осушенных территорий. Это при достаточно интенсивной освоенности и эксплуатации территории районов предопределяет целесообразность использования болот главным образом в их природном состоянии, чтобы не снижать биопродуктивность травянистой растительности, сбора лекарственных трав, ягод, сохранить животный мир, обеспечив тем самым природный геоэкологический баланс определенной территории.

Литература.

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г. и др., Карст Башкортостана. Уфа: Информреклама, 2002. – 383 с.
2. Гареев А.М. Реки, озера и болотные комплексы Республики Баш-

кортостан – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 248 с.

3. Гареев А.М. Водоохранное значение торфоболот // Экспресс-информация ЦБНТИ Минводхоза СССР. Сер. 2, вып. 2. М., 1981. С. 21-24.

4. Генкель А.А., Осташева Е.И. Висячие болота окрестностей горы Яман-Тау на Южном Урале // Изд-ие Пермского научно-исследовательского института. - 1933. Т. VIII. вып. 6-8.

5. Экология водоемов Башкирии / Под ред. Б.М. Миркина. Уфа: Гилем, 1998. – 209 с.

УДК 378:614.841

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЭКОНОМИКИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

*Инженер: Ляхова Л.А., Агеев Л.В., к.с.х.н, Менякина А.Г.
Брянский государственный аграрный университет, Россия*

METHODS OF TEACHING THE SUBJECT "FUNDAMENTALS OF ECONOMICS FIRE SAFETY»

*Lyakhova L.A., L.V. Ageenko, Menyakina A.G.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы методы преподавания дисциплины «Основы экономики пожарной безопасности», которые включают организацию и осуществление познавательной деятельности, стимулирование и мотивацию изучения дисциплины, контроль и самоконтроль. Интерактивные методы обучения. Симуляционный подход — развитие способностей студента, подготовка общества личности, способной самостоятельно мыслить и принимать решения.

Annotation. Reviewed and analyzed the teaching methods of discipline "fundamentals of the economy fire safety", which include the organization and implementation of cognitive activities, stimulation and motivation of the discipline, control and self-control. Interactive teaching methods. Simulation approach -- developing the abilities of the student, the training society of human beings, able to think and make decisions

Ключевые слова: экономика пожарной безопасности, методы преподавания дисциплины, познавательная деятельность студентов, мотивация изучения дисциплины, контроль

Key words: Economics of fire safety, methods of teaching, cognitive activity of students, motivation for learning discipline, control

Дисциплина «Основы экономики пожарной безопасности» входит в базовую часть профессионального цикла основной образовательной программы (ООП) направления 20.03.01 Техносферная безопасность, про-

фильм Пожарная безопасность. Основная цель освоения дисциплины - формирование у обучающихся современного экономического мышления, нацеленного на инициативу, предприимчивость, повышение ответственности за принятие управленческих решений, творческий поиск путей, ведущих к наиболее эффективному использованию материальных, трудовых и финансовых ресурсов в области обеспечения пожарной безопасности. Общеизвестно, что эффективность образовательного процесса в большей степени определяется методикой преподавания дисциплины. Понятие «методика» переводится с древнегреческого как путь исследования, теория, учение. Следовательно, это способ обучения определенному учебному предмету. Одной из центральных проблем в современной методике преподавания дисциплины «Основы экономики пожарной безопасности» является проблема повышения эффективности обучения. Экономика страны непосредственным образом реагирует на изменение общественного развития, поэтому проблема совершенствования методики преподавания настоящей дисциплины становится весьма актуальной. Традиционно курс преподавания делится на лекционный материал и практические задания. Лекционный материал состоит из 3 разделов:

- экономическая и социальная сущность пожарной безопасности;
- экономический ущерб от пожаров и методы его определения;
- экономическая эффективность пожарно-профилактических мероприятий.[1]

Каждый раздел включает практические работы, которые основываются на современных методах преподавания дисциплины «Основы экономики пожарной безопасности» .

Одним из таких методов является информационно-развивающий. Компьютеры, электронные материалы, учебники, энциклопедии позволяют поднять учебный процесс на новый уровень. Студенты получают индивидуальное задание, находят эффективные приемы и средства самосто-

тельного решения. Например, для определения экономического эффекта внедрения пожарно-профилактических мероприятий на предприятии, студенты следуют принципам развивающего обучения: определяют экономические потери от предполагаемого пожара, выявляют величины ущерба расчетно-аналитическим методом, знакомятся с разными системами защиты от пожаров, сравнивают их, составляют их описание, систематизируют справочный материал и выполняют расчет экономического эффекта. [2]

Информационные технологии способствуют развитию познавательных и когнитивных способностей студентов : умение решать поставленные задачи, заниматься сбором, анализом и синтезом данных, извлекать из них информацию, самостоятельно мыслить, владеть коммуникативными навыками.

При изучении дисциплины «Основы экономики пожарной безопасности» также эффективны интерактивные методы обучения.

При использовании интерактивных форм обучения студент сам открывает путь к познанию, он становится главной действующей фигурой. Например, при расследовании причин, обстоятельств, последствий пожара, определении прямого и косвенного ущерба, студент (условно) входит в состав комиссии по расследованию, активно участвует в работе комиссии, а преподаватель в данной ситуации – активный помощник в оформлении документов расследования. При этом мы используем симуляционный подход - обучаемый действует в нереальной (игровой) ситуации и знает об этом. Внутренний потенциал, способности обучаемого должны достичь в симуляционной деятельности такого уровня развития, чтобы успешно перенестись в повседневную деятельность. В итоге игра перестает существовать как таковая, как нечто условное и вымышленное, перерождается в практическую деятельность. Усвоение реалий – вот что дают интерактивные формы обучения.

Перспективным средством обучения в вузе, является использование тестов, поскольку применение персональных компьютеров позволяет автоматизировать процесс обработки результатов и сократить временные затраты на проверку решений. [3]

Кроме лекций и семинаров существует еще и самостоятельная работа студентов, развитие навыков самостоятельного поиска при выполнении рефератов, курсовых и других исследовательских работах. Здесь важность использования учебной и вспомогательной литературы, а также интернета трудно переоценить. В этом случае границы общения студентов с преподавателем раздвигаются и в пространстве, и во времени.

Выводы:

С методической точки зрения ни одна из вышеперечисленных форм не может быть признана универсальной, способной заменить другие. На методы обучения влияют и такие факторы, как количество времени, выделенного на предмет учебным планом, обеспеченность современными техническими средствами обучения и оборудование ими учебных аудиторий и т. д. А главное – развить способности студента, подготовить обществу личность, способную самостоятельно мыслить и принимать решения.

Литература.

1.Калашникова Е. Ю., Коновалова И. А., Ловяникова В. В. Методика преподавания экономических дисциплин в современных условиях модификации // Молодой ученый. — 2013. — №12. — С. 901-903.

2. Граф, В. Основы самоорганизации учебной деятельности и самостоятельная работа студентов / В. Граф, И. Ильясов, В. Ляудис. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011.

3.Рышкевич В. М. Симуляционные формы обучения в практике преподавания экономических дисциплин и повышения квалификации // Теория и практика образования в современном мире: материалы III меж-

дунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, май 2013 г.). — СПб.: Реноме, 2013. — С. 162-163.

УДК 656.13.05.001

АНАЛИЗ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

*д.т.н. Христофоров Е.Н., д.т.н. Сакович Н.Е.,
ассистент Никитин А.М., магистр Иванин В.Н.*

Брянский государственный аграрный университет, Россия

ANALYSIS OF ROAD SAFETY VEHICLES IN BRYANSK REGION

*Doctor of Engineering Sciences, Khristophorov E.N.,
Doctor of Engineering Sciences, Sakovich N.E.,
assistant Nikitin A.M., magister Ivaniv V.N.
Bryansk State Agrarian University, Russia*

Аннотация. В статье проводится анализ дорожно – транспортных происшествий в Брянской области за 25 лет. Предложены мероприятия по повышению безопасности движения в регионе, снижению показателей аварийности, снижения тяжести последствий дорожно – транспортных происшествий

Annotation. The article analyzes the road - traffic accidents in the Bryansk region for 25 years. The measures to improve road safety in the region, lower accident rates, reducing the severity of the consequences of road - traffic accidents

Ключевые слова: аварийность, дорожно – транспортное происшествие, водитель, пешеход, правила дорожного движения, дорожные условия, неисправности транспортных средств.

Key words: accident, road - traffic accident, the driver, pedestrian, road traffic rules, road usoloviya, defective vehicles.

Обстановка с аварийностью на дорогах Брянской области остается достаточно сложной. За период с 1991 по 2015 год в области зарегистрировано **37758** дорожно – транспортных происшествий, в которых **6789** человек погибло и **44970** человек получили травмы различной степени тяжести, тяжесть последствий ДТП составила **12,9**.

В результате дорожно – транспортных происшествий погибло: 2180 пешеходов, 1867 водителей; 1489 пассажиров; 297 велосипедистов; 75 возчиков. Ранено: 13779 пассажиров, 12666 водителей; 11687 пешеходов,

1543 велосипедистов, 296 возчиков (рисунки 1 и 2).

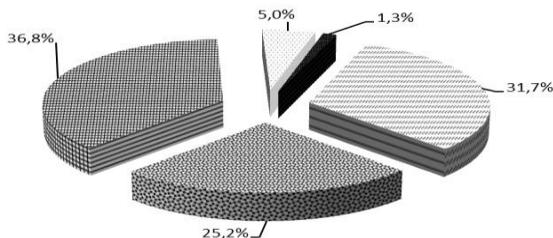


Рисунок 1 – Диаграмма распределения погибших в ДТП, %: пешеходы (36,8%), водители (31,7%), пассажиры (25,2%), велосипедисты (5,0%), возчики (1,3%)

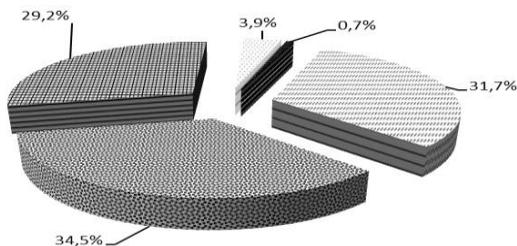


Рисунок 2 – Диаграмма распределения раненых в ДТП, %: пешеходы (34,5%), водители (31,7%), пассажиры (29,2%), велосипедисты (3,9%), возчики (0,7%)

Анализируя динамику основных показателей аварийности, представленных в таблице 1 мы видим, что начиная с 2005 года, показатели аварийности неуклонно снижались, уменьшалось число раненых в ДТП, снижалась тяжесть последствий. В первую очередь это снижение связано с разработкой Федеральной целевой программой «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах», на основе которой были разработаны региональные программы аналогичного типа. Разработанные мероприятия по выполнению программы позволили несколько снизить показатели аварийности, но кардинально проблему обеспечения безопасности движения не решили.

В настоящее время в Российской Федерации принята следующая

классификация дорожно – транспортных происшествий: столкновение, опрокидывание, наезды на: стоящее транспортное средство, препятствие, пешехода, велосипедиста, гужевой транспорт, животное и иные.

Основными видами ДТП, в Брянской области, стали наезды и столкновения. В результате 18133 наездов, 3217 человек погибло, 19044 ранено, в результате 8697 столкновений, погибло 1685 человек и 13543 ранено, в результате 5491 опрокидываний, 937 человек погибло, 7351 ранено, в результате 447 иных происшествиях погибло 70 человек и ранено 395 (рис. 3).

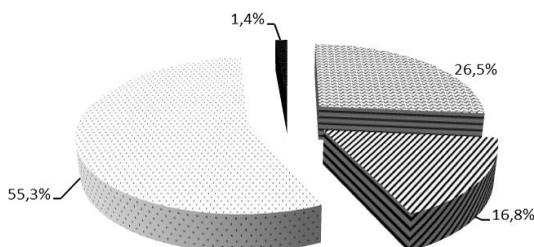


Рисунок 3 – Диаграмма распределения ДТП по виду, %: наезды (55,3%), столкновения (26,5%), опрокидывания (16,8%), иные происшествия (1,4%)

Виновниками дорожно – транспортных происшествий стали:

1. **Водители.** По вине водителей произошло 25185 ДТП (63,9% от общего количества ДТП), в результате которых погибло 4543 человека, ранено 33120. Распределение ДТП по основным видам нарушения правил дорожного движения (ПДД) водителями: – превышение установленной скорости 250 ДТП, погибло 77 человек, ранено 422; – несоответствие скорости конкретным условиям 2806 ДТП, 473 человека погибло, 1337 ранено; – выезд на полосу встречного движения 721 ДТП, 238 человек погибло, 1337 ранено; – несоблюдение очередности проезда 1009 ДТП, 73 человека погибло, ранено 1447 человек; – отсутствие права на управление АТС 560 ДТП, 87 человек погибло, 754 ранено.

Диаграмма распределения ДТП, по основным видам нарушения правил дорожного движения водителями, представлена на рисунке 4.

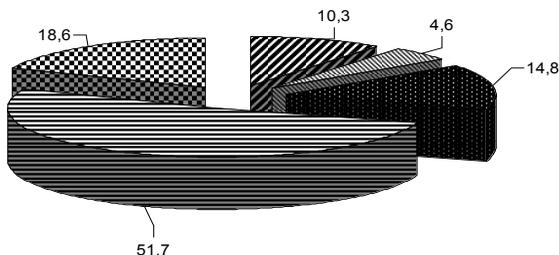


Рисунок 4 – Диаграмма распределения ДТП, по основным видам нарушения правил дорожного движения водителями, %: несоответствие скорости конкретным условиям – 51,7%; несоблюдение очередности проезда – 18,6%; выезд на полосу встречного движения – 14,8%; отсутствие права на управление АТС – 10,3%; превышение установленной скорости – 4,6%

Водители со стажем управления транспортным средством до 2 лет совершили 1831 ДТП, от 2 до 3 лет – 1832 ДТП, от 3 до 5 лет – 1048, от 5 до 10 лет – 4219 ДТП, свыше 10 лет – 4533 ДТП.

Диаграмма распределения ДТП по стажу работы водителя представлена на рисунке 5.

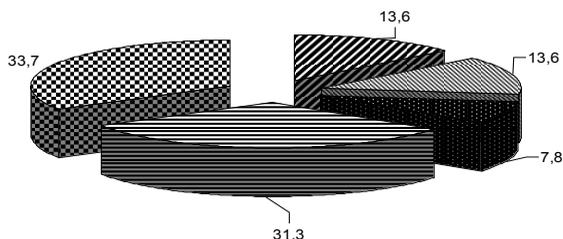


Рисунок 5 – Диаграмма распределения ДТП по стажу работы водителя, % до 2 лет – 13,6%; от 2 до 3 лет – 13,6%; от 3 до 5 лет – 7,8%; от 5 до 10 лет – 31,3%; свыше 10 лет – 33,7%

Продолжают совершать ДТП водители, употребляющие спиртные напитки. За период исследований по вине нетрезвых водителей произошло 5297 ДТП, в которых погибло 1189 человек и 6989 человек получили травмы различной степени тяжести.

2. **Пешеходы.** По вине пешеходов произошло 7450 ДТП, в которых погибло 1253 человека, ранено 6729 человек.

3. **Неисправности автотранспортных средств.** По причине неисправностей АТС произошло 735 ДТП:

– неисправности внешних световых приборов – 214; – неисправности тормозной системы – 213; – неисправности шин и колес – 151; – неисправности рулевого управления – 79; – неисправности сцепного устройства – 24; – иных неисправностей – 58.

Диаграмма распределения ДТП по причине неисправностей АТС представлена на рисунке 6.

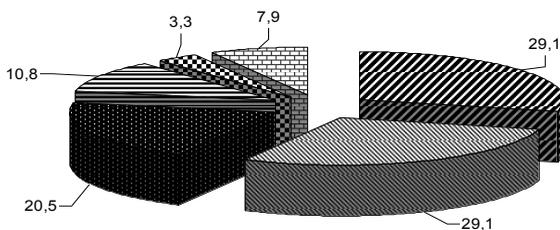


Рисунок 6 – Диаграмма распределения ДТП из – за неисправностей АТС, % неисправности внешних световых приборов – 29,1%; неисправности тормозной системы – 29,1%; неисправности шин и колес – 20,5%;справности рулевого управления – 10,8%; неисправности сцепного устройства – 3.3%; иных неисправностей – 7,9%

4. Неудовлетворительные дорожные условия стали причиной 4819 ДТП;

– низкие сцепные качества покрытия – 1442 ДТП; неудовлетворительное состояние обочин – 244 ДТП; отсутствие тротуаров , пешеходных дорожек – 299 ДТП; отсутствие горизонтальной разметки – 1473;

отсутствие вертикальной разметки – 93 ДТП; недостаточное освещение – 572 ДТП; неисправное освещение – 373 ДТП; отсутствие дорожных знаков – 124 ДТП.

По возрасту пострадавшие в ДТП распределились следующим образом: в возрасте до 7 лет погибло 80 детей, 687 ранено; от 7 до 14 – погибло 125 детей, 1919 ранено; от 14 до 16 – погибло 133 человека, ранено 1633; от 16 до 26 – погибло 1163 человека, ранено 10287; от 26 до 41 – погибло 1590 человек, 9970 ранено; от 41 до 60 – погибло 1417 человек, 7385 ранено; свыше 60 лет погибло 899 человек, 2655 ранено.

Диаграмма распределения погибших и раненых в ДТП по возрасту представлена на рисунке 7,8.

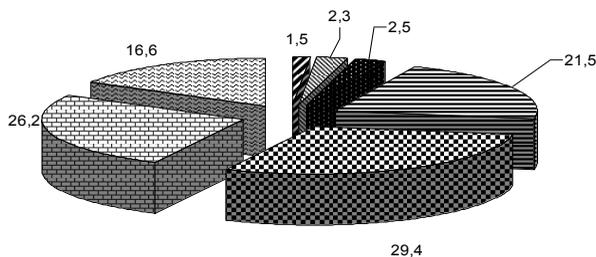


Рисунок 7 – Диаграмма распределения погибших в ДТП по возрасту, %: до 7 лет – 1,5%; 7 до 14 – 2,3%; от 14 до 16 – 2,5%; от 16 до 26 – 21,5%; от 26 до 41 – 29,4%; от 41 до 60 – 26,2%; свыше 60 лет – 16,6%

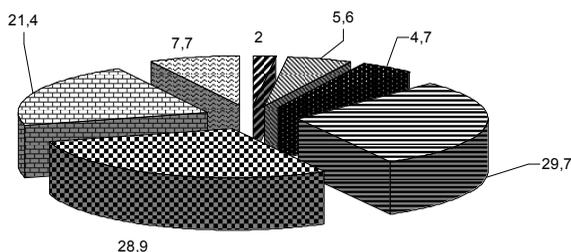


Рисунок 8 – Диаграмма распределения раненых в ДТП, по возрасту, %: в до 7 лет – 2,0%; от 7 до 14 – 5,6%; от 14 до 16 – 4,7%; от 16 до 26 – 28,7%; от 26 до 41 – 28,9%; от 41 до 60 – 21,4%; свыше 60 лет – 7,7%

Как видно из результатов исследований видно, что больше всех пострадали люди в возраст от 16 до 40 лет. Большой процент пострадавших составляют дети в возрасте от 7 до 16 лет.

По социальному положению пострадавшие в ДТП распределились следующим образом:

рабочие – 581 человек погубло, 5813 ранено; служащие – 118 человек погубло, 1716 ранено; военнослужащие – 24 человека погубло, 2583 ранено; пенсионеры – 490 человек погубло, 2583 ранено; безработные– 1514 человек погубло, 9310 ранено; учащиеся – 214 человек погубло, 3367 ранено; предприниматели – 41 человек погубло, 534 ранено; прочие – 111 человек погубло, 917 ранено.

Диаграммы распределения погибших и раненых в ДТП по социальному положению представлены на рисунках 9,10.

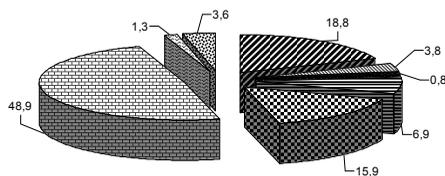


Рисунок 9 – Диаграмма распределения погибших в ДТП, по социальному положению, %: рабочие – 18,8%; служащие – 3,8%; военнослужащие – 0,8%; учащиеся – 6,9%; пенсионеры – 15,9%; безработные – 48,9%; предприниматели – 1,3%; прочие – 3,6%

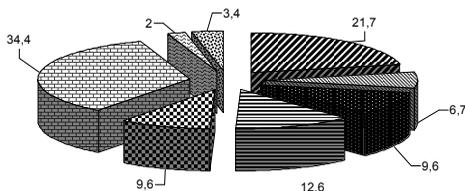


Рисунок 10 – Диаграмма распределения раненых в ДТП, по социальному положению, %: рабочие – 21,7%; служащие – 6,7%; военнослужащие – 9,6%; учащиеся – 12,6%; пенсионеры – 9,6%; безработные – 34,4; предприниматели – 2,0%; прочие – 3,4%

Распределение ДТП по месяцам года представлено на рисунке 11, погибших и раненых на рисунке 12.

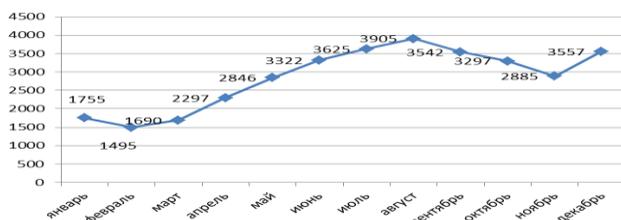


Рисунок 11 – Динамика распределения ДТП по месяцам года



Рисунок 12 – Диаграмма распределения пострадавших в ДТП, по месяцам года: а) погибших; б) раненых

Распределение ДТП по дням недели представлено на рисунке 13, погибших и раненых на рисунке 14.

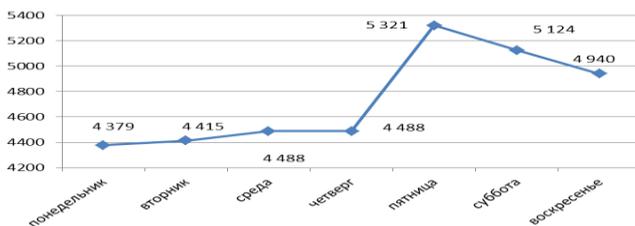
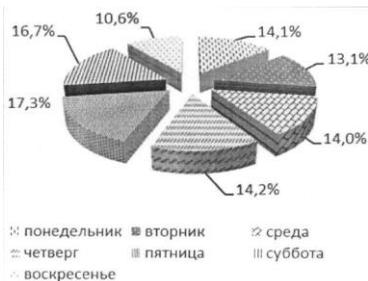


Рисунок 13 – Динамика распределения ДТП по дням недели



а)



б)

Рисунок 14 – Диаграмма распределения пострадавших в ДТП, по неделям месяца: а) погибших; б) раненых

Распределение ДТП по часам суток представлено на рисунке 15, погибших и раненых на рисунке 16.

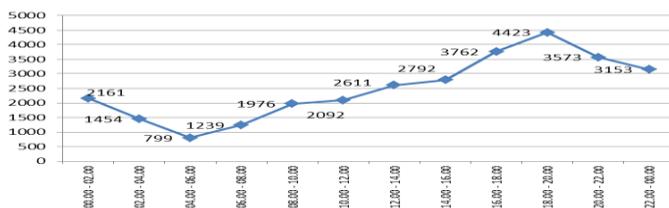
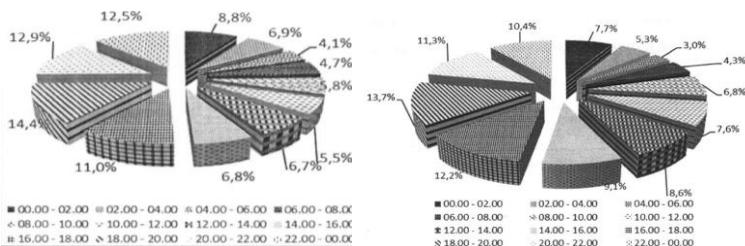


Рисунок 15 – Динамика распределения ДТП по часам суток



а)

б)

Рисунок 16 – Диаграмма распределения пострадавших в ДТП, по часам суток: а) погибших; б) раненых

Анализ показателей аварийности на дорогах Брянской области позволяет авторам отметить следующее:

1. Наиболее пострадавшей категорией участников движения продолжают оставаться водители, пешеходы и пассажиры транспортных средств.

2. Число дорожно-транспортных происшествий значительно возросло на автодорогах федерального значения, в том числе: «Украина», «Орел-Брянск- Смоленск».

3. Количество дорожно-транспортных происшествий по месяцам года распределилось неравномерно. Пик аварийности пришелся на летние месяцы, достигая наивысшего значения в августе.

4. Максимальное число ДТП регистрировалось в пятницу. Самым «аварийноопасным» отмечено время с 18 до 20 часов. Наибольшему риску получения смертельных травм подвергались участники дорожного движения с 02 до 03 часов.

5. Основное количество ДТП допущено из-за нарушений ПДД водителями транспортных средств. Основное количество ДТП совершено водителями легкового транспорта. Наиболее распространенными причинами ДТП, из-за нарушений ПДД водителями, были: несоответствие скорости конкретным дорожным условиям, несоблюдение очередности проезда, несоблюдение дистанции, управление транспортом в состоянии опьянения, выезд на полосу встречного движения, нарушения правил проезда пешеходных переходов.

6. Наиболее распространенными видами дорожно-транспортных происшествий являются столкновения и наезд на пешехода. Особо выражена проблема аварийности из-за нарушений ПДД пешеходами в городах и населенных пунктах. Несмотря на ужесточение административного законодательства, по прежнему остается высоким число наездов на пешеходных переходах.

7. Требуется внимания проблема детского дорожно-транспортного травматизма. Значительно увеличилось число ДТП участием детей в воз-

расте от 10 до 14 лет.

8. С недостатками в транспортно-эксплуатационном состоянии улиц и дорог связана четверть совершенных ДТП. Наиболее характерна указанная проблема для областного центра. Наиболее часто фиксировалось отсутствие горизонтальной разметки.

Для повышения уровня безопасности движения автотранспортных предприятий авторы предлагают внедрить комплекс мероприятий, в котором основные мероприятия, направленные на предупреждение ДТП объединены в несколько групп:

1. Совершенствование системы подготовки и переподготовки водителей транспортных средств и инженерно-технических работников (ИТР):

ежегодное обучение инженерно-технических работников, связанных с движением транспортных средств, вопросам безопасности дорожного движения по специальной программе со сдачей зачетов; ежегодное обучение водителей основам безопасности дорожного движения; совершенствование профессионального мастерства водителей транспортных средств; выполнение установленных требований учебы и стажировки водителей транспортных средств.

2. Улучшение медико-санитарного обслуживания водителей и контроля за состоянием их здоровья: обязательные периодические медицинские переосвидетельствования водителей транспортных средств в установленные сроки; предрейсовые, послерейсовые и межрейсовые медицинские осмотры водителей; создание сети передвижных медицинских пунктов для контроля за состоянием здоровья водителей; создание стационарных здравпунктов и поликлиник.

3. Улучшение технического состояния транспортных средств, дорожных условий, совершенствование организации перевозок людей и грузов и контроля водителей на линии:

контроль за соблюдением и качественным техническим обслужи-

ванием и ремонтом транспортных средств; внедрение диагностических комплексов для определения технического состояния транспортных средств; создание действенного контроля за состоянием автомобильных дорог и своевременное принятие мер по обеспечению безопасных условий движения транспортных средств; выполнение положения о рабочем времени и времени отдыха водителей; разработка общероссийских требований по обеспечению безопасностью перевозок транспортными средствами; создание действенной системы контроля за работой водителей в дорожных рейсах; повышение эффективности индивидуальной работы с водителями.

4. Совершенствование деятельности службы безопасности дорожного движения: разработка и реализация планов работ по предупреждению дорожно-транспортных происшествий; организация учета и анализа дорожно-транспортных происшествий, участие в их служебном расследовании; выпуск публикаций по вопросам безопасности дорожного движения.

5. Совершенствование работы с кадрами: организация работы кабинетов и уголков по безопасности дорожного движения и их оборудование современными средствами обучения (ауди-, видеотехника, специальные тренажеры); организация работы водителей - инструкторов по безопасности дорожного движения по совершенствованию профессионального мастерства и дисциплины водителей при движении; внедрение материальных стимулов для водителей за безаварийную работу; регулярная аттестация по безопасности дорожного движения руководящих работников служб предприятий.

Принимаемые на Федеральном и региональном уровнях меры по снижению показателей аварийности на дорогах Российской Федерации позволили несколько стабилизировать положение в данной сфере, создали тенденцию их снижения, однако, абсолютные цифры и относительные

показатели дорожного травматизма остаются достаточно высокими.

Как считает Правительство Российской Федерации, снизить показатели аварийности в стране позволит разработанная Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 3 октября 2013 г. №864.

Целью программы является сокращение смертности от дорожно-транспортных происшествий к 2020 году на 8 тыс. человек (28,82 процента) по сравнению с 2012 годом.

Задачами программы являются: создание системы пропаганды с целью формирования негативного отношения к правонарушениям в сфере дорожного движения; формирование у детей навыков безопасного поведения на дорогах; повышение культуры вождения; развитие современной системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях; повышение требований к подготовке водителей на получение права на управление транспортными средствами и требований к автошколам, осуществляющим такую подготовку.

Общий объем финансирования Программы на 2013 – 2020 годы (в ценах соответствующих лет) составляет 32422,872 млн. рублей.

Литература.

1. Христофоров Е.Н. Сакович Н.Е., Никитин А.М. Теоретические основы безопасности дорожного движения – Брянск : изд. ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2014. – 188 с .

2. Христофоров Е.Н. О состоянии аварийности на дорогах Брянской области/ Е.Н. Христофоров А.М. Никитин, Н.Е. Сакович, // Безопасность жизнедеятельности. – №2. – 2015. – С. 63 – 67.

3. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах», распоряжение Правительства РФ от 20.02. 2006. - №100.

4. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах» утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 3 октября 2013.- №864.

5. Дорожно – транспортные происшествия по Брянской области. Статистически сборник. – Брянск. ГИБДД УМВД по Брянской области, 1991 – 2015 гг.

УДК.631

СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

к.х.н., профессор Заглядимова Н.В.

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ),
Нижегородский филиал, Россия*

METHOD OF INTENSIFICATION DISTANCE LEARNING

Candidate of Chemical Sciences, professor Zaglaydimova N.V.,

*Moscow State University of Railway Engineering
(the branch of Moscow Institute of Transport Engineers)
Nizhny Novgorod branch, Russia*

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы, связанные с особенностями заочного образования. Качество заочного образования может быть существенно улучшено путем создания целостной личностно-социально-деятельностной концепции, адекватной данной форме обучения. Такая концепция должна включать единство содержания, методов и форм обучения, основанных на методологическом подходе к изучаемому предмету и процессу его познания, с неизменным учетом профессиональной направленности.

Annotation. The authors state that extra-mural education can be improved through the unity of its instructional contents, forms and media. They have chosen a model of instruction based on the personality and methodology foundations. Its advantage consists in the possibility of development of teaching process and in the resulting qualitative restructuring of this form of studies.

Ключевые слова: Интенсификация, оптимизация содержания, иерархические графические структуры, активные методы обучения, коллективные формы обучения и контроля.

Key words: Intensification, optimization of content, graphical hierarchical structure, active learning methods, collective forms of training and supervision.

Как известно, заочное обучение в настоящее время довольно широко распространено в нашей стране. Однако оно имеет значительные особенности, которые требуют учета в построении преподавания, особенно фундаментальных дисциплин. На наш взгляд такой вид образования дол-

жен быть направлен в сторону интенсификации учебного процесса.

Резервы интенсификации заочного обучения заключены в единстве социально-психологической, мотивационной и дидактической сторон обеспечения учебного процесса – его содержания, методов, форм и средств. При этом следует подчеркнуть, что выбор каждого компонента методической системы должен быть подчинен какой-либо одной или нескольким доминирующим особенностям заочника. Кроме того, эти компоненты следует отбирать с учетом целей обучения, а также потребностей и возможностей студентов-заочников. Ведь четкие цели значительно оптимизируют учебный процесс, а готовность к учебе создает устойчивую мотивацию учения.

Целью обучения заочника теоретической дисциплине является умение видеть предметный аспект в инженерной ситуации и возможность принимать практические решения. Для достижения этой цели необходимо:

- развитие научного мировоззрения;
- формирование определенного уровня предметного мышления;
- обеспечение определенного опыта профессиональной деятельности и его использование для конкретных инженерных рекомендаций;
- обучение принятию совместных решений и культуре общения в коллективе;
- привитие навыков и умений самообразования и рациональной организации своего труда.

Реализации поставленных задач способствуют следующие факторы.

Личностно-социальный фактор. Учет социально-психологических особенностей заочника является основной предпосылкой и одновременно одним из компонентов излагаемой концептуальной системы. Этот фактор интенсифицирует познавательные процессы сту-

дента-заочника, обеспечивая положительную мотивацию собственной деятельности за счет объективно-значимой информации, использования активных методов и форм обучения, эмоционально-образного восприятия материала.

Необходимо подчеркнуть, что личностно-социальный фактор может быть реализован лишь при наличии постоянно действующей обратной связи как положительной, так и отрицательной в цепочке «преподавание-учение». Такая связь предполагает тесное сотрудничество, а не жесткий диктат в характере взаимоотношений между преподавателем и студентами. В этом случае происходит совпадение обеих сторон, и учение становится личным делом студента.

Другим требованием личностной сферы является индивидуализированное обучение в соответствии с возможностями каждого студента, сочетающее в себе поощрение и тренировку, действенные моральные стимулы и контроль. В этих условиях заочнику становится интересным сам процесс познания.

Оптимизация содержания. При конструировании содержания теоретической дисциплины для студента заочника необходимо учитывать следующее:

- реальный фонд времени заочника;
- профессиональную направленность дисциплины;
- доступность учебной информации.

Для реализации этих критериев необходимы высокая организация информации в соответствии с целями обучения и управление процессом ее усвоения. С психологической точки зрения такой подход означает стремление «на немногом учить многому».

Начать реорганизацию содержания с этих позиций следует, разумеется, с отбора минимума информативных знаний. Это ядро знаний формируется на основе методологии науки с учетом профиля специалиста.

Полученный таким образом понятийный каркас предмета включает базисные идеи науки. Он объединяет конкретные знания и представляет собой систему опорных знаний предмета, которая дает как раз тот необходимый минимум, которым студент-заочник должен овладеть, чтобы гибко пользоваться им. По нашему мнению, такая система в виде специальной части или локальных вкраплений в курс должна обязательно включать и прикладные знания.

Для заочников решающее значение имеет осмысление, интерпретация нового материала, установление его связей с известным. Этому способствует структурирование выделенного ядра содержания, то есть определение в нем основных ориентиров и их взаимосвязей. Четкая структура дисциплины, управляя процессом усвоения, одновременно позволяет осуществлять и самоуправление студента-заочника своей познавательной деятельностью. Ясно, что при этом особенно важен способ предъявления студенту учебной информации, ее моделирование. В данных условиях наиболее эффективным является формирование наглядно-образного мышления заочника с помощью специальных дидактических средств. Такими средствами могут служить графические структуры, и в частности структурно-логические модели и конспект-схемы. На использование известного дидактического принципа наглядности в обучении взрослых мы рекомендуем обратить особое внимание, так как при этом облегчается трансформация зрительных представлений в умственные.

Системное изображение учебного материала в виде иерархических структур (общая структура дисциплины – структура разделов – структуры тем – конспект – схемы) позволяет развивать дедуктивное мышление, дающее цельность восприятия за счет более высокой степени обобщения информации. Оно же формирует умение осуществлять переход от понимания общих проблем к решению конкретных вопросов. Накладываясь на социальную практику заочника, дедуктивный способ познания является

важным элементом интенсификации его обучения (1).

Вместе с тем, для того чтобы студент-заочник принял предлагаемую информацию, открыл для себя цель и предмет изучения, ему необходимы и рефлексивные знания, которые подводят к изучаемой проблеме. Это, в известной мере, достигается научно-популярным и эмоциональным изложением материала в проблемном диалогическом режиме.

Активные методы обучения. Они предполагают активность обеих взаимодействующих сторон, которая достигается только в случае сочетания позиций обучающего и обучаемого.

При выборе методов обучения студента-заочника следует руководствоваться особенностями его социального поведения. Так как заочник привык «действовать» на производстве, ему импонируют деятельные методы обучения. Ведь вследствие прошлого опыта у него в значительной мере уже развита социальная совместная деятельность, которая является исходной формой любой человеческой деятельности, в том числе и учебной. В этих условиях деятельностный подход к обучению, по-видимому, оптимален, так как органичен для производственника и поэтому является элементом, катализирующим учебный процесс. Но этот важный резерв интенсификации в процессе заочного обучения используется пока недостаточно, тем самым нарушается принцип единства строения внутренней и внешней деятельности.

Чтобы использовать в преподавании психологическую установку заочника на практические действия, требуется создать условия для ее реализации как по линии информационной, так и дидактической. А это значит, что информативная часть должна включать в себя четкие цели изучения, систему теоретических знаний (понятий), необходимых для достижения этой цели, и выводные знания. Накопление объема знаний только через информативный метод восприятия не приведет к использованию их в практической деятельности.

Дидактический материал организует деятельность по усвоению системных знаний, в частности через систему многоуровневых индивидуализированных заданий, соответствующих возможностям каждого студента. Деятельностный подход в данном случае состоит в том, чтобы эти задания, во-первых, строго отвечали педагогическим целям обучения, а во-вторых, были обеспечены технологией выполнения посредством их алгоритмизации.

Для осуществления установки на деятельность, кроме структурного аспекта ее рассмотрения (цели – средства – практика) следует опираться на мотивы и личностный фактор заочника, в том числе на профессиональные потребности и способность к самоконтролю. Действительно, для заочника в большей степени, чем для студента дневного обучения, важен процесс достижения результата, его осмысление и самокоррекция. Этим объясняется необходимость особого внимания к процессуальной, технологической стороне заочного обучения. В полной мере преимущества таких методов раскрываются в проблемных заданиях, содержащих конкретные производственные ситуации (2).

Коллективные формы обучения и контроля. Деятельностные методы требуют групповых форм обучения и контроля, так как общение – это основной атрибут деятельности. Такие формы обучения наиболее оптимальны для заочника, прежде всего, в силу социально принятого способа его поведения в производственном коллективе.

Коллективные формы обучения могут осуществляться в самых разнообразных вариантах. При изучении теоретической дисциплины целесообразно собеседование в виде дискуссии «за круглым столом» по заранее известной программе. Особую значимость такое обсуждение приобретает в случае поликритериальных практических ситуаций, так как здесь решается проблема не только усвоения знаний, но и реализация их. При этом происходит самостоятельный поиск студентами наилучшего варианта в

результате рассмотрения всех возможных.

Такое общение в диалогическом режиме учит принятию совместных решений, что важно для производственной деятельности заочника не в будущем, а уже сегодня. Кроме того, коллективная мотивация учения, реализуемая в групповой дискуссии на состязательной основе, стимулирует личную познавательную активность студента-заочника и одновременно создает учебный коллектив.

Отметим и еще один педагогический эффект. В процессе обмена словесной информацией студенты учатся свободно и грамотно выражать свои мысли, а, следовательно, усваивать содержание самой науки посредством понятий, логических конструкций и их обобщений. Тем самым достигается гуманитаризация технического образования, его широта и цельность. Хотелось бы подчеркнуть в этой связи очевидность того, что развить у студентов целостный способ мышления можно только сознательным культивированием в учебном процессе способности обсуждать.

Групповая форма общения является важнейшим элементом интенсификации заочного обучения ещё и потому, что при коллективном обучении 84% информация передается устно, что дает заочнику значительную экономию времени. Реализация перечисленных методов и средств интенсификации учебного процесса позволит студенту-заочнику получить необходимый активный объем знаний, который должен постоянно пополняться.

Изложенный подход к системе заочного образования в конечном итоге можно рассматривать как реальное воплощение современного стиля жизни, в основе которого лежит активизация человеческого фактора.

Литература.

1. Заглядимова Н.В., Фокина Ю.Е., Катаева Л.Ю. Методика системно-деятельностного моделирования процесса обучения // Педагогика и психология: теория и практика: матер. междунар. научно-практ. конф. -

Новосибирск, 2012. - С.136.

2.Чернова Ю.К. Технология реализации компетентностного подхода в образовании и производственной деятельности: монография/ под науч.ред. В.В. Щипанова. Самара, СНЦ РАН, 2009. – С. 286.

УДК 631.3:631.115

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИКОЙ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

д.т.н., профессор Сазонов С.Н.,

к.э.н., Сазонова Д.Д.

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов

AMOUNT OF EQUIPMENT ON FARMS

Doctor of Engineering Sciences, professor Sazonov S.N.,

Candidate of Economic Sciences, Sazonova D.D.,

All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov

Аннотация. В статье представлен ретроспективный анализ обеспеченности сельскохозяйственной техникой типичных фермерских хозяйств Тамбовской области. Проанализированы показатели фондообеспеченности и фондоотдачи в обследованных фермерских хозяйствах. Приведена группировка фермерских хозяйств по размерам землепользования, фондообеспеченности и фондоотдачи.

Abstract. The article presents a retrospective analysis of the number of agricultural machinery in typical farms in Tambov region. Analyzed indicators capital-labor ratio and return on assets in the surveyed farms. Shows the grouping of farms by land size, capital-labor ratio and return on assets.

Ключевые слова: крестьянские (фермерские) хозяйства; использование; сельскохозяйственная техника.

Key words: farms; use; agricultural machinery.

Нет нужды доказывать очевидную истину о том, что техническое оснащение фермерских хозяйств во многом предопределяет настоящее и будущее фермерского сектора аграрной экономики страны [1,2]. Однако, если за 1993-2014гг. площадь землепользования в обследованных фермерских хозяйствах Тамбовской области увеличилась в 2,9 раза [3], то количество зерноуборочных комбайнов осталось практически тем же. Правда, увеличилось на 65,2% количество колесных тракторов, но при этом сни-

зилось количество гусеничных тракторов на 14,1%, а грузовых автомобилей –на 41,5% (таблица 1). При этом, по данным на начало 2015г., 100% гусеничных и 68,4% колесных тракторов, 84,2% зерноуборочных комбайнов и 73% грузовых автомобилей уже полностью самортизированы.

Таблица 1 - Наличие техники в среднем фермерском хозяйстве

Календарный год	Тракторы гусеничные, шт		Тракторы колесные, шт.		Зерноуборочные комбайны		Грузовые автомобили, шт	
	все-го	в т.ч. полностью саморти- зированы	все-го	в т.ч. полностью саморти- зированы	все-го	в т.ч. полностью саморти- зированы	все-го	в т.ч. полно- стью самор- ти- зированы
1993	0,78	0	0,46	0	0,54	0	0,82	0
1994	0,78	0	0,43	0	0,57	0	0,79	0
1995	0,67	0	0,43	0	0,57	0	0,71	0
1996	0,67	0	0,46	0	0,62	0	0,75	0
1997	0,67	0	0,52	0	0,62	0	0,86	0
1998	0,70	0	0,58	0	0,62	0	0,86	0
1999	0,70	0,02	0,61	0	0,57	0	0,90	0
2000	0,70	0,37	0,61	0	0,57	0	0,86	0
2001	0,70	0,67	0,61	0,04	0,61	0	0,82	0
2002	0,70	0,67	0,61	0,07	0,61	0,22	0,86	0
2003	0,76	0,67	0,67	0,43	0,62	0,38	0,95	0,04
2004	0,76	0,67	0,67	0,63	0,62	0,48	0,90	0,33
2005	0,75	0,68	0,63	0,58	0,58	0,50	0,96	0,54
2006	0,76	0,72	0,62	0,58	0,58	0,57	0,96	0,67
2007	0,76	0,71	0,62	0,57	0,57	0,52	0,90	0,76
2008	0,76	0,71	0,67	0,62	0,57	0,52	0,86	0,71
2009	0,76	0,71	0,67	0,62	0,57	0,52	0,81	0,62
2010	0,76	0,71	0,67	0,57	0,57	0,52	0,71	0,52
2011	0,71	0,71	0,62	0,48	0,52	0,48	0,62	0,48
2012	0,71	0,71	0,76	0,48	0,52	0,48	0,52	0,38
2013	0,67	0,67	0,76	0,52	0,52	0,48	0,48	0,38
2014	0,67	0,67	0,76	0,52	0,57	0,48	0,52	0,38

Дело в том, что основное количество техники (от 70,6 до 94,4% в зависимости от ее вида) было приобретено на кредитные средства в период 1991-94гг., поэтому срок полезного их использования практически истек, а обновление парка за счет собственных средств фермерского хозяйства было весьма незначительным.

За период 1993-1998 гг. средняя стоимость основных средств в фермерских хозяйствах возросла в 106 раз. Но это увеличение было обусловлено, в основном, их периодической переоценкой. Увеличение же количества техники было незначительно: число колесных тракторов за тот же период возросло в 1,26 раза, грузовых автомобилей - в 1,05 раза и зерноуборочных комбайнов – в 1,15 раза.

За последующий период (1998-2010гг.) восстановительная стоимость основных средств практически не изменялась: колебания от среднего за этот период значения (341,6 тыс.руб.) составили не более 4,1%. В то же время стоимость амортизируемых средств снизилась в 6,2 раза (под амортизируемыми основными средствами понимаются средства, имеющие положительную остаточную стоимость). Таким образом, к началу 2011г. 92% основных средств (в стоимостном выражении) уже исчерпали срок полезного их использования.

За последние четыре года (2011-2014гг) произошли заметные изменения. Во-первых, снизилось количество грузовых автомобилей на 26,7%, во-вторых, возросли восстановительная и остаточная стоимости техники, соответственно, в 1,4 и 5,1 раза. Это стало следствием не только приобретения за последний год новой техники, но и ужесточения порядка исчисления транспортного налога, в связи с чем фермеры вынуждены избавляться от старых, но вполне работоспособных грузовых автомобилей.

Общий анализ структуры основных средств производства (таблица 2) показывает, что в стоимостном выражении они на 91,6% представлены машинами и механизмами. Иными словами в фермерских хозяйствах

практически отсутствуют объекты производственной инфраструктуры.

Таблица 2 - Наличие основных средств и их структура в среднем фермерском хозяйстве (на 1 января 2015 года)

Наименование основных средств	Количество, шт.	Стоимость тыс. руб.	Удельный вес в общей стоимости, %	Остаточная стоимость, тыс.руб.	Износ, %
Тракторы – всего	1,43	191,3	40,4	62,6	67,3
в т.ч. гусеничные	0,67	53,4	11,3	0	100
колесные	0,76	137,9	29,1	62,6	54,6
Грузовые автомобили	0,52	52,2	11,0	19,9	61,8
Сельхозмашины всего	4,57	190,4	40,2	56,3	70,4
в т.ч. зерноуборочные комбайны	0,57	125,1	26,4	39,9	68,1
Здания производственные	0,29	27,0	5,7	0,1	99,7
Прочие основные средства	0,86	12,8	2,7	0	100
ВСЕГО		473,7	100	138,9	70,7

Взаимосвязь размеров землепользования и оснащенности основными средствами, выраженной в стоимостном выражении, описывается зависимостью:

$$P = 55,2 \cdot S^{0,35} \quad (1)$$

где: P – стоимость основных средств, тыс.руб.; S - площадь пашни, га.

Тогда изменение величины фондообеспеченности в зависимости от изменения размеров площади земельного участка опишется следующим выражением:

$$F = 55,5 \cdot S^{-0,65} \quad (2)$$

где: F – фондообеспеченность, тыс. руб./га.

На рисунке 1 представлены графики полученных зависимостей. Как следует из графиков, с увеличением площади землепользования стоимость основных средств в абсолютном исчислении увеличивается, а фондообеспеченность, напротив, снижается. Удельный вес стоимости основных средств, находящихся в распоряжении групп хозяйств, полученных при разбиении фермерских хозяйств по площади землепользования (таблица 2), приведен на рисунке 2.

Так, по данным диаграммы, те 28,6% фермерских хозяйств, которые владеют в общей сложности 3,8% земли, имеют в своем распоряжении 7% от общей суммы основных средств производства, выраженных в денежном исчислении (нижний интервал диаграммы). И в то же время 14,3% хозяйств имеют в своем распоряжении 51,7% пашни и 40,6% основных средств (верхний интервал диаграммы).

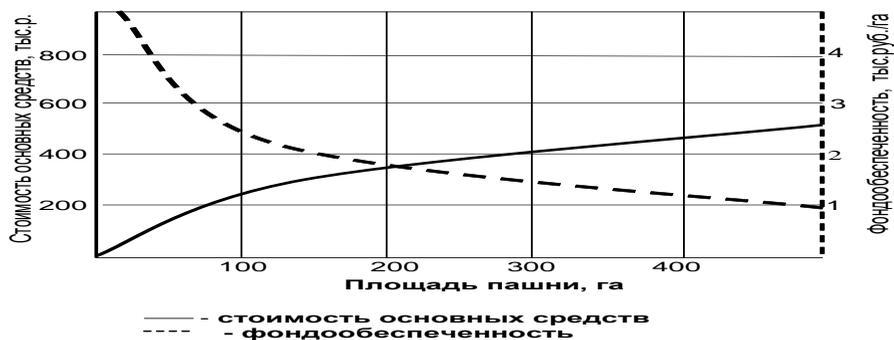


Рисунок 1 - Зависимость стоимости основных средств и фондообеспеченности от площади пашни в фермерском хозяйстве

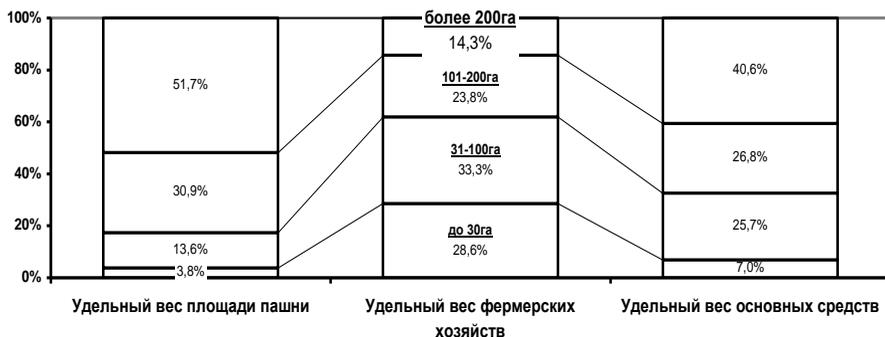


Рисунок 2 - Удельная обеспеченность хозяйств землей и основными средствами (по данным на 01.01.2015г.)

Максимальную фондообеспеченность имеют хозяйства с площадью пашни до 30га, хотя за период 2007-2014гг. она снизилась на 13,4%, и обусловлено последнее не ростом площади пашни (она возросла только на 2%), а скорее снижением стоимости основных средств на 15,5%. Как правило, хозяйства именно этой группы продают технику, и в эту группу переходят те хозяйства, которые сворачивают производство, отказываясь от арендованной земли, оставив только ту, что закреплена на правах собственности, и продавая часть техники (таблица 3).

Таблица 3 - Обеспеченность фермерских хозяйств основными средствами и земель

№	Группы хозяйств с площадью:	Удельный вес ФХ в группе, %		Средняя площадь пашни, га		Средняя стоимость основных средств, тыс.руб.		Средняя фондообеспеченность, руб./га	
		2007г	2014г	2007г	2014г	2007г	2014г	2007г	2014г
1	до 30 га	33,4	28,6	15,1	14,8	134,6	113,8	8914	7689
2	31 -100 га	33,3	33,3	56,3	46,1	409,4	336,9	7272	7308
3	101-200 га	23,8	23,8	138,4	146,4	455,1	533,2	3288	3642
4	более 200 га	9,5	14,3	394,5	408,0	638,0	1347,3	1617	3302

Практически не изменилась фондообеспеченность хозяйств с пло-

щадью 31-100 га, но при этом стоимость основных средств и площадь пашни снизились в 1,22 раза. В группах хозяйств, имеющих площадь пашни более 100га (третья и четвертая группы), напротив, динамика положительная. При том, что площади пашни выросли возросли не существенно (всего на 5,8 и 3,4%, соответственно), стоимости основных средств увеличились в 1,17 и 2,11 раза, что, естественно, привело к увеличению фондообеспеченности в 1,11 и 2,04 раза, соответственно.

Следует отметить, что в этих хозяйствах обеспеченность основными средствами выше не только в стоимостном выражении. Так, практически каждое хозяйство с площадью пашни более 100га имеет в наличии как минимум два трактора, грузовой автомобиль, зерноуборочный комбайн, что в разы превышает обеспеченность техникой первый двух групп хозяйств (таблица 4). Хотя удельная обеспеченность техникой (в расчете на 100га) у последних, естественно, выше.

Таблица 4 - Обеспеченность групп фермерских хозяйств техникой (на 1.01.2015 г.)

№	Группы хозяйств с площадью:	Гусеничные тракторы, шт.		Колесные тракторы, шт.		Зерноуборочные комбайны, шт.		Грузовые автомобили шт.	
		на одно ФХ	на 100 га	на одно ФХ	на 100 га	на одно ФХ	на 100 га	на одно ФХ	на 100 га
1	до 30 га	0,17	1,12	0,33	2,25	0,17	1,12	0,17	1,12
2	31 -100 га	0,71	1,55	0,57	1,24	0,57	1,24	0,14	0,31
3	101-200 га	1,00	0,68	1,20	0,82	0,60	0,41	1,0	0,68
4	более 200 га	1,00	0,25	1,33	0,33	1,33	0,33	1,33	0,33

Так, хозяйства с площадью пашни более 200га имеют наименьшее количество техники в расчете на 100га. Более того, за период 2007-2014гг количество тракторов и комбайнов в расчете на 100га пашни снизилось на 0,05 единиц. Увеличение фондообеспеченности при снижении обеспеченности единицы площади пашни техникой в физическом ее исчислении

говорит о том, что в этой группе хозяйств идет обновление техники – замена старой более новой.

Особенно существенно снижение обеспеченности техникой в группе хозяйств с площадью до 30га. К примеру, количество тракторов уменьшилось на 1,35 единицы в расчете на 100га, грузовых автомобилей – на 3,6. Здесь при снижении фондообеспеченности это свидетельствует о выбытии техники.

Анализ динамики таких важных экономических показателей, как фондообеспеченность и фондоотдача, свидетельствуют о большой диспропорции в изменениях стоимости сельхозпродукции и основных производственных фондов. Так, за период 1993-2014гг. величина выручки за реализованную сельскохозяйственную продукцию с единицы площади (в реальных ценах) увеличилась в 29 раз, а фондообеспеченности - в 50,7 раз. Фондоотдача снизилась в 1,14 раза [4].

К сожалению, в инженерных исследованиях не акцентируется внимание на организационно-экономический аспект проблемы использования, в частности в фермерских хозяйствах, старой и изношенной техники [5]. Хотя значимость в условиях рыночной экономики этих вопросов очень велика. Например, старая техника с низкой остаточной стоимостью не может служить ликвидным залогом при кредитовании, исключается адекватная страховая защита имущественного комплекса фермерских хозяйств [6]. В результате фермерские хозяйства оказываются в заведомо проигрышной позиции при вхождении в продовольственные рынки [7,8].

Литература.

1. Сазонов С.Н. Методология эффективного формирования и использования производственных ресурсов в крестьянских (фермерских) хозяйствах: Автореф. дис. д.т.н. - Саратов, 1998. - 48с.

2. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Оценка эффективности использования производственно-технических ресурсов в фермерских хозяйствах //

Вестник МичГАУ. - 2014. - №1. - С.96-103.

3. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Организационно-правовая структура фермерского землепользования //Наука в центральной России. - 2014. - №5. - С. 38-47.

4. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Оценка технической эффективности фермерских хозяйств // АПК России. -2014. -Т.69. -С.117-125.

5. Ерохин Г.Н. и др. Моделирование показателей использования зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и VECTOR 410 // АПК России. - 2013. -Т.65. - С.114-117.

6. Никитин А. В. Почему страхование сельскохозяйственных культур является дорогим, или Как снизить затраты на страхование // Агро-страхование и кредитование. -2005. - №8 - С. 19-25.

7. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. О соразмерности социальных платежей и результатов деятельности фермерских хозяйств // Человек и труд. - 2013. - №7.

8. Кирияк Е. Г. и др. Справочник экономиста сельскохозяйственной организации -М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012.

СОДЕРЖАНИЕ

КОНСТРУИРОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

Самсонов В.Л., Петровец В.Р., Курзенков С.В. <i>Обоснование параметров ротационных органов, основные предпосылки к разработке метода расчёта сил действующих на диско-зубовые рабочие органы</i>	4
Карпович А.П. <i>Определение оптимального уровня масла для червячного зацепления</i> .	14
Ожерельев В.Н., Никитин В.В. <i>Перспективные направления совершенствования конструкции зерноуборочного комбайна</i>	19
Коцуба В.И., Круглень В.Е., Алексеенко А.С. <i>Анализ движения материала по поверхности инерционных качающихся решёт</i>	26
Коршунов В.Я. <i>Прогнозирование температуры рекристаллизации на основе энергетически пульсирующих дислокаций при упрочнении деталей сельскохозяйственной техники</i>	36
Козлов С.И. <i>Обоснование конструктивных параметров предматричной камеры экспандера</i>	45
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Бычков И.Е. <i>К обоснованию конструктивно-режимных параметров шнекового транспортера-распределителя</i>	52
Лабух В.М., Шмидов Д.В. <i>Оптимизация геометрических параметров глубокорыхлителя</i>	58
Кузнецов В.В. <i>Исследование профиля поля в междурядьях ягодных культур</i>	65
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Коновалова И.И. <i>К определению поверхности теплообмена утилизатора теплоты сушилки</i>	72

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Петровец В.Р., Барыгин Н.А. <i>Обмолот зерновых культур различной влажности универсальным молотильным барабаном</i>	79
Барыгин Н.А., Петровец В.Р. <i>Современные направления повышения эффективности обмолота</i>	84

<i>зерновых культур</i>	
Гутарев В.В.	
<i>Сравнительный анализ сошников посевных агрегатов</i>	89
Петровец В.Р., Дудко Н.И., Ильин В.И.	
<i>Обоснование технологических параметров однодискового сошника с прикатывающим катком</i>	96
Кузнецов В.В.	
<i>Разработка гасителя колебаний экспериментальной штанги полевого опрыскивателя</i>	105
Старовойтов С.И., Гринь А.М., Чемиосв Н.Н., Лямзин А.А., Храмовских К.А.	
<i>Плужный корпус</i>	109
Савенок Л.И., Цыганок Г.П.	
<i>Использование объёмно-вибрационных насосов для транспортирования бесподстилочного навоза</i>	117
Цыбань А.А., Орехов Г.И.	
<i>Разработка и применение универсальных рабочих органов для полосного посева семян сои</i>	124

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК И СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ. ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ерохин Г.Н., Коновский В.В.	
<i>Определение коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов по итогам работы в сельскохозяйственном предприятии</i> ...	130
Петровец В.Р., Дудко Н.И., Успенский В.А.	
<i>Определение долговечности автотракторных двигателей по предельному расходу картерного масла на угар</i>	137
Карташевич А.Н., Гордеенко А.В., Понталев О.В.	
<i>Определение пределов работоспособности топливной системы дизеля в условиях низких температур</i>	143
Понталев О.В., Гордеенко А.В., Воробьёва И.В.	
<i>Модернизация системы смазки дизельного двигателя посредством внедрения датчика уровня масла</i>	153
Феськов С.А., Орехова Г.В., Дьяченко А.В., Гринь А.М.	
<i>Износы стрелчатых культиваторных ламп и возможности использования метода комплектирующих элементов при их восстановлении</i>	159
Михальченков А. М., Новиков А. А., Тюрёва А. А., Рыжик В. Н.	
<i>Поверхностное термоупрочнение – виды и характеристика (краткий аналитический обзор)</i>	166

Михальченков А.М., Бирюлина Я.Ю., Ермакова Т.А., Будко С.И. <i>Абразивная износостойкость эпоксидных композитов, наполненных песками с различной дисперсностью фракции</i>	175
Купреенко А.И., Исаев Х.М., Маловастый К.С., Кондрашова О.Н., Свиридов И.Г. <i>Влияние длительности кавитационной обработки на качественные показатели водного экстракта семян Люпина</i>	181
Филин Ю.И., Козарез И.В., Комогорцев В.Ф., Михальченкова М.А. <i>Методические особенности определения износов дисков конструк- ции «Ромашка»</i>	189
Денисов В.А. Кожухова Н.Ю., Киселева Л.С., Лушкина С.А. <i>К вопросу методологии поведения испытаний поверхностно упроч- ненных деталей рабочих органов почвообрабатывающих орудий</i>	195

ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ И СОПУТ- СТВУЮЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Козлов С.И., Понталев О.В., Кузюр В.М. <i>Определение производительности экспандера при обработке зер- носмесей с включением нетрадиционных кормовых добавок</i>	205
Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик. Д.А. <i>Сообщение новых качеств средствам механизации для работы в сельском хозяйстве</i>	213
Антонов К.В. <i>Болота Башкортостана-объект хрупкого природного геоэколо- гического равновесия</i>	219
Ляхова Л.А., Агеенко Л.В., Менякина А.Г. <i>Методика преподавания дисциплины «Основы экономики пожар- ной безопасности»</i>	228
Христофоров Е.Н., Н.Е. Сакович, Иванин В.Н. <i>Анализ дорожной безопасности транспортных средств Брянской области</i>	232
Заглядимова Н.В. <i>Способы интенсификации заочного обучения</i>	245
Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. <i>Обеспечение техники фермерских хозяйств</i>	252

TABLE OF CONTENTS

DESIGN, MATHEMATICAL METHODS AND COMPUTER TECH- NOLOGY IN ENGINEERING CALCULATIONS

Samsonov V.L., Petrovets V.R., Kurzenkov S.V. Justification rotary bodies of parameters, basic predpo-Shortcuts to de-	4
	263

velop a method for calculating the forces acting on the disco-Toothed working bodies	
Karpovich A.P. Determining the optimum level oil helical and worm gearing	14
Ozhereliev V. N., Nikitin V.V. Perspective directions of improvement of the design of combine harvester	19
Kotsuba V. I., Krupenya E. V., Alekseenko A. S. The analysis of the movement of material on the surface of the inertial oscillating sieves	26
Korshunov V. Ya. Prediction of recrystallization temperature on the basis of the pulsating energy of dislocations in the strengthening of parts of agricultural machinery	36
Kozlov S. I. Rationale, constructive parameters predatrice camera expander	45
Kuprienko A. I., Isaev Kh. M., Bychkov I. E. To the substantiation of constructive-regime parameters of the screw of conveyor-dispenser	52
Labukh V. M., Schmid D. V. Optimization of geometrical parameters of the chisel	58
Kuznetsov V. V. The research profile of the field between rows of crops	65
Konovalova I. I. Determination of heat absorbing surface of the dryer heat exchange ..	72

THE TECHNICAL SYSTEM IN RURAL THE FARM AND PROCESSING INDUSTRIES THE TECHNICAL SYSTEM IN RURAL THE FARM AND PROCESSING INDUSTRIES

Petrovets V. R., Barykin N. A. Threshing various grain crops humidity universal threshing dr.....	79
Barygin N. A., Petrovec V. R. Modern directions of increase of efficiency of threshing of grain crops..	84
Gutarev V.V. The Comparative analysis Ploughshare of sowing units	89
Petrovets V.R., Dudko N.I., Ilin V.I. Basing of construction and technological parameters of one-disc ploughshare with roller	96
Kuznetsov V. V. Development of shock absorber barbell xperimental filed sprayer	105
Starovoytov S. I., A.M. Grin, Chemisov N. N., Lyamzin A.A., Hramov-	109

skikh K.A.	
The plow	
Savenok L.I., Tsyganok G.P.	
The use of three-dimensional vibration of pumps for transportation of liquid manure	117
Tsyban A.A., Orehov G.I.	
Designing and use of universal working bodies for strip sowing soybean seeds	124

**TECHNICAL SERVICE IN AGRICULTURE AND RELATED INDUSTRIES.
MATERIALS TESTING AND TECHNICAL SYSTEMS**

Erokhin G. N., Konowski V. V.	
Determination of the coefficient of readiness of combine harvesters on the results of work in agricultural enterprise	130
Petrovets V.R., Dudko N.I., Uspenskii V.A.	
Determination of durability of automotive engines in certain consumption crankcase oil on the burn	137
Kartaevic A.N., Gordeyenko A.V., Pontalev O.V.	
A definition of the limits of operability of the fuel system of diesel engine in low temperature conditions	143
Pontalev O.V., Gordeyenko A.V., Vorobieva I.V.	
Modernization of lubrication system of a diesel engine by means of introduction of the oil level sensor	153
Feskov S.A., Orehova G.V., Dyachenko A.V., Grin A.M.	
Wears a pointed hoe and lamps using compensating elements at their recovery	159
Mikhalchenkov A. M., Novikov A. A., Tyureva A. A., Ryzhik V.N.	
Surface termouprochnenija – types and characteristics (policy brief).....	166
Mikhalchenkov A.M., Biryulina Ya.Yu., Ermakova T.A., Budko S.I.	
Abrasive wear resistance of epoxy composites filled with sand with different dispersivity fraction	174
Kupreenko A.I., Isaev Kh.M., Malovasty K.S., Kondrashova O.N., Sviridov I.G.	
The effect of duration of cavitation treatment on quality seeds aqueous extract of lupine seeds	181
Filin, Y. I., Kozarez I.V., Komogortsev V.F., Mikhalchenkova M. A.	
Methodical features of determination of the wear disc design "Daisy"	189
Denisov V.A., Kozhukhova N. Yu., Kiselyova L.S., Lushkina S. A.	
To the question of methodology testing of surface-hardened parts of the working bodies of tillers	195

ENVIRONMENT AND SAFETY IN THE TECHNOSPHERE-RELATED RESEARCH

Kozlov S.I., Pontaliov O.V., Kuzûr V.M. Determination of the performance of the expander in the processing of grain mixtures with the inclusion of non-traditional feed additives	205
Varyyudin V.V., Romaneev N.A., Bezique. D.A. The message of new qualities mechanization for work in agriculture	213
Antonov K. V. Swamps of Bashkortostan object fragile natural gynecological balance	219
.....	
Lyakhov L.A., L.V. Ageenko, Menâkina A.G. Teaching methods of discipline "fundamentals of the economy fire safety"	228
Khristophorov E.N., Sakovich N.E, Ivaniv V.N. Analysis of road vehicle safety in Bryansk region	232
Zaglyadimov N. V. The ways of intensification of distance learning	245
Sazonov S. N., Sazonova D. D. Amount of equipment on farms	252

**КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ
МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

Инженерно-технологический факультет

Редактор Павлютина И.П.
Компьютерная верстка Ермакова Т.А.

Подписано к печати 07.06.2016 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 15,51. Тираж 1000 экз. Изд. № 5054.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ

Отпечатано в Брянском центре научно-технической информации
241050, г. Брянск, ул. Горького, 30
тел. (4832) 74-09-43, 66-09-18
e-mail: cnti@online.bryansk.ru