

**ПО МАТЕРИАЛАМ XXVII-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**  
**«КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ  
МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Купреенко А.И., Исаев Х.М., Полянская А.И.</b> <i>К определению эксплуатационных показателей кормовых вагонов</i>	3
<b>Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н.</b> <i>Горизонтальная составляющая тягового сопротивления лемеха</i>	6
<b>Потапов С.В.</b> <i>Особенности функционирования коренных подшипников коленчатого вала тракторного двигателя на эксплуатационных режимах</i>	9
<b>Купреенко А.И., Шкуратов Г.В.</b> <i>Результаты испытания вентиляционно-отопительной панели для животноводческих помещений</i>	12
<b>Панова Т.В., Панов М.В., Ляхова Л.А.</b> <i>Технологическая схема заготовки зерна с применением малогабаритной зерносушилки на примере зерна яровой пшеницы</i>	16
<b>Купреенко А.И., Кондрашова О.Н.</b> <i>Перспективные технологии производства заменителя цельного молока</i>	20
<b>Шмидов Д.В., Лабух В.М.</b> <i>Технические средства для измельчения и заделки сидератов в почву</i>	24
<b>Блохин В.Н., Романеев Н.А., Никитин В.В.</b> <i>Насадка для механических граблей</i>	27
<b>Карташевич А.Н., Тригуб А.А.</b> <i>Использование альтернативных топлив в тракторных двигателях внутреннего сгорания</i>	28
<b>Гаврилов И.И., Сапьяник Г.Н., Сравнительный анализ работы машин с дисковым центробежным разбрасывателем и штанговым рабочим органом</b>	30
<b>Гусаров В.В., Гусаров И.В.</b> <i>Сравнительные показатели работы зерноуборочного комбайна КЗС 10К с дифференцированной рабочей поверхностью подбарабannya молотильного аппарата</i>	31
<b>Самсонов В.Л., Петровец В.Р.</b> <i>Показатели повышения качества междурядной обработки картофеля</i>	36
<b>Кругленя В.Е., Цайц М.В., Левчук В.А., Кармишин Е.И.</b> <i>Обоснование конструктивных параметров барабанно-планчатого устройства для очеса стеблей льна</i>	38
<b>Кругленя В.Е., Радовский А.С., Цайц М.В.</b> <i>Устройство для отделения головок льна в линии переработки</i>	41
<b>Алексеев А.С., Коцуба В.И., Безрученко А.В., Киреев А.С.</b> <i>Измельчитель стеблей льна масличного для производства альтернативного топлива</i>	44

Научный журнал  
«Вестник  
Федерального  
государственного  
бюджетного  
образовательного  
учреждения  
«Брянская  
государственная  
сельскохозяйственная  
академия»

**№ 3  
2014 г**

**Редакционный совет:**

**Белоус Н.М. –  
председатель  
Ториков В.Е. –  
Лебедько Е.Я. -  
зам. председателя**

**Члены совета:**

**Василенков В.Ф.  
Гамко Л.Н.  
Гурьянов Г.В.  
Дьяченко В.В.  
Евдокименко С.Н.  
Крапивина Е.В.  
Купреенко А.И.  
Малявко Г.П.  
Мельникова О.В.  
Менькова А.А.  
Ожерельева М.В.  
Погоньшев В.А.  
Присянников Е.В.  
Чирков Е.П.  
Яковлева С.Е.**

**Свидетельство  
о регистрации  
средства массовой  
информации  
ПИ № ФС77-28094  
от 27 апреля 2007 г.**

<b>Круглень В.Е., Кудрявцев А.Н., Алексеенко А.С., Коцуба В.И.</b> <i>Ресурсосберегающая технология послеуборочной переработки льновороха</i>	47	<p><b>Учредитель и издатель:</b> <b>ФГБОУ ВПО</b> <b>«Брянская государственная сельскохозяйственная академия»</b></p> <p><b>Редактор:</b> <b>Дьяченко В.В.</b></p> <p><b>Адрес редакции:</b> <b>243365 Брянская обл.,</b> <b>Выгоничский район,</b> <b>с. Кокино,</b> <b>ул. Советская, 2а</b></p> <p><b>Подписано к печати</b> <b>18.06.2014 г.</b> <b>Формат 60x84. 1/16.</b> <b>Бумага печатная.</b> <b>Усл. п. л. 5,34.</b> <b>Тираж 50 экз.</b></p> <p><b>Выход в свет</b> <b>25.06.2014 г.</b></p> <p>ISSN-4444-4494</p> <p><b>Распространяется по подписке, подписной индекс 84444 в каталоге агентства «Роспечать» «Газеты. Журналы»</b></p> <p><b>Периодичность издания – 6 номеров в год</b></p> <p><b>Журнал включен в РИНЦ</b></p>
<b>Круглень В.Е., Алексеенко А.С., Сентюров Н.С.</b> <i>Подготовка льнокостры для производства топливных гранул</i>	49	
<b>Петровец В.Р., Барыгин Н.А.</b> <i>Повышение эффективности обмолота зерновых при повышенной влажности</i>	51	
<b>Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д.А., Макурин А.М.</b> <i>Реконструкция узла зацепа для монтажа блока-крематора ТБК-400</i>	54	
<b>Подшиваленко И.Л., Курзенков С.В., Гайдук В.А., Клыбик В.К., Кузюр В.М.</b> <i>Обоснование критериев технического состояния сельскохозяйственной техники</i>	56	
<b>Мажугин Е.И., Ничипорук С.Н.</b> <i>Оценка возможности создания разреженности в картере ДВС</i>	58	
<b>Мальшкин П.Ю.</b> <i>Улучшение эксплуатационных показателей дизелей применением газовых топлив</i>	60	
<b>Хитрюк В.А., Гребенёк Е.А.</b> <i>Использование свч нагрева для удаления воды из гидравлического масла при его регенерации</i>	63	
<b>Коршунов В.Я., Новиков Д.А.</b> <i>Энергосберегающая технология шлифования коленчатых валов при ремонте двигателей</i>	65	
<b>Гончаров П.Н., Коршунов В.Я.</b> <i>Методика проведения экспериментальных исследований износа образцов на машине трения МИ-1М</i>	67	
<b>Круглень В.Е., Левчук В.А., Цайц М.В., Мазаловский М.М.</b> <i>Исследование качества обмолота льнотресты в линии первичной переработки льна</i>	69	
<b>Рудашко А.А., Полховский Н.Д.</b> <i>Методика и результаты исследования моторных масел на наличие массовой доли воды</i>	72	
<b>Козлов С.И., Чубукова Т.М.</b> <i>К определению энергетических затрат при экспандировании фуражного зерна</i>	74	
<b>Козлов С.И., Чубукова Т.М., Мельник Д.Ю.</b> <i>Определение основных параметров экспандера с электрическим нагревом корпуса шнека</i>	78	
<b>Рефераты</b>	81	

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРМОВЫХ ВАГОНОВ

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

ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Описан граф состояний кормового вагона в процессе приготовления и раздачи кормосмеси на животноводческих фермах.

Ключевые слова: кормовой вагон, граф состояний, эксплуатационные показатели.

Обеспеченность животноводства кормом определяется не только их количеством и качеством, но и эффективностью их использования. Эффективность использования кормов в очень сильной степени зависит от своевременности их раздачи. Учеными установлено, что нарушение режима кормления (которое может быть, как по причине субъективной, так и по причине технической и технологической), без изменения суточного рациона, приводит к снижению продуктивности животных на 10 - 15 %.

Важно – совершенствование технологии раздачи кормов и применяемых для этой цели технических устройств. Это предопределяет рациональное использование рабочей силы. На долю раздачи кормов приходится до 30-40 % трудозатрат по уходу за животными.

Стационарные кормовые вагоны отличаются большим разнообразием конструкций, принципов действия, расположения относительно кормушек, типов рабочих органов, степени автоматизации и т.д.

Стационарные кормораздатчики делятся на 2 вида: расположенные в кормушках и расположенные над кормушками.

Кормораздатчики, расположенные в кормушках, имеют следующие преимущества: экономия площади, минимальная металлоемкость, легкость уборки остатков корма из кормушек.

Основные недостатки: рабочие органы, находящиеся в кормушках мешают полному поеданию корма, что увеличивает отходы; перемещение кормовой массы вдоль всего фронта

Summary: This article describes the state graph for forage wagons in the preparation and distribution of feed mixtures for cattle farm

Keywords: forage wagons, state graph, performance indicators.

кормления способствует переносу инфекций.

Кормораздатчики над кормушками лишены названных недостатков. Однако здесь существенно увеличивается металлоемкость, усложняется очистка кормушек, имеют, как правило, более низкий коэффициент эксплуатационной надежности.

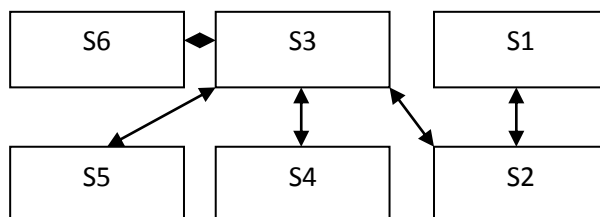
В процессе работы любая животноводческая машина находится под влиянием факторов внешних условий, ее технического состояния и других (рисунок 1). При этом работа машины представляет собой последовательную смену различных состояний под действием случайных потоков с интенсивностями  $\lambda_{ij}$ , произвольно зависящими от времени. В связи с этим при определении эксплуатационных показателей машин следует учитывать их вероятностный характер.

Примем, что потоки, переводящие систему из одного состояния в другое, являются простейшими пуассоновскими, обладающими свойствами ординарности, стационарности, отсутствия последствия, а процесс, происходящий в системе, является марковским.

Требуемое время приготовления и раздачи кормосмеси измельчителем-смесителем-раздатчиком на одно кормление

$$T_{см} = T_{ц} + T_{вц}, \quad (1)$$

где  $T_{ц}$  – цикловое время приготовления и раздачи;  $T_{вц}$  – внецикловое время (затраты времени на ежесменное техническое обслуживание раздатчика, агрегатирование с трактором).



$S_1$  – загрузка кормосмеси в кормовой вагон;  $S_2$  – переезд кормораздатчика между местом загрузки и местом раздачи;  $S_3$  – раздача кормосмеси;  $S_4$  – разворот при переезде на другую линию раздачи;  $S_5$  – технологическое нарушение;  $S_6$  – технический отказ

Рисунок 1 - Граф состояний стационарного кормового вагона

Требуемое время раздачи кормосмеси

$$T_p = n_{\text{ц}} t_p, \text{ ч}, \quad (2)$$

где  $n_{\text{ц}}$  – количество циклов приготовления и раздачи;  $t_p$  – время одной раздачи, ч.

Количество циклов

$$n_{\text{ц}} = N / n_p, \quad (3)$$

где  $N$  – количество обслуживаемых животных на ферме, гол;  $n_p$  – количество обслуживаемых за рейс животных, гол.

С учетом вероятностного характера составляющих баланса времени приготовления и раздачи и цикличности технологического процесса время раздачи можно представить в виде

$$T_p = p_p T_{\text{ц}}, \quad (4)$$

где  $p_p$  – вероятность нахождения комового вагона в состоянии раздачи корма.

Тогда с учетом выражений (2), (3) и (4) можно записать:

$$T_{\text{ц}} = \frac{N t_p}{n_p p_p}. \quad (5)$$

Время одной раздачи

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} = \frac{G_{\kappa} l_{\kappa}}{m_p V_p}, \text{ ч}, \quad (6)$$

где  $L_p$  – длина, на которой раздается кормосмесь за один проход, м;  $V_p$  – скорость при раздаче, м/с;  $G_{\kappa}$  – грузоподъемность измельчителя-смесителя-раздатчика, кг;  $l_{\kappa}$  – длина одного кормоместа, м;  $m_p$  – разовая выдача кормосмеси на голову, кг/гол.

Учитывая, что  $G_{\kappa} = n_p m_p$ , получим

$$T_{\text{ц}} = \frac{N l_{\kappa}}{p_p V_p} k_{\text{ц}}, \quad (7)$$

где  $k_{\text{ц}}$  – коэффициент, учитывающий потери циклового времени, связанные с особенностями организации технологического процесса приготовления и раздачи.

Тогда требуемое время приготовления и раздачи кормосмеси кормового вагона на одно кормление

$$T_{\text{см}} = T_{\text{ц}} + T_{\text{вц}} = \frac{N l_{\kappa}}{p_p V_p} k_{\text{ц}} + T_{\text{вц}} \leq [T_{\text{см}}], \quad (8)$$

где  $[T_{\text{см}}]$  – допустимое время приготовления и раздачи кормосмеси, ч.

Масса  $i$ -го загружаемого в кормовой вагон компонента кормосмеси

$$m_i = G_{\kappa} P_i / 100, \text{ кг}, \quad (9)$$

где  $P_i$  – содержание компонента в кормосмеси по рецепту, %.

Для определения вероятностей состояний кормового вагона необходимо решить систему уравнений Колмогорова для установившегося режима, т. е. при  $t \rightarrow \infty$ :

$$\begin{cases} p_1 \lambda_{1,2} = p_2 \lambda_{2,1}; \\ p_2 (\lambda_{2,3} + \lambda_{2,1}) = p_3 \lambda_{2,3} + p_1 \lambda_{1,2}; \\ p_3 (\lambda_{3,2} + \lambda_{3,4} + \lambda_{3,5} + \lambda_{3,6}) = p_2 \lambda_{2,3} + p_4 \lambda_{4,3} + p_5 \lambda_{5,3} + p_6 \lambda_{6,3}; \\ p_4 \lambda_{4,3} = p_3 \lambda_{3,4}; \\ p_5 \lambda_{5,3} = p_3 \lambda_{3,5}; \\ p_6 \lambda_{6,3} = p_3 \lambda_{3,6}; \end{cases}$$

где  $p_1$ - $p_6$  – вероятности нахождения кормового вагона в соответствующих состояниях.

Решая полученную систему с учетом нормировочного условия  $\sum_{i=1}^{15} p_i = 1$ , получим выражения вероятностей состояний:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = p_2 \lambda_{2,1} / \lambda_{1,2} = p_2 \kappa_1; \\ p_2 = p_3 \kappa_2; \\ p_3 = 1 / (1 + \kappa_1 \kappa_2 + \kappa_2 + \kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6); \\ p_4 = p_3 \lambda_{3,4} / \lambda_{4,3} = p_3 \kappa_4; \\ p_5 = p_3 d \lambda_{3,5} / \lambda_{5,3}; \\ p_6 = p_3 \lambda_{3,6} / \lambda_{6,3}; \end{array} \right.$$

где:

$$\begin{aligned} \kappa_1 &= \lambda_{2,1} / \lambda_{1,2} \\ \kappa_2 &= \lambda_{2,3} / (\lambda_{2,3} + \lambda_{2,1} - \kappa_1 \lambda_{1,2}); \\ \kappa_3 &= \lambda_{3,2} + \lambda_{3,4} + \lambda_{3,5} + \lambda_{3,6}; \\ \kappa_4 &= \lambda_{3,4} / \lambda_{4,3}; \\ \kappa_5 &= \lambda_{3,5} / \lambda_{5,3}; \\ \kappa_6 &= \lambda_{3,6} / \lambda_{6,3} \end{aligned}$$

Раскроем значения интенсивностей переходов:

$$\begin{aligned} \lambda_{1,2} &= Q_n / G; \lambda_{2,3} = V_e / L_1; \\ \lambda_{3,4} &= V_p / L_p; \lambda_{3,2} = V_p / L_p; \\ \lambda_{2,1} &= V_n / L_1; \lambda_{4,3} = 1 / t_p; \\ \lambda_{3,5} &= 1 / T_{TH}; \lambda_{5,3} = 1 / T_{UTH}; \\ \lambda_{3,6} &= 1 / T_{TO}; \lambda_{6,3} = 1 / T_{UTO}. \end{aligned}$$

где  $V_e$  – скорость груженого кормового вагона, км/ч;  $V_p$  – скорость при раздаче, км/ч;  $L_1$  – расстояние от переезда до места раздачи, км;  $L_p$  – длина фронта кормления, км;  $Q$  – производительность погрузочного транспортёра, т/ч;  $t_p$  – время, затрачиваемое кормовым вагоном на поворот, ч;  $G$  – грузоподъемность вагона, км;  $T_{TH}$  – наработка кормового вагона на технологическое нарушение, ч;  $T_{UTH}$  – время устранения технологического нарушения, ч;  $T_{TO}$  – наработка кормового вагона на технический отказ, ч;  $T_{UTO}$  – время устранения технического отказа, ч.

Для инженерных расчетов можно принять допущение о равенстве наработок на технологическое нарушение, технический отказ и времени их устранения. Производительности погрузочных средств можно выразить через их конструктивно-режимные параметры.

Производительность кормового вагона за 1 час эксплуатационного времени

$$Q_{см} = \frac{G_k n_{ц}}{T_{см}}, \text{ Т/ч.} \quad (10)$$

Определив значение вероятности  $p_{12}$  нахождения раздатчика в состоянии раздачи кормов, по формуле (7) определяем требуемое время приготовления и раздачи. Если оно превышает допустимое, то требуемое количество раздатчиков определяется по формуле:

$$n_k = T_{см} / [T_{см}]. \quad (11)$$

Полученное значение округляется в большую сторону.

УДК 631.312

## ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА

Старовойтов С.И., к.т.н. доцент, Старовойтова Н.П., к.б.н., доцент, Чемисов Н.Н., инженер

ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», Россия

Рассмотрены вопросы, связанные с определением горизонтальной составляющей тягового сопротивления лемеха, расположенного под определенным углом ко дну и стенке борозды с учетом начала возможного крошения суглинистой почвы при ее определенной абсолютной влажности.

Ключевые слова: лемех, тяговое сопротивление, крошение, суглинистая почва, абсолютная влажность.

Существуют выражения, связывающие почву, как объект обработки, ее деформационные свойства, геометрические параметры рабочего органа, его динамичность воздействия с выходным параметром. Для пассивных рабочих органов выходным параметром является тяговое усилие. Почва, как объект обработки, представлена чаще всего углами внешнего и внутреннего трения, плотностью.

Результатом же воздействия рабочего органа является крошение почвы, выраженное через % содержание частиц определенного размера. Данный показатель, в силу многочисленных пустот, микротрещин, различных включений, является случайной величиной. Но все же, процесс

### Список литературы

1. Купреенко А.И. Оценка эффективности технологии кормопроизводства / Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. -2005. - Т. 15. - № 1. - С. 150-155.

2. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Ефименко С.В. К обоснованию выбора мобильного кормоцеха для молочных ферм / Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2010. - Т. 21. - № 2. - С. 198-117.

3. Купреенко А.И. Разработка метода оптимизации энергосберегающих технологий и средств механизации приготовления кормов: автореферат дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук - Рязанская ГСХА им. П.А. Костычева. Рязань, 2006. -36 с.

The questions connected with definition of a horizontal component of traction resistance of a ploughshare, located under certain corners to a bottom and a furrow wall taking into account the beginning of a possible kro-sheniye of the loamy soil are considered at its certain absolute humidity.

Key words: ploughshare, traction resistance, dyeing, loamy soil, absolute humidity.

трещинообразования связан с накопленной почвенным пластом потенциальной энергии, соотносенной или к единице площади поверхности частицы, или объема. Потенциальная энергия, отнесенная к единице объема, имеет размерность  $\text{Н/м}^2$ .

В сопротивлении материала известно выражение удельной потенциальной энергии частицы

$$\bar{u} = \frac{\sigma^2}{2 \times E}, \quad (1)$$

где  $\bar{u}$  — удельная потенциальная энергия частицы,  $\text{Н/м}^2$ ;  $\sigma$  — величина нормальных напряжений,  $\text{Н/м}^2$ ;  $E$  — модуль упругости почвы первого рода,  $\text{Н/м}^2$ .

Ранее, были проведены исследования, направленные на определение зависимости величин удельной потенциальной энергии разрушения и модуля упругости первого рода суглинистой почвы от значений абсолютной влажности [1, 2].

$$\bar{u} = \rho \times g \times h, \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность почвы,  $\text{кг/м}^3$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $h$  – высота падения, соответствующая высоте разрушения, м.

$$h = 0,32 \times \omega^2 - 11,549 \times \omega + 153, \quad (3)$$

где  $\omega$  – значения абсолютной влажности суглинистой почвы, %.

Величина модуля упругости первого рода суглинистой почвы

$$E = -47998,895\omega^2 + 1520917,783 \times \omega - 7734389,949. \quad (4)$$

При определенной влажности суглинистой почвы, имея значения величины модуля упругости первого рода и удельной потенциальной энергии разрушения, величина нормальных напряжения

$$\sigma = \overline{\bar{u} \times 2 \times E}. \quad (5)$$

Лемех плужного корпуса, представляющий собой плоский трехгранный клин, в процессе взаимодействия с почвой работает как двойной деформатор. Режет почву лезвием, крошит ее поверхностью. Рассмотрим силовую характеристику трехгранного клина (рисунок 1).

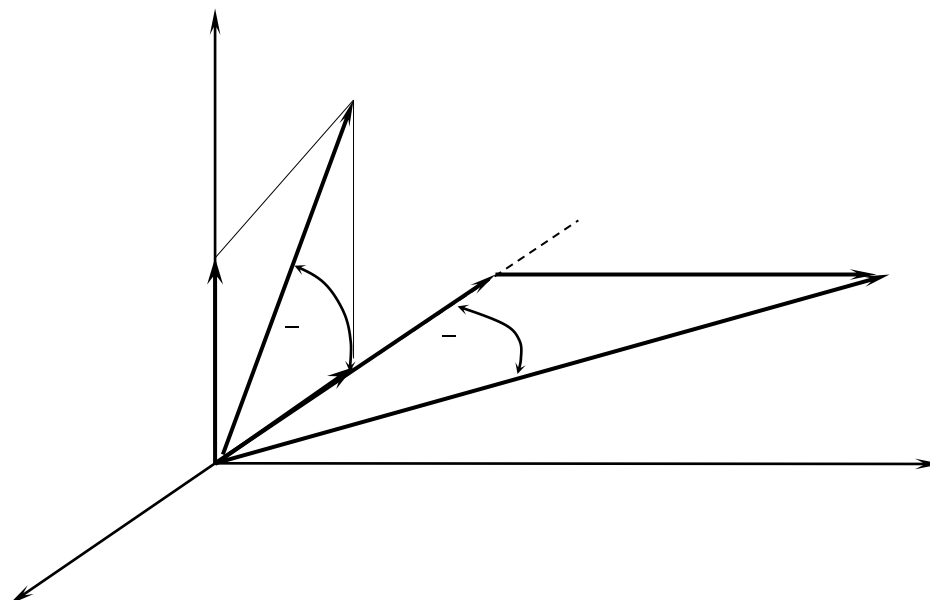


Рисунок 1 – Силовая характеристика трехгранного клина с углом крошения  $\alpha$  и сдвига  $\gamma$

Вектора  $P_\alpha^x$  и  $P_\gamma^x$  сжимают почву. В связи с тем, что предел прочности почвы на сжатие на порядок превышает предел прочности на растяжение и сдвиг, действие указанных ранее векторов рассматриваться не будет. Особого внимания заслуживают работа векторов  $P_\alpha^y$  и  $P_\gamma^z$ . Данные вектора деформируют почвенный пласт за счет напряжений косоугольного изгиба (рисунок 2).

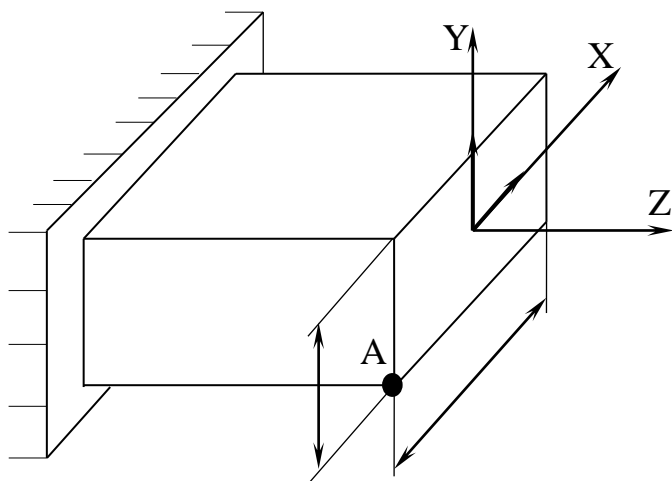


Рисунок 2-Деформация пласта почвы за счет напряжений косоуго изгиба

Наибольшее нормальное напряжение от действия указанных векторов будет в точке А. Величина нормальных напряжений в указанной выше точке

$$\sigma_A = \frac{P_\alpha^y \times z \times \frac{H}{2}}{J_x} + \frac{P_\gamma^z \times z \times \frac{b}{2}}{J_y}, \quad (6)$$

где  $z$  – максимальный размер почвенной частицы, м;  $J_x, J_y$  – осевые моменты инерции сечения деформируемого пласта,  $\text{м}^4$ ;  $H$  – глубина вспашки, м;  $b$  – ширина захвата лемеха, м.

Известна формула Г.Н. Синеокова для определения полного тягового сопротивления плуга

$$P = m G + P_z + f \times P_y + P_x, \quad (7)$$

где  $m$  – коэффициент перекачивания опорного колеса;  $G$  – вес плуга, Н;  $P_x, P_y, P_z$  – горизонтальная, боковая, вертикальная составляющая тягового сопротивления плуга.

Из выражения (7) видно, коэффициент превышения боковой составляющей над вертикальной составляющей составляет  $k = 1,32$ . Данный параметр дает возможность провести следующие преобразования.

$$\sigma_A = \frac{P_\alpha^y \times z \times \frac{H}{2}}{J_x} + \frac{k \times P_\alpha^y \times z \times \frac{b}{2}}{J_y}.$$

Или же

$$\sigma_A = \frac{P_\alpha^y \times z}{2} \times \left( \frac{H}{J_x} + \frac{k \times b}{J_y} \right). \quad (8)$$

Приравняв правые части выражений (5) и (8), проведя преобразования, получим

$$P_\alpha^y = \frac{2 \times \frac{2 \times \bar{u} \times E}{z \times \left( \frac{H}{J_x} + \frac{k \times b}{J_y} \right)}}{z \times \left( \frac{H}{J_x} + \frac{k \times b}{J_y} \right)}. \quad (9)$$

Тогда

$$P_\gamma^z = k \times P_\alpha^y. \quad (10)$$

Искомый вектор тягового усилия (рис.1) клина равен

$$P_x = P_\gamma^x + P_\alpha^x. \quad (11)$$

В алгебраической форме величина тягового усилия клина будет равна

$$P_x = P_\alpha^y \times \text{tg} \alpha + P_\gamma^z \times \text{tg} \gamma. \quad (12)$$

На основании изложенного материала можно сделать следующий вывод: использование данного выражения позволяет получить величину горизонтальной составляющей тягового сопротивления с учетом критерия начала процесса крошения при определенной влажности суглинистой почвы.

#### Список литературы

1. Старовойтов, С.И. К условию начала процесса крошения пласта при содержании почвы под черным паром/С.И.Старовойтов, Н.П. Старовойтова, В.Н. Блохин, Н.Н. Чемисов// Плодоводство и ягодоводство России. Сборник научных работ. Том XXIX, часть 2. - Москва, 2012.

2. Старовойтов, С.И. К определению модуля упругости первого рода / С.И.Старовойтов, Н.Н. Чемисов // Вестник МГАУ имени В.П. Горячкина. - 2011. - №1 - стр. 39-40.



## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОРЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ

**Потапов С.В., к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»**

Дан анализ изменений трибометрических показателей коренного подшипника тракторного дизеля при работе под нагрузкой в полевых условиях.

Ключевые слова: Коленчатый вал, гидромеханические характеристики, подшипники скольжения.

Для обеспечения долговечности сложнонагруженного подшипника скольжения, к которым относится и коренной подшипник коленчатого вала тракторного дизеля, необходимо создание жидкостного режима трения. Этот режим предусматривает наличие смазки в слое между шейкой и вкладышами в достаточном количестве, что и служит условием минимальных потерь на трение и минимальных износов поверхностей шеек и вкладышей.

С тем, чтобы влиять на обеспечение подшипника смазкой в необходимом количестве, следует изучить закономерности изменения показателей его смазочного слоя в условиях реальной эксплуатации тракторного двигателя.

Проведены экспериментальные исследования работы двигателя под нагрузкой при транспортном пробеге трактора ДТ-75МВ без орудий на трех первых передачах по пересеченной местности и при вспашке стерни колосовых плугом ПЛН-4-35 на трех первых передачах [1]. В пределах каждой передачи производили варьирование подачи топлива и, как следствие, обеспечивали изменение частоты вращения коленчатого вала. Изучалось влияние подключения гидроаккумулятора к цепи питания подшипников коленчатого вала маслом. Гидроаккумулятор подключался к смазочной системе тракторного двигателя по определенной схеме [2]. Используя комплекс измерительной и фиксирующей аппаратуры, данные записывались на сопоставимых режимах работы последовательно при отключенном и при включенном гидроаккумуляторе.

Установлено, что при эксплуатации тракторного двигателя наблюдаются как периоды неустойчивых режимов (нарастание и сброс нагрузки), так и периоды относительно стабильных режимов. Неустойчивые режимы характеризуются значительными изменениями параметров трибосистемы от цикла к циклу. Относительно стабильные режимы для последовательных циклов имеют незначительные колебания показателей.

Given test of changing the trigonometric factors fundamental bearing of engine diesel of tractor when run under load in Terms of usage.

Keywords: crankshaft, characteristic hydromechanical, journal bearings.

Важным показателем для оценки работоспособности подшипников коленчатого вала является изменение траектории центра вала в подшипнике в течение рабочего цикла. Известно, что траектория центра вала зависит от соотношения газовых и инерционных сил, действующих на шейку вала.

На рисунке 1 представлены траектории центра вала на режимах работы двигателя под нагрузкой (а и б) и на холостом ходу (с). Для сравнения траектории представлены при работе под нагрузкой с отключенным (а) и включенным (б) гидроаккумулятором. Траектории представляют собой зависимость относительного эксцентриситета  $\chi$  от полярной координаты  $\varphi$  (угол поворота коленвала), определяющей положение центра вала в каждый момент времени рабочего цикла двигателя.

Как показал анализ построенных на основе экспериментов траекторий центра третьей коренной шейки, чаще всего вал сближается с подшипником в зоне, близкой к середине нижнего вкладыша. Это соответствует углам поворота коленчатого вала около 180 и 540 градусов отдельного цикла. Поэтому при рассмотрении зависимостей минимального зазора от других параметров использовались значения минимального зазора  $h_{\min}$  именно в этой зоне.

Работа под нагрузкой не меняет общий характер траекторий центра вала в сравнении с холостым ходом. Однако увеличение газовых сил под нагрузкой в сравнении с холостым ходом двигателя вызывает значительные изменения траекторий движения шейки на участках действия этих сил в соседних с ней цилиндрах. Так, при действии газовых сил в третьем цилиндре (710...20 градусов п.к.в.) шейка вала резко движется в направлении нижнего вкладыша, при действии газовых сил во втором цилиндре (340...380 градусов п.к.в.) происходит то же самое, но приближение происходит не столь интенсивно. Различие влияния газовых сил от второго

и третьего цилиндров объясняется тем, что индуктивные датчики, фиксирующие перемещение вала, расположены не по центру третьего подшипника, а смещены ближе к третьему цилиндру.

Подключение гидроаккумулятора не меняет характера траектории, однако значение относительного эксцентриситета  $\chi$  при этом в характерных точках изменяется в сторону уменьшения.

То есть включение гидроаккумулятора, как и

при работе на холостом ходу, вызывает увеличение минимального зазора в местах приближения шейки к вкладышу. Так, при углах поворота коленчатого вала около 180 градусов минимальный зазор при отключенном гидроаккумуляторе составил  $1,8 \cdot 10^{-6}$  м, а при включенном гидроаккумуляторе  $5,7 \cdot 10^{-6}$  м; при углах поворота около 540 градусов соответственно  $2 \cdot 10^{-6}$  и  $5,5 \cdot 10^{-6}$  м.

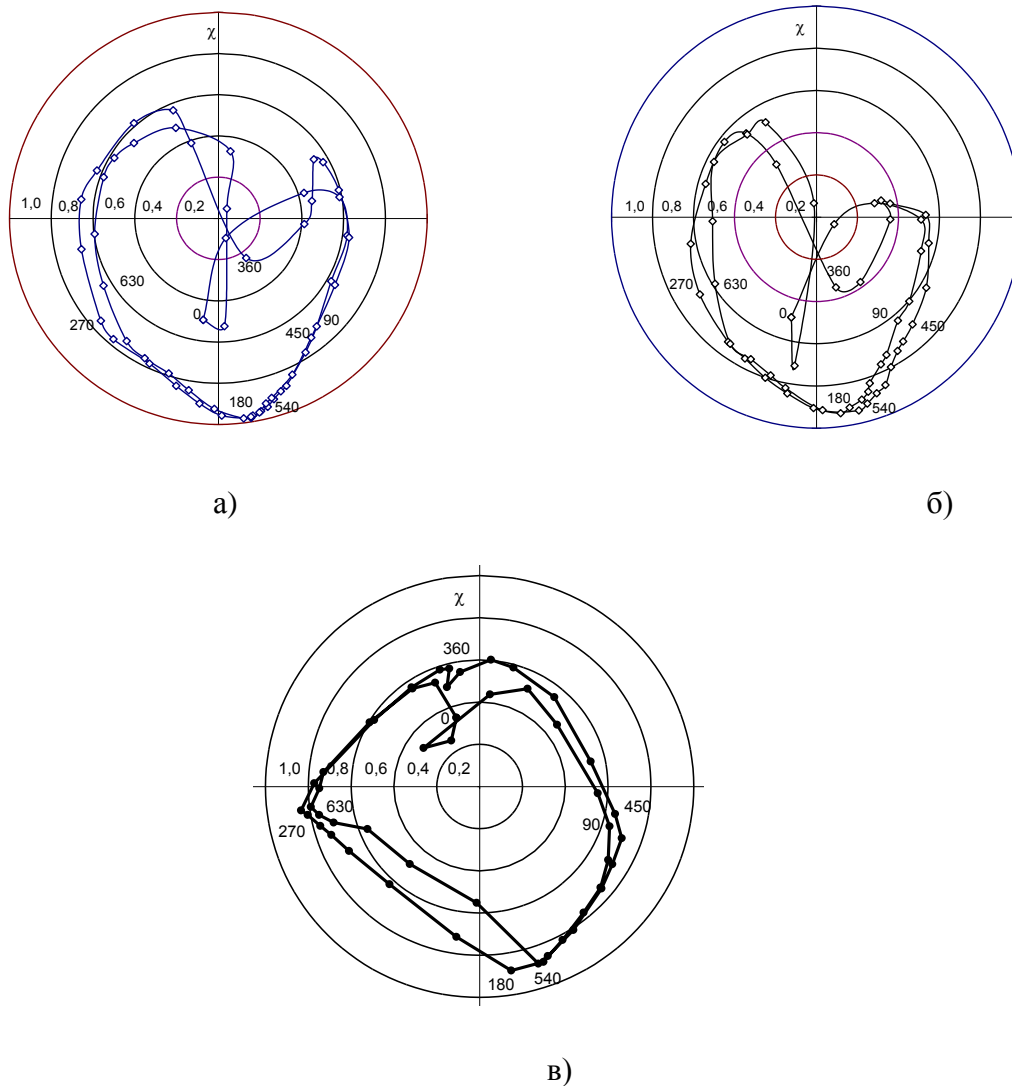


Рисунок 1 - Траектории движения центра вала третьей коренной опоры: а) -  $P_e = 0,417$  МПа,  $n = 1830$  мин<sup>-1</sup>,  $t_m = 90^\circ\text{C}$ , гидроаккумулятор выключен; б) -  $P_e = 0,417$  МПа,  $n = 1830$  мин<sup>-1</sup>,  $t_m = 90^\circ\text{C}$ , гидроаккумулятор включен, в)  $P_e = 0$ ,  $n = 1830$  мин<sup>-1</sup>,  $t_m = 90^\circ\text{C}$ , гидроаккумулятор включен

Как показывают исследования, на вспашке параметры трибосистемы при устойчивой работе меняются от цикла к циклу незначительно. Однако в сравнении с установившимися режимами имеются заметные отличия. Так, колебания частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу не превышают 1% от ее среднего значения.

При работе на вспашке наблюдается независимо от номера включаемой передачи и скорости

поступательного движения трактора размах колебаний частоты вращения коленчатого вала от 2 до 6% от среднего ее значения.

На рисунке 2 показано изменение параметров при работе трактора при вспашке на II передаче с включенным и с выключенным гидроаккумулятором.

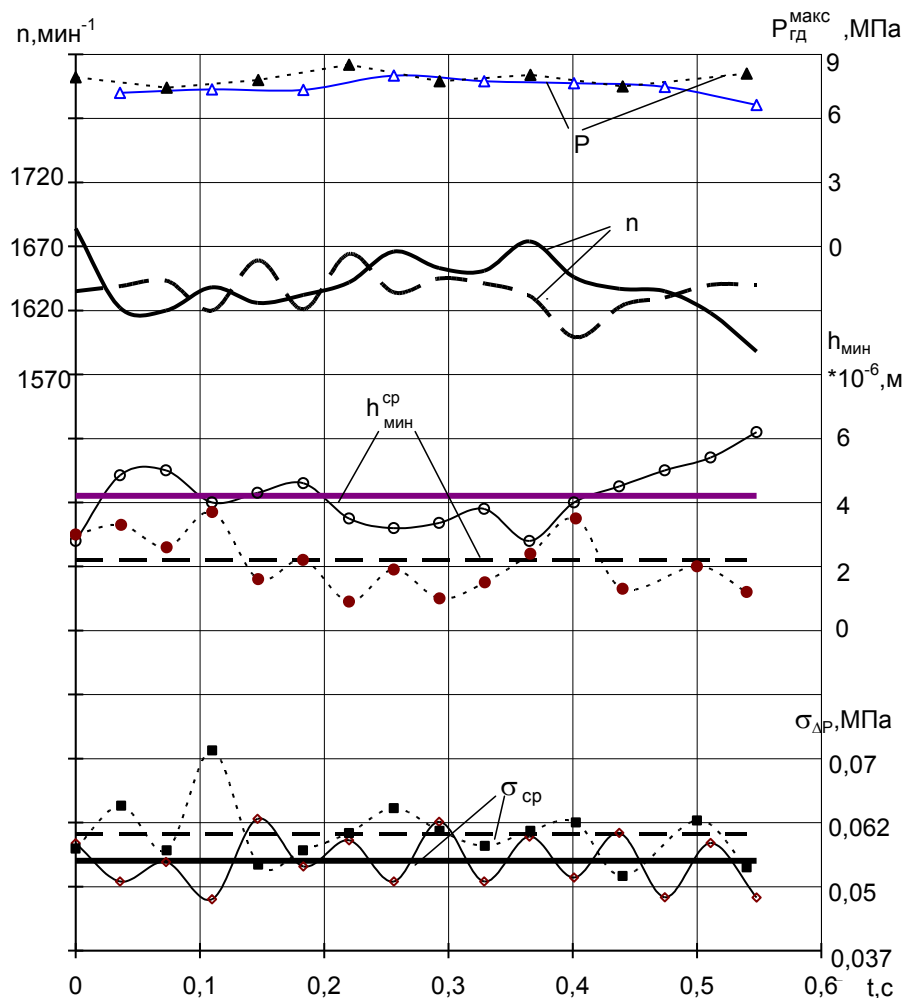


Рисунок 2 – Изменение параметров в процессе работы трактора на пахоте на II передаче

Для сопоставления параметров в опытах с включенным и отключенным гидроаккумулятором подобраны такие временные отрезки работы трактора, на которых идентичны номер передачи, величина среднего крутящего момента, температура масла, давление масла в главной масляной магистрали и перед третьим коренным подшипником, а также как величина средней частоты вращения коленчатого вала, так и очень близкий характер ее изменения.

Колебания частоты вращения вызывают изменение траекторий центра вала в подшипнике, и, соответственно, значений минимального зазора, которые наблюдаются при углах поворота коленчатого вала близких к 180 и 540 градусам. При этом за указанные отрезки времени средние значения минимального зазора  $h_{\text{МИН}}^{\text{СР}}$  составили: при работе с гидроаккумулятором -  $4,2 \cdot 10^{-6}$  м, при работе без гидроаккумулятора -  $2,2 \cdot 10^{-6}$  м. Включение гидроаккумулятора способствует повышению минимального зазора в данном случае на  $2 \cdot 10^{-6}$  м.

Изменения траектории центра вала влияет на пульсацию давления подачи масла в подшипник и гидродинамическое давление в масляном слое подшипника. Пульсация давления подачи, как и при установившемся режиме нами оценивается средним квадратическим отклонением  $\sigma$  текущих значений давления от среднего значения за рабочий цикл. Эта величина при переменном режиме также имеет неустойчивые значения от цикла к циклу, поэтому для оценки данного показателя здесь принята величина квадратического отклонения  $\sigma_{\text{СР}}$  на всем рассматриваемом отрезке времени. При работе с гидроаккумулятором на рассматриваемых режимах  $\sigma_{\text{СР}}$  составляет - 0,055 МПа, при работе без гидроаккумулятора  $\sigma_{\text{СР}}$  составляет - 0,0603 МПа. Следовательно, и при работе тракторного двигателя в условиях рядовой эксплуатации гидроаккумулятор снижает пульсацию. В данном случае снижение пульсации составило 8,8%, а с учетом и других исследуемых режимов - 7...12 %

Исследования пульсации давления подачи на эксплуатационных режимах показали, что величина ее превышает пульсацию, характерную для соответствующих режимов холостого хода на 8...15 %.

Изменение давлений в масляном слое рассматривается для четырех его максимальных значений за цикл - при 20, 130, 370 и 500 градусах поворота коленчатого вала. Давления при 20 и 370 градусах соответствуют максимальным газовым силам, действующим в соседних с третьей коренной шейкой цилиндра, а при 130 и 500 градусах - соответствуют максимальным инерционным силам. Как видно из представленных графиков (см. рисунок 2), давление, соответствующее максимальным газовым силам, имеет тенденцию возрастать в моменты, предшествующие повышению частоты вращения и понижаться при снижении частоты вращения (или ее стабилизации, как видно из других результатов). Максимальная величина рассматриваемого давления соответствует наиболее интенсивному росту частоты вращения и при температуре масла в камере  $t_m=90^\circ\text{C}$  ниже максимальных значений давления, соответствующего максимальным инерционным силам в 2,1 ...2,4 раза. Давления, соответствующие максимальным инерционным силам, при изменении частоты вращения меняются незначительно и удерживаются около определенной величины (в данном случае 7,5 МПа). Заметного влияния использования гидроаккумулятора на величину максимальных давлений в масляном слое не отмечено.

В целом следует отметить, что при работе трактора на эксплуатационных режимах

использование гидроаккумулятора способствует повышению величины минимального зазора на  $(3...4) \cdot \sigma 10^{-6}$  м и снижению пульсации давления на входе в подшипник на 7...12 %.

При работе трактора в условиях сельскохозяйственной эксплуатации происходит непрерывное изменение момента сопротивления на двигатель в пределах 10...30%, что вызывает колебания частоты вращения коленчатого вала от 2 до 6% и пульсацию давления на входе в подшипники в пределах 18...23%, которые обуславливают снижение прокачки масла в смазочном слое примерно в этих же пределах. Неустановившийся характер нагружения подшипников, снижение прокачки масла приводит к уменьшению толщины слоя смазки в подшипниках на 3...4 мкм ( $t_m=90^\circ\text{C}$ ), что является причиной повышенного их износа.

#### *Список литературы*

1. Рождественский Ю.В., Потапов, С.В. Повышение работоспособности коренных подшипников дизеля использованием гидроаккумулятора в смазочной системе // Достижения науки и передовой опыт в производство и учебно-воспитательный процесс: Матер. XI межвузов. Науч.-пр.конф. инж. фак./Брянская ГСХА-Брянск.- 1998.- с.26-30.

2. Потапов, С.В. Повышение несущей способности подшипника // Достижения науки и передовой опыт в производство и учебно-воспитательный процесс: Матер. X межвузов. Науч.-пр.конф. инж. фак./Брянская ГСХА-Брянск.- 1997.-с.47-51.

УДК 631.363

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННО-ОТОПИТЕЛЬНОЙ ПАНЕЛИ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**Купреенко А.И., д.т.н. профессор, Шкуратов Г.В., аспирант**

*ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Приведены результаты испытания опытного образца вентиляционно-отопительной панели как составной части системы естественной вентиляции животноводческих помещений крупного рогатого скота.

Ключевые слова: вентиляционно-отопительная панель, гелиоактивные стены, естественная вентиляция, микроклимат.

Summary: This article presents the results of prototype testing of ventilation and heating panel as part of a system of natural ventilation of livestock buildings cattle.

Keywords: ventilation and heating panel, helioactive walls, natural ventilation, microclimate.

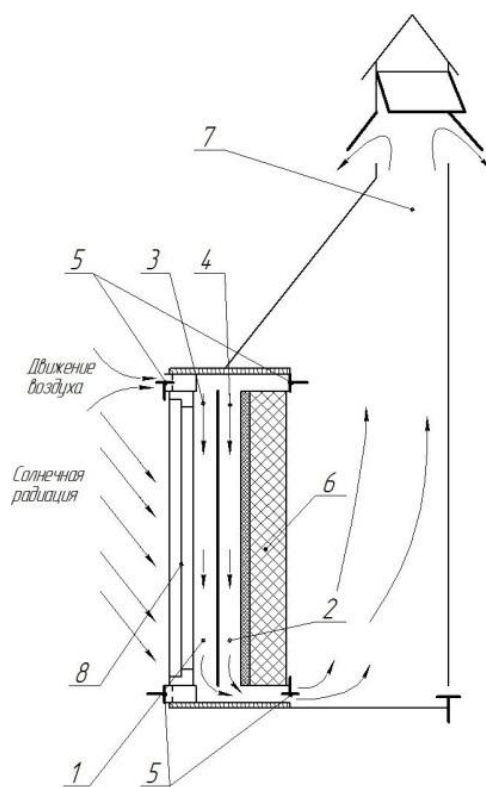
Одной из проблем в обеспечении оптимального микроклимата животноводческих помещений, не имеющих механических систем его поддержания, является повышенная влажность и пониженная температура воздуха в зимний период года, а в летний – повышенная. Наиболее распространены системы естественной вентиляции для помещений крупного рогатого скота. В их основе лежит использование тканевых штор, подъёмных панелей, вытяжных шахт или свето-вентиляционных коньков. Одним из недостатков данных систем вентиляции является отсутствие подогрева приточного воздуха. Нами предложено использование вентиляционно-отопительных панелей, играющих роль гелиоактивных стен животноводческих помещений [1].



а

Для оценки эффективности использования вентиляционно-отопительных панелей был изготовлен опытный образец (рисунок 1).

В зимний период года одной из проблем систем естественной вентиляции, имеющих приточные каналы, является их обледенение из-за высокой влажности воздуха [2]. Для устранения этого недостатка ограждающие поверхности, в том числе тепловоспринимающая поверхность, в предложенной вентиляционно-отопительной панели изготовлены из материала с низкой теплопроводностью. Вследствие этого конденсат и, соответственно, наледь практически не образовывались на поверхностях вентиляционно-отопительной панели.



б

- а - опытный образец вентиляционно-отопительной панели;  
 б - схема работы вентиляционно-отопительной панели в режиме обратной тяги;  
 1 - наружный нижний канал; 2 - внутренний нижний канал; 3 - наружный верхний канал;  
 4 - внутренний верхний канал; 5 - заслонки; 6 - утеплитель; 7 - вытяжной канал;  
 8 - светопрозрачное покрытие

Рисунок 1 - Вентиляционно-отопительная панель

План экспериментальных исследований предусматривает круглогодичное испытание панели. Осенью 2013 года был проведён первый, а зимой 2014 года второй этапы экспериментальных исследований. В процессе опытов исследовались следующие режимы работы панели:

вентиляция с подогревом воздуха; вентиляция с удалением избыточной влаги и теплоты; замкнутый режим обогрева. Режимы работы панели устанавливались при помощи соответствующих заслонок. Заслонки так же изготовлены из материала с низкой теплопроводностью.

В процессе экспериментов проводились замеры температуры, влажности и скорости движения воздуха как в каналах панели, так и снаружи и внутри опытного образца. Замеры производились переносными и стационарными приборами. Значения температуры, влажности и скорости движения воздуха измерялись при помощи приборов Testo-625 и Testo 405-V1. Так же температуру в автоматическом режиме фиксировал измеритель-регулятор ТРМ 138. К нему были подключены восемь датчиков температуры типа ДТС, размещённых в соответствующих измерительных точках вентиляционно-отопительной панели. Данные с почасовой регистрацией считывались и заносились в компьютер.

Во время экспериментальных исследований проверялось наличие обратной тяги в каналах вентиляционно-отопительной панели. При обратной тяге атмосферный воздух поступал в верхний наружный канал панели и проходил через нижний внутренний и поступал внутрь опытного образца. Этот режим позволяет более эффективно вентилировать зону расположения животных путём придания движения нижним слоям воздуха и, соответственно, удалять из неё вредные газы и влажный воздух (рисунок 1).

Результаты испытания вентиляционно-отопительной панели в осенний период представлены на рисунке 2.

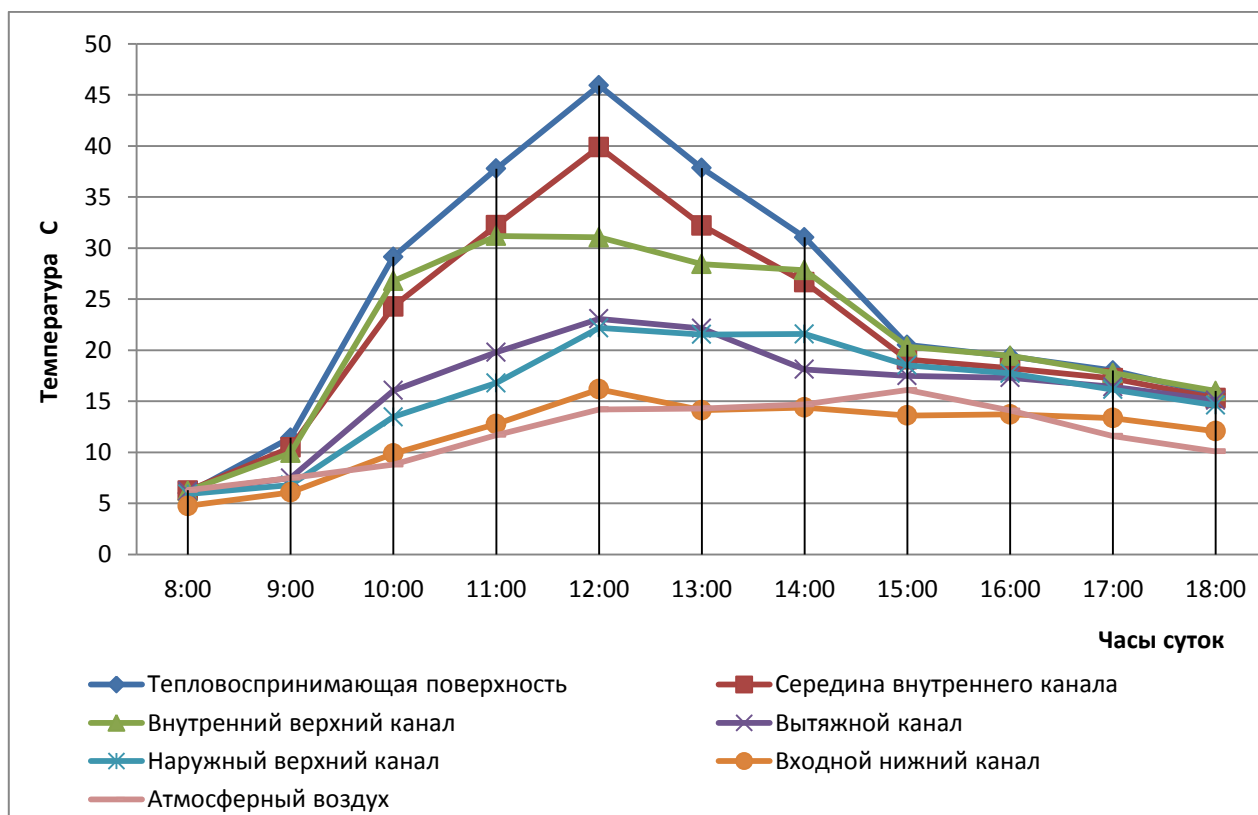


Рисунок 2 - Изменения температуры воздуха в панели в режиме вентиляции с подогревом в осенний период

Из полученных зависимостей (рисунок 2) видно, что при максимальной дневной активности солнца и температуре наружного воздуха 14° С тепловоспринимающая поверхность нагревалась свыше 45° С что позволяло прогреться воздуху внутри панели до 22° С в верхнем внутреннем канале.

В результате подогрева воздуха в панели увеличивался воздухообмен внутри образца, что в реальных условиях способствовало бы удалению избыточной влаги и вредных газов.

Зависимость изменения скорости движения воздуха от температуры в панели представлены на рисунке 3.

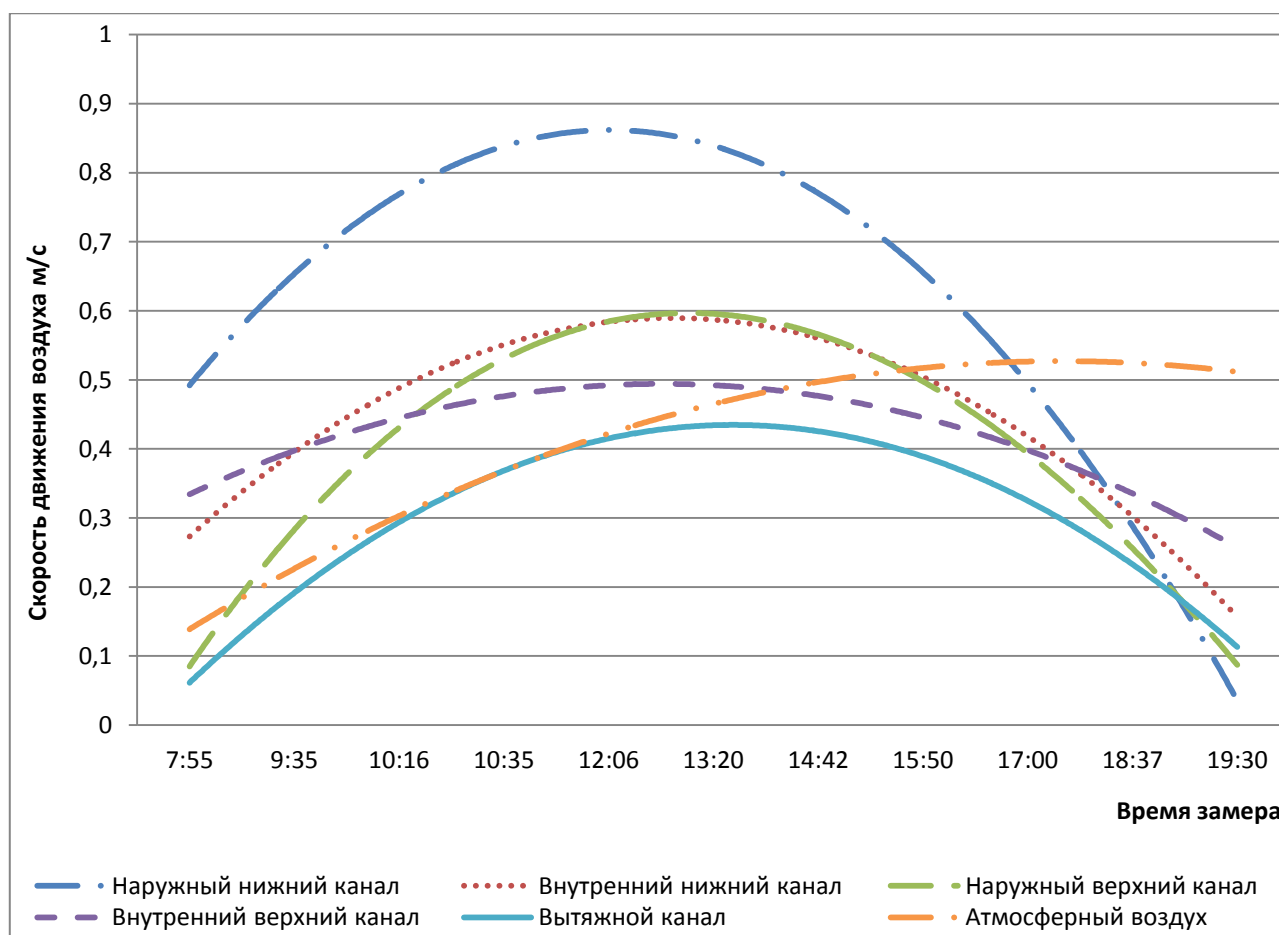


Рисунок 3 - Изменение скорости движения воздуха в панели в режиме вентиляции с подогревом в осенний период

Анализ полученных данных (рисунок 3) показывает, что при повышении температуры внутри панели повышается и скорость движения воздуха. На выходе из образца она доходила до 0,75 м/с, что способствовало увеличению воздухообмена в образце.

Результаты испытания вентиляционно-отопительной панели в зимний период представлены на рисунке 4, из которого видно, что при максимальной дневной активности солнца и температуре наружного воздуха  $-14^{\circ}\text{C}$  тепловоспринимающая поверхность нагревалась до  $38^{\circ}\text{C}$ , что позволяло прогреться воздуху внутри панели до  $15^{\circ}\text{C}$  в наружном верхнем канале и до  $8^{\circ}\text{C}$  во внутреннем верхнем канале.

Таким образом, использование вентиляционно-отопительных панелей позволяет улучшить естественную вентиляцию помещения за счёт повышения температуры поступающего воздуха и, соответственно, его расхода. В осенний период обеспечивается вентиляция зоны расположения животных благодаря организации обратной тяги в каналах панели. Положительным эффектом является также отсутствие обледенения вентиляционных каналов в зимний период года.

#### Список литературы

1. Купреенко А.И., Шкуратов Г.В. Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения: Сборник научных работ. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013. – 224 с.
2. Федоренко И. Я., Садов В.В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 304 с.



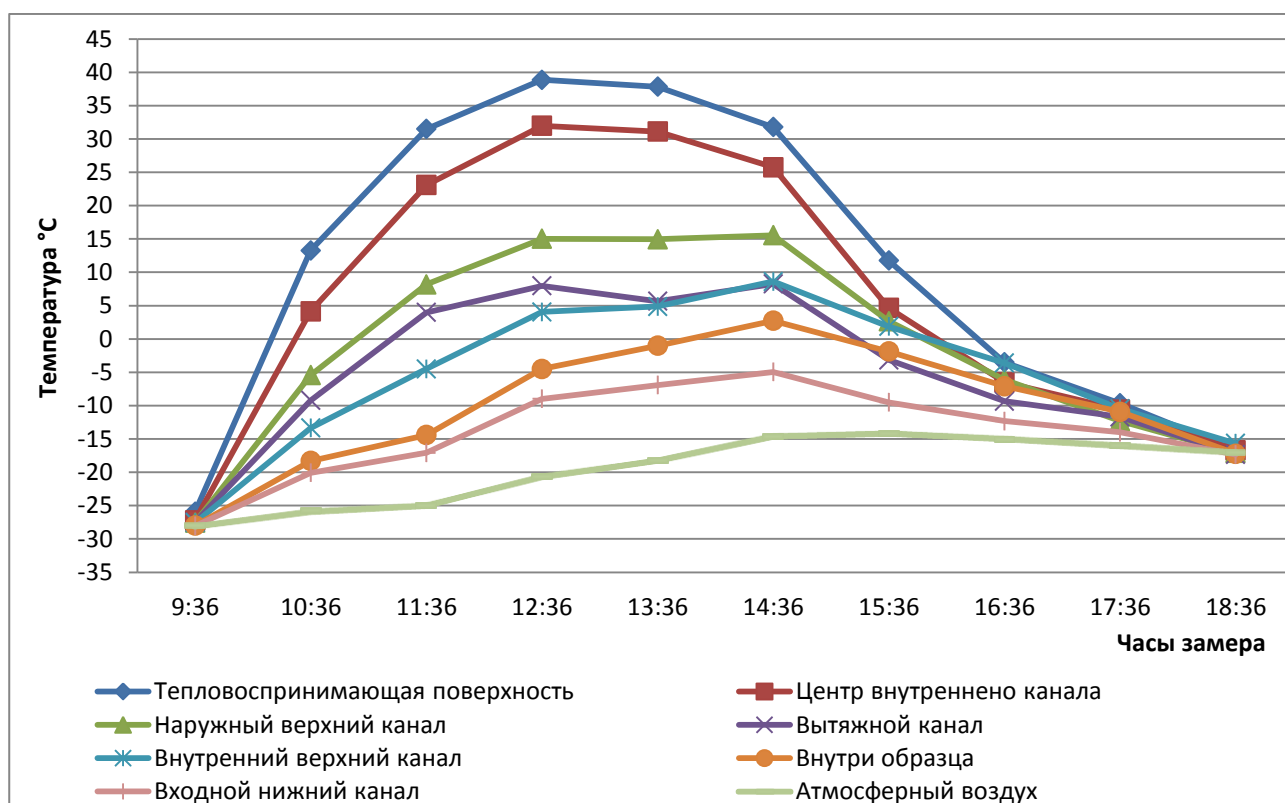


Рисунок 4 - Изменение температуры воздуха в панели в замкнутом режиме обогрева в зимний период

УДК 62-932.4

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ЗАГОТОВКИ ЗЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Панова Т.В., к.т.н., доцент, Панов М.В., к.т.н., доцент, Ляхова Л.А., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Представлена технологическая схема заготовки зерна, классификация зерносушилок, предложена малогабаритная зерносушилка.

Ключевые слова. Зерно, зерносушение, хранение зерна, очистка зерна, сорная примесь, малогабаритная зерносушилка.

В настоящее время в целях обеспечения продовольственной безопасности страны большое значение имеют сохранение и рациональное использование всего выращенного урожая, получение наибольшего количества готовой к использованию продукции из сельскохозяйственного сырья. В связи с сезонностью производства в

сельском хозяйстве возникает необходимость хранения сельскохозяйственной продукции для их использования в течении года и более.

Для эффективного хранения зерна необходимо следовать технологической схеме зернозаготовки и соблюдением установленных режимов. До начала уборки урожая составляют план



размещения с учетом нового урожая и фактически ожидаемого объема производства, а также план заготовок и реализации продукции. Партии семян хранят отдельно по культурам, сортам, репродукциям, категориям сортовой чистоты, а также с учетом показателей качества по засоренности и влажности. Перед заготовкой зерна зачищают складские помещения, оборудование и территорий зернотока от остатков урожая прошлого года.

На зернотоке для хранения семенного зерна имеется зернохранилище, снабженное активным вентилированием. Оно представляет собой одноэтажное здание секционного типа.

Период временной конспирации зерна - не продолжительное хранение в течение допустимых сроков. Это вынужденное хранение зерна, прошедшего предварительную очистку в ожидании начала или повторных прогонов через сушку. Этот период бывает во влажные годы [1].

Сразу после обмолота зерна проходит стадию временного хранения на токах или на складах. При размещении зерна яровой пшеницы на временное хранение влажность зерна составляет 21 %, что характеризует его, как влажное и сырое. Содержание примесей на данном этапе заготовки составляет: сорная – 4%, зерновая – 11%, трудноотделимая – 0,8%. Категория сортовой чистоты присвоена I.

Временное хранение зерна подразделяется на два этапа:

1 этап. Хранение свежееубранного зерна в бункерах, оборудованных активным вентилированием.

2 этап. Временное хранение зерна прошедшего полный цикл послеуборочной обработки по чистоте и иногда по влажности.

Временное хранение зерна, прошедшего полный период или сокращенный цикл послеуборочной обработки, но не доведено до норм стандарта по засоренности или по влажности. Когда его обработка задерживается из-за необходимости обрабатывать другие менее стойкие партии убранного зерна. Такое зерно направляется в хранилище, технологически оборудованное транспортными средствами с зернообрабатывающим агрегатом или поточной линией. После окончания уборки такие партии зерна возвращаются на повторную обработку [2].

Предварительная очистка зернового вороха - это вспомогательная операция на очистке зерна, ее проводят для обеспечения благоприятных условий при выполнении последующих операции послеуборочной обработки зерна. На ворохоочистительных машинах из зернового вороха выделяют крупные примеси, что повышает сыпучесть зерновой массы, повышает устойчивость к самосогреванию. Предварительная очистка наиболее

эффективна только в том случае, если проводится сразу же при поступлении зерна на ток. Задержка с очисткой даже на ночь, связана с опасностью самосогревания зерна, снижения качества, кроме того, происходит быстрое перераспределение влаги между зерном и ворохом, в результате чего увеличивается влажность зерна [1]. Для предварительной очистки применяются машины ОВС-25 с воздушной очисткой. На ОВС-25 устанавливаются 4 решетки, по 2 решетки на каждый стан. Верхний стан предназначен для удаления крупной примеси, нижний — для удаления мелкой примеси. Для удаления легкой примеси имеется воздушная очистка (аспирационная система) [3].

Машины предварительной очистки должны выполнять очистку свежееубранного вороха, влажностью до 40%, содержание отделимой примеси 20%, в том числе соломиной до 5%. В процессе очистки должно выделиться не менее 50% сорной примеси, в том числе вся соломистая.

Сушка является основной технологической операцией по приведению зерна в стойкое состояние. Сушку зерна проводят для снижения влажности до пределов, обеспечивающих стойкость его при хранении, а также для борьбы с зараженностью вредителями. При сушке на сушилках применяются продувание слоя зерна горячей смесью поточных газов с наружного воздуха с помощью вентиляции. Газо – воздушная смесь подается в наполненную зерном камеру сушилки, проходя через зерновую массу, зерно нагревается, газо – воздушная смесь поглощает выделенную влагу и отводит в наружу. Зерно при увлажнении перемешивается, что улучшает соприкосновение отдельных зерен со смесью газов и ускоряет процесс сушки. Зерно из горячей камеры направляется в охлаждающую. Наиболее распространены барабанные и шахтные сушилки непрерывного действия [2].

Классификация зерносушилок различных типов представлена на рисунке 1.

Производительность сушилок характеризуют разными показателями: количеством испарившейся влаги в килограммах за 1ч., тонно - процентами снижения влажности и другие. Производительность зерносушилок зависит от начальной и конечной влажности зерна, его целевого назначения и культуры, установлен единый показатель - плановая тонна или плановая единица сушки, характеризующая снижение влажности 1т продовольственной пшеницы на 6% (т.е. с 20% до 14%). В техническом паспорте, рекомендациях и руководстве по сушке производительность сушилок приведена в плановых тоннах.

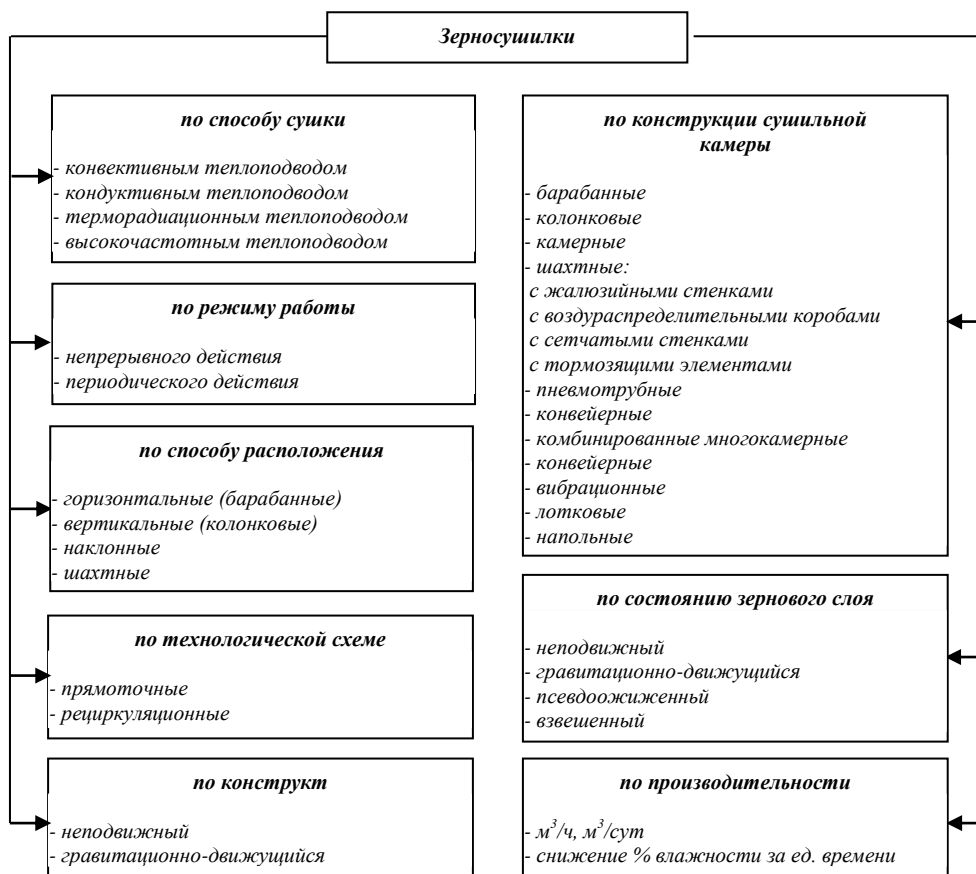


Рисунок 1 – Классификация зерносушилок

Зерносушилки обеспечивают сьем влаги для продовольственного зерна до 8% и для посевного материала до 4-5%. Поэтому зерновые массы с повышенной влажностью пропускают через сушилки 2-3 или даже 4 раза [3].

Практика показывает, что сушка зерна и семян во многих хозяйствах является затратным процессом. Это происходит не только потому, что используют менее производительные сушилки, но и вследствие недостаточно четкой организации зерносушения, неправильной эксплуатации зерносушилок, несоблюдения рекомендуемых режимов сушки, отсутствия поточных линий. Поэтому, кроме того, что зерносушилка должна быть компактной, несложной по устройству, приспособленной для работы на местном топливе, безопасной в пожарном отношении, удобной, для осмотра и обслуживания при полной механизации всех процессов сушки и охлаждения зерна, так же она должна обеспечивать высокую эффективность сушки с соблюдением установленных режимов сушки зерна с учетом его влажности, целевого назначения и других особенностей.

Для обеспечения сушки необходимого количества зерна и минимизации стоимости установки, предлагается малогабаритная зерносушилка для фермерских и крестьянских хозяйств, представленная на рисунке 2 [Патент № 131566].

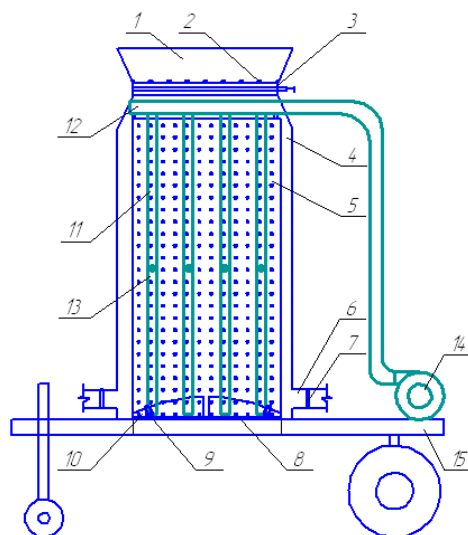


Рисунок 2 – Малогабаритная зерносушилка

Предлагаемая малогабаритная зерносушилка конструктивно состоит из корпуса 4, внутри которого располагается контейнер 5, с перфорацией, имеющей форму ромба, системы воздухоподдачи, состоящей из горизонтальных 12 и вертикальных перфорированных труб 11 с расположенными на них датчиками влажности 13 и теплогенератора 14 для подачи воздуха, горизонтальных 6, снабженных обратными клапанами 7,

двустворчатого днища 8 с боковыми ограничителями 9 для выгрузки высушенного или обезвоженного сырья и ограничителями 10, позволяющих ограничивать угол раскрытия стенок двустворчатого днища. Также имеется конусообразный приемный канал 1 для загрузки исходного сырья, который снабжен задвижкой 3 и отверстиями 2, позволяющими производить отвод внешней влаги с поверхности задвижки и предотвращать её попадание в корпус зерносушилки. Для транспортировки малогабаритная зерносушилка монтируется на платформе 15, снабженной механизмом сцепления с автомобилем.

Работа зерносушилки осуществляется по следующей технологической схеме. Контейнер через конусообразный канал посредством нории заполняют сырьём, нуждающимся в высушивании или обезвоживании, затем закрывают задвижку, и включают теплогенератор.

Теплый воздух, проходя по системе воздухоподачи, поступает к сырью, затем, проникая сквозь него теплый воздух, поступает в корпус из которого посредством горизонтальных воздухоотводов удаляется в атмосферу или направляется на обогрев или повторное использование. При достижении необходимого значения влажности тепловентилятор автоматически выключается, открываются створки днища и происходит выгрузка высушенного или обезвоженного сырья.

Известно [3] что по толщине зерна разделяют на решетках с продолговатыми отверстиями. Здесь, сквозь отверстие может пройти только такое зерно, толщина  $\delta$  которого меньше ширины щели  $C$  отверстий, длина зерна не имеет значения, она всегда меньше длины продолговатого отверстия. Так как ширина  $b$  зерна всегда больше толщины  $\delta$ , то зерно, которое не проходит сквозь отверстие по толщине, тем более не пройдет по ширине. Разделение семян по ширине осуществляют с помощью решёт с круглыми отверстиями. Здесь зерно может пройти только в том случае, если его ширина  $b$  меньше диаметра отверстия. Длина  $l$  и  $\delta$ . Толщина зерна в данном случае не препятствуют прохождению сквозь отверстие [4]. Поэтому, чтобы предотвратить потери зерна через отверстия в контейнере, нами предложена форма отверстия – ромб.

Количество вертикальных перфорированных труб с расположенными на них датчиками влажности, зависит от габаритов и определяется по формуле

$$n = \frac{P}{-\lambda \frac{\Delta T}{h} S \cdot \eta \cdot \beta} \quad (1)$$

где  $P$  – мощность двигателя теплогенератора, кВт;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности

зерна, Вт/м °С;  $\Delta T$  – разность температур на поверхности зерна и глубине;  $h$  – глубина слоя зерна, м;  $S$  – площадь распространения теплового потока, м<sup>2</sup>;  $\eta$  – коэффициент полезного действия теплогенератора;  $\beta$  – коэффициент тепловых потерь в трубе.

Малогабаритную зерносушилку предполагается применять в фермерских и крестьянских хозяйствах в виду её малой стоимости и оптимальной производительности, для хозяйств малой форм собственности.

Первичная очистка зернового вороха заключается в том, чтобы выделить крупные, мелкие и легкие примеси из зерновой массы при минимальных потерях основного зерна.

При первичной очистке исходный материал делится на 4 фракции: очищенное зерно, фуражное, крупные и мелкие примеси и мелкие отходы. Допустимые суммарные потери основного зерна во все фракции отхода не должны превышать 1,59. Первичная очистка осуществляется машиной ЗАВ-20 [1].

Вторичная очистка семенного и продовольственного зерна проводится с применением машины вторичной очистки СМ - 4 для обработки семенного материала.

Вторичную очистку семян проводят в сложных воздушно-решетчатых машинах с разделением исходного материала на 4 фракции: семена 2-го сорта, аспирационные отходы, крупные и мелкие примеси.

Потери семян основной культуры во все фракции не должно превышать 1% и попадания полноценных семян во 2-ой сорт не более 3% от массы семян основной культуры в исходном материале.

Допускается общее дробление в пределах 1%. Если после обработки в сложных зерноочистительных машинах не достигнуты необходимые требования по чистоте, то семена отправляют на дополнительную очистку [1].

Очистка семян от примесей основывается на различиях их физических свойств. Наиболее практическое значение имеют аэродинамические свойства, размеры и формы семян. Встречаются трудноотделимые примеси, по размерам и аэродинамическим свойствам близки к семенам очищаемой культуры. Их выделяют в основном по плотности и характеру поверхности.

Дополнительную очистку осуществляют в триерных блоках или сортировальных столах. Сортирование необходимо при уровне засоренности, отвечающем кондиционным нормам, если в составе примесей присутствуют вредные примеси, которые можно выделить. В процессе сортирования выделяют 3 фракции: очищенное

зерно, короткие и длинные примеси. Содержание полноценных зерен в отходах не должно превышать 0,5% при обработке продовольственного зерна и 3% при очистке семян.

Количественно-качественный учет ведется посредством сушки и естественной убыли в период стационарного хранения. Убыль зерна по влажности составляет около 8 %, а по сорной примеси – 2%. Для обеспечения сохранности зерновой массы в период хранения проводят регулярные наблюдения за состоянием зерновой массы.

УДК 631.363:633.34

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

**Купреенко А.И., д.т.н., профессор, Кондрашова О.Н., аспирант**

*ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Описаны преимущества использования заменителя цельного молока для выпойки телят, перспективные установки для его производства, предложен комплекс для производства заменителя цельного молока в составе термической и кавитационной установок.

Ключевые слова: заменитель цельного молока, кавитационная установка, соевое молоко.

Для выпойки телят молочного периода основным кормом является цельное молоко. В настоящее время при недостатке этого продукта расходуют 250...400 кг цельного молока на одного теленка, около 16 % валового производства молочка скармливают животным с учетом вторичных молочных продуктов (обрата, сыворотки и т. д.) в переводе на сухое вещество. В развитых странах на фермах с учетом вторичных молочных продуктов телятам скармливают не более 6...8 % производства молока, а 92-94 % - заменяют заменителем цельного молока (ЗЦМ).

Широкое применение заменителей цельного молока (ЗЦМ) для выпойки молодняка сельскохозяйственных животных стало одним из путей улучшения использования сырья и резервом улучшения производства товарного молока. Доля реализации в валовом производстве (в сельскохозяйственных организациях, подведомственных Министерству сельского хозяйства и продовольствия) товарного молока в настоящее время составляет 92 %, в Голландии - 98 %, в США — 97,5 %.

Сухое обезжиренное молоко является источником высокоценного белка, углеводов и биологически активных веществ, поэтому в отечественной

### *Список литературы*

1. Журавлев, А.П. Послеуборочная обработка, хранение зерна и продуктов его переработки / А.П. Журавлев, Л.А. Журавлева. – Чапаевск, 2000. С. 3-129.

2. Резчиков, В.А. Технология зерносушения / В.А. Резчиков, О.Н. Налеев, С. В.Савченко. – Алматы: АТУ, 2000. – 356 с.

3. Технологии, машины и оборудование для производства и переработки зерна (Каталог)- М.: Информагротех, 1994.

The article describes the advantages of using whole milk substitute, promising setting for its production, a set for the production of whole milk substitute comprising thermal and cavitation systems.

Keywords: milk replacer, cavitation installation, soy milk.

и зарубежной практике сухое обезжиренное молоко (СОМ) является основой ЗЦМ. Но этот компонент весьма дорогостоящий. Установлено, что употребление СОМ значительно сокращается за счет использования смесей из сои, овсяной и пшеничной муки, из семян рапса с низким содержанием глюкозинолатов, люпина малоалкалоидных сортов, льносемена, тритикале [1].

Если учесть, что большинство животноводческих хозяйств выращивает сырье для производства ЗЦМ (сою, горох, пшеницу и т.д.), а также вспомнить старую технологию приготовления кормов, которая включает такие операции как запаривание сырья, его перемешивание в процессе приготовления и дробление с целью лучшего усвоения, то необходимость в создании технологии приготовления влажных кормосмесей на местах становится актуальной. Поэтому в отличие от «дедовского» метода, технология приготовления влажных кормов должна быть менее трудоемкой и энергозатратной.

Частным случаем «мокрой» технологии приготовления кормов является технология переработки соевых бобов, которые составляют белковую основу, практически, любого комбикорма.

Соевое зерно и продукты его переработки широко применяют в кормлении животных благодаря своей пищевой ценности во многих странах мира.

Известно, что соевый боб содержит незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, поли- и моносахариды, витамины групп В, С, Д и ряд микроэлементов. Вредные соединения сырой сои (ингибитор трипсина, уреазы и других ферментов) требуют обязательной термической обработки в ходе производства ЗЦМ [2, 3].

Соевые продукты заслуживают особого внимания благодаря доступности сырья (посевы сои в мире занимают более 70 млн. га) и уникальности химического состава сои (содержание белка 40 %, липидов 20 %). Из этого следует, что промышленная переработка сои рентабельна. Дефицит незаменимых аминокислот, микроэлементов и витаминов исключается за счет высокой биологической ценности и функциональных свойств соевых продуктов.

Перспективным направлением является дополнительная обработка в гидродинамических установках.

В установке для приготовления ЗЦМ УПЗМ-0,9 технологический процесс происходит следующим образом (рисунок 1). В приемный бункер с весоизмерительным устройством (1) загружается зернофураж, который затем подается в агрегат влаготепловой обработки (2) одновременно с определенным количеством воды. Масса зернофуража с водой с помощью насоса (5) транспортируется по замкнутому кольцу: трубопровод – турболизатор (3) – емкость агрегата, пока ее температура не поднимется до 85 °С. За время, потраченное на нагрев, из зернофуража и воды образуется паста. Она автоматически перегружается в смеситель приготовления ЗЦМ (4), в который в дальнейшем загружаются предусмотренные технологией растворимые обогатительные добавки и вода, в результате чего получается готовый к скармливанию ЗЦМ с содержанием сухого вещества 12,6 %. Мощность установки УПЗМ-0,9 составляет 37 кВт [1].

Недостатком данной установки является длительность процесса производства ЗЦМ и энергоемкость.



1 – транспортер с весоизмерительным устройством для приема и подачи зернофуража; 2 – агрегат влаготепловой обработки; 3 – турболизатор; 4 – смеситель приготовления ЗЦМ; 5- насос подачи приготовленного ЗЦМ

Рисунок 1 – Установка для приготовления ЗЦМ УПЗМ-0,9

По гидродинамической технологии «ТЕК-МАШ» в установке ТЕК-СМ изготавливается 28-процентная соевая паста, которая разбавляется водой до консистенции молока.

Замачивание бобов по данной технологии производится однократно и вода, которая осталась после набухания сои попадает в бункер установки и все полезные водорастворимые вещества, перешедшие в нее, попадают в пасту [4].

А также технология не требует предварительного размола - размельчение, тепловая обработка и гомогенизация смеси происходят одновременно в установке ТЕК-СМ (рисунок 2), вследствие использования эффектов гидродинамики. В этой установке пар и теплообменники не используются, это позволяет отнести установку к высокоэффективному энергосберегающему оборудованию.

Например, для получения 5...6 л 7-10%-ного растительного молока требуется не более 0,25кВт·ч электроэнергии. Недостатком также является длительность процесса нагрева.

В состав установки ТЕК-СМ входит насос с электрическим двигателем, бункер, в который

загружаются все составляющие (зернобобовые, вода, добавки) и специальная насадка, где происходят процессы размола, гомогенизации и нагревания смеси до температуры уничтожения антипитательных веществ и патогенной флоры.



Рисунок 2 – Установка для приготовления влажных кормовых смесей ТЕК-СМ

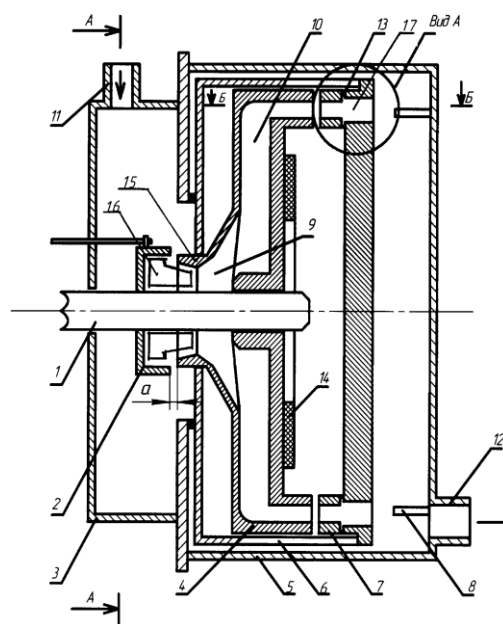
Технология приготовления жидких кормов, основывающаяся на процессе кавитационного воздействия на сырье, позволяет готовить на животноводческих фермах легкоусваиваемые, гомогенизированные, обеззараженные корма, минуя фазу приготовления комбикормов из фуражного зерна (пшеница, овес, ячмень, просо и т.д.); отходов зернопереработки (отсевы, семена трав и сорных растений, мякины, солома и т.д.); побочных продуктов зерноперерабатывающих предприятий (жмыхи, отходы мукомольного производства); отходов свеклосахарного, спиртового, пивоваренного, крахмального и сыродельного производств.

Кавитационное воздействие заключается в том, что благодаря энергии ударных волн от схлопнувшихся кавитационных пузырьков осуществляется разрушение клеточных стенок и клеточных структур зерна и бобов, семян растений. Зерна злаков и бобовых культур размалываются, размягчаются, выделяют в раствор крахмал и клейковину под воздействием ударных волн. После того как кормовая суспензия разогреется до 60-80 °С происходит процесс «клейстеризации», который выражается в желировании суспензии. При данных температурах начинается гидролиз крахмала, и он превращается в вещества, которые легко усваиваются животными (моносахариды, дисахариды, трисахариды, а именно глюкоза, фруктоза, сорбоза, мальтоза, галактоза и т.д.).

В кавитационном способе диспергирования как зерновых злаков и бобовых культур, так и растительного сырья, грубых и сочных кормов, происходит ряд процессов, присущих гидродинамической кавитации, которые оказывают

губительное воздействие на семена сорняков, на гнилостные и патогенные микроорганизмы, микотоксины [5].

Данной технологии отвечает установка конструкции Мозгового В.Г. КаГУД-1 (кавитационный гидроударный диспергатор) (рисунок 3) [6].



- 1 - вал привода; 2 - лопастью вакуумированный насадок; 3 - камера всасывания; 4 - ротор;
- 5 - корпус выхода, 6 - корпус рабочих органов;
- 7 - статор, 8 - резонатор; 9 - камера вскипания;
- 10 - отверстия ротора, 11 - входной патрубок,
- 12 - выходной патрубок, 13 - резонирующая камера;
- 14 магнит, 15 - сопло ротора, 16 - лопасти вакуумированного насадка 2, 17 - отверстия статора 7

Рисунок 3 – Установка КаГУД-1 (кавитационный гидроударный диспергатор)



Недостатками КаГУД-1 является сложность конструкции установки и подверженность забиванию каналов ротора и статора.

Основным типом вышеуказанных гидродинамических установок являются установки с активными рабочими органами, которые интенсивно изнашиваются вследствие явления кавитации. В то же время есть положительный опыт использования пассивных кавитаторов, не имеющих данного недостатка и более простых по конструкции [7].

С целью отработки технологии производства жидких кормов по данной технологии нами предлагается использовать комплекс из термической и кавитационной установок (рисунок 4). В состав термической установки входит электропорогенератор, размолочно-варочный аппарат (РВА), пресс отжимной механический и форма для изготовления сыра-тофу.

Термическая установка производит соевое молоко без бобового привкуса и с высокой концентрацией растворимого белка. Это достигается благодаря вакуумному холодному размолу вымоченных в соевых бобов производимому в воде и проварке полученного размола под давлением и кулинарным паром. Соевое молоко отделяется от нерастворимых веществ - окары в фильтр-прессе.



Рисунок 4 - Комплекс из термической и кавитационной установок

Технологический процесс заключается в следующем. Промытые бобы вымачиваются, пока не станут мягкими и перекладываются в размолочно-варочный аппарат через загрузочный бункер. Добавляется вода для достижения желаемого соотношения воды и бобов. Двигатель включается на 3 минуты для размола бобов,

используя запатентованный безвоздушный размол. Двухфазовый размельчитель отличается высокой отдачей соевого молока. Открывается клапан подачи пара до тех пор, пока, размол не достигнет 115 °С. Клапан выпуска развара постепенно открывается и аппарат опустошается в фильтр-пресс. Затем полученное соевое молоко проходит обработку в кавитационной установке.

Для обоснования эффективности предлагаемой технологии планируется провести серию экспериментов по отработке конструктивно-режимных параметров предлагаемого комплекса, таких как длительность обработки, температура нагрева, концентрация продукта в жидкой фазе.

#### Список литературы

1. Горячев И.И., Пилюк С.Н., Передня В.И., Тимошук А.Л., Тарасевич А.М., Хруцкий В.И. Новая технология производства заменителей цельного молока // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. - № 8. – С. 45-47.

1. Теплов А. Новая технология приготовления влажных кормов // Лидер Украины. – 2004. - № 36. – С. 130.

2. Люстик В. Влажное кормление животных – «Дедовская технология» в современном исполнении // АГРОСНАБ Черноземья. – 2010. - Август. – С. 5.

3. Влажные кормовые смеси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.tekmash.ua/news/url/vlazhnye\\_kormovye\\_smesi](http://www.tekmash.ua/news/url/vlazhnye_kormovye_smesi) (дата обращения: 22.01.2014).

4. Инновационная технология приготовления жидких кормов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [kgau.ru>img/konferenc/2012/d3.doc](http://kgau.ru/img/konferenc/2012/d3.doc) (дата обращения: 21.01.2014).

5. Мозговой В.Г., Алтухов А.М. Кавитационный гидроударный диспергатор // патент России № 74084 от 20.06.2008 г.

6. Купреенко А.И., Ториков В.Е., Маловастый К.С., Исаев Х.М. Повышение эффективности использования кормов на основе кавитационных установок // Научно-технический прогресс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли. – Подольск: ГНУ ВНИИМЖ, 2007. – С. 209-211.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ЗАДЕЛКИ СИДЕРАТОВ В ПОЧВУ

Шмидов Д.В., аспирант, Лабух В.М., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Проанализирована работа существующих технических средств для измельчения и заделки сидератов в почву, выявлены некоторые их недостатки.

Ключевые слова: сидерат, плодородие почвы, измельчение, мульчировщик.

Картофель - культура рыхлых почв. Он более других культур нуждается в глубоко разрыхленной, хорошо проницаемой для воды, воздуха и тепла почве. Это связано с его биологическими особенностями: относительно слаборазвитой корневой системой; формированием столонов (подземных побегов, на которых развиваются клубни) и урожая клубней в почве. Картофель очень требователен к плодородию почвы и значительно увеличивает урожай при внесении перед посадкой органических удобрений. Во все времена самым эффективным органическим удобрением считался полуперепревший навоз. Он содержит все необходимые картофелю растению питательные элементы, и способствует повышению плодородия почвы.

В данный момент животноводство России отличается от того, что было раньше, т.е. количество животных в хозяйствах значительно сократилось (часто стада в хозяйствах существуют только для продажи, например, мяса или молока собственным работникам), поэтому сократилась возможность использовать органические удобрения на полях. Например, применение навоза приближается практически к нулю. В большинстве случаев сельхозпредприятия используют только дорогостоящие минеральные удобрения, при этом снижается плодородие почвы и экологическая чистота урожая.

Навоз - классическое органическое удобрение. И, тем не менее, сидераты (однолетние растения, которые выращивают в качестве зеленого удобрения) превосходят его во многих отношениях [1]. Во-первых, они обходятся дешевле. Их не надо транспортировать и разбрасывать по полю - они там растут. Во-вторых, они не содержат такого количества семян сорняков, как это свойственно навозу. А некоторые из них не дают произрастать другим видам растений. Например, рожь - способна подавить развитие не только

An analysis of operation of existing technical equipment for grinding and covering a green manure with the soil and was carried out, some of their shortcomings.

Key words: green manure, soil fertility, grinding, mulcher.

однолетних сорняков (которые взойдут осенью или весной), но и многолетних: пырей, осот, лютик. И, в-третьих, коэффициент использования азота сидератов в первый год почти вдвое выше, чем азота навоза. То есть можно говорить, что отсутствие органического вещества, которое восполняли внесением навоза на поля, можно возместить с помощью выращивания сидератов. Они увеличивают количество микроорганизмов в почве в 1,5 - 2 раза, что способствует усилению биологической активности почв. Таким образом, почвенный и надпочвенный воздух обогащается углекислым газом, что улучшает воздушное питание растений.

Для заправки в качестве органического зеленого удобрения можно использовать не только сидеральные сорта, но и кормовые. Однако преимущество возделывания сортов сидерального типа использования заключается в дополнительной биологизации земледелия. Алкалоиды, содержащиеся в запахиваемой зеленой массе, оказывают фунгистатическое воздействие на почву, благодаря чему уменьшается поражение болезнями последующих культур: зерновых - корневыми гнилями, а картофеля - паршой обыкновенной и порошистой, ризоктонией и картофельной нематодой.

Ценится и вегетативная часть растений и их корни, которые разрыхляют почву. Установлено, что наилучшие условия разложения пожнивнокорневых остатков в осенне-зимний период обеспечиваются при измельчении их на отрезки длиной 5-10 см. Процесс минерализации таких частиц до их полного разложения по сравнению с неизмельченными остатками ускоряется в 7-8 раз, сокращаясь с двух лет до 90-100 дней. Более интенсивное разложение растительных остатков происходит при заделке их в почву на глубину - до 8 см [2].



В настоящее время существуют различные конструкции почвообрабатывающих машин для измельчения и заделки в почву сидератов, а также различных растительных остатков. По принципу действия они подразделяются на машины с рабочими органами пассивного (дисковые и с ножевыми катками) и активного действия (почвообрабатывающие фрезы и мульчировщики).

В машинах с пассивными рабочими органами (рисунок 1) диски вращаются под действием сил реакции почвы, вызванных движением агрегата. Они имеют простую конструкцию и большую производительность по сравнению с машинами с активными рабочими органами, что связано с большей шириной захвата и рабочей скоростью движения агрегата.



Рисунок 1 – Дисковый мульчировщик ДМ 7×2

Мульчировщик MaxiCut 600 (рисунок 2) имеет три катка размером в 610 x 7 мм, которые могут быть заполнены водой, что даст ему дополнительный вес. Каждый каток оснащен 15-ю ножами, расположенными по его поверхности. Ножи находятся на расстоянии примерно 18 см друг от друга. Вес машины, с заполненными водой катками составляет около 6 тонн и создает достаточное давление для ножей, чтобы обеспечить хорошее измельчение растений и перемешивание их с почвой. Агрегат может работать на скорости 18-25 км / ч, таким образом, площадь в 10 га может быть обработана за час.

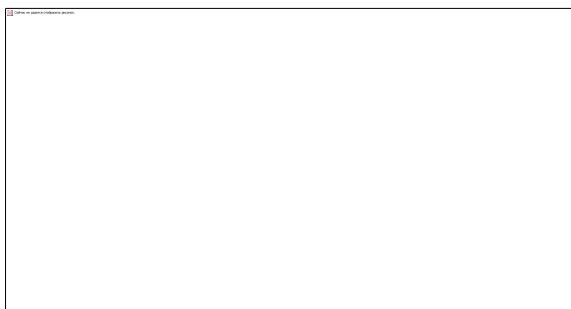


Рисунок 2 - Мульчировщик с ножевыми катками MaxiCut 600

Однако у них есть недостатки: не обеспечивают качественного измельчения сидератов; имеют низкий процент заделки остатков в почву; частое забивание растительной массой стоек

крепления секций и пространства между дисками; агрегируются с энергонасыщенными тракторами, уплотняющее воздействие на почву которых распространяется глубже, чем производимое рыхление.

Агрегаты с активными рабочими органами – почвенные фрезы применяют для интенсивного крошения почвы, уничтожения сорняков, измельчения растительных остатков, перемешивания слоев почвы, заделки удобрений и выравнивания поверхности поля. Почвофреза за один проход создает оптимальную плотность почвы благодаря высокой степени крошения, повышает ее биологическую и биохимическую активность, что способствует повышению урожайности различных культур. Рабочий орган фрезы - барабан или ротор, вращающийся от ВОМ трактора вокруг горизонтальной (рисунок 3, а) или вертикальной (рисунок 3, б) оси. На барабане закреплены Г-образные ножи, а на роторе - прямые ножи с заостренными режущими кромками, расположенными параллельно оси вращения. Ножи изготовлены из пружинистой износостойкой стали термообработанной до высокой твердости. Расположение ножей на роторе обеспечивает равномерный вход фрезы в почву, а углы скоса – самоочистку ножей от почвы и растительности. В рабочем положении ножи фрез участвуют одновременно в двух движениях: вращательном вместе с барабаном (ротором) и поступательном вместе с машиной.

Фрезы с горизонтальной осью вращения лучше измельчают и перемешивают с почвой растительные остатки, чем с вертикальной, а вращение барабана по ходу движения создает подталкивающее усилие, что способствует уменьшению буксования на переувлажненных почвах. Культиватор с вертикальной осью вращения позволяет проводить рыхление почвы, сохраняя на поверхности слой мульчи.

Фрезерование - энергоемкий процесс. Затраты энергии на обработку почвы таким способом значительно превышают затраты ее при обработке другими машинами. Поэтому фрезы используют для освоения залежных земель, покрытых густой растительностью, для обработки пласта многолетних трав, полей после уборки кукурузы, высокостебельных культур или полеглых хлебов. При измельчении и заделке в почву высокостебельных сидератов часто происходит наматывание растений на рабочие органы, что препятствует выполнению технологической операции.

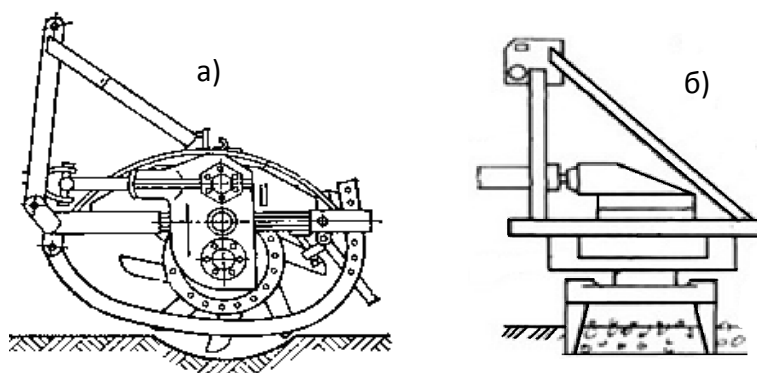


Рисунок 3 – Почвенные фрезы: а) с горизонтальной осью вращения; б) с вертикальной осью

Мульчировщик предназначен для скашивания и измельчения надземной части растений: стерни, пожнивных остатков кукурузы, подсолнечника, сои, сидератов и других сельскохозяйственных культур. В зависимости от модели мульчировщики бывают с горизонтальной и вертикальной осью вращения (рисунок 4). Они обеспечивают тонкое измельчение и равномерное

распределение растительных остатков, на поверхности почвы создав, таким образом, слой мульчи, которая уменьшает потери влаги, препятствует водной и ветровой эрозии почвы, а также увеличивает поступления в почву органических веществ, что положительно сказывается на образовании гумуса.

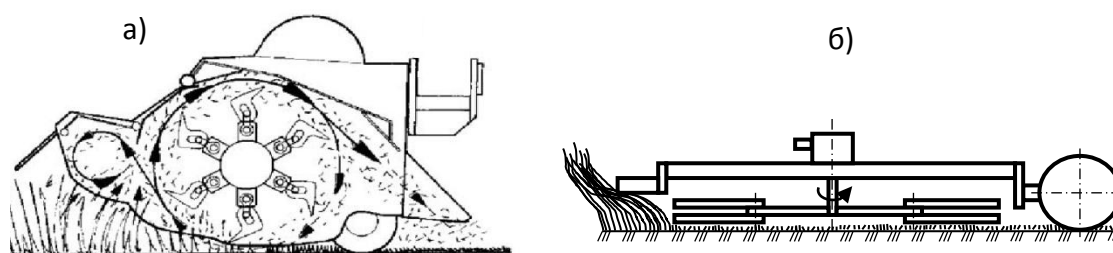


Рисунок 4 - Мульчировщики: а) с горизонтальной осью вращения; б) с вертикальной осью вращения

Мульчировщик состоит из рамы, на которой устанавливается редуктор с приводом от вала отбора мощности трактора, трехточечная навеска, боковая трансмиссия, ротор с ножами, задний опорный каток или колеса. Редуктор служит для увеличения крутящего момента от ВОМ трактора и передачи его через боковую трансмиссию к ротору с рабочими органами, скорость вращения которого составляет около 2000 об/мин. Редуктор оснащен муфтой свободного хода для дополнительной защиты.

Приводные от вала отбора мощности мульчировщики не способны измельченную массу перемешивать с почвой для более быстрого ее разложения и усвоения растениями.

Исходя из приведенного анализа почвообрабатывающих агрегатов, можно сделать вывод о том, что перспективным направлением является разработка почвообрабатывающих агрегатов с активными рабочими органами, которые могут

совмещать качественное измельчение растений как мульчировщик и хорошую заделку их в верхний слой почвы как фреза с горизонтальной осью вращения. Для этого необходимо снизить энергоемкость фрезы, подобрав оптимальные значения рабочих органов и кинематических параметров.

#### *Список литературы*

1. Прянишников, Д.Н. Новые возможности в области применения зеленого удобрения. Избр. соч., т. 3. - М.: Изд-во с.-х. литературы, 1963. - С. 438-449.
2. Спирин, А.П. Мульчирующая обработка почвы / А.П. Спирин. - М.: ВИМ, 2001. -С. 530.

## НАСАДКА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ГРАБЛЕЙ

Блохин В.Н., к.т.н., доцент, Романеев Н.А., к.т.н., доцент, Никитин В.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Показано, что проблему увеличения плодово-ягодной продукции, в частности смородины, малины и винограда, можно решить путем применения новейших технологических приемов по уходу за высокостебельными плантациями кустарниковых растений.

Ключевые слова: междурядья, обработка почвы, высокостебельные кустарники, почвофреза.

Междурядья ягодных кустарников могут быть залужены, покрыты мульчирующим материалом или содержаться под черным паром. В связи с характерным для большинства регионов России периодическим недостатком влаги в летний период последний способ содержания междурядий является предпочтительным. Он предполагает многократную механическую обработку почвы в междурядьях, которую можно производить с помощью культиватора, фрезы или дисковой бороны. Последнее орудие наиболее распространено, поскольку при минимуме энергозатрат позволяет наряду с рыхлением измельчать и заделывать в почву вырезанные после сбора урожая отплодоносившие стебли малины [1].

Эксплуатация на протяжении многих лет модернизированной дисковой бороны в крестьянско-фермерском хозяйстве (КФХ) «Ягодное» (Брянская область, Выгоничский район) полностью подтвердила эффективность ее работы. Орудие устойчиво работает даже на междурядьях, поверхность которых покрыта вырезанными отплодоносившими стеблями малины, измельчая их и заделывая в почву. За счет этого, во-первых

Abstract. It is shown that the problem of increasing fruit and berry products, in particular currants, raspberries and grapes can be resolved by application of the latest techniques on care of shrubberies.

Key words: row spacing, soil treatment, shrubberies, tillage machine.

– существенно улучшается баланс гумуса в почве (традиционно стебли после вырезки выносили за пределы плантации и сжигали), а во-вторых – исключается сам процесс выноса стеблей вручную, что существенно уменьшает трудоемкость возделывания малины. При этом негативные последствия для фитосанитарного состояния плантации сведены к минимуму.

Однако ограничиться при обработке междурядий малины только использованием дисковой бороны не представляется возможным, поскольку приходится оставлять слишком широкие защитные зоны (до 0,5 м). Это обусловлено тем, что при монтаже орудия на заднем навесном устройстве трактора исключается возможность адекватного реагирования на чрезмерное сближение рабочих органов с культурными растениями. Поворот управляемых колес трактора в сторону междурядья приводит к еще большему смещению задней батареи орудия в сторону ряда на величину и неизбежному травмированию (или даже срезу) части стеблей (рис. 1). Все это приводит к образованию сорняков в необработанных местах.

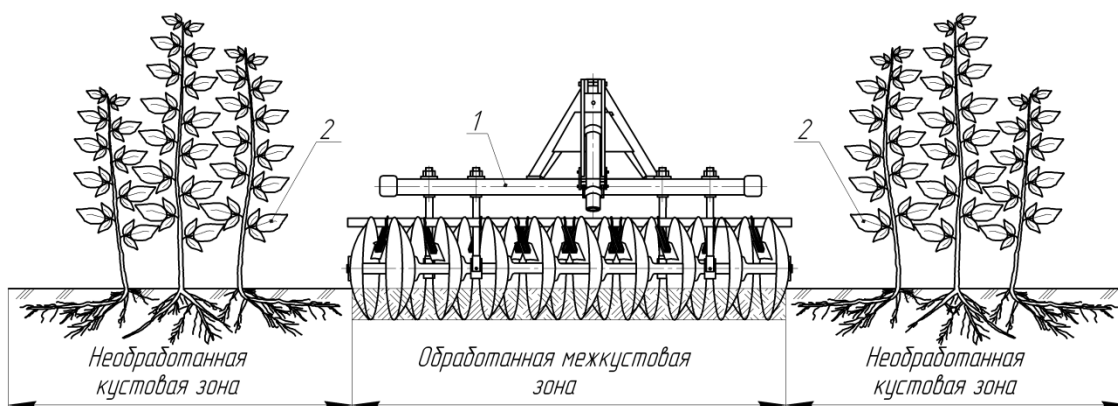


Рисунок 1 – Схема работы почвообрабатывающего орудия в междурядьях ягодных кустарников: 1 – почвообрабатывающее орудие; 2 – куст

Удаление сорной растительности, как правило, в этих зонах осуществляется с помощью ручных мотыг. Многолетние исследования и практический опыт свидетельствуют о том, что наиболее полно задаче обработки защитной зоны ряда малины отвечает ножевой ротор с вертикальной осью вращения [2]. Конструктивные особенности такого рабочего органа позволяют близко подводить их к растениям, оставляя минимальную защитную зону, а также менять угол установки ножей к горизонту с целью повреждения корней.

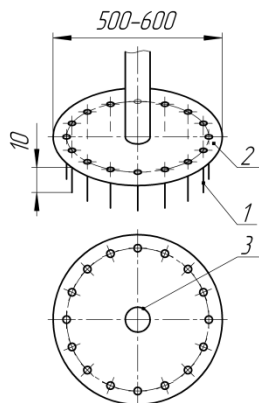


Рисунок 2 – Схема насадки для обработки кустовых зон: 1 – нож; 2 – диск; 3 – ротор

УДК 62-632

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ В ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Карташевич А.Н., д.т.н., профессор, Тригуб А.А., инженер

УО «Белорусская ГСХА»

Рассматривается возможность использования альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания сельскохозяйственного назначения. Анализируются возможные ресурсы различных видов газообразных топлив, их основные свойства, а также способы подготовки и использования в ДВС, возможные показатели двигателей при работе на этих топливах и основные преимущества при использовании альтернативного вида топлив.

Ключевые слова: альтернативное топливо, газодизельное топливо, газодизельное оборудование, энергосбережение.

Эволюция конструкции ДВС должна подчиняться современным требованиям норм охраны окружающей среды. Эти требования касаются как самих двигателей, так и применяемых в них топлив. Развитие топлив идет по следующим направлениям: совершенствование технологии

В результате вышеизложенного авторами предлагается разработанная технологическая схема насадки для фрезы с вертикальной осью вращения, которая может применяться для обработки кустовых (ствольных) зон как на приусадебных плантациях.

### Список литературы

1. Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Управление перераспределением почвы по ширине междурядья малины // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 4. – С. 13-15.

2. Блохин В.Н. Исследование процесса и рабочего органа для ухода за межкустовой зоной на ягодниках: Автореферат дис. ... кандидата технических наук. – М., 1993. – 19 с.

The article examines the possibility of using alternative fuels in internal combustion engines of agricultural machines. We have analyzed possible resources of different types of gaseous fuels and their main properties, as well as methods of their preparation and use in internal combustion engines, possible indicators of engines working on these fuels and the main advantages of using alternative types of fuel.

Keywords: alternative fuels, gas-diesel fuel, gas-diesel equipment, energy saving.

переработки нефти, поиск новых добавок к топливам, а также применение альтернативных топлив. Цель совершенствования состоит в том, чтобы новейшие технологии отвечали ужесточающимся нормам по охране окружающей среды.

Наряду с проблемой снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами в Республике Беларусь существует проблема обеспеченности собственными топливно-энергетическими ресурсами, так как разработка своих запасов нефти не удовлетворяет потребностей республики в углеводородном топливе. Являясь крупным производителем и поставщиком на постсоветском пространстве дизельных двигателей, тракторов и сельскохозяйственной техники, Беларусь практически не имеет собственных запасов углеводородного сырья для производства дизельного топлива.

Для Республики Беларусь важное значение имеет снижение энергетической зависимости от нефтяного топлива, поэтому изучение и разработка альтернативных топлив для автотракторной техники являются весьма актуальными.

Из альтернативных видов топлив в ближайшее время наиболее перспективными являются сжиженный нефтяной газ и природный газ. В автомобильном транспорте они получают все большее применение. Разработаны также конструкции практически всех отечественных тракторов для работы на газообразном топливе. Однако практическое применение таких тракторов (как и газовых автомобилей в сельскохозяйственном производстве) ограничивается трудностями и высокой стоимостью организации заправки газовым топливом. Поэтому более простым и перспективным в сельскохозяйственном производстве может быть использование природного газа в системах резервного энергообеспечения мобильными и передвижными электростанциями с двигателями внутреннего сгорания.

При совместном использовании альтернативных топлив с дизельным топливом привлекают два момента: 1) не нужно вносить изменений в двигатель и топливную аппаратуру; 2) всегда можно вернуться к 100 %-му использованию дизеля. Не менее важны экономия 75-80 % дизельного топлива, снижение в 2-4 раза дымности отработанных газов дизеля, а также увеличение в 1,5-1,7 раза суммарного запаса хода транспортного средства.

В виде альтернативных топлив применяют как СНГ (сжатый природный газ, метан), так и СНГ (сжиженный нефтяной газ, пропан-бутановая смесь). Применяя метан как основное топливо, можно добиться замещения дизельного топлива газом до 80 %. Пропаном замещают до 60 % дизельного топлива. Плюсами использования пропана является наличие более широкой сети заправок и возможность использования более емких, легких и менее громоздких баллонов, в то время как плюс метана – большой процент замещения и почти всегда более низкая стоимость.

Характерным отличием тракторов, работающих на дизельном и газодизельном топливе, является, конечно же, наличие баллонов с компримированным газом, которые крепятся на крышу или раму машины. Интервал температур, при которых работает газобаллонное оборудование, колеблется в пределах от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ .

В газодизельном режиме 70-85 % газовой смеси в общем цикловом заряде сгорает практически без детонации с наибольшей эффективностью. После переоборудования мощность дизельных двигателей остается на уровне базового двигателя. В конструкцию двигателя добавляются газовый смеситель, механизм ограничения подачи дизельного топлива, система регулировки подачи газа, устройство для взаимосвязанного управления топливным насосом высокого давления и подачей газа, а также электрооборудование, которое обеспечивает необходимую информативность и защиту дизеля от нештатных режимов работы.

Следует обратить особое внимание на высокую степень экономичности усовершенствованного трактора. Расход газа в номинальном режиме (при полной нагрузке) составляет около  $14 \text{ м}^3/\text{ч}$ , дизельного топлива – 2,5 л/ч. А в случае с номинальным дизельным режимом работы расход топлива составляет 15 л/ч. Для новых тракторов соотношение расхода топлива составляет примерно 20 % дизтопливо и 80 % газ; для бывших в употреблении – 30 % и 70 % соответственно.

Газодизельному оборудованию присуща простота в эксплуатации, минимальные затраты на техническое обслуживание и увеличение возможности использования трактора в рабочем технологическом цикле без дозаправки практически в два раза. У газового топлива более высокие экологические показатели, оно обладает антидетонационной стойкостью, хорошей диффузией, низкой скоростью горения смеси, стабильностью агрегатного состояния. Оно безопасно в использовании, а также гуманно по отношению к двигателю автомобиля: увеличивает его межремонтный период работы благодаря отсутствию катализаторов разрушения металлов. Некоторые проблемы создает заправка: не во всех районах нашей страны имеются газовые заправочные станции, но если у предпринимателя в хозяйстве есть 10-20 тракторов, выходом может стать приобретение газовой мини-АЗС.

Таким образом, решение проблемы энергообеспечения мобильных технологических процессов в сельскохозяйственном производстве может быть достигнуто при одновременном использовании энергосбережения (применение энергосберегающих технологий, экономных машин, поддержании их экономичности в процессе

эксплуатации и т. д.) и применения альтернативных топлив, возобновляемых источников энергии и энергоносителей. В ближайшее время более перспективными представляются газообразные продукты, которые могут быть использованы в конвертируемых на эти топлива карбюраторных, газовых или дизельных двигателях. Параметры этих двигателей могут быть рассчитаны на основании известных методик с предлагаемыми

уточнениями. Наиболее целесообразно использование двигателей, которые работают на газодизельном топливе, заправка которых возможна на предприятии АПК.

#### *Список литературы*

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А.Н. Карташевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 367 с.: ил.

УДК 631.353/3

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ МАШИН С ДИСКОВЫМ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕМ И ШТАНГОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

**Гаврилов И.И., инженер, Сапьяник Г.Н., к.т.н., доцент**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»*

Проводится сравнение работы центробежных и штанговых рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений, приведены их достоинства.

Ключевые слова: способы внесения минеральных удобрений, дисковый разбрасыватель, штанговый рабочий орган.

При возделывании сельскохозяйственных культур все также актуальной остается проблема равномерности внесения твердых минеральных удобрений, в оптимальные сроки. Доказано, что при равномерном внесении минеральных удобрений в оптимальные сроки окупаемость их составляет 8–10 кг зерна на 1 НРК. В нашей стране этот показатель находится на уровне 4,5–5 кг, это говорит о том, что эффект от внесения минеральных удобрений низкий соответствует всего лишь 50-55 %.

Основная причина такой малой окупаемости это большая неравномерность внесения минеральных удобрений. По данным НИРУП «Институт почвоведения и агрохимии» снижение неравномерности внесения удобрений на 1 % приводит к увеличению прибавки урожая также на 1 % и наоборот [1].

Допустимая неравномерность внесения азотных удобрений составляет 10 %, калийных и фосфорных 20%, а исходя, из вышесказанного можно сделать вывод, что страна ежегодно не добывает около 600 тыс. тонн зерна и большое количество остальной растениеводческой продукции. Также неравномерность внесения минеральных удобрений отрицательно сказывается и на окружающей среде, особенно на водоемах, грунтовых и поверхностных водах.

Существует два кардинально разных способа внесения минеральных удобрений. Первый,

The article compares the work of centrifugal and boom-nozzle working organs of machines for mineral fertilizers application and shows their advantages.

Keywords: how to make fertilizer spreader disc eavesdropper rod working body.

это внесение и распределение минеральных удобрений при помощи дисковых центробежных разбрасывателей. По данным статистики дисковые центробежные разбрасыватели в парке машин занимают около 90% от общего количества машин для внесения минеральных удобрений. Этот большой процент можно объяснить тем, что машины просты в изготовлении, имеют относительно невысокую стоимость, большую производительность, ими можно вносить широкий спектр минеральных удобрений, также они не предъявляют высоких требований к качеству вносимых удобрений. Но также нужно сказать, что центробежные разбрасыватели имеют существенный недостаток: – это высокая неравномерность внесения минеральных удобрений, которая связана со многими факторами. К основным факторам можно отнести превышение ширины машины над шириной разбрасывателя, что вызывает необходимость в перекрытии смежных проходов. Большой процент на неравномерность внесения оказывает конструкция рабочего органа, в связи с этим необходимо подбирать вносимые минеральные удобрения схожие по гранулометрическому составу т. к. туки, имеющие разные массы соответственно будут обладать разной дальностью полета, а это существенно сказывается на равномерности внесения.

В доказательство вышесказанному немецким сельскохозяйственным обществом (DLG),

польским журналом «Тораггар» и варшавским институтом строительства, механизации электрификации сельского хозяйства были протестированы следующие разбрасыватели: ZA-M Premis (Amazone), EX Trend (Bogballe), N039M (FMR «Agromet»), DS-M1105 (Kverneland), MDS 62 (Rauch), N-049 (Sipma), DPXPrima 1200 (Sulky). Испытания проводились в идеальных условиях, навеску и настройку машин производили представители фирм, выполнял испытания один и тот же водитель по одной и той же колее в поле, частота вращения ВОМ трактора составляла 540 мин<sup>-1</sup>, скорость ветра менее 2 м/с [2].

По результатам испытаний установлено, что даже в идеальных условиях все разбрасыватели, не попадают в допустимый процент отклонений. Для азотных 10 % и 20 % для калийных и фосфорных удобрений. Amazone ZA-M (средний коэффициент вариации 22 %) показал наилучшие результаты, на второе место вышел разбрасыватель RauchMDS 62 (коэффициент вариации 22 %). Испытания воспроизведенных в республике зарубежных аналогов центробежных разбрасывателей в ГУ «Белорусская МИС» подтверждают эти данные [3].

Второй способ внесения минеральных удобрений осуществляется при помощи машин со штанговым рабочим органом. В настоящее время в Республике Беларусь изготовлением машин со штанговым рабочим органом занимаются такие заводы как „Лидагропромаш“, „Бобруйскагропромаш“. Они выпускают машины с пневматическими распределителями, а также с цепочно-шайбовыми транспортерами, различных видов: СУ-12, РШУ-12, МТТ-4Ш (прицепная штанговая машина).

Количество данных машин в парке сельскохозяйственной техники составляет около 10%.

УДК 631.354.2:005.216.1

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС 10К С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОДБАРАБАНЫЯ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА**

**Гусаров В.В., инженер, Гусаров И.В., инженер**  
*УО «Белорусская ГСХА»*

Представлены результаты сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов с подбарабанами различной конструкции. У зерноуборочного комбайна с подбарабаньем, имеющим дифференцированную рабочую поверхность, пропускная способность повысилась на 26 %, производительность на 27,1 %, снижение потерь составило 17,8 % по сравнению с зерноуборочным комбайном, оснащенным серийным подбарабаньем.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, подбарабанье, производительность, пропускная способность.

Такой незначительный процент по сравнению с дисковыми разбрасывателями обусловлен наиболее высокой требовательностью машин со штанговым рабочим органом к качеству вносимых удобрений, т.е. начиная с условий хранения минеральных удобрений. Стоит отметить, что специализированных складов с оптимальными условиями для хранения удобрений практически нет, а отсюда следует, что туки даже с незначительно повышенной влажностью будут налипать и засорять дозирующее устройство штангового рабочего органа. Второе, это более сложное техническое обслуживание штангового рабочего органа, необходимость ежедневной чистки машины, более высокая стоимость. Но несмотря на все это существенным достоинством машин со штанговым рабочим органом является их точность внесения минеральных удобрений. И как уже отмечалось ранее, это довольно весомый фактор.

В результате сравнения дискового разбрасывателя и штангового рабочего органа показано, что наибольшее предпочтение отдается дисковым разбрасывателям, что отбрасывает на второй план качество внесения минеральных удобрений, а это серьезно сказывается на качестве и количестве получаемой готовой продукции.

### *Список литературы*

1. Лях, С.И. Повышение качества внесения минеральных удобрений совершенствованием процесса их дозирования - Минск 2003 г.
2. Международный Российско-немецкий журнал. 2003. Новое сельское хозяйство, 1, 52-53. Международный аграрный журнал, 2, 43-44.
3. Степук, Л.Я. Машины для внесения минеральных удобрений в интенсивных технологиях возделывания сельхоз культур / Л.Я. Степук, С.И. Лях, И.В. Барановский. – Минск 2001г.

We have presented results of comparative research into grain combines with concaves of different design. Grain combines with concaves having differentiated working surface increased throughput capacity by 26%, productivity – by 27.1%, and reduced losses by 17.8% in comparison with grain combines, equipped by serial concave.

Keywords: Combine Harvester, concave, productivity, capacity.

Показатели работы зерноуборочного комбайна в значительной степени определяются конструкцией молотильно-сепарирующего устройства (МСУ). Решающая роль в МСУ принадлежит подбарабанью, как устройству, предназначенному для выделения зерна из обмолачиваемой массы. Это обусловлено следующими факторами: выделение зерна подбарабаньем зависит от степени забивания ее решетчатой поверхности продуктами обмолота, почвой, растительными остатками и склонности к залипанию в условиях уборки хлебов повышенной влажности; потери за соломотрясом (следующим звеном технологической цепи) пропорциональны количеству поступившего на него зерна и зависят от степени перебивания (измельчения) стеблей растительной массы в молотильном аппарате. Чем меньше зерна с соломой поступает на соломотряс, тем пропорционально меньше общие потери за молотилкой комбайна; конструкция подбарабанья определяет качество сепарируемого вороха, которое зависит от количества нежелательных компонентов - соломы, сбины, сорных примесей, увеличение которых влечет за собой рост потерь за очисткой комбайна.

Шаг планок подбарабанья у комбайнов как правило постоянен и от расстояния между планками зависят условия сепарации [2, 6]. Забивание и залипание подбарабанья резко уменьшают ее «живое сечение» и, как следствие, приводит к дополнительным затратам на техническое обслуживание МСУ и простоям комбайна, связанным с периодической очисткой подбарабанья. Вероятность просеивания через решетку подбарабанья эквивалентна вероятности прохождения зерна через отдельную ячейку решетчатой поверхности, очерченную смежными прутками и планками - элементарной вероятности сепарации; при таком подходе вероятность просеивания приравнивается «живому сечению» ячейки - отношению площади просвета ячейки к общей ее площади, [3, 4, 5]. Можно предположить, что два подбарабанья с одним и тем же живым сечением, но разным шагом планок обладают неодинаковой сепарирующей способностью. Посчитав равномерный шаг за частный случай, можно экспериментально найти закон распределения, близкий к оптимальному [3,5]. Число возможных распределений шагов практически неограниченно.

С целью повышения пропускной способности и полноты выделения вымолоченных зерен разработано подбарабанье с дифференцированной рабочей поверхностью. Достигается это тем, что у молотильного устройства, включающего барабан с бичами и подбарабанье с поперечными планками, между которыми имеются сепарирующие отверстия, расстояния между

поперечными планками уменьшается от входа к выходу из подбарабанья, а высота поперечных планок относительно продольных прутков увеличивается [7] (рисунок 1).

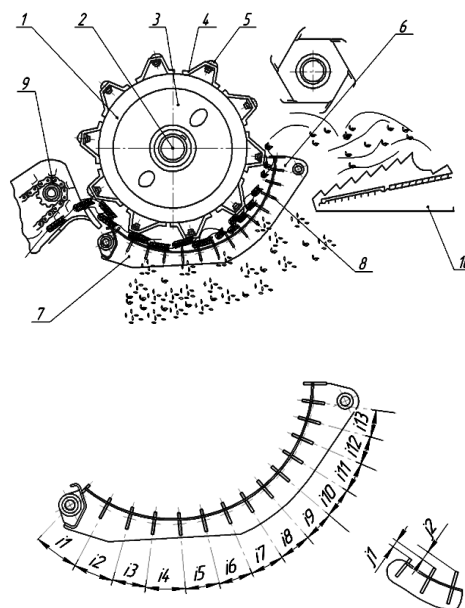


Рисунок 1 - Схема молотильного устройства зерноуборочного комбайна с дифференцированной рабочей поверхностью подбарабанья

Молотильное устройство зерноуборочного комбайна состоит из барабана 1, включающего вал 2, спицы 3, подбичники 4 и бичи 5. Снизу молотильного барабана закреплено подбарабанье 6, включающее решетчатое основание 7 с поперечными планками 8. При работе зерноуборочного комбайна скошенная масса механизмами жатки и транспортером наклонной камеры 9 подается на обмолот. В начале входа в молотильный аппарат растительная масса попадает в зазор между бичами 5 барабана и планками 8 подбарабанья, затягивается туда и получает ускорение. При этом бичи 5 наносят удары по обмолачиваемой массе, активно ее деформируют и протягивают с изгибами в продольном направлении. На начальном этапе взаимодействия масса движется с относительно небольшой скоростью и воспринимает большое число ударов бичей. При этом вымолачивается основное количество зерна, большая часть которого просеивается через сепарирующие отверстия решетчатого основания 7, а некоторая часть зерен задерживается в слое соломы и продолжает движение в молотильном зазоре. Просеивается также часть мелких соломыстых примесей в виде половы. Однако по мере продвижения массы вдоль подбарабанья расстояния «i» между планками уменьшаются ( $i_1 > i_2 > i_3 > i_4 > i_5 > i_6 > i_7$ ), что способствует повышению скорости движения массы и производительности



молотильного устройства. Одновременно увеличиваются расстояния «j» между верхними кромками соседних планок ( $j_1 < j_2 < j_3 < j_4 < j_5 < j_6 < j_7$ ). Это повышает степень изгиба слоя движущейся соломистой массы, что облегчает процесс выделения из нее оставшихся зерен и повышает полноту их выделения.

Обмолоченная солома после молотильного аппарата сбрасывается на соломотряс 10 для окончательного выделения остатков зерна.

Зерно и мелкий ворох направляются на дальнейшую очистку и сепарацию.

Сравнительные испытания проводились с целью определения соответствия показателей работы комбайнов требуемым параметрам с двумя типами подбарабаней (таблица 1) по типовой методике проведения испытаний зерноуборочных комбайнов предложенной РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике».

Таблица 1 – Техническая характеристика испытываемых подбарабаней

Наименование	Подбарабанье	
	Серийное	Экспериментальное
Общая площадь, м <sup>2</sup>	1,37	1,37
Количество поперечных планок	17	15
Полезная площадь сепарации, м <sup>2</sup>	0,956	1,051

Расстояние между поперечными планками у базового подбарабанья неизменно и составляет 50 мм, а у экспериментального расстояния изменяются от 44 мм до 70 мм с шагом 1,85 мм. Расстояние от продольного прутка до верхней кромки поперечной планки составляет 14 мм у базового подбарабанья, и от 14 мм до 25 мм с шагом 0,8 мм - у экспериментального подбарабанья (рисунок 2).



Рисунок 2 - Подбарабанье с дифференцированной рабочей поверхностью

Эксплуатационно-технологические и функциональные показатели качества выполнения технологического процесса при работе комбайнов с серийным и экспериментальным подбарабаньями определялись на разных фонах в течение уборок 2011 и 2012 годов. Комбайн с экспериментальным подбарабаньем работал в УКСП «Совхоз«Ольса» Кличевского района на таких культурах как: фацелия (2011 г), тимофеевка (2011-12 г.г), ежа сборная (2011 г), рапс озимый (2011-12 г.г), озимое тритикале (2011-12 г.г), озимая рожь (2011-12 г.г), овес (2011-12 г.г), ячмень (2011-12 г.г), люпин (2011 г), горох с

подсевом пшеницы (2011 г), донник белый (2011г), гречиха (2012 г).

Сравнительные испытания проводились на посевах яровой пшеницы в СПК «Колхоз «Несята» Кличевского района. Урожайность культуры составила 42,1 ц/га относительная влажность зерна 19,5 %. При уборке пшеницы яровой с указанными выше характеристиками получены следующие эксплуатационно-технологические и функциональные показатели качества выполнения технологического процесса комбайнами с серийным и экспериментальным подбарабаньями. Параметры работы и настроечные данные приведены в таблице 2. Отличительной особенностью в настроечных параметрах являются рабочие зазоры на входе и выходе массы в молотильный аппарат, которые в варианте дифференцированного подбарабанья существенно выше.

При скорости движения более 5,9 км/ч у зерноуборочного комбайна с серийным подбарабаньем происходило нарушения выполнения технологического процесса из-за нехватки мощности двигателя, выражающееся в снижении оборотов двигателя с вероятностью его остановки. У зерноуборочного комбайна с экспериментальным подбарабаньем удалось достичь большей скорости при работе, что обуславливается увеличенными зазорами между барабаном и подбарабаньем. Так рабочий зазор при работе с экспериментальным подбарабаньем составил на входе 48 мм, а на выходе – 34 мм (таблица 3).

Таблица 2 – Параметры работы и настройки комбайнов с различными вариантами подбарабаний

Наименование показателей	Значения		
	по ТУ и ТНПА [8]	по результатам испытаний	
Марка комбайна		КЗС-10К	
Место проведения испытаний	-	СПК Колхоз «Несята» Кличевского района	
Вид работы	Прямое комбайнирование зерновых колосовых и других культур	Прямое комбайнирование пшеницы яровой	
Подбарабаны		Серийное	Экспериментальное
Режим работы: Скорость движения, км/ч	До 10,0	3,8/5,1/5,9	5,1/5,9/7,2/10,5
Конструктивная ширина захвата, м	6,0	6,0	6,0
Установочная высота среза, см	5,0-20,0	15,0	15,0
Частота вращения молотильного барабана, мин <sup>-1</sup>	780-920	925	940
Величина зазора между барабаном и декой, мм: -на входе	18-23	22	48
- на выходе	3-7	4	34
Частота вращения вала вентилятора, мин <sup>-1</sup>		680	720
Величина открытия жалюзи решет, мм: -дополнительного	14	7	7
-верхнего	12	12	13
-нижнего	8	8	8
-удлинителя верхнего	9	15	15

Таблица 3 - Результаты сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов с различным типом подбарабаньев молотильного аппарата

Наименование показателей	Значения						
	КЗС-10К						
Марка комбайна							
Подбарабанье	Серийное			Экспериментальное			
Функциональные показатели качества выполнения технологического процесса: Фактическая ширина захвата, м	5,78			5,78			
Высота среза (установочная), см	15			15			
Скорость движения, км/ч	3,8	5,1	5,9	5,1	5,9	7,2	10,5
Пропускная способность, кг/с: -по зерну	2,85	3,45	4,32	3,74	4,41	5,28	7,14
-по зерностебельной массе	6,98	9,22	11,04	9,22	10,64	13,12	19,38
Потери зерна за решетным станом, %	0,35	0,46	0,72	0,27	0,52	0,71	1,19
Потери за клавишным соломотрясом, %	0,57	0,77	0,97	0,45	0,51	0,71	2,56
Общие потери за молотилкой, %	0,19	1,23	1,69	0,72	1,03	1,42	3,74
Производительность по зерну, т/ч	9,9	11,9	14,9	12,9	15,2	18,2	24,7

По результатам сравнительных испытаний получены следующие результаты: – увеличение пропускной способности по зерностебельной массе в среднем для трех режимов работы составило 26,0 %; производительность увеличилась в среднем для трех режимов на 27,1 %; снижение потерь за соломотрясом в среднем для трех режимов составило 23,2 %; снижение потерь за решетным станом в среднем для трех режимов составило 3,3 %; в целом снижение потерь за молотилкой составило 17,8 %.

Следует обратить внимание на рабочие

зазоры между барабаном и подбарабаньем. При работе на других культурах, работа также производилась на увеличенных зазорах. При обмолоте озимого тритикале максимальный зазор на выходе составлял 41 мм. Уборка рапса производилась на полностью «сброшенном» подбарабанье, и вымолот был полным, однако возникла проблема поступления стеблей с соломоизмельчителю. Поскольку стебли не ломались барабаном, они имели значительную длину и плохо проходили между клавишами и задней стенкой комбайна. При уборке ячменя для увеличения интенсивности

обмолота и лучшего обламывания остей зазор уменьшался на выходе до 22 мм. В целом установочный зазор для экспериментального подбарабья составил 17 мм на входе и 2 мм – на выходе. Данная величина как оптимальная была определена при работе в 2011 году.

Для сравнения работы двух комбайнов были получены зависимости общих потерь зерна за молотилкой в зависимости от пропускной способности по зерностебельной массе (рисунок 3).

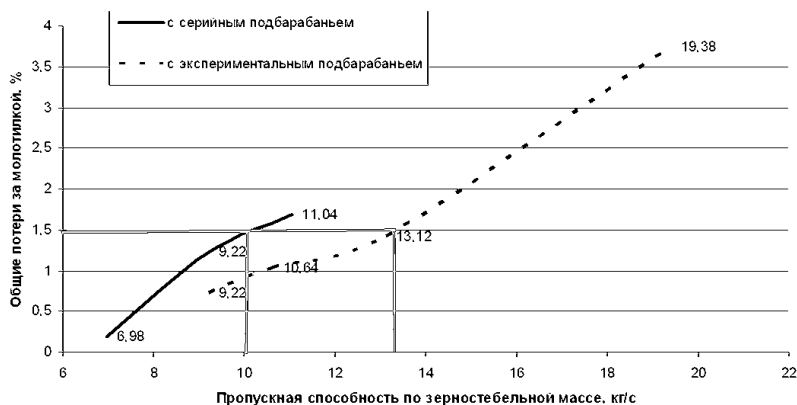


Рисунок 3 – Зависимость общих потерь зерна за молотилкой от пропускной способности по зерностебельной массе

Очевидно (рисунок 3), что уровень общих потерь за молотилкой в 1,5 % достигается у зерноуборочного комбайна с серийным подбарабьем при пропускной способности по зерностебельной массе 10,2 кг/с и 13,5 кг/с - у зерноуборочного комбайна с подбарабьем, имеющим дифференцированную рабочую поверхность.

Таким образом применение подбарабья с дифференцированной рабочей поверхностью положительно сказалась на работе зерноуборочного комбайна. Отличительной особенностью данного подбарабья является возможность работы с увеличенными зазорами. Работа с увеличенными зазорами позволяет повысить пропускную способность и сепарацию зерна через решетку подбарабья. Увеличение пропускной способности по зерностебельной массе в среднем для трех скоростных режимов работы составило 26,0 %, производительность увеличилась в среднем для трех режимов на 27,1 %, снижение потерь за соломотрясом в среднем для трех режимов составило 23,2 %, снижение потерь за решетками в среднем для трех режимов составило 3,3 %. В целом снижение потерь за молотилкой достигло 17,8 %.

#### Список литературы

1. Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы – Минск, 2011 – 99 с.
2. Кузин Г.А. Интенсификация процессов обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов/ Дис. докт. техн. наук.- Ростов-на-Дону, 1989,- 503с.

3. Кузин Г.А., Ширин В.Ф. Выделение зерна подбарабьем с переменным шагом планок / Г.А Кузин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства.- 1969.-№6-С.14-16
4. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов. – зерноград, 1973. – 166с.
5. Артемов М. Оценка работоспособности подбарабья/ Техника в сельском хозяйстве, №8, 1969 - 57 с.
6. Алферов С.А., Брагинцев В.С. Обмолот и сепарация зерна в молотильных устройствах как единый вероятностный процесс/ Тракторы и сель- хозмашины.-1972.-№4.- с.23-26.
7. Молотильное устройство: пат. 6335 Респ. Беларусь / А.В. Ключков, В.В. Гусаров; заявители А.В. Ключков, В.В. Гусаров; заявл. 13.11.09 //Афіцыйны бюл./ Нац. Цэнтр інтэлектуальнай уласнасці.-2010-№2.
8. Типовая методика проведения испытания зерноуборочных комбайнов – Гомель, 2005 – 21 с.

## ПОКАЗАТЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

Самсонов В.Л., инженер, Петровец В.Р., д. т. н., профессор

УО «Белорусская ГСХА»

Раскрыты сущность проведения междурядной обработки картофеля культиватором-гребнеобразователем-окучником. Приведены основные показатели объемной массы почвы и размеров фракций, которые влияют на урожайность картофеля. Рассмотрены пути повышения урожайности картофеля. Представлена зависимость подрезания сорных растений от скоростных режимов работы агрегата.

Ключевые слова: урожайность картофеля, междурядная обработка, шелевание, рыхление, крошение почвы, образование гребней, окучивание и уничтожение сорняков.

При обработках посадок картофеля в послеуборочный период в процессе окучивания гряд под направленным воздействием на растения частиц измельченной почвы надземная часть растений присыпается почвой, образуя более высокий рыхлый гребень.

Одновременно с измельчением почвы рыхлящие зубья диско-зубового рабочего органа отделяют сорняки от почвы, так как измельченные частицы почвы сходят с рыхлящих зубьев раньше, чем сорняки, имеющие большие, чем частицы почвы, линейные размеры. В результате сорная растительность оказывается на поверхности почвы и засыхает. Часть сорняков, которая заделывается почвой в гребень, лишается световой энергии и погибает.

Важным преимуществом предлагаемого способа по сравнению с традиционным, является одновременное выполнение нескольких операций: шелевание, рыхление, крошение почвы, образование гребней, окучивание и уничтожение сорняков.

Заделка надземной части картофеля в более объемный гребень позволяет создать более мощную корневую систему растений, увеличить количество образуемых столонов, клубней и их массу.

Картофель, имеющий за счет запасов маточного

The article shows the essence of inter-row cultivation of potato by cultivator-ridge-former-and-earther. We have presented the main indicators of volumetric mass of soil and sizes of fractions, which influence the potato productivity. We have examined ways of increasing potato productivity. We have shown the dependence of cutting weeds on the speed modes of machine operation.

*Keywords: potato yield, inter-row cultivation, slotting, rhy-tion, the crumbling of the soil, ridging, weeding and ridging.*

клубня значительно большую, чем сорняки, энергию роста, пробивается сквозь слой вспушенной почвы толщиной в несколько сантиметров и выходит на поверхность почвы.

Рыхление почвы по центру междурядья, измельчение ее рыхлящими зубьями диско-зубовых рабочих органов по всему междурядью и на гребнях позволяет повысить аэрацию, создать оптимальную плотность почвы, улучшить условия для клубнеобразования, стабилизировать факторы жизнеобеспечения растений.

Оптимальная плотность почвы в гребне и на дне междурядья облегчает работу сепарирующих рабочих органов комбайнов. Способ и реализующий его комбинированный культиватор позволяют производить междурядные обработки при выращивании других сельскохозяйственных культур с использованием почвенных гребней, например, кукурузы, свеклы кормовой, сахарной и др.

Способ междурядных обработок картофеля и диско-зубовые рабочие органы широко испытаны в Минской и Гомельской областях в составе культиваторов-гребнеобразователей-окучников КГО-3,0, КГО-3,0Г, КГО-3,6. Использование этих культиваторов обеспечивает необходимое качество подготовки почвы при междурядных обработках (таблица 1).

Таблица 1 - Качество рыхления почвы в гребнях при междурядной обработке картофеля

Скорость движения, км/ч	Размеры фракции, мм							Объемная масса, г/см <sup>3</sup>
	100-75	75-50	50-25	25-10	10-7	7-5	5	
5,5	-	9,66	11,31	7,53	6,88	6,3	58,32	0,93
6,65	-	8,72	10,81	7,87	7,35	6,81	58,44	0,93
8,0	-	8,17	9,64	8,19	7,97	7,24	58,79	0,93

Анализ данных таблицы показывает, что объемная масса и размеры фракций почвы находятся в пределах агротехнических требований.

Культиватор-гребнеобразователь-окучник, при междурядной обработке картофеля, уничтожает рабочими органами сорные растения. Проводились испытания при различных скоростях

движения культиватора, а также определялся процент подрезания сорных растений серийным и экспериментальным рабочим органом. Зависимость уничтожения сорных растений рабочими органами от скорости движения культиватора-гребнеобразователя-окучника представлена в виде графика (рисунок 1).

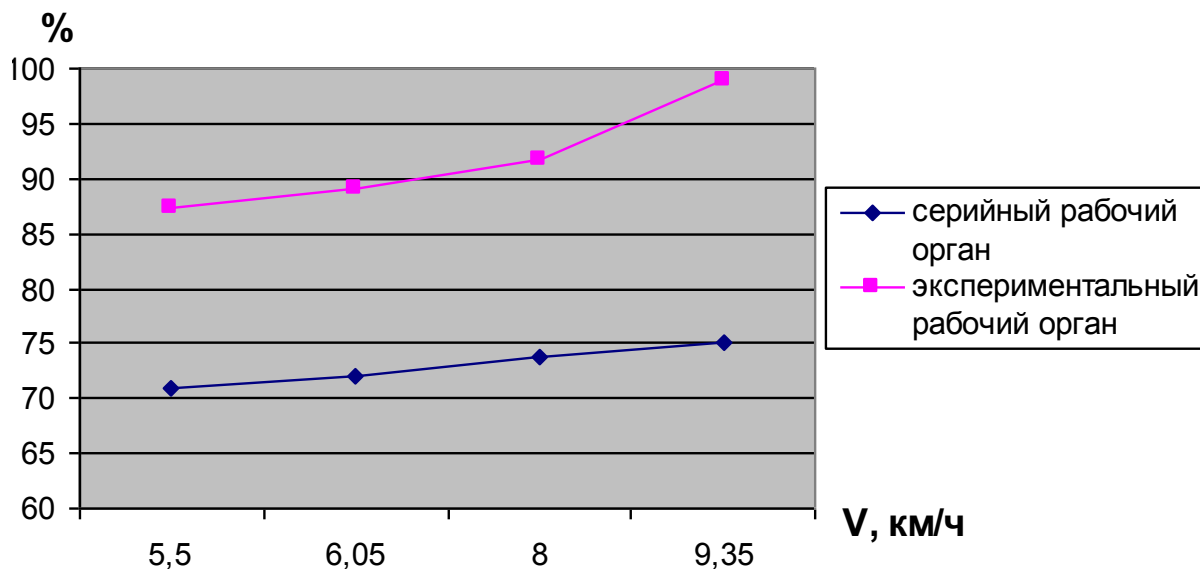


Рисунок 1 – Процентная зависимость подрезания сорных растений серийным и экспериментальным рабочим органом

В общем комплексе мер по получению высоких урожаев картофеля большое значение имеет качественная подготовка почвы под посадку. Нарушения технологических приемов обработки почвы могут привести к значительному засорению полей сорняками, особенно многолетними. Дисковые и стрельчатые рабочие органы при обработке почвы многократно разрезают вегетативные органы многолетних сорняков и провоцируют их размножение в виде «зеленого пожара». Картофель имеет очень низкую конкурентоспособность в борьбе с сорняками в период от всходов до смыкания рядков, поэтому он легко подавляется сорняками, которые отнимают у него питательные вещества, воду и свет.

Особое значение в этих условиях приобретает создание новых рабочих органов почвообрабатывающих орудий, которые не имеют режущих кромок, а технологический процесс обработки почвы производится путем ее рыхления и перемешивания.

#### Список литературы

1. Клименко, В.И. Ресурсоэффективная технология и машины для возделывания картофеля: [монография] / В.И. Клименко. – Гомель: БелГУТ, 2009. – с 81.

2. Государственная комплексная программа модернизации энергетической системы в 2011-

2015 годах: Указ Президента Республика Беларусь, 31 дек. 2010 г., №1926 // Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс].-2011.-Режим доступа: <http://www.president.gov.by/press20032.html>. - Дата доступа: 10.07.2011.

3. Лещиловский, П.Б. Экономика предприятий и отраслей АПК: учебник / П.В. Лещиловский, В.Г. Гусаков, Е.И. Кивейша; под редакцией П.В. Лещиловского. – Минск: БГЭУ, 2007. – 574 с.

4. Ленон, З. Бульба Белорусская / З. Ленон//Белорусская Нива.- 2008. – С.5.

5. Гусаков, В.Г. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса / В.Г. Гусаков. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 702 с.

6. Шпаар, Д. Картофель / Под общей редакцией Д. Шпаара.- М.: ИД ООО «DLVAгродело», 2007 – 495 с.

7. Proizvodstvo-spirta-i-likero-vodochnyh-izdelij./[Электронный ресурс].-2011.-Режим доступа: <http://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-ark/> - Дата доступа 19.04.2011.

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАННО-ПЛАНЧАТОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧЕСА СТЕБЛЕЙ ЛЬНА

**Кругленя В.Е., к. т. н., доцент, Цайц М.В., аспирант,  
Левчук В.А., инженер, Кармишин Е.И., студент**

*УО «Белорусская ГСХА»*

Рассмотрено повышение эффективности комбайновой технологии уборки льна-долгунца. Отмечается, что наиболее рационально для отделения семенных коробочек от стеблей льна производить очес ленты льна на этапе технологического процесса тербления, где лента льна наиболее тонка барабанно-планчатым очесывающим устройством. Приведено определение количества планок барабана очесывающего устройства.

Ключевые слова: лен-долгунец, тербление, очесывающее устройство, планки барабана.

Льноводство, дающее промышленности три вида ценного сырья, является убыточной отраслью, несмотря на принимаемые государством меры по повышению эффективности ее работы. Основными причинами низкой эффективности являются: погодные условия, сжатые сроки уборки и недостаточный уровень процессов механизации.

Комплексный бизнес-план развития льняной отрасли Республики Беларусь на 2013–2015 гг. предусматривает научное обеспечение эффективного производства льняной продукции, достижение урожайности волокна не менее 10,9 ц/га, семян – не менее 5 ц/га, среднего номера льнотресты не ниже 1,5...1,75, доли длинного волокна в объеме льняного сырья – не менее 50 %, повышение рентабельности продукции до 38,7...40 %, увеличение выпуска конкурентоспособной продукции из льна по параметрам качество–цена, поддержание стратегической безопасности государства. Однако урожайность льносемян в среднем за 2005–2012 гг. составила 3,5 ц/га. Это вынуждает занимать под семеноводческие посеы почти 50 % посевных площадей, в то время как, например, во Франции они не превышают 20 % (урожайность после доработки составляет 6,7 ц/га) [1].

Качество получаемой продукции и экономические показатели производства льна во многом зависят от организации уборки. При этом уборка является наиболее трудоемким процессом в производстве и составляет 40-50 % от всех трудовых затрат (по некоторым источникам до 70 %) [2]. Следует принимать во внимание и то, что физиологическая спелость волокна и семян наступает в разное время и уборку производят в разных фазах спелости.

The article deals with increased efficiency of combine technology of long-fiber flax harvesting. We have noted that the most rational method of separating seed boxes from flax stalks is to tow flax strip at the stage of technological process of twirling, where the strip of flax is the thinnest, by drum-plank towing device. We have determined the number of planks of towing device drum.

Keywords: long-fiber flax, uprooting, stripper header, strip drum.

Убирать семеноводческие посеы рекомендуют в фазе желтой спелости, когда на растениях льна 50% желтых и 50% бурых и желто-зеленых коробочек. В этот период получают наиболее качественные семена льна [3].

В последнее время для уборки льна-долгунца в странах СНГ используются две технологии – комбайновая и раздельная, внедряется заводская. Общей проблемой технологий является невысокий выход длинного волокна, обусловленный низким качеством сырья, поступающего на льнозаводы. Это объясняется большой плотностью и повышенной растянутостью лент льна, что не позволяет произвести полный очес при сохранении высокого качества семян и тресты, а также добиться качественной вылежки тресты. Все это приводит к большим ее потерям при переработке.

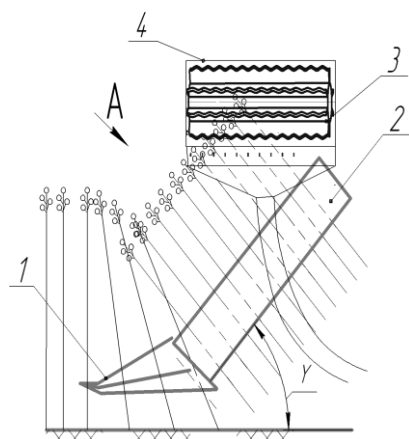
Технология комбайновой уборки включает в себя тербление растений с одновременным очесом семенных коробочек и расстилом льносоломы в ленты и в наименьшей степени зависит от погодных условий [4]. Существенным недостатком является высокая энергоемкость в связи с большими затратами энергоресурсов на искусственную сушку сырого льновороха при получении семян, более 48 кг/га топлива, т.е. около 30% от затрат на всю технологию [5].

Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения коробочек льна от стеблей. От уровня его совершенства, зависит урожайность, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха [1]. К числу первоочередных задач, позволяющих решить проблему получения высокосортного волокнистого и семенного материала является разработка экономически выгодной технологии и

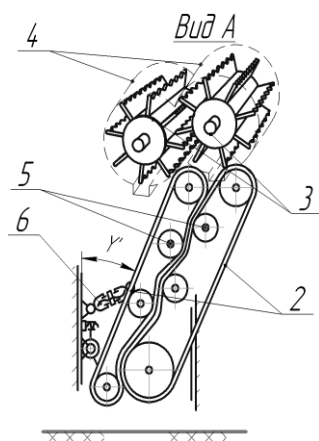
технических средств для ее реализации [6]. Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что вопрос изыскания и исследования технологических схем и рабочих органов для отделения семенных коробочек льна является актуальным.

Наиболее рационально для отделения семенных коробочек от стеблей льна производить очес в теребивных ручьях барабанно-планчатом очесывающем устройстве (рисунок 1). Предлагаемое устройство состоит из делителей 1, теребивной секции 2, очесывающего устройства 3, кожуха очесывающего устройства 4, дополнительных прижимных роликов 5 и натяжного устройства 6 теребивных ремней.

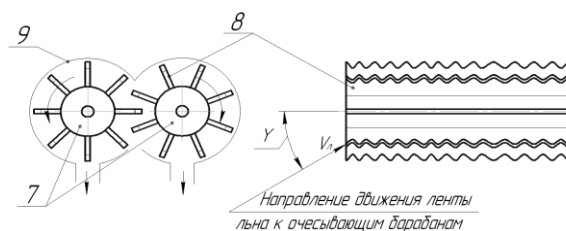
Очесывающее устройство состоит из двух, цилиндрической формы, параллельно установленных планчатых барабанов 7, профиль рабочей поверхности планок 8 имеет волнообразную форму, и кожуха 4 с ворохоотводами 9. Очесывающие барабаны установлены над теребивной секцией в горизонтальной плоскости образуя, с теребивным аппаратом, острый угол  $\gamma$ , при этом оси вращения барабанов расположены параллельно плоскости движения ленты льна.



а)



б)



в)

1-делитель, 2-теребивно-зажимная секция, 3-очесывающий барабан, 4-кожух, 5-прижимной ролик, 6-натяжное устройство, 7-планчатый барабан, 8-планка, 9-ворохоотвод

Рисунок 1 – Очесывающее устройство: а – вид сбоку, б – вид А, в – планчатые барабаны

Очесывающее устройство работает следующим образом. При рабочем движении комбайна делители 1 разделяют подводимые стебли льна и подводят их к теребивной секции 2, которая в свою очередь выполняет теребление стеблей льна и подводит их в зажатом состоянии к очесывающим барабанам 3. При этом за счет установки очесывающего устройства непосредственно над теребивной секцией, количество очесываемых аппаратов стеблей в 4 раза меньше, по сравнению с существующими машинами. Планчатые барабаны, относительно друг друга, вращаются в противоположном направлении с одинаковыми угловыми скоростями. При вращении барабаны входят в зацепление планками, образуя тем самым зону очеса. Головки льна счесываются планками барабанов 8, которые в зоне очеса движутся вверх относительно стебля. Кожух барабанов 4 улавливает очесанный ворох и направляет его через ворохоотводы в накопительный бункер, за счет воздушного потока, создаваемого планками очесывающих барабанов.

Так как стебли льна подводятся к очесывающим барабанам под углом  $\gamma$ , за счет наклона теребивного аппарата, этим обеспечивая плавный вход верхушечной части стеблей льна в зону очеса. Порционное воздействие рабочих органов на стебли льна позволит снизить степень их травмирования (обрыв, излом и смятие) и обеспечит более высокий выход длинного волокна в сравнении с очесывающим устройством известных льноуборочных машин, а волнистая поверхность планок обеспечивает дополнительное уменьшение плотности (шт/м) очесываемого слоя и увеличивает длину контакта рабочего органа с обрабатываемым материалом в  $\pi/2$  раза, что в свою очередь позволит повысить степень очеса головок и параллелизацию стеблей в верхушечной части, что в свою очередь

повышает выход длинного волокна. Таким образом, повышается эффективность очеса при значительном снижении количества примесей содержащихся в льноворохе и требующих выделения перед сушкой из-за повышенной влажности и приводящих к увеличению затрат на их сушку.

При работе барабанно-планчатого очесывающего устройства, стебли льна подвергаются изгибающему воздействию. Рассмотрим случай, когда происходит максимальный изгиб стеблей обрабатываемой ленты льна (рисунок 2). При схождении в зоне очеса планок одного барабана с планками другого, лента льна изгибается по кривой CBD, а максимальный угол изгиба будет определяться углом  $\beta_{из}$ .

Количество планок одного барабана  $z$  можно определить как

$$z = \frac{360^\circ}{\gamma_2}, \quad (1)$$

где  $\gamma_2$  - угол образованный серединами соседних планок одного барабана, град.

Из рисунка 2 видно, что

$$\gamma_2 = \gamma_1 + 2 \cdot \angle DO_2E, \quad (2)$$

где  $\gamma_1$  - угол между ближайшими вершинами соседних планок одного барабана, град.

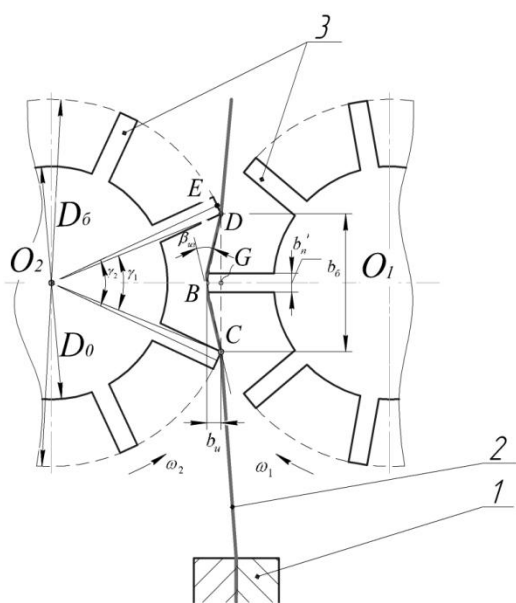


Рисунок 2 – Схема к определению изгибающего воздействия планок барабанов на стебли льна:

- 1 – теребильно-зажимная секция,  
2 – стебель льна, 3 – планки

Величину угла  $\gamma_1$  определим, рассмотрев прямоугольные треугольники DGO<sub>2</sub> и DGB. Из прямоугольного треугольника DGO<sub>2</sub> определим DG

$$DG = O_2D \cdot \sin(\angle GO_2D). \quad (3)$$

Из прямоугольного треугольника DGB определим DG

$$DG = \frac{GB}{\operatorname{tg}(\angle GDB)}. \quad (4)$$

После преобразования зависимостей (2) и (3), получим

$$\gamma_1 = 2 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot b_u}{D_\delta \cdot \operatorname{tg}(\angle GDB)}\right), \quad (5)$$

где  $b_u$  - величина максимального прогиба стеблей льна, м.

Величину угла GDB определим из треугольника BGD

$$\angle GDB = \operatorname{arctg} \frac{2 \cdot b_u}{b_\delta}, \quad (6)$$

где  $b_\delta$  - расстояние между ближайшими кромками планок одного барабана, м.

Хайлисом Г.А. экспериментально было установлено, что при расстоянии между опорами  $DC = b_c = 10 \dots 50$  мм – допустимая величина прогиба без повреждения стеблей  $BG = b_u = 1.1 \dots 2.7$  мм [7].

Угол EO<sub>2</sub>D определим из равнобедренного треугольника EO<sub>2</sub>D

$$\angle DO_2E = 2 \cdot \arcsin \frac{b'_n}{2 \cdot D_\delta}, \quad (7)$$

где  $D_\delta$  - диаметр барабанов описываемый вершинами планок, м;  $b'_n$  - ширина планки по сечению перпендикулярному оси барабана, м.

Тогда количество планок на одном барабане с учетом зависимостей (1), (2), (5), (6) и (7), будет равняться

$$z = \frac{2 \cdot \pi}{\arcsin \frac{b_\delta}{D_\delta} + 2 \cdot \arcsin \frac{b'_n}{2 \cdot D_\delta}}. \quad (8)$$



Из полученной зависимости (8) видно, что количество планок зависит от их ширины, диаметров барабанов описываемых вершинами планок и величины допустимого изгиба ленты льна при отсутствии ее повреждения (рисунок 3).

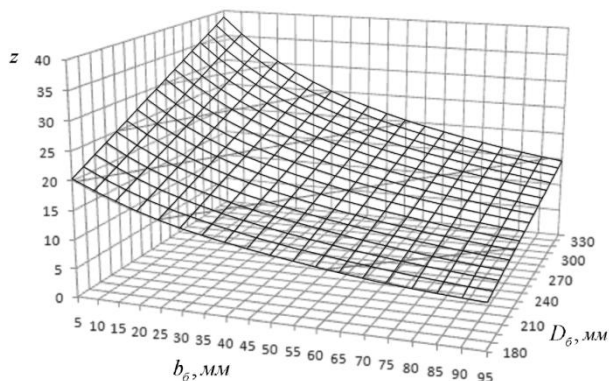


Рисунок 3 – График зависимости количества планок от ширины поперечного сечения, перпендикулярно оси барабанов, планок  $b_n'$  и диаметра барабанов описываемого вершинами планок  $D_0$

Анализируя полученную зависимость с учетом конструктивных особенностей установки очесывающих барабанов над теребильно-зажимной секцией, ширина захвата которой 400 мм, следовательно диаметр барабана не должен превышать 200 мм, а число планок одного барабана не более 25 шт.

#### Список литературы

1. Казакевич П.П. Льноводство и

льнопереработка Беларуси: проблемы развития / П.П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – №7(99). – 2010г. – С. 4–11.

2. Льноводство: реалии и перспективы: сборник научных материалов международной научно-практической конференции на РУП «Институт льна» 25 – 27 июня 2008 года. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2008. – 408 с.

3. Соловьев, А.Я. Льноводство: учебник / А.Я. Соловьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.

4. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А.З. Чернушок; РУП «Ин-т льна Нац. акад. Наук Беларуси». – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2009. – 245 с.

5. Лёвкин М.В. Обоснование выбора основных параметров обмолачивающего устройства льна // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / V Международная научно-практическая конференция (17-18 марта 2010 г.). Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. Кн. 2. – С. 495-497.

6. Анализ применения механизированных технологий уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / В.Е. Кругленья, М.В. Цайц, П.Д. Сентюров // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ международной научно-технической конференции. – Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2013. – 224 с.

7. Хайлис Г.А. Механика растительных материалов. Киев: УААН, 1994. – 332 с.

УДК 345.67

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ГОЛОВОК ЛЬНА В ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ

Кругленья В.Е., к.т.н, доцент, Радовский А.С., магистрант, Цайц М.В., аспирант

УО “Белорусская ГСХА”

Рассмотрена проблема поиска конструкций очесывающих аппаратов для отделения головок льна в линиях переработки. Приведено описание существующей технологии уборки льна, проведено экономическое обоснование применения устройства для отделения головок льна в линиях переработки. По результатам исследований предложен новый тип аппарата для отделения головок льна в линии переработки, конструкция которого описана в статье.

Ключевые слова: очесывающий аппарат, головка льна, уборка льна, конструкция аппарата.

The article deals with the problem of choosing a design of towing apparatus for the separating of flax heads in processing lines. We have presented a description of existing technology of flax harvesting, shown economic basing of application of the device for separating flax heads in processing lines. According to the results of research, we have suggested a new type of apparatus for separating flax heads in processing lines, the design of which has been described in the article.

Keywords: stripper unit, head of flax, linen cleaning, construction machine.

Лен - традиционная культура Беларуси и является важнейшей агротехнической культурой нашей страны. Климат Беларуси способствует получению высоких урожаев льна. Возделывание льна обеспечивает сырьевую независимость государства. В мире ежегодно засеивается около 750 тыс. гектаров льна-долгунца, в Республике Беларусь сосредоточенно около 11...13% мировых посевов льна [1].

Возделывание льна в общих чертах сводится к следующим работам: подготовка почвы, посев, борьба с сорняками и вредителями, уборка урожая. Уборка льна является одним из наиболее важных этапов в технологии его производства и во многом определяет качество продукции и экономические показатели льноводства в целом. В целях сокращения сроков уборки льна, а соответственно и потерь качественной тресты и семенного материала в Беларуси по опыту европейских стран внедряются раздельная технология уборки и технология заводского обмолота. По данной технологии лен теребится, расстилается в ленту, оборачивается, далее подбирается рулонными пресс-подборщиками, перевозится на льнозавод, где в линии по переработке обмолачиваются головки, которые в последующем используются, в основном, как техническое сырье. Такая технология позволяет сократить уборочный период на 10...12 дней, тогда как в настоящее время средняя продолжительность уборки льна в стране составляет более 30 дней, снизить энергозатраты на последующую переработку льновороха. В связи с этим комплексная механизация льняной отрасли является приоритетной задачей для обеспечения ее рентабельности [2, 3].

Большинство отечественных льнозаводов укомплектованы линиями по переработке льна МТА-2Л российского производства, которые не оборудованы устройствами для отделения головок. Тогда как на сегодняшний день очес льна в линии переработки применяется в линиях иностранного производства «Van Dommele» и «Deportere». Используемое при этом очесывающее устройство, имеет классический гребневый вид с кулисным механизмом привода и имеет недостатки присущие гребневым очесывающим устройствам.

Из всего объема поставляемого льна на заводы 40...50% поступают с головками. Прежде всего из-за сжатых сроков уборки и низкой производительности уборочных машин, кроме того неблагоприятные условия погоды не позволяют провести очес головок в июле. Таким образом, из-за невозможности обмолота головок льна в линии, ежегодно теряется около 36 тыс. тон семян. Такие семена не могут быть использованы для посева, и они классифицируются как

технические. Стоимость тонны технических семян  $\Pi_{т.с}$  составляет 6...7 млн. рублей против 2...3 млн. рублей за тону посевных.

В УО «БГСХА» была изучена и проанализирована данная проблема, в результате было разработано устройство для обмолота головок льна в линии МТА-2Л [4].

Для анализа эффективности принятого решения мы принимаем тот факт, что около 50% льна поступает на льнозавод без очеса. Это значит, что из этих 50% все семена будут классифицированы как технические. В Беларуси общая площадь посевов льна на 2013 год составила  $S_{об}=57222$  га; средняя урожайность семян  $У_{ср}=3,4$  ц/га или 0,34т/га. Площадь посевов льна  $S_c$  с учетом 50% льнотресты без очеса от общей площади составит:

$$S_c = 0,5 \cdot S_{об} = 0,5 \cdot 57222 = 28611; \text{га}$$

Тогда общая масса семян  $M_c$  будет равна:

$$M_c = S_c \cdot У_{ср} = 28611 \cdot 0,34 = 9727,4; \text{т}$$

С учетом потерь по заводской технологии 30%

$$M_{с.н} = S_c \cdot У_{ср} \cdot (1 - 0,7) = 28611 \cdot 0,34(1 - 0,3) = 6809,4; \text{т}$$

Выручка  $B$  с учетом стоимости технических семян  $\Pi_{т.с}$  составит:

$$B = \Pi_{т.с} \cdot M_c = 6 \cdot 9727,4 = 58364; \text{млн.руб}$$

Или 6,1 миллиона долларов США в пересчете по курсу ЦБ РБ.

С учетом потерь 30%:

$$B = \Pi_{т.с} \cdot M_{сн} = 6 \cdot 6809,4 = 40856,4; \text{млн.руб}$$

Так в соответствии с расчётами применение устройства в Могилевской области Республики Беларусь позволила бы получить дополнительную выручку за 2013 год. Площадь посевов с учетом 50% без очеса  $S_c = 4,5$  тыс. га., урожайность  $У_{ср} = 3,2$  ц/га или 0,32т/га. Выручка «В» с учетом стоимости технических семян  $\Pi_{т.с}$  составит 8640 млн. руб. или 899 тысяч долларов США в пересчете по курсу ЦБРБ. С учетом потерь 30% 6048 млн. руб.

Для предприятия ОАО «Горки-лен» выручка составила бы 1170 млн. руб. или 121,8 тыс. долларов США. При площади посевов  $S_c = 650$  га., урожайности  $У_{ср} = 3,0$  ц/га или 0,3т/га.

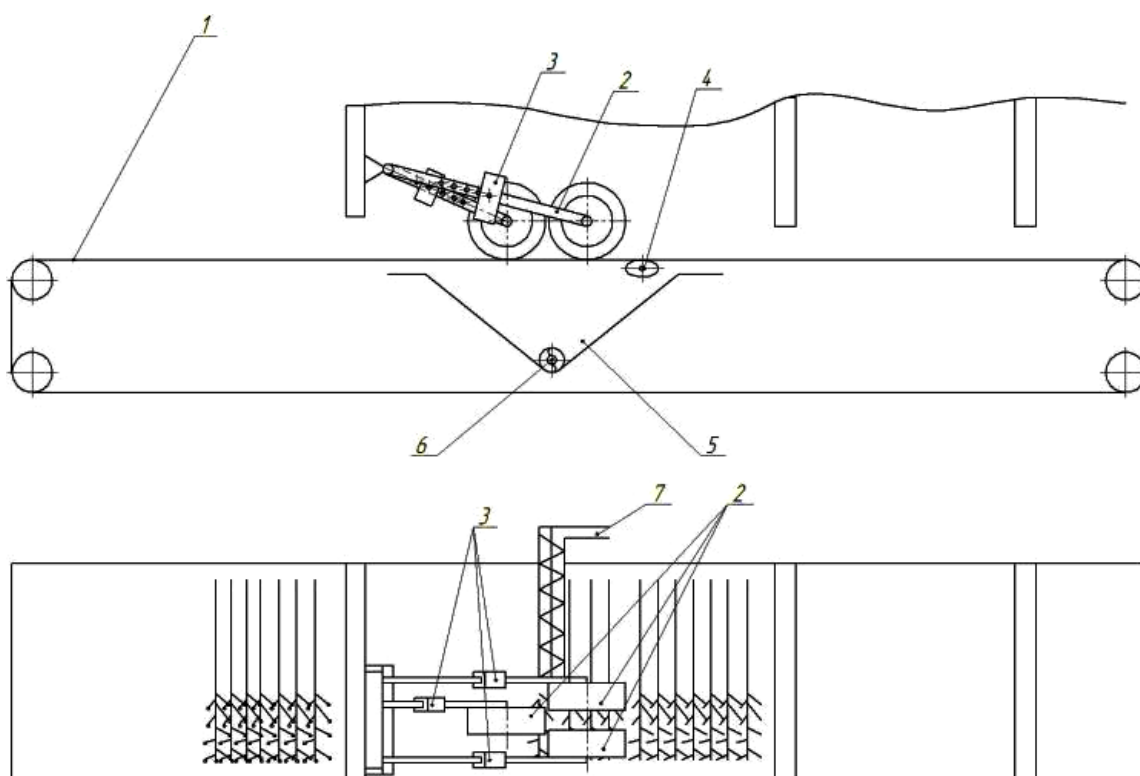
В соответствии с программой развития льняной отрасли на 2014 год запланирована урожайность семян льна на уровне 4,9 ц/га или 0,49 т/га. Количество площадей на 2014 год 41 тыс. га

в льнозаводах и 17 тыс. га в хозяйствах РБ. Выручка за 2014 год составит 85260 млн. руб. или 8,87 миллиона долларов США в пересчете по курсу ЦБ РБ.

Достигнуть данных показателей возможно при модернизации линий по переработке льна на отечественных льнозаводах. Потребность республики в обмолачивающих устройствах для линий первичной переработки льна МТА-2Л составляет 40 штук. Такая потребность обусловлена тем,

что в соответствии с комплексным бизнес-планом развития льняной отрасли Республики Беларусь на 2011–2015 гг планируется сократить к 2013 г. использование российских линий «МТА-2Л» до 40 единиц.

Решить данную проблему авторы предлагают за счет установки в линию переработки льна МТА-2Л (рисунок 1) разработанного в УО «БГСХА» устройства. (Рисунок 1)



1 - сетчатый транспортер; 2 – раздавливающие катки; 3- регулировочный груз; 4 – встряхиватель; 5 – приемный бункер; 6 – шнек; 7 - пневмоаппарат

Рисунок 1- Устройство для обмолота головок льна в линии МТА-2Л

Устройство состоит из сетчатого транспортера 1, трех раздавливающих катков 2, поверхность которых выполнена в виде резиновой камеры с атмосферным давлением внутри, регулировочных грузов 3, приемного бункера 5 со шнеком 6, встряхивателя 4, пневмоаппарата 7. Катки шарнирно закреплены к вертикальной опоре и установлены со смещением относительно друг друга в шахматном порядке.

Принцип работы устройства следующий: сетчатый транспортер 1 подает ленту льна к каткам 2, которые раздавливают головки льна. Давление на ленту льна регулируется грузами 3, которые передвигаются по рычагу катка, так при высокой влажности льновороха грузы сдвигаются ближе к каткам для увеличения давления на

материал и наоборот. Освободившиеся семена просыпаются в приемный бункер 5, откуда шнеком 6 перемещаются в пневмоаспирационный канал 7 и подаются на дальнейшую обработку. Встряхиватель 4 обеспечивает более интенсивное просыпание семян из ленты льна.

Таким образом, применение данного устройства в линии переработки МТА-2Л позволит выделять технические семена, реализация которых даст дополнительную денежную выручку льнозаводам и повысит их рентабельность.

#### Список литературы

1. Комплексный бизнес-план развития льняной отрасли Республики Беларусь на 2013-2015 гг. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 160 с.

2. Казакевич П.П. Льноводство и льнопереработка Беларуси: проблемы развития / П.П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – №7(99). – 2010г. – С. 4–11.

3. Лопатнюк, Л.А. Стратегия инновационного развития льноперерабатывающих предприятий Беларуси / Л.А. Лопатнюк // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграрных. навук. 2009. №3. С. 33–36.

4. Механико-технологические основы совершенствования послеуборочной обработки льновороха на семена / В.А. Шаршунов [и др.] – Горки : БГСХА, 2012. С. 42-43.

УДК 631.363.7:633.854.54:662.756.3

## ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

**Алексеев А.С.**, к.т.н., доцент, **Коцуба В.И.**, к.т.н., доцент,  
**Безрученко А.В.**, аспирант, **Киреев А.С.**, студент

*УО «Белорусская ГСХА»*

Предложена разработка измельчителя с применением пакета дисковых пил для измельчения стебельчатых отходов льна масличного. Были проанализированы различные дробилки для измельчения растительных отходов. Приведено, что зубчатый диск является более перспективным в качестве основного рабочего органа измельчителя.

Ключевые слова: топливные пеллеты, дробилки для измельчения растительных отходов, рабочего органа измельчителя, зубчатый диск.

В настоящее время во всем мире и в Республике Беларусь, в том числе наблюдается тенденция значительного увеличения посевных площадей льна масличного. Одним из перспективных вариантов альтернативного топлива является производство топливных пеллет из отходов льна масличного. При этом решается и проблема утилизации растительных остатков. Согласно программе «Лен масличный» на 2012-2016 гг. планируется увеличить посевные площади этой культуры в Республике Беларусь [1]. На ближайшую перспективу запланировано посеять в 2014 – 2850 га, 2015 – 3300 га, 2016 – 4000 га льна. С каждого гектара посева получается 3 – 4 тонны стебельчатой массы, которую целесообразно переработать в топливные пеллеты, что составит 12 – 16 тыс. т. В долгосрочной перспективе, по мнению специалистов Института льна, посевы льна масличного возможно увеличить по стране до 30 тысяч гектаров. Однако в этом случае возникает проблема с посевными площадями, которых не хватает. Одним из вариантов решения данной проблемы – увеличение урожайности льна-долгунца и при этом сокращении его посевных площадей, которые впоследствии, займет

The article deals with the design of a shredder supplied with a set of disc saws for shredding stalk waste of oil flax. We have analyzed different crushers for shredding plant waste. We have established that a toothed disc is more promising as the main working organ of the shredder.

Keywords: fuel pellets, crusher for crushing plant waste, working body shredder toothed disc.

лен масличный [2]. При производстве топливных пеллет необходимо предварительно осуществлять измельчение стеблей льна масличного. Однако современные применяемые линии гранулирования не имеют соответствующего измельчающего оборудования, поэтому разработка устройства для измельчения стеблей льна масличного, с целью получения сырья к альтернативному топливу является актуальной.

Отечественные дробилки не уступают зарубежным аналогам, однако уровень удельных энергозатрат на измельчение остаётся достаточно высоким. Значительным недостатком существующих дробилок является переизмельчение материала, низкий коэффициент однородности измельчения (48,6 %) и высокий удельный расход энергии [3].

Развитие измельчающего оборудования требует решения следующих задач: устранить переизмельчение материала, снизить удельный расход энергии на измельчение, повысить качество (однородность) конечного продукта, повысить надёжность измельчающих машин.

Решение этих задач предусматривает разработку и применение новых технических решений,

направленных на оптимизацию процесса измельчения.

Выбор способа измельчения и конструкции рабочих органов измельчителя производили с учетом физико-механических свойств льна масличного. При этом выбирался такой способ воздействия на перерабатываемый материал, при котором разрушение достигается при наименьших напряжениях и затратах энергии.

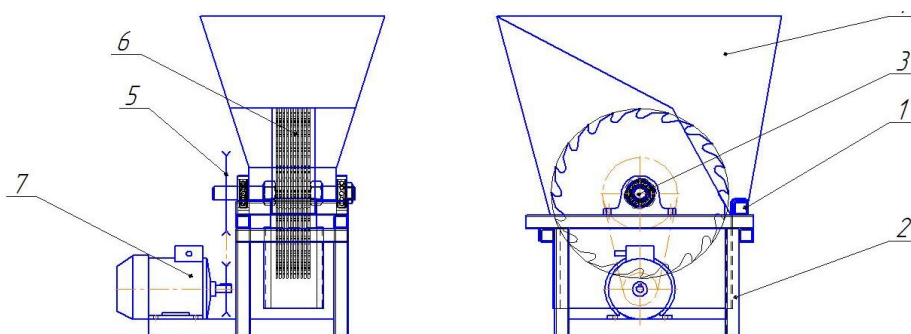
Рациональная схема измельчающего устройства должна отвечать трем основным требованиям: 1) минимальный расход энергии на работу резания; 2) достаточно равномерная нагрузка на вал машины на протяжении всего рабочего цикла; 3) надежное защемление материала режущей парой по всей рабочей длине лезвия.

Анализ конструкций измельчителей сена, соломы и других растительных продуктов показал, что они не совсем подходят для измельчения

стеблей льна масличного, прежде всего из-за большой разницы по усилию на разрыв. Поэтому для измельчения отходов льна масличного предлагается применять роторное устройство с пакетом дисковых пил, которое по основным технологическим показателям должно превосходить сравниваемые машины.

Перспективным в данном направлении является разработка и внедрение измельчителей с применением пакета дисковых пил, позволяющих эффективно решить вышеуказанные задачи. Нами были проанализированы различные дробилки для измельчения растительных отходов.

Предлагаемое устройство (рисунок 1) состоит из бункера 4, электродвигателя 7, клиноременной передачи 5, опоры подшипников 3, дискового измельчающего рабочего органа 6 и противорежущей пластины 1 смонтированной на одной раме 2.

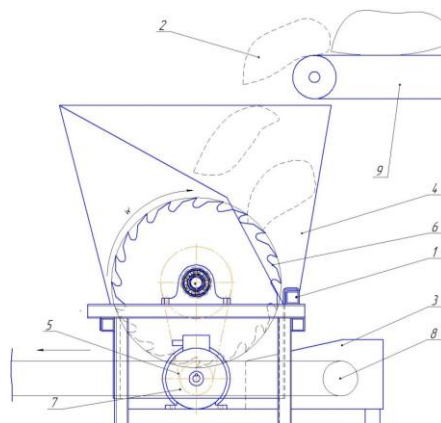


1 – противорежущая пластина; 2 – рама; 3 – опора подшипниковая; 4 – приемный бункер; 5 – клиноременная передача; 6 – дисковый измельчающий рабочий орган; 7 – электродвигатель

Рисунок 1 – Схема устройства для измельчения стеблей льна

Рабочий процесс протекает следующим образом (рисунок 2): отходы льна масличного подаются в приемный бункер 4 транспортёром 9 и поступают на дисковый измельчающий рабочий орган 6, привод которого осуществляется электродвигателем 7 через клиноременную передачу 5, измельчитель состоящий из набора дисковых ножей закрепленных на общем валу. При вращении, рабочий орган зубьями 6 увлекает обрабатываемый материал в пространство (1-3мм) между ножами и противорежущей пластиной 1, которая в свою очередь, предотвращает просыпание обрабатываемого материала и обеспечивает его измельчение. Измельченная масса попадает в бункер 3 и в последующем поступает на дальнейшую переработку с помощью транспортёра 8.

Предварительные исследования измельчителя показали, что он работоспособен, измельчает стебли с высокой производительностью с требуемым размером частиц  $\leq 3$  мм. Сравнительные технологические показатели приведены в таблице 1.



1 – противорежущая пластина; 2 – измельчаемый материал; 3 – выгрузный бункер; 4 – приемный бункер; 5 – клиноременная передача; 6 – дисковый измельчающий рабочий орган; 7 – электродвигатель; 8 – выгрузной транспортёр; 9 – подающий транспортёр

Рисунок 2 – Схема технологического процесса измельчения стеблей льна

Таблица 1 – Сравнительные показатели основных измельчающих машин

Показатели	Универсальный измельчитель ИРР-2М	Молотковая дробилка (ДМУ-200, ДМУ-250, ДМУ-350)	Измельчитель рулонов соломы ИСС-180	Измельчитель веток Bosch AXT RAPID 2000 HP	Разработанное устройство
Производительность, т/ч	До 1,5	До 1	2,5 т/ч	0,008	0,6-1,2
Установленная мощность, кВт	40	До 10	4-5	2	3-5
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500	До 1000	1940	3650	900-3000
Масса без эл. двигателя, кг	1450	80-350	2000	11,5	30-60

Из анализа полученных данных видно, что разработанное устройство по производительности превышает сравниваемые машины в 1,2 – 2,4 раза; по установленной мощности меньше в 1,3 – 4,4 раза; по частоте вращения больше в 2,3 – 3,0 раз; по массе без электродвигателя меньше в 2,3 – 55,8 раз, что свидетельствует о преимуществах данного устройства над аналогами.

В лаборатории Горецкого льнозавода по стандартной методике были проведены исследования разработанного устройства с применением рабочих органов – диска и триммера. Данные по размеру измельченных частиц приведены на рисунке 3.

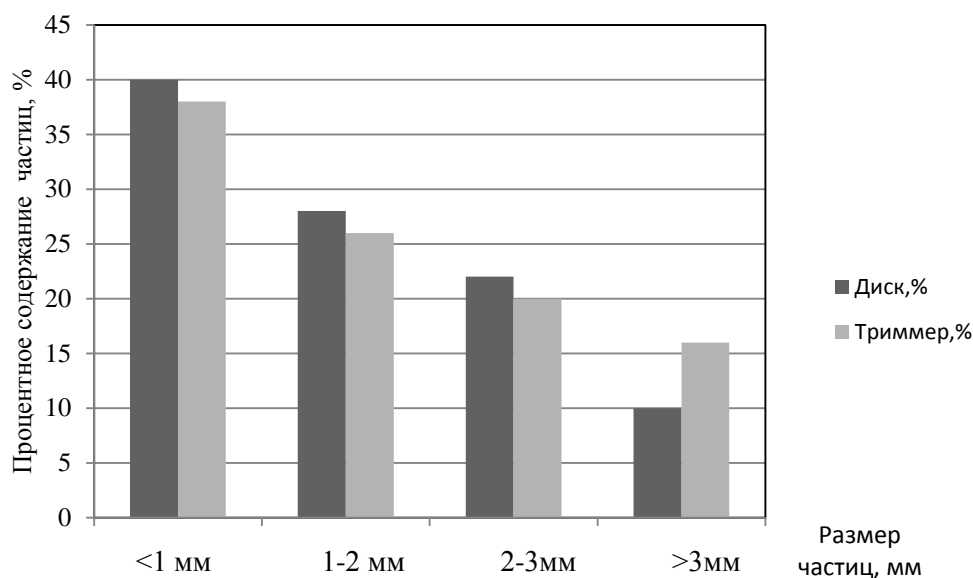


Рисунок 3 – Сравнительные показатели по диапазону размера измельченных частиц

Очевидно, что наибольший объем частиц 40 % приходится на более мелкие частицы – до 1 мм. Также отмечен плавный переход снижения количества измельченных частиц от мелких до 1 мм до крупных более 3 мм, диск – 40, 28, 22, 10 % и триммер – 38, 26, 20, 16 %. В среднем процентное отклонение между показателями рабочих органов по измельченному материалу составляет 3%. Таким образом зубчатый диск является более перспективным в качестве основного рабочего органа измельчителя.

#### Список литературы

1. Отраслевая научно-техническая программа «Лен масличный» на 2012-2016 гг. (ОНТП «Лен масличный» на 2012-2016 гг.)

2. Снопов, А.Н. Возрождение забытого продукта / А.Н. Снопов // Белорусская Нива. – 2012. – 28 сент. – С.

3. Льноводство: реалии и перспективы: сборник научных материалов международной научно-практической конференции на РУП «Институт льна» 25 – 27 июня 2008 года. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2008. – 408 с.

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОВОРОХА

**Круглень В.Е., к.т.н., доцент, Кудрявцев А.Н., к.т.н., доцент,  
Алексеев А.С., к.т.н., доцент, Коцуба В.И., к.т.н., доцент**

*УО «Белорусская ГСХА»*

Рассмотрено современное состояние производства льна-долгунца в Республике Беларусь. Проведен анализ современных технологий и средств переработки льновороха. Представлено описание разработанных машин и оборудования для переработки льновороха на стационарных пунктах.

Ключевые слова: лен-долгунец, технология переработки, оборудование для переработки льновороха.

Лен-долгунец имеет большое народнохозяйственное значение для Республики Беларусь. Он дает три вида ценного сырья для промышленности: семена, волокно и костру. Изделия из льна пользуются постоянным спросом во всем мире и являются одним из источников получения валюты.

Отраслевая научно-техническая программа предусматривает научное обеспечение эффективного производства льняной продукции, достижение урожайности волокна не менее 7–10 ц/га, доли длинного волокна в объеме льняного сырья 50 % и более, повышение рентабельности продукции на 25–40 %, увеличение выпуска конкурентно способной продукции из льна по параметрам качество–цена, поддержание стратегической безопасности государства [1].

К сожалению, на сегодняшний день льноводство является убыточной отраслью, несмотря на принимаемые государством меры по повышению эффективности ее работы. Ни разу за последние 5 лет не произведено 60 тыс. тонн льноволокна (среднегодовое производство составило 37,7 тыс. тонн, или только 63 % от задания) [1].

Урожайность и валовой сбор льнопродукции остаются невысокими, из-за погодных условий и растянутых сроков уборки. Запаздывание с уборкой на 10–12 дней снижает урожайность волокна на 40 %, а его качественные показатели – на 20–50 %. Поздние сроки уборки ведут и к потерям семян – до 30 %. Во многом это обусловлено практически повсеместным применением комбайновой уборки на базе прицепных льнокомбайнов ЛК–4А. Но более значимой причиной, является то, что льноводство остается одной из наиболее трудоемких отраслей, следовательно, имеет недостаточный уровень процессов механизации [2].

We have examined the present state of long-fiber flax production in the Republic of Belarus. We have analyzed modern technologies and means of flax heap processing. We have presented description of designed machines and equipment for flax heap processing at stationary centres.

Keywords: flax, processing technology, equipment for processing flax heap.

Как известно, урожай льна-долгунца «рождается» дважды. Первый раз в процессе роста, а второй – во время его уборки. Уборка льна является наиболее трудоемким процессом в технологии его производства (70% всех трудозатрат) и во многом определяет качество продукции и экономические показатели льноводства в целом. Потери урожая и качество получаемой продукции в значительной степени зависят от применяемых технологий уборки и сроков их проведения [2].

В настоящее время в мировой практике различают четыре технологии: сноповая, комбайновая, раздельная и заводская. Сноповая уборка сопряжена с большими затратами ручного труда и в настоящее время применяется в основном в селекции и семеноводстве, а также в исключительных неблагоприятных погодных условиях.

Технология комбайновой уборки включает в себя теребление растений с одновременным очесом семенных коробочек и расстилом льносолемы в ленты. Она позволяет уменьшить затраты труда в 1,7–3,4 раза по сравнению со сноповой уборкой и в наименьшей степени зависит от погодных условий. Несмотря на достоинства этой технологии в процессе вылежки льносолемы имеет место неоднородность тресты по ее основным качественным признакам: цвету, прочности и, особенно, по степени вылежки. Низкое качество тресты обусловлено различным воздействием рабочих органов льноуборочных машин на отдельные участки стеблей путем их однократного и многократного плющения в комлевой части. Существенным недостатком комбайновой уборки является ее высокая энергоемкость в связи с большими затратами энергоресурсов на искусственную сушку сырого льновороха при получении семян, более 48 кг/га топлива, т.е. около 30%

от затрат на всю технологию [2].

Технология раздельной уборки (в ближайшей перспективе планируется до 70 % посевов) включает тербление льна, расстил его на поле в ленты, естественную сушку, подъем и очес семенных коробочек, расстил очесанных лент льно-солумы на льнище. Основной недостаток ее заключается в большой зависимости от погодных условий. При раздельной (двухфазной) уборке треста также получается с неравномерной степенью вылежки по длине стеблей и при ее переработке выход и качество волокна снижаются. Затраты труда при комбайновой и раздельной уборке практически одинаковы и равны примерно 70 чел.-ч./га [3].

Во Франции, Бельгии, Венгрии и других странах применяется «технология заводского обмолота», где широко практикуется специализация фермерских хозяйств – одни выращивают лен на семена и обеспечивают ими производителей льнотресты. Она начала осваиваться и в нашей стране. К недостаткам этой технологии относятся большие потери семян (до 70%, как в поле во время вылежки и рулонирования, так и на льнозаводе из-за отсутствия устройств для отделения головок от льнотресты в линиях МТА-2Л с целью получения семян. Всего лишь четыре линии импортного производства в Республике Беларусь оборудованы очесывающими устройствами. Однако и они имеют недостатки в работе: намотка на рабочий орган, потери вместе с путаниной и их низкое качество [3].

Повысить эффективность уборки льна-долгунца, на наш взгляд, позволит переход на технологию комбинированной уборки, отвечающую требованиям адаптивности к различным погодным условиям, когда при достижении посевами ранней желтой спелости применяют технологию раздельной уборки с последующим подъемом-очесом-оборачиванием, или без очеса (при заводской технологии), а затем технологию комбайновой уборки по мере достижения культурой конца желтой и полной спелости, а при запаздывании – опять применять заводскую технологию.

Применение комбинированной уборки экономически оправдано, т.к. позволяет сократить сроки уборки на 10...12 дней, что обеспечит повышение качества льнопродукции и выхода семян, сократит прямые эксплуатационные затраты на 10...15 %. Условием применения этой технологии является возделывание льна льнозаводами и хозяйствами в достаточно крупных масштабах.

При реализации второй фазы раздельной уборки – подборе и отделении коробочек льна от стеблей – необходимо обеспечить минимальный отход стеблей в путанину и потери семян от недоочеса. Последние, в свою очередь, зависят от

типа аппарата для отделения семенной части урожая от стеблей и условий его работы [3].

В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии разработано обмолачивающее устройство мобильной льноуборочной машины, позволяющее улучшить качество работы и повысить надежность технологического процесса отделения головок от стеблей во время уборки за счет предварительного разрушения семенных коробочек с последующим обмолотом.

Ожидаемый годовой экономический эффект от применения предлагаемого комбинированного устройства по сравнению с очесывающим составит 30 долл. США на один гектар посевов, за счет снижения транспортных расходов, исключения операции обмолота льновороха зерноуборочным комбайном в поле, что соответственно позволит сэкономить топливо до 12 кг на тонну льновороха или до 400 кг на 100 га посевов, повысить качество льноволокна на 0,3...0,8 номера и снижение затрат труда на 1,1 чел.-ч/га.

С целью экономии энергоносителей перед сушкой необходимо выделять из льновороха путанину с минимальными потерями семян и затратами энергии.

Для отделения грубого льновороха перед сушкой предлагается использовать зубчатый сепаратор с предварительным выделением из льновороха (перед перетирированием) свободных семян и головок зубчатыми барабанами, перетирирования вороха с необорванными коробочками обрезиненными вальцами, просеивания свободных семян на сепарирующе-транспортирующей решетке и планчатых барабанах.

Это позволяет снизить затраты топлива на досушивание мелкого льновороха на 20...50 % за счет уменьшения его объема и выделения длинных, имеющих наибольшую влажность, примесей перед сушкой, увеличить производительность линии переработки на 20...30 %, снизить потери семян с грубым льноворохом до 2...5 % за счет предварительного домолота [4].

Для досушивания льновороха предлагается использовать двухъярусную карусельную сушилку с рыхляще-перемешивающим устройством.

Предварительный подогрев льновороха на верхней решетчатой платформе позволяет существенно (на 15–20 %) ускорить его досушивание, а одновременное перемешивание на нижней платформе – обеспечивает равномерность сушки вороха (разница влажности вороха не превышает 4 %), что увеличивает производительность сушилки на 40–50 %, и позволяет снизить энергозатраты при сушке до 1,6 раза [4].

После досушивания предлагается использовать комбинированную молотилку-сепаратор мелкого льновороха, состоящую из бункера



-дозатора, первичной и вторичной аспирационной системы, верхнего решетчатого стана, состоящего из разделительного и подсеивного решета, эластичного вальцового молотильного устройства и нижнего решетчатого стана с инерционными качающимися решетками. Молотилка-сепаратор выделяет из льновороха свободные семена, легкие и мелкие примеси, а затем производит обмолот семенных коробочек и очистку семян.

Применение разработанной молотилки-сепаратора для переработки льновороха позволяет увеличить степень выделения семян на 5 %, снизить степень травмирования и микроповреждений семян на 7 %, а за счет применения подпружиненных решет энергопотребление ниже на 20...30 % по сравнению с аналогами [4].

#### *Список литературы*

1. Казакевич П.П. Льноводство и льнопереработка в Беларуси: проблемы развития / П.П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – №7 (99). – С. 4–11.

2. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А.З. Чернушок; РУП «Ин-т льна Нац. акад. Наук Беларуси». – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2009. – 245 с.

3. Льноводство: реалии и перспективы: сборник научных материалов международной научно-практической конференции на РУП «Институт льна» 25 – 27 июня 2008 года. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2008. – 408 с.

4. Совершенствование процесса переработки льновороха на стационарном пункте модернизированными машинами и оборудованием / В.Е. Круглень, А.Н. Кудрявцев, А.С. Алексеенко, В.И. Коцуба // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–8 апр. 2004 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т; редкол.: И.Н. Шило [и др.]. – Минск, 2006. – Ч. 2. – С. 143–149.

УДК 662.636

## **ПОДГОТОВКА ЛЬНОКОСТРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ**

**Круглень В.Е., к. т. н., доцент, Алексеенко А.С., к. т. н., доцент, Сентюров Н.С., аспирант**

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»*

Раскрыты перспективы производства топливных гранул из льнокостры в Республике Беларусь. Представлены посевные площади льна, урожайность льнотресты и количество льнокостры в Республике Беларусь. Описан принцип действия устройства для очистки льнокостры от минеральных примесей.

Ключевые слова: топливные гранулы, льнокостра, устройство для очистки льнокостры от минеральных примесей.

Современная энергетическая ситуация в стране характеризуется новыми геополитическими и энергоэкономическими условиями, недостающими ресурсами углеводородного топлива, нерациональным использованием топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), высокой энергоемкостью производства продукции и недостаточной надежностью энергоснабжения потребителей.

Республика Беларусь относится к категории стран, которые не обладают значительными собственными топливно-энергетическими ресурсами. В настоящее время доля местных ТЭР в общем балансе составляет около 16%. Таким образом, в Республике Беларусь уже сейчас крайне низкими являются следующие стратегические

The article shows prospects of production of fuel granules from flax heads in the Republic of Belarus. We have described areas for sowing flax, productivity of flax straw and the quantity of flax heads in the Republic of Belarus. We have established the principle of operation of a device for cleaning flax heads from mineral impurities.

Keywords: fuel granules, flax heads, cleaning device flax heads from mineral impurities.

факторы энергетической безопасности: доля местных ТЭР в объеме энергобаланса; диверсификация видов топлива, прежде всего в электроэнергетике и централизованном теплоснабжении; диверсификация поставок ТЭР из-за рубежа.

Поскольку Беларусь находится практически в полной зависимости от импорта энергоносителей вместо традиционных ископаемых топлив целесообразно использовать возобновляемые энергоресурсы, которые в нашей республике представлены значительными запасами растительной биомассы. Однако растительная биомасса имеет много влаги и невысокую тепловую способность, поэтому нуждается в определенной обработке. Наиболее эффективным способом

устранения указанных недостатков является гранулирование или брикетирование предварительно измельченного и высушенного сырья. Наиболее высокими потребительскими качествами обладает гранулированное топливо [1].

Пеллеты из растительных остатков приобретают все большую популярность, так как являются более экологическим и менее дорогим топливным материалом, нежели древесина. Их относят к экологически чистым материалам за счет того, что они производятся без применения каких-либо химических добавок и при сгорании пеллет выделяется ровно столько  $\text{CO}_2$ , сколько

было впитано растением при его росте, в отличие от угля или дизельного топлива [2]. Одним из видов сырья для производства топливных гранул из растительных остатков является льнокостра.

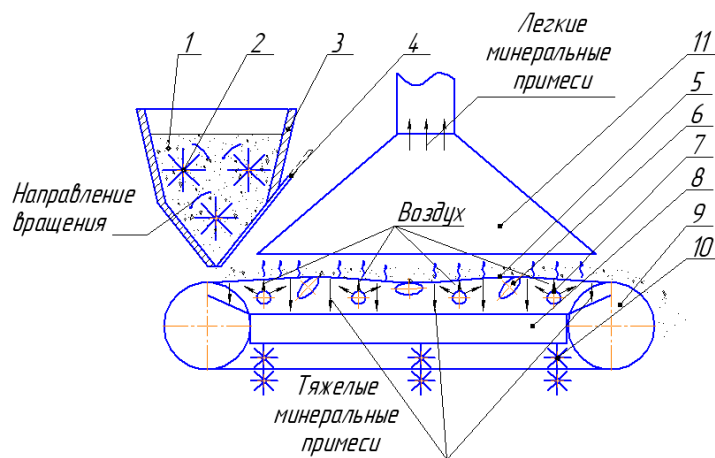
В Республике Беларусь посевная площадь льна практически не изменяется, а урожайность льнотресты увеличивается за счет применения новых сортов льна и качественного ухода (таблица 1) [3], следовательно увеличивается количество льнокостры, которую можно использовать для производства топливных гранул.

Таблица 1 – Показатели посевных площадей и урожайности льнотресты

Показатели	Годы			
	2009	2010	2011	2012
Посевная площадь льна, тыс. га	68	62	68	64
Урожайность льнотресты, ц/га	24,4	23,2	25,8	28,5
Количество льнокостры, тыс. тонн	85,58	86,16	89,04	116,79

При переработке льнотресты в отходах оказывается льнокостра с минеральными примесями. Среднее значение массовой доли минеральных примесей в льнокостре составляет 43,2 г/кг [4]. Для их удаления из льнокостры нужно произвести очистку. Устройство для очистки льнокостры от минеральных примесей (рисунок 1) работает следующим образом. В приемный бункер 3 подается льнокостра 1, которая перемещается ворошилками 2, предотвращая самообразование. Дозирующей заслонкой 4 регулируется подача льнокостры 1 на сетчатую ленту элеватора 5, которая приводится в движение с помощью при водной звездочки элеватора 9. За счет эксцентриковых звездочек 6 сетчатая лента элеватора 5 с льнокострой 1 приводится в колебательное движение, тем самым разделяя минеральные примеси на тяжелые и легкие.

Тяжелые примеси просеиваются через сетчатую ленту элеватора 5 и попадают на скатную доску 8 и выводятся из устройства. Для удаления легких примесей и лучшего просеивания тяжелых фракций минеральных примесей и равномерного распределения льнокостры 1 на сетчатой ленте элеватора 5 подается воздух по воздуховодам 7. Легкие примеси под воздействием потока воздуха подводящегося по воздуховодам 7 и с помощью воздушной аспирации 11 выводятся из устройства. Очищенная льнокостра 1, сходящая с сетчатой ленты элеватора 5, поступает на следующий этап производства пеллет. Для предотвращения забивания ячеек сетчатой ленты элеватора 5, на его холостой ветви установлены щеточные чистики 10, приводящиеся во вращения за счет сил трения.



1 – льнокостра; 2 – ворошилки; 3 – бункер; 4 – дозирующая заслонка; 5 – сетчатая лента элеватора; 6 – эксцентриковые звездочки; 7 – воздухопровод; 8 – скатная доска; 9 – приводная звездочка элеватора; 10 – чистики; 11 – воздушная аспирация

Рисунок 1 – Устройство для очистки льнокостры от минеральных примесей

Использование данного устройства позволит выделить до 88% минеральных примесей от общего количества засоренности льнокостры. Очистка льнокостры в предлагаемой конструкции позволит увеличить срок службы оборудования для производства топливных гранул на 30% и более, что в значительной мере позволит снизить их себестоимость и выйти на массовое производство пеллет из льнокостры.

#### *Список литературы*

1. Русан, В.Л. Новая энергетическая политика в АПК Республики Беларусь / В.Л. Русан // *Новости АПК, сельского хозяйства в России и в мире* [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://agroportal.su/article/a-3.html>. – Дата доступа: 12.02.2014.

2. Лапатко, М. «Зеленые технологии» или «пустая ниша»: как заработать на производстве пеллет из растительных материалов. / М. Лапатко // *Bagb портал "Бизнес для вас"* [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: [http://bagb.by/one/main/main\\_341.html](http://bagb.by/one/main/main_341.html). – Дата доступа: 20.03.2013.

3. Статистический ежегодник 2013. [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/> - Дата доступа 10.02.2014.

4. Определение засоренности льнокостры минеральными примесями и способы их выделения / В.А. Шаршунов [и др.] // *Вестник БГСХА*. – 2013. – № 2. – С. 120–124.

УДК 631.354.2+631.531.011

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБМОЛОТА ЗЕРНОВЫХ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ**

**Петровец В.Р., д.т.н., профессор, Барыгин Н.А., аспирант**

*УО «Белорусская ГСХА»*

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

Ключевые слова: производительность зерноуборочных комбайнов, молотильный аппарат, влажность зерновой массы.

Существующие зерноуборочные комбайны во время уборки работают обычно только в дневное время, а ночью, после выпадения росы, уборка прекращается до следующего дня, пока не высохнет растительная масса. Объясняется это тем, что молотилки комбайнов не способны вымолотить все зерно и отсепарировать его из влажной растительной массы, из-за чего теряется много зерна при уборке.

Анализируя работу разных конструкций молотильно-сепарирующих устройств, выявить недостатки и преимущества их работы, выбрать рациональные способы обмола массы влажной растительной массы при уборке зерновых культур.

ГОСТ на молотилки зерноуборочных

We have examined the issue of twenty-four-hour work of grain combines due to the use of combines at night. The main reason of low productivity of combines during grain crops harvesting is the existing technology of harvesting and design of threshing-separating devices, applied nowadays. The analysis of their designs shows the possibility of creating threshers, able to thresh plant mass of grain crops at high humidity and even to thresh the mass in rainy weather.

Keywords: performance combine harvesters, threshing up preparations, humidity of the grain mass.

комбайнов устанавливает получение необходимого качества обмола массы предельной влажностью до 17 %, что, безусловно, сильно ограничивает возможности использования зерноуборочных комбайнов даже в течение суток.

подавляющее большинство хозяйств сейчас не имеет необходимого количества зерноуборочных комбайнов, чтобы любую зерновую культуру убрать за 7 - 10 дней, поэтому хозяйства вынуждены растягивать сроки уборки, что приводит к большим потерям зерна, даже при благоприятных условиях погодных условиях.

особенности климата создают дополнительные трудности для своевременной уборки зерновых культур - почти каждую ночь, даже в самые

жаркие дни, выпадает роса во всех районах, из-за чего зерноуборочные комбайны работают только в дневное время, а ночью останавливаются, что снижает их производительность в два раза.

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.

Естественно, возникает вопрос: возможно ли создать конструкцию молотилки, способную обмолачивать влажную растительную массу без чрезмерного травмирования зерна и сепарировать его из этой влажной массы?

За счет каких свойств влажная масса труднее обмолачивается? Видимо, главным образом из-за того, что влажные растения труднее разрушаются: разрушение колоса и стебля требует больших усилий, так как разрыв частей колоса на колоски, выбивание зерна из колоса и колосков, разрыв стеблей требует больших усилий [1].

Коэффициенты трения стеблей пшеницы по листовой стали или прокату имеют значения 0,6; по оцинкованной стали - 0,69 при влажности 50 %. а при влажности 6,7 % только 0,25, а по прокату - 0,29 и 0,33 по оцинкованной стали, то есть практически при повышенной влажности возрастают в два раза.

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.

Кроме того, видимо большую роль играет и прессование влажной растительной массы, которое происходит при обмолоте её в молотильном зазоре между барабаном и подбарабаньем. Известно, что это пространство от входа растительной массы в зазор до её выхода непрерывно уменьшается в зависимости от регулировок, например, при уборке пшеницы от 18...26 мм до 2...8 мм, т. е. в 3...9 раз. В этих условиях влажная растительная масса сильно прессуется, что резко увеличивает расход мощности на обмолот.

Учитывая вышеприведенные факторы, можно утверждать, что расход энергии на обмолот влажной растительной массы увеличивается в два раза. Поэтому, естественно, встает вопрос: какой же способ обмолота влажной растительной массы наиболее перспективен - обмолот с

предварительным подсушиванием растительной массы или нужно создавать молотилки, способные обмолачивать влажную растительную массу при любой влажности?

Подсушивание массы - крайне энергоёмкий и малопродуктивный процесс, нарушающий непрерывность единого технологического процесса обработки растительной массы. Заранее можно сказать, что он не даст экономического эффекта и по расходу топлива, ни по производительности машин [2].

Возможность и необходимость создания молотилок для обмолота влажной растительной массы доказывали и В. П. Горячкин, и М. Н. Летошнев, и другие ведущие ученые. По их разработкам были созданы северные комбайны СКАГ-5А и КСП-4, которые оборудовались двумя молотильными барабанами и пятью соломоочесами, обеспечивающими надежный обмолот и устойчивую сепарацию зерна при уборке влажных и длинносоломистых культур [3].

По типу соломоочесов фирмой «Claas» уже в наши дни был разработан роторный сепаратор грубого вороха, включающий ротора, которые имеют постепенно нарастающую скорость вращения от начала поступления массы до её выхода, что способствует лучшему расчесыванию стеблей грубого влажного вороха и интенсивной сепарации зерна из влажной растительной массы [4].

Конструкция аксиально-роторного молотильного сепарирующего устройства с вращающимися подбарабаньями, разработанная ГСКБ «Ростсельмаш», позволяет значительно интенсифицировать процесс обмолота и сепарации зерна. Работы фирмы «Джон-Дир» по созданию комбайна «Джон-Дир-9880» открывают пути совершенствования молотильно-сепарирующих устройств, способных вымолачивать и сепарировать зерно из влажной растительной массы.

Однако, вышеприведенные конструкции создавались для работы на самоходных полевых машинах, где из-за сильно ограниченных размеров и массы машины они имеют ряд серьезных недостатков, которые сдерживают их широкое распространение [3].

В большинстве случаев молотильно-сепарирующие устройства работают в одном режиме, в то время как работа, выполняемая для вымолота зерна из массы разной влажности должна быть разной. Видимо, подобных недостатков можно избежать, если установить не одно устройство для обмолота и сепарации, а несколько, но работающих в разных режимах, оптимальных для данной фракции массы.

Создание такого типа молотилки для самоходного зерноуборочного комбайна вызовет большие трудности из-за ограниченности

размеров и массы современных комбайнов и поэтому, естественно, приведет к необходимости создания новой технологии уборки зерновых, которая позволяет вынести все трудо- и энергоемкие процессы уборки на стационар, где можно расположить любое необходимое число молотильно-сепарирующих устройств, не заботясь об их размерах. Одним из недостатков современных аксиально-роторных устройств, которое препятствует широкому внедрению их в производство, до сих пор является повышенный расход мощности на обмолот и сепарацию массы порядка на 25 - 30 % по сравнению с обычной схемой обмолота. В целях снижения столь отрицательных влияний на работу аксиально-роторных молотильных устройств возможно применение способов, использовавшихся в 60-е годы в ГДР, которые показали, что полный вымолот зерна из хлебной массы с целыми стеблями достигается при окружной скорости барабана 29 м/с, а если стебли разрезать на куски длиной 90 мм, то полный обмолот массы будет происходить при скорости 17 м/с. Снижение скорости на 41 % позволяет существенно снизить и требуемую мощность на обмолот массы [5].

Другие опыты по обмолоту резанной массы показали, что таким же образом можно снизить мощность на обмолот на 47 - 52 %. Вместе с тем, измельчение хлебной массы до обмолота хорошо вписывается в рабочий процесс технологии уборки зерновых культур. с обмолотом растительной массы на стационаре, так как доставка измельченной массы с поля на стационарный молотильный ток позволяет снизить расходы на доставку массы в два и более раз за счет лучшего уплотнения массы [6].

Не следует забывать и о том, что измельченная масса будет обмолачиваться с большей пропускной способностью, чем не измельченная.

Таким образом, опыт ведущих специалистов и крупнейших фирм-производителей зерноуборочных комбайнов показывает возможность обмолота влажной растительной массы с большей энергоемкостью, следовательно, с большей себестоимостью затрат на уборку. Однако, никто еще не проанализировал стоимость тех потерь зерна, которые мы получаем из-за несвоевременной уборки зерновых культур. По нашим данным, потери зерна даже при соблюдении основных агротехнических и исходных требований колеблются в больших пределах и это при условии соблюдения основных агротехнических требований, что сейчас в большинстве хозяйств не выполняется [7].

Через неделю после полного созревания колоса каждый день потери зерна возрастают за счет самоосыпания зерна и колосом на 1 %, а еще через неделю, каждый день даст прирост потерь уже на 1,5 % (по данным ВИМ).

Затягивание сроков уборки на 10-20 дней сверх рекомендуемого приводит к потере до 30 % урожая и более [8].

Запаздывание с уборкой дает недопустимо большие потери зерна и поэтому, несмотря на всю трудность и сложность ночной работы зерноуборочных комбайнов, она возможна и её надо широко внедрять. Многие опасаются трудностей, возникающих с сушкой зерна после ночной уборки. Однако повышение влажности растительной массы от выпадения росы, обычно не вызывает необходимости сушки зерна в сушильках, ибо величина повышения влажности его составляет всего несколько процентов и для высушивания зерна бывает достаточно солнечно-воздушной сушки за счет его перелопачивания зернопогрузчиками на току.

Таким образом установлено, что: 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; 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; обмолот влажной растительной массы требует повышенного расхода энергии, который может увеличиться в зависимости от влажности до двух раз по сравнению с обмолотом массы нормальной влажности.

#### *Список литературы*

- 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. С.45.
3. Летошнее М.Н. Сельскохозяйственные машины. М.Л.: Сельхозгиз, 1995.-322с.
4. Серый Г.Ф. и другие. Зерноуборочные комбайны, М.: Агропромиздат, 1986. С. 113-115.
5. Зерноуборочные комбайны / Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов, Ю.Н. Ярмашев, А.И. Русанов. — М.: Агропромиздат, 2002. — 248 с.: ил.
6. Зеглер Г. Исследование по с.-х. технике.- 1987.- №2.
7. Агафонов В.В., Николаев Е. В. Эффективность разных способов уборки комбайнами озимой пшеницы в Крыму // Сб. научных трудов УСХЗА «Механизация трудоемких процессов в растениеводстве Крымской области». Киев, 1987. С.5.
8. Зиновьев Ф. В. и др. Методика оценки потерь в сфере агропромышленного комплекса. Симферополь: Таврия, 1999.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ УЗЛА ЗАЦЕПА ДЛЯ МОНТАЖА БЛОКА-КРЕМАТОРА ТБК-400

Варывдин В.В., к.т.н., профессор, Романев Н.А., к.т.н., доцент, Безик Д.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Макурин А.М., гл. инженер ООО «Брянсктеплогенератор»

Топочный блок имеет тот недостаток, что при монтажных и погрузочных работах обрываются петли зацепа крематора, выполненные из швеллера №10. Увеличение профиля швеллера не повышает существенно прочность сварки этого узла.

Ключевые слова: топочный блок, прочность, швеллер, монтажные работы, зацеп, сварка, напряжение.

Блок-крематор ТБК – 400, имеет массу  $m = 6$  т. Зацепы выполнены из швеллера №10, высотой 140 мм, сварка Т1 Δ5. Исходя из рекомендаций [1, 2] угол наклона строп  $\alpha = 30^\circ \dots 45^\circ$  угол откладывается от вертикальной оси, т.е. угол при вершине строп менее  $120^\circ \dots 90^\circ$

Анализ конструкции зацепа крюка показывает крайнюю неэффективность выбранного типа крепления [2, 3]. Действующая нагрузка относительно площади стыка зацепа с базовой деталью оказывается ассиметричной. В стыке деталей

Heating unit has the disadvantage that hitching loops of crematorium made of channel number 10 are broken during assembling and loading operations. Increase the profile of the channel does not increase significantly welding strength of this node.

Key words: heating unit, strength, channel, installation, hook, welding, voltage.

появляется момент силы (рисунок 1,а). По предварительным оценкам момент силы в стыке деталей создаёт опасные напряжения в сварном шве.

В рассматриваемом случае обе составляющие внешней нагрузки, вертикальная и горизонтальная, создают момент силы относительно центра стыка на плече  $c$  и  $d$  соответственно.

Составляющие от силы натяжения строп:  $S_B = S \cdot \cos \alpha$  - вертикальная;  $S_T = S \cdot \sin \alpha$  - горизонтальная

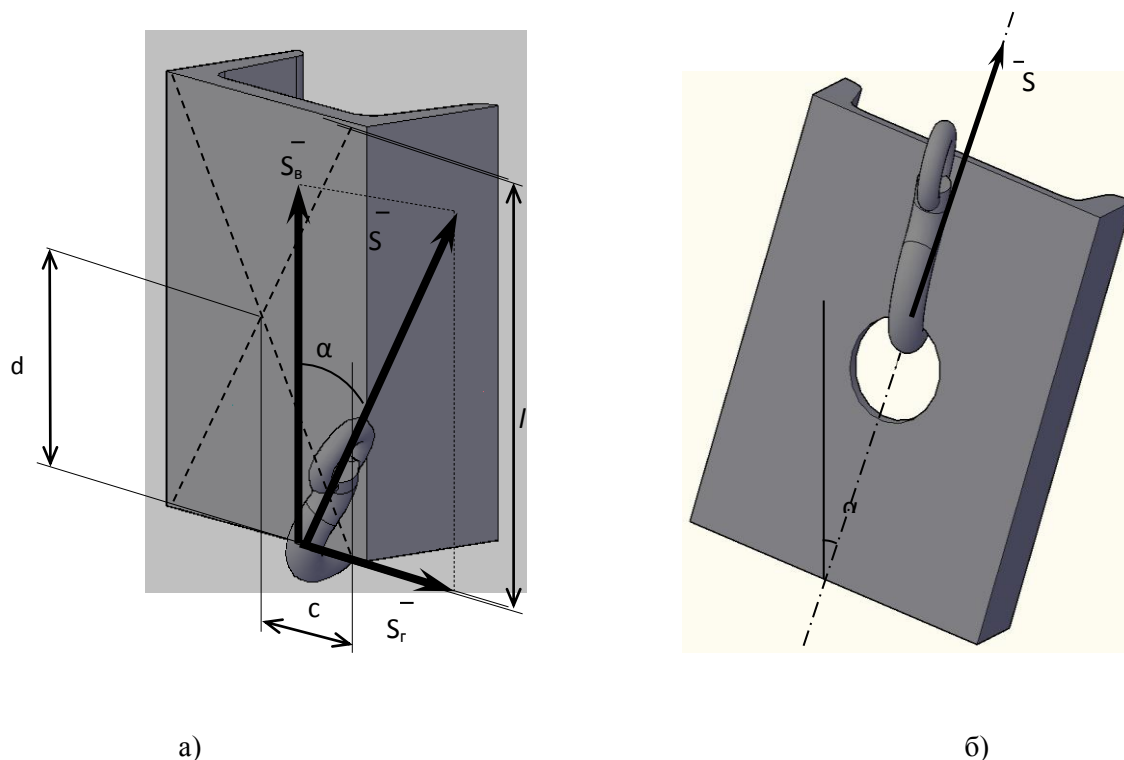


Рисунок 1 - Схема зацепа блока

Моменты от вертикальной  $M_B$  и горизонтальной  $M_G$  составляющих

$$M_B = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ Н}\cdot\text{мм}; \quad M_G = 70 \cdot 50 = 3500 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

$$d = 100 \text{ мм}; \quad d = 140 \text{ мм}.$$

Суммарный момент, создающий деформацию стыка, равен алгебраической сумме моментов:



при максимальном угле зацепа  $\alpha = 45^\circ$

$$M = 21 \cdot 10^3 (50 \cdot \cos 45^\circ + 70 \sin 45^\circ) = 21 \cdot 10^3 (50 \cdot 0.707 + 70 \cdot 0.707) = 1781.6 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Для сварного таврового соединения, выполненного угловыми швами, условие прочности при действии момента запишется [5].

$$\tau_c = \frac{M \rho}{I_x},$$

где:  $\rho$  - радиус вектор сварного шва;



где:  $H$  и  $l$  - размеры сечения привариваемого швеллера (заготовка выполнена из стандартного профиля №10) –  $H = 100 \text{ мм}$ ;  $l = 140 \text{ мм}$ .

Расчеты показали, что:

$$\tau_c = \frac{M \rho}{I_x} = \frac{1781.6 \cdot 10^3 \cdot 80}{160000} = 890.8 \text{ Н/мм}^2;$$

напряжение среза от силы

$$\tau_s = \frac{S_{45}}{0.7 \cdot K \cdot l} = \frac{21 \cdot 10^3}{0.7 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 140} = 21.4 \text{ Н/мм}^2.$$

Суммарное напряжение среза в сварном шве от действия момента  $M$  и сдвигающей силы при натяжении стропы составит

$$\tau_{\text{сум}} = \sqrt{890.8^2 + 21.4^2} = 890.8 \text{ Н/мм}^2,$$

При приложении нагрузки рывком эти напряжения оказываются критическими. Наша задача состоит в том, чтобы исключить действие момента. Для этого в центре зацепа сверлится отверстие достаточное для захвата крюком, а зацеп ориентируется в направлении силы натяжения стропа (рисунок 1,б). При некотором колебании угла наклона строп будет возникать некоторый эксцентриситет нагрузки, но шов теперь обладает достаточным запасом прочности.

В случае расположения зацепа по рисунку 1,б момент сил в стыке деталей устраняется, напряжение в сварном шве будут вычислено из уравнения (для максимального угла наклона строп  $45^\circ$ ):

$$\tau_s = \frac{2100}{4} \text{ Н/мм}^2 \ll [\tau]_{\text{ср}}.$$

После выполнения указанных рекомендаций неисправности зацепов прекратились. В паспорте точечного блока следует оговаривать длину строп для проведения монтажных работ.

#### Список литературы

1. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины в с/х. - М.: Колос, 1973.- 464 с.
2. Подъемно-транспортные машины/М.Н. Ерохин и др. – М.: КолосС, 2010. – 335 с.
3. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. – М.: Изд-во АПМ, 2005.- 472 с.
4. Безик Д.А., Романев Н.А. Автоматизированное проектирование машин на примере расчета редуктора. Учебное пособие. – Брянск: БГСХА. 2006.-31 с.
5. Дмитриев В.А. Детали машин. – Л.: Судостроение. 1970.- 792 с.

## ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Подшиваленко И.Л.**, к.т.н., доцент, **Курзенков С.В.**, к.т.н., доцент, **Гайдук В.А.**, к.т.н., доцент  
УО «Белорусская ГСХА»

**Клыбик В.К.**, к.т.н., инженер РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

**Кузюр В.М.**, к.т.н., доцент ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Приведен обзор и анализ показателей технического состояния сельскохозяйственных машин. Обоснован критерий технического состояния техники.

Ключевые слова: надежность; коэффициенты готовности и технического использования; факторы работоспособности.

Рост уровня механизации сельскохозяйственного производства, переоснащение хозяйств новой высокопроизводительной энергоснащенной техникой создают предпосылки и вызывают необходимость совершенствования форм и методов ее использования, базирующихся на прогрессивных, научно обоснованных методах планирования и использования сельскохозяйственной техники в земледелии. В настоящее время сельскохозяйственное производство и используемая техника требуют аргументированности каждого принятого решения, обоснование его точности научными расчетами.

Проведенный анализ технической готовности машинотракторного парка сельскохозяйственной отрасли показал, что она не соответствует необходимому нормативному уровню. Так по данным Минсельхозпрода и проведенным исследованиям в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», готовность машинно-тракторного парка находится на уровне 70–80 % в связи, с чем потенциальные возможности эксплуатируемой техники недоиспользуются более чем на 20 %. Это вызывает необходимость поиска новых научных методов управления техническим состоянием современной сельскохозяйственной техники, включающих элементы диагностирования для повышения эксплуатационной надежности машин.

Чтобы обосновать новые методы управления техническим состоянием сельскохозяйственной техники, следует получить математическую модель, которая будет адекватно описывать техническое состояние сельскохозяйственной техники. Для этого на основании обзора и анализа существующих показателей, описывающих техническое состояние сельскохозяйственной техники, следует обосновать его критерий.

We have presented review and analysis of indicators of technical condition of agricultural machines. We have also based the criterion of machinery technical condition.

Keywords: reliability; availability and technical uses of; health factors.

Техническое состояние представляет собой совокупность изменяющихся в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризующихся в определенный момент признаками, установленными технической документацией.

В процессе работы машины показатели ее технического состояния изменяются от начальных –  $y_n$ , соответствующих новому изделию, до предельно допустимых –  $y_{нд}$ , а затем и до предельных –  $y_n$ . Значение  $y_n$  соответствует предельному состоянию, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно.

К основным комплексным показателям надежности сельскохозяйственной техники, характеризующих ее техническое состояние, относятся коэффициенты готовности и технического использования.

Эти коэффициенты характеризуют с одной стороны качество работы системы технической эксплуатации, задача которой минимизировать продолжительность периода пребывания техники в неисправном состоянии, а с другой стороны описывают динамику работоспособности парка машин, т. к. снижаются со временем по известным законам. Однако они не учитывают работу в межсменное и нерабочее время, время на восстановление сборочных единиц и деталей, простои в ожидании требований на техническое обслуживание и ремонт, возможность оказания технического сервиса, потенциал человеческого фактора и т. д.

Некоторыми известными российскими учеными были сделаны попытки устранить вышеприведенные недостатки в методиках определения коэффициентов готовности и технического использования.



Так, М.И. Юдин [1] предложил оценивать коэффициенты готовности и технического использования парка машин формулами, в которых учитывается средняя доля машин данной марки не готовых и не планируемых к использованию.

Ф.Ю. Керимов [2] предложил ввести в расчетные формулы этих показателей коэффициент использования организационных резервов, на основе которого оцениваются процессы подготовительного производства, технического обслуживания и ремонта машин на предприятии и местах использования, восстановления деталей и агрегатов, обеспечения производства и т.д.

А.Е. Немцев [3] отмечает необходимость корректировки комплексных показателей надежности при оценке эффективности системы обслуживания путем введения коэффициента использования машины по назначению. Этим коэффициентом оценивается доля использования машины по назначению от календарного времени и выявляется влияние уровня эксплуатации на надежность техники.

Проведенный анализ показывает, что расчетные модели коэффициентов готовности и использования машин характеризуются неоднородностью вклада инфраструктуры агротехнического сервиса и условий эксплуатации в эффективность реализации потребительских качеств машин в условиях рынка и требуют анализа и дополнения.

Представляется, что техническое состояние машины или машинно-тракторного агрегата это техническое состояние сложной технической системы, которая оценивается количественными и качественными показателями надежности, а также зависит от комплексного воздействия на нее многих факторов (рисунок 1): производственной и технической эксплуатации, производственно-технического обеспечения, уровня диагностирования и человеческого фактора. Эти входные факторы, воздействуя на машину, как на систему и определяют формирование показателей ее работоспособности, т. е. выходных показателей системы  $Q$ .

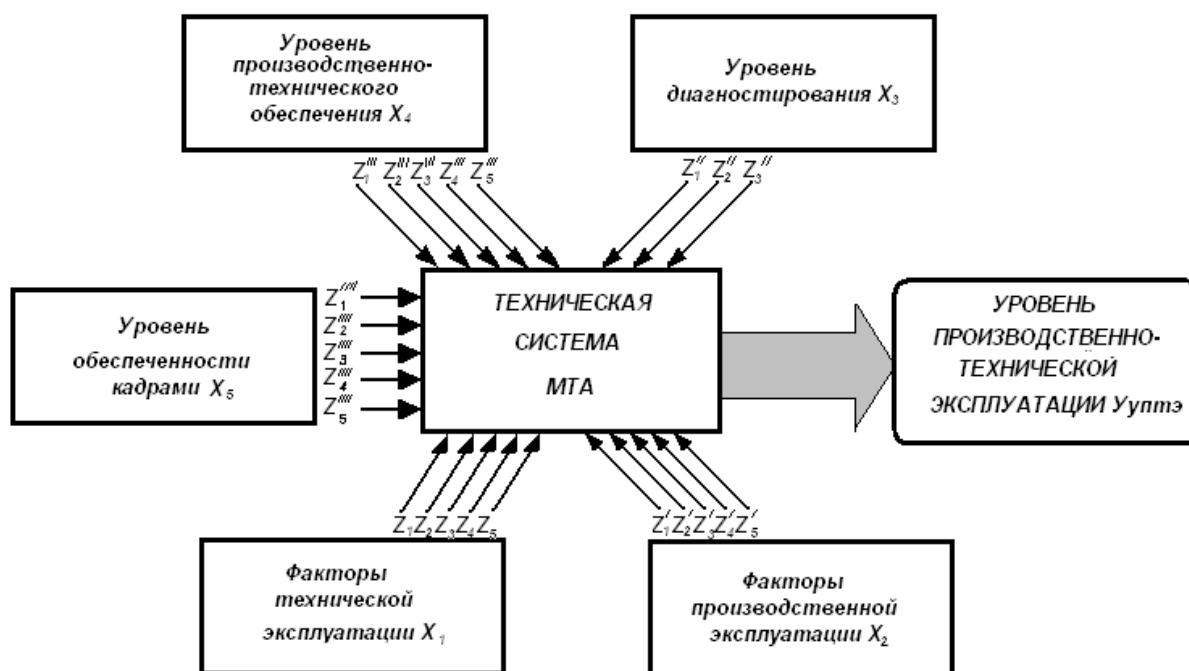


Рисунок 1 - Системообразующие факторы работоспособности технической системы в сельском хозяйстве

В общем виде эту зависимость можно записать в виде

$$Q(Y_{птэ}) = F(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5), \quad (1)$$

где  $Y_{птэ}$  – уровень производственно-технической эксплуатации;  $X_1$  – фактор производственной эксплуатации;  $X_2$  – фактор технической эксплуатации;  $X_3$  – уровень диагностирования;  $X_4$  – уровень производственно-технического обеспечения;  $X_5$  – уровень обеспеченности кадрами.

В этой связи одним из критериев оценки технического состояния сельскохозяйственной техники может являться обобщенный показатель уровня производственно-технической эксплуатации (ПТЭ) машинно-тракторного парка и других средств механизации предприятий сельхозпроизводителей.

Данный критерий является обобщенным, включающим ряд частных показателей, таких как культура ремонтно-технического обслуживания сельскохозяйственной техники, оперативность и стабильность обслуживания, спектр предоставляемых услуг, инфраструктура системы ТО и ремонта машин, профессиональную пригодность кадров и т.д.

Обобщенный показатель уровня производственно-технической эксплуатации отвечает указанным требованиям и в наиболее полной мере учитывает потенциальные потребительские свойства и технические возможности машин при их использовании по прямому назначению.

#### *Список литературы*

1. Юдин, М.И. Технический сервис машин и основы проектирования предприятий: учебник / Юдин М.И., Стукопин Н.И., Ширай О.Г. / КГАУ.– Краснодар, 2002. – 944 с.

2. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учебник для студ. высш. учеб. заведений / (А.В. Рубайлов, Ф.Ю. Керимов, В.Я. Дворковой и др.); под ред. Е.С.Локшина.– М.: Издательский центр “Академия”, 2007. – 512 с.

3. Немцев, А.Е. Обеспечение работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники на основе резервирования обменного фонда / А.Е. Немцев: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А.Е. Немцев.– Новосибирск, 1998. – 44 с.

4. Топилин, Г.Е. Экспертная оценка приспособленности тракторов к техническому обслуживанию / Г.Е. Топилин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1978. – № 5. – С. 34–37.

5. Антонец, Д.А. Теоретические основы количественной оценки уровня технической эксплуатации тракторов / Д.А. Антонец // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – № 6. – С. 6–7.

УДК 621.436.2

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ РАЗРЕЖЕННОСТИ В КАРТЕРЕ ДВС**

**Мажугин Е.И., к. т. н., доцент, Ничипорук С.Н., инженер**

*УО «Белорусская ГСХА»*

Представлены методика и результаты экспериментального определения возможности создания разреженности в картере двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: моторные масла, обезвоживание масла, вакуумно-термический метод, давление в картере.

В процессе производства нефтяные моторные масла подвергаются обработке различными методами с целью полного удаления из них влаги. Однако при транспортировании, хранении и эксплуатации масла насыщаются влагой, что существенно ухудшает их качество и ускоряет процесс старения, сокращая тем самым срок службы масел и смазываемых ими деталей. Основными отрицательными последствиями наличия воды в масле считаются изменение вязкости, вспенивание масла, срабатывание присадок, химические превращения основы масла. Ранее было показано [1], что насыщение масла водой является одним из важных факторов его старения.

We have presented methods and results of experimental determination of possibility of creating vacuum in internal combustion engine crankcase.

Keywords: motor oil, oil dehydration, vacuum-thermal method, the pressure in the crankcase.

Частично вода из эксплуатируемого находящегося в картере двигателя масла удаляется за счет испарения и улавливания ее масляными очистителями – центрифугами или фильтрами. Но использование испарения затруднено из-за необходимости защиты картера от проникновения в него атмосферного воздуха содержащего влагу и пыль. Центрифуги плохо выделяют воду из масла вследствие высокой степени дисперсности воды и, малой разности плотностей воды и масла и высокой его вязкости. Фильтры системы смазывания, как правило, не рассчитаны на улавливание воды. В связи с этим к числу перспективных методов обезвоживания масла может

быть отнесен применяющийся в числе прочих при производстве минеральных масел вакуумно-термический метод, что обосновано в публикации [2]. Привлекательность использования тепла состоит в том, что в процессе работы двигателя моторное масло неизбежно нагревается до довольно высокой температуры, однако, как было показано в ранее опубликованной работе [3], при атмосферном давлении и значениях температуры, соответствующих обычным рабочим температурам, вода, находящаяся в мелкодисперсном состоянии, не вскипит. Для ее вскипания и интенсивного испарения необходимо снизить давление. В работе [3] была теоретически обоснована возможность и режимы вакуумно-теплого способа обезвоживания моторного масла, кроме того также запатентована выхлопная система, способная выполнять обезвоживание масла на работающем двигателе за счет создания разрежения в картере двигателя с использованием энергии выхлопных газов [4]. В связи с этим потребовалась проверка возможности практической реализации данного способа. Эксперименты проводились на колесном тракторе БЕЛАРУС 1221 с установленным на нем двигателем Д-242.

К маслозаливной горловине посредством специально изготовленного переходника подключалась компрессорно-вакуумная установка КИ-13907 ГОСНИТИ, имеющая производительность  $3 \text{ м}^3/\text{ч}$  и способная создавать разрежение до 80 кПа. Она оснащена вакуумметром класса точности 2,5. Отверстия под масломерный щуп, воздухоочиститель и сапун на клапанной крышке

при создании разрежения были закрыты. Замеры проводились на холодном двигателе, продолжительное время находившегося в помещении при температуре воздуха  $10 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , и на прогревом. Во втором случае двигатель работал до достижения температуры моторного масла  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , что определялось по штатному термометру трактора. Замеры выполнялись сразу после остановки двигателя. Компрессорно-вакуумная установка включалась, и через каждые 10 с фиксировались показания вакуумметра.

Значения давления в картере  $p_k$  в килопаскалях определялись по формуле:

$$p_k = 100 - p_v, \quad (1)$$

где  $p_v$  – показание вакуумметра, переведенное в кПа.

Использовалась трехкратная повторность измерений. Опыты выполнялись на одном и том же двигателе после достижения им наработки 125 мото-ч, определяемой по тахоспидометру трактора, и выполнения соответствующих регламентных обслуживающих работ по ТО-1, предусмотренных инструкцией, а также после достижения двигателем наработки 2000 мото-ч и выполнения работ по ТО-3. Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты замера вакуума в двигателе с наработкой 125 мото-ч

Продолжительность вакуумирования, с	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Давление в картере, кПа при температуре масла:									
10 °С	96	89	85	78	72	70	68	68	67
90 °С	97	92	86	82	78	75	74	74	73

Таблица 2 – Результаты замера вакуума в двигателе с наработкой 2000 мото-ч

Продолжительность вакуумирования, с	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Давление в картере, кПа при температуре масла:									
10 °С	97	91	86	80	74	72	70	70	70
90 °С	98	93	88	83	80	79	78	78	78

Экспериментальные данные обрабатывались с целью получения эмпирических зависимостей (таблица 3). Наиболее приемлемыми оказались экспоненциальные зависимости

$$p_k = A e^{-Bt}, \quad (2)$$

где  $p_k$  – давление в картере двигателя, кПа;  $A$  и  $B$  – коэффициенты уравнения;  $t$  – продолжительность вакуумирования, с.

Таблица 3 – Эмпирические уравнения зависимости давления  $p_k$  в картере двигателя от времени вакуумирования  $t$

Условия измерения давления	Полученное уравнение	Величина достоверности аппроксимации $R^2$
Наработка 125 мото-ч при температуре масла: 10 °С 90 °С	$p_k = 97,67e^{-0,005t}$ $p_k = 97,98e^{-0,004t}$	0,938 0,935
Наработка 2000 мото-ч при температуре масла: 10 °С 90 °С	$p_k = 98,26e^{-0,004t}$ $p_k = 97,75e^{-0,003t}$	0,930 0,890

Проведенные испытания показали, что с повышением температуры и наработки двигателя значение давления в картере несколько повышается. После работы компрессорно-вакуумной установки в течение одной минуты дальнейшего снижения давления не происходит. Достичь давления в картере, соответствующего возможностям установки, т.е. примерно 20 кПа, не удается из-за подсосывания воздуха через неплотности двигателя. Существенное повышение герметизации двигателя может быть обеспечено при закупоривании выхлопного коллектора или трубы, однако в этом случае становится невозможным использование усовершенствованной авторами выхлопной системы [4]. Тем не менее, даже без закупоривания выхлопной системы в двигателе достаточно легко может быть создано давление менее 80 кПа, что при температуре масла свыше 90 °С обеспечит испарение эмульгированной воды и очистку от нее моторного масла.

#### Список литературы

1. Мажугин Е.И., Ничипорук С.Н.. Обоснование необходимости очистки моторных масел от

воды. / Актуальные проблемы мелиоративного и водохозяйственного строительства / Материалы респ. научно-практ. конф., - Горки, БГСХА, 2003.– С. 69–74.

2. Мажугин Е.И., Ничипорук С.Н. Анализ способов обезвоживания моторных масел в процессе их эксплуатации. / Гос. учреждение высшего проф. образования “Белорусско-Российский университет”, “Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности”. Матер. респ. научно-технич. конференции аспирантов, магистрантов и студентов. - Могилев, 2005г. – С. 23.

3. Мажугин Е.И., Карташевич А.Н., Ничипорук С.Н.. Обоснование уточненной методики энергетического расчета термического обезвоживания нефтяных масел. /Теория и технология основ упрочнения и восстановления изделий машиностроения. Сб. н.тр. Мн.: Технопринт, - ПГУ. 2001. – С. 80 – 87.

4. Мажугин Е.И., Ничипорук С.Н. Выхлопная система. Патент Республики Беларусь на полезную модель № 2401.

УДК 620.91/98.004.14(476)

## УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОВЫХ ТОПЛИВ

Малышкин П.Ю., магистр технических наук, ассистент, УО «Белорусская ГСХА»

Анализируются газовые топлива которые могут применяться для улучшения эксплуатационных показателей дизелей. Особое внимание уделяется свойствам топлива, приводятся физико-химические свойства, особенности применения и описывается способ применения в современных дизельных двигателях.

Ключевые слова: газовое топливо, физико-химические свойства топлива, октановое число, метановое число.

The article analyzes gaseous fuels, which can be applied for the improvement of diesels operation indicators. We paid special attention to fuel physico-chemical properties and peculiarities of their application and described a method of their application in modern diesel engines.

Keywords: fuel gas, physico-chemical properties of the fuel, the octane number of methane.

Использование газообразных топлив в двигателях внутреннего сгорания определяется его физико-химическими свойствами. Наиболее важными критериями пригодности газов в качестве топлива в дизельных двигателях являются их детонационная стойкость и склонность к самовоспламенению в камере сгорания (КС) дизеля, теплотворная способность газов, содержание в них вредных веществ и механических примесей, физические свойства газов (плотность, вязкость, давление насыщенных паров, коэффициент объемного расширения) и др. [3, 5].

Важным свойством газообразных топлив является его антидетонационная стойкость, оцениваемая октановым и метановым числами (ОЧ и МЧ). Большая часть компонентов газообразных топлив

имеют более высокие ОЧ, чем автомобильные бензины, поэтому в газовых двигателях, возможно, использовать на 20-25% большую степень сжатия, чем в бензиновых двигателях, и реализовать более высокий термодинамический КПД.

Метановое число (МЗ) - это параметр характеризует детонационную стойкость газообразного топлива (рисунок 1). Метановое число аналогично октановому числу для бензина, и равно процентному отношению метана в метано-водородной смеси, которая имеет такую же детонационную стойкость в тестовом двигателе, как и испытуемый газ. Например, если природный газ имеет метановое число 90, это означает, что он имеет такую же детонационную стойкость, как и смесь из 90% метана и 10% водорода.

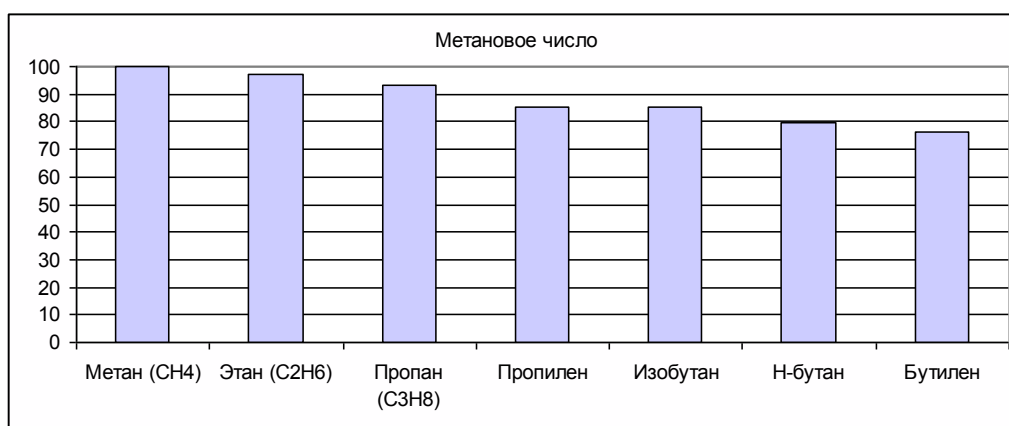


Рисунок 1 – Метановые числа газов

При использовании газовых топлив с высокими ОЧ и МЧ в дизельных двигателях высокие мощностные показатели, топливная экономичность и показатели токсичности отработавших газов (ОГ) могут быть достигнуты при сохранении неизменной степени сжатия и воспламенении

от дизельного топлива (рисунок 2). Природные газы, имеющие МЧ от 70 до 100, используются только в газодизельных двигателях с подачей дизельного топлива. Применимы в качестве топлива для таких двигателей нефтяные газы с МЧ от 60 до 90.

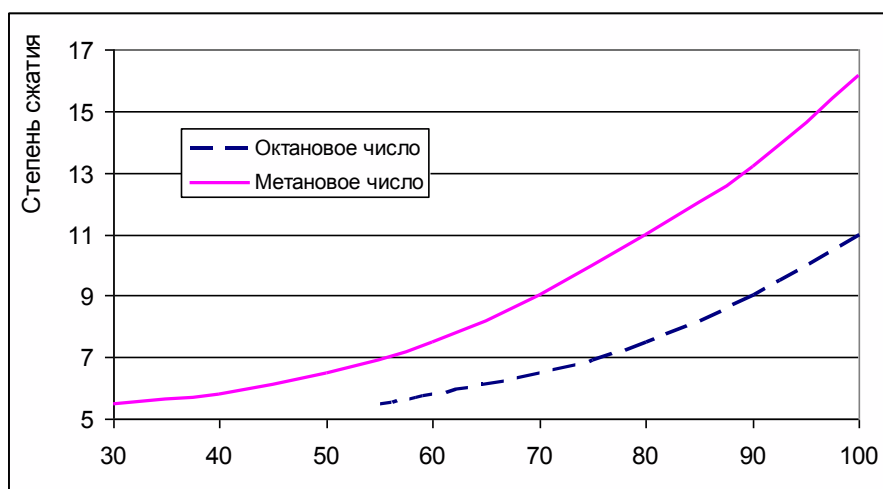


Рисунок 2 – Оптимальные соотношения МЧ, ОЧ и степени сжатия для наиболее эффективно сгорания горючей смеси

Октановое и метановое числа газообразных топлив в большей степени характеризуют возможность их использования в двигателях с искровым зажиганием, чем в дизельных двигателях. Одним из важнейших критериев пригодности газов в качестве топлива в дизельных двигателях является их цетановое число (ЦЧ).

Цетановое число легких углеводородных газов (метан, этан) равно 3-8 единицам, а температура их самовоспламенения – 500...750 °С [7, 8, 9]. Поэтому сжигание природного газа в дизельных двигателях без дополнительного источника воспламенения (свеча зажигания, запальная доза дизельного топлива) трудноосуществимо. Более предпочтительны сжиженные пропан-бутановые смеси, имеющие ЦЧ = 16-25 и температуру самовоспламенения 430-550 °С [3, 7, 9]. Их сжигание по дизельному циклу с воспламенением от сжатия возможно при степенях сжатия 15...22 и выше или при использовании других методов повышения температурного уровня воздушного заряда и деталей КС [10]. Однако ЦЧ пропан-бутановых смесей недостаточно высокое для нормальной работы дизельного двигателя.

Одним из путей улучшения самовоспламеняемости пропан-бутановой смеси в дизеле является введение в ее состав некоторого количества дизельного топлива или присадок, интенсифицирующих горение. Так, добавление в бутан-пропановую смесь 15% дизельного топлива повышает ее ЦЧ на 8 единиц, а дополнительное введение 1...1,5% присадки (бутилнитрата) еще на 6-8 единиц [5, 6].

Проведенный обзор [1] различных газовых топлив и краткий анализ их физико-химических свойств показывают, что наиболее перспективными являются газовые топлива, получаемые из природного и попутного нефтяного газов (основными компонентами которых являются – метан, этан, пропан, бутан и другие предельные углеводороды с одинарной связью). Это объясняется рядом преимуществ этих топлив по сравнению с традиционными моторными топливами. Хорошие антидетонационные качества газовых топлив, благоприятные условия смесеобразования, широкие пределы воспламенения в смесях с воздухом (1,8...9,5 %) [1] и другие положительные свойства газовых топлив при сжигании совместно с дизельным топливом в двигателях обеспечивают высокие технико-экономические показатели работы дизелей.

По удельной мощности, топливной экономичности, токсичности ОГ и износу деталей двигателя имеют значительные преимущества [5, 11]. Целесообразность применения этих топлив обусловлена необходимостью расширения энергетической базы автотранспорта и снижения его вредного воздействия на окружающую среду (ОС).

Исходя из вышесказанного для дизельного двигателя предлагается использовать газовое топливо как добавку (до 45 %), на номинальном и (или) близких к номинальному режимах. Такое решение позволит значительно улучшить экологические показатели дизеля и незначительно увеличит массу транспортного средства. При этом по сравнению с газодизелем, у которого 70...85 % топлива составляет газ, масса и размеры газовой аппаратуры значительно меньше.

Кроме улучшения экологических показателей, данное решение способствует снижению расхода дизельного топлива, повышению моторесурса дизеля (из-за уменьшения отложений на деталях цилиндропоршневой группы) и увеличению срока работы моторного масла [2]. А в дизелях оборудованных сажевым фильтром, еще и очисткой последнего за счет поддержания более высокой температуры отработанных газов, что не требует включения активного режима регенерации сажевого фильтра [4].

#### *Список литературы*

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А. Н. Карташевич [и др.]. – Горки : БГСХА, 2012. – 376 с. :ил.
2. Кленников Е.В., Мартиров О.А., Крылов М.Ф., Газобаллонные автомобили. – М.: Транспорт, 1986. – 175 с.
3. Мамедова М.Д., Васильев Ю.Н. Транспортные двигатели на газе. — М.: Машиностроение, 1994. — 224 с.
4. Трубочист для дизеля. Емелькин Г. За рулем №9 (963) сентябрь 2011.
5. Марков В.А., Козлов С.И. Топлива и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. — 296 с.
6. Марков В.А. Метод снижения токсичности отработавших газов дизелей транспортного назначения // Известия ВУЗов. Машиностроение. — 1993. — № 10-12. — С. 74-83.
7. Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Справочник. — Л.: Машиностроение, 1990. — 352 с.
8. Шкаликова В.Н., Патрахальцев К.К. Применение нетрадиционных топлив в дизелях. — М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1993. — 64 с.
9. Song Y., Acker G., Schaetzle i Air Mixtures in a Turbocharged D Paper Series. — 1987. — N 870794. – P 10.
10. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей / СИ. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др. Под ред. А.С Орлина, М.Г. Круглова. — М.: Машиностроение, 1985. — 456 с.
11. Генкин К.И. Газовые двигатели. — М.: Машиностроение, 1977.—196 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ НАГРЕВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА ПРИ ЕГО РЕГЕНИРАЦИИ

Хитрюк В.А., к.т.н., профессор, Гребенёк Е.А., инженер

УО «Белорусская ГСХА»

Изложены результаты проведенного анализа возможности применения СВЧ нагрева для удаления водных загрязнений из гидравлических масел. Предложена принципиальная схема установки для очистки масел.

Ключевые слова: СВЧ нагрев; загрязнения гидравлических масел; установка для очистки масел.

В большинстве современных машин используются гидравлические системы, которые отличаются быстротой реакции на командные сигналы, а детали сборочных единиц выполнены с высокой точностью изготовления. При работе машины масла насыщаются различными механическими примесями и водой. Анализ отказов и нарушений работы гидравлических систем по данным фирм Vickers, Parker, Bosch, Rexroth, Hydac, специализирующихся на изготовлении гидравлического оборудования, показывает, что более 80 % их происходит из-за недопустимого загрязнения рабочей жидкости [1].

В нефтяных маслах вода может существовать в разных видах. Некоторое количество ее растворено в масле, причем предельная растворимость воды в масле значительно меняется в зависимости от внешних условий. Остальная вода первоначально находится в масле в состоянии эмульсии, дисперсность и стабильность которой зависят от физико-химических свойств масла. Вода эмульсии может частично переходить в растворенную в масле и обратно при изменении температуры и давления. С течением времени часть воды эмульсии может отстояться и способствовать образованию отложений в резервуарах, масляных баках. Кроме того, вода может быть в масле в химически связанном состоянии, т. е. вступать в реакции гидратации с компонентами масла. При недостаточной гидролитической стабильности масла вода может вступать с ним в иные реакции, сопровождающиеся образованием кислот, щелочей и других веществ, способных существенно ухудшать свойства смазочного материала.

Под действием воды снижаются смазывающие свойства масла (особенно у масел, содержащих присадки). При образовании стабильной водомасляной эмульсии микро капли воды в слое

We have presented results of research into the possibility of application of microwave heating for the removal of water impurities from hydraulic oils. We have proposed a principle scheme of a device for the purification of oils.

Keywords: microwave heating; contamination of hydraulic oil; plant for cleaning oils.

масла отрицательно влияют на процесс разделения поверхностей трения. Ухудшение смазки повышает износ смазываемых сопряжений. Проведенные исследования [2] показали, что при добавлении в масла с присадками до 3 % (масс.) воды их эксплуатационные показатели резко ухудшились, в то время как у масел без присадок такое ухудшение наблюдалось в значительно меньшей степени.

Наличие воды в рабочих жидкостях гидравлических систем может привести к образованию трудно разрушаемой эмульсии, стабильность которой особенно повышается в присутствии поверхностно-активных веществ (присадок и продуктов окисления углеводородов). Присутствие в гидравлической системе водомасляной эмульсии приводит к различным неполадкам в ее работе. Вязкие загрязнения органического происхождения и эмульсии образуют шлам, забивающий фильтры и регулиующую аппаратуру. Вследствие изменения вязкости и плотности водомасляной эмульсии по сравнению с исходной рабочей жидкостью нарушается срабатывание отдельных агрегатов гидравлической системы, что приводит к рассогласованию ее работы. Обводненные масла значительно хуже осуществляют разделение трущихся поверхностей сопряженных деталей гидравлической системы. В результате гидролиза рабочей жидкости в ней могут образовываться нерастворимые продукты, отлагающиеся затем на деталях системы, что приводит к забиванию фильтрующих элементов и других элементов масляных систем.

Масла, содержащие различные механические примеси и воду не способны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям (вязкость, совместимость, чистота, стабильность сдвига, антиокислительная способность, малое пенообразование и другим) и должны пройти очистку

или заменены свежими маслами.

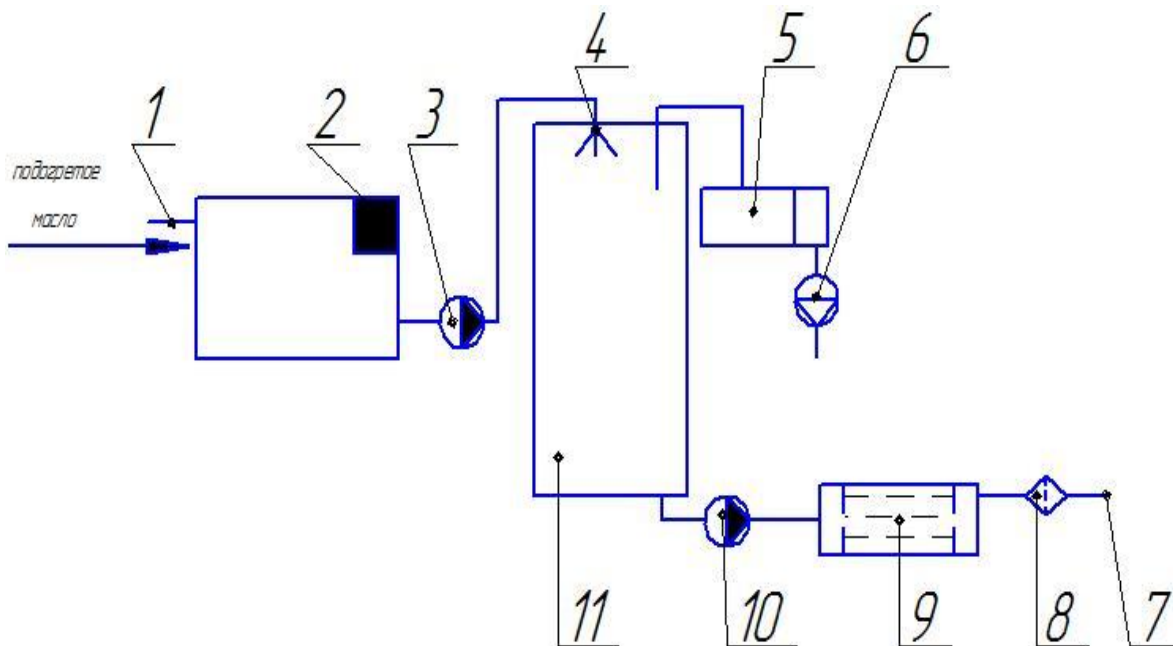
Удаление воды из гидравлического масла можно осуществить его нагревом с помощью источника сверхвысокочастотного излучения (СВЧ). Принцип работы установки СВЧ заключается в следующем: магнетрон преобразует электрическую энергию в высокочастотное электрическое поле, заставляющее двигаться молекулы воды, что приводит к разогреванию продукта, содержащего воду. Вода является диполем, так как молекула воды состоит из положительных и отрицательных зарядов.

Магнетрон, создавая электрическое поле, направляет его по волноводу в рабочую камеру, в которой размещен разогреваемый продукт. Нагрев продукта основан на принципе так называемого «дипольного сдвига». Молекулярный дипольный сдвиг под действием электрического поля происходит в материалах, содержащих полярные молекулы. Энергия электромагнитных колебаний поля приводит к постоянному сдвигу молекул, выстраиванию их согласно силовым линиям поля, что и называется дипольным моментом. А так как поле переменное, то молекулы периодически меняют направление.

Сдвигаясь, молекулы «раскачиваются», сталкиваются, ударяются друг о друга, передавая энергию соседним молекулам в этом материале. При повороте диполей возникают силы трения, которые превращаются в тепло. А так как температура прямо пропорциональна средней кинетической энергии движения атомов или молекул в материале, то такое перемешивание молекул увеличивает температуру материала. Таким образом, дипольный сдвиг — это механизм преобразования энергии электромагнитного излучения в тепловую энергию материала[3].

Поскольку поляризация диполей происходит по всему объему продукта, что вызывает его нагрев, этот вид нагрева также называют объемным. СВЧ - нагрев называют еще и микроволновым, имея в виду короткую длину электромагнитных волн.

Для обезвоживания гидравлического масла с использованием СВЧ нагрева возможно применение установки, принципиальная схема которой приведена на рисунке.



1 – входной трубопровод; 2 – СВЧ нагреватель; 3 – маслонасос распылителя; 4 –распылитель масла; 5 – ловушка для паров; 6 –вакуумный насос; 7 – выходной трубопровод; 8 – фильтр тонкой очистки; 9 – фильтр-адсорбер; 10 –выходной насос; 11 – вакуумный бак

Рисунок - Схема установки для обезвоживания гидравлического масла с использованием источника СВЧ нагрева



При помощи маслососа 3 масло прокачивают через бак с установленным в нём СВЧ нагревателем. При этом очищаемое гидравлическое масло практически не взаимодействует с электромагнитным излучением, а нагреву подвергается только вода, содержащаяся в нём. Далее масло через распылитель 4 поступает в вакуумный бак, где распыляется до состояния тумана и идет активное отделение паров воды. Вакуумным насосом 6 пары воды отсасываются из вакуумного бака и конденсируются в ловушке 5. Гидравлическое масло, накопившееся на дне вакуумного бака, при помощи выходного насоса 10 направляется в фильтр 9, заполненный адсорбером. Обезвоженное масло проходит через фильтр тонкой очистки 8, где очищается от мелких абразивных частиц и пыли. Очищенное масло через выходной трубопровод 7 направляется к потребителю.

УДК 621.824.3 : 621.923 : 629.083

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Коршунов В.Я., д.т.н., профессор, Новиков, Д.А., аспирант**  
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Предложена методика оценки энергетической эффективности процессов абразивной обработки деталей двигателей и рассмотрены пути её повышения.

Ключевые слова: шлифование, энергия, термодинамика, технология, коленчатый вал.

В последние годы Правительство Российской Федерации уделяет большое внимание вопросу повышения энергетической эффективности производств в промышленности, сельском хозяйстве и ЖКХ [1, 2]. Исходя из выше сказанного, проблема разработки энергосберегающих технологий при шлифовании деталей двигателей, является в настоящее время весьма актуальной.

В настоящее время для оценки энергетической эффективности процесса шлифования, используются два критерия. Первый – удельная работа  $\omega$  [3], которая представляет собой отношение мощности шлифования  $W$  (Вт) к производительности обработки  $V$  мм<sup>3</sup>/с. Данный критерий эффективности записывается в виде

$$\omega = \frac{W}{V}, \text{ Дж/мм}^3, \quad (1)$$

Второй – термодинамический критерий, коэффициент полезного действия процесса шлифования (КПД), который был предложен профессором Коршуновым В.Я. [4,5]. КПД ( $\eta_{ш}$ ) процесса шлифования записывается в виде

### Список литературы

1. Корбачевский А., Полохов И.Т. Загрязнения в рабочей жидкости и их влияние на износ оборудования, Hydac International, 2001г.
2. Ащеулов А.В., Шеншов В.С. Производство надёжных гидрофицированных машин: Учебное пособие. В.С. М.: Современное машиностроение, 2006.
3. <http://localshot.ru>.
4. <http://ngpedia.ru>.
5. <http://ru-patent.info.ru>.

The method for evaluation of energy efficiency processes abrasive processing engine parts and examine ways to improve it.

Keywords: grinding, energy, thermodynamics, technology, crankshaft.

$$\eta_{ш} = \frac{U_e}{W} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $U_e$  – скорость накопления материалом в процессе шлифования упругой энергии дефектов, Дж/мм<sup>3</sup>.

КПД является более универсальным критерием оценки энергетической эффективности процессов абразивной обработки, чем удельная работа  $\omega$ . Так как КПД показывает не только общую энергию шлифования  $\omega$ , но и насколько эффективно расходуется энергия, подводимая к паре деталь-абразивный круг, т.е. какая доля энергии идёт собственно на разрушения 1 мм<sup>3</sup> материала детали.

На основе КПД была получена формула для расчёта производительности процесса шлифования  $V$  при заданной мощности  $W$  [6]

$$V_{ш} = \frac{PK_{vi} \cdot \eta_{ш6} \cdot W}{100 \cdot \Delta U_{*v}}, \text{ мм}^3/\text{с} \quad (3)$$

$$\text{Здесь } \Delta U_* = U_* - U_{e0} - U_{T0}, \text{ Дж/мм}^3, \quad (4)$$

где  $PK_{vi}$  – произведение поправочных коэффициентов на прогнозируемые технологические условия шлифования (режимы обработки, способ и режимы правки круга, тип СОТС и др.), которые повышают величину КПД;  $\Delta U_*$  – критическая величины изменения плотности внутренней энергии;  $U_*$  – критическая величина плотности внутренней энергии, равная энтальпии плавления  $H_s$ ;  $U_{e0}$  – начальный уровень упругой энергии дефектов;  $U_{T0}$  – начальный уровень тепловой составляющей внутренней энергии.

Теоретический и экспериментальный анализ изменения КПД ( $\eta_{ш}$ ) процесса шлифования от мощности обработки  $W$  [6] позволил получить довольно сложную зависимость, которая представлена на рисунке 1.

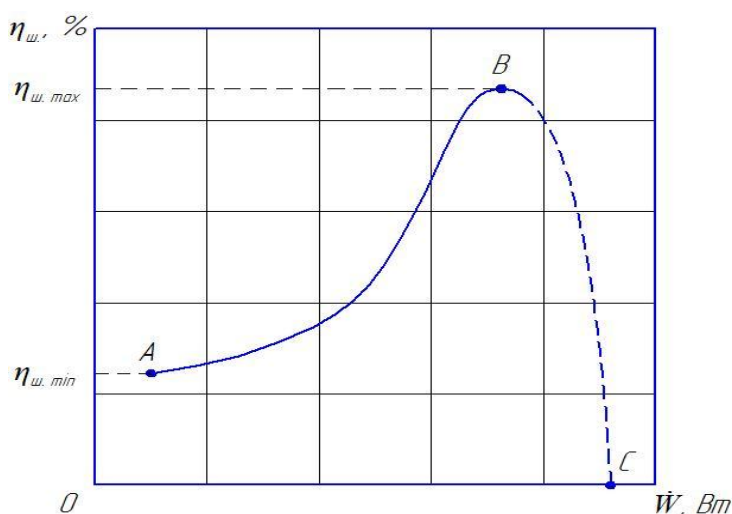


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента полезного действия ( $\eta_{ш}$ ) процесса шлифования деталей от мощности обработки ( $W$ )

Из полученной зависимости  $\eta_{ш} = f(W)$  видно, что на участке АВ КПД увеличивается с ростом мощности шлифования и в точке В достигает своего максимума ( $\eta_{ш \cdot \max}$ ). При дальнейшем увеличении мощности (режимов обработки) значение КПД начинает резко падать и в точке С достигает своего нулевого значения. Это говорит о том, что процесс шлифования практически прекращается.

Данную зависимость, на наш взгляд, можно объяснить тем, что в точке В напряжение в зоне контакта шлифовального круга с деталью достигает величины равной пределу прочности абразивных зёрен  $\sigma_{вз}$  и уже не круг шлифует деталь, а деталь начинает снимать поверхностный слой абразивного круга. Поэтому величина  $\sigma_{вз}$  различных марок абразива и значение мощности процесса шлифования  $W$  являются ограничениями при разработке энергосберегающих технологий.

Предварительные расчеты с учетом величины  $\sigma_{вз}$  показали, что при шлифовании абразивным кругом сырых сталей HV 1600...2200

максимальное значение  $\eta_{ш \cdot \max} \approx 12...14 \%$ , при шлифовании закаленных сталей HRC 52...62  $\eta_{ш \cdot \max} \approx 6...8 \%$ , при обработки серых чугунов  $\eta_{ш \cdot \max} \approx 22...25 \%$ .

Полученные теоретические и экспериментальные результаты были использованы для разработки энергосберегающей технологии при шлифовании коленчатых валов двигателя марки Д-240 из стали 45 твердостью HRC 52...58, с учетом существующей технологии. Шейки коленчатого вала обрабатывались с диаметра  $d_n = 75$  мм, до  $d_k = 74,32$  мм, нецилиндричность по чертежу не более 0,03 мм на длине 100 мм, шероховатость поверхности  $R_a = 0,62$  мкм.

Проведённые расчёты показали, что величина КПД операции шлифования шейки коленчатого вала на существующих режимах составила всего 2,1%.

За счёт изменения технологических условий операции шлифования – замены степени твердости круга с С2 на СМ1, увеличение режимов правки ( $S_{пр.п.п.}$ ,  $S_{поп.п.п.}$ ) в 1,5 раза, смены

Эмульсии на более современную марку СОТС – Укринол, величина КПД увеличилась до 6,4%, что в свою очередь привело к росту производительности съёма металла с 24 мм<sup>3</sup>/с до 68,7 мм<sup>3</sup>/с и соответственно снижению удельной работы шлифования с 191,2 Дж/мм<sup>3</sup> до 65,8 Дж/мм<sup>3</sup> при обработке одной шейки коленчатого вала.

В процессе разработки энергосберегающих технологий при шлифовании шеек коленчатых валов необходимо использовать более универсальный термодинамический критерий эффективности – КПД. Для достижения максимального значения КПД необходимо прогнозировать наиболее рациональные технологические условия абразивной обработки шеек коленчатых валов (режимы обработки, марку абразивного круга, тип правящего инструмента и режимы правки, тип и расход СОТС). Повышение КПД ведёт к снижению энергозатрат и соответственно к повышению производительности процесса шлифования деталей.

#### *Список литературы*

1. Постановление Правительства РФ №588 от 15 июня 1998 г. «О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России».

2. Постановление Правительства РФ №1225 от 31.12.2009 г. «О программах в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

3. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов / Е.Н. Маслов.– М.: Машиностроение, 1974.– 362 с.

4. Коршунов В.Я. Исследование эффективности и качества процесса шлифования металлов и правки абразивных кругов / В.Я. Коршунов // Проблемы совершенствования управления качеством продукции в промышленности: Тез. Докл. на Респуб. Межотраслевой научно-производственной конф. – Ташкент: 1978. – С. 99 – 100..

5. Коршунов В.Я. Термодинамический метод прогнозирования рациональных условий эксплуатации алмазно-абразивного инструмента / В.Я. Коршунов, В.Н. Подураев, В.В. Федоров // Изв. вузов. Машиностроение. – 1981.– № 2 – С. 120 – 121.

6. Коршунов В.Я. Оптимизация технологических условий абразивной обработки по КПД / В.Я. Коршунов // Станки и инструмент. – 1990. – №5. – С. 17 – 20.

УДК 629.33.004.62: 621.891

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНОСА ОБРАЗЦОВ НА МАШИНЕ ТРЕНИЯ МИ-1М**

**Гончаров П.Н., инженер, Коршунов В.Я., д.т.н., профессор**  
*ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Разработана методика проведения экспериментальных исследований износа образцов различной твердости на машине трения МИ-1М.

Ключевые слова: трение, износ, долговечность, машина трения, точение, методика испытаний.

Повышение надежности тракторов и различных сельскохозяйственных машин является одной из актуальных проблем современного сельскохозяйственного машиностроения и ремонтного производства. Главной причиной выхода из строя сельхозмашин является износ подвижных сопряжений и рабочих органов под влиянием сил трения.

Для повышения долговечности деталей машин используют различные технологии упрочнения: термическая и механическая обработка, поверхностно-пластическое деформирование, легирование, обработка лучом лазера, и т.д.

В данной работе определение величины износа поверхностного слоя образцов после механической обработки (точения) осуществлялось на

The technique of experimental research of samples of different hardness wear on friction machine MI-1M.

Keywords: friction, wear, durability, friction machine, turning, testing methodology.

основе экспериментальных исследований, которые проводились на универсальной машине трения МИ-1М.

Машина позволяет проводить испытания материалов при трении качения по схеме контакта «вал – вал», при трении скольжения по схеме «вал – частичный вкладыш», «вал – втулка». Износ образцов измеряется путем их периодического взвешивания, замером электронным штангенциркулем с ценой деления 0,001мм, либо с использованием датчиков (индикаторов) перемещения.

Методика проведения экспериментальных исследований износостойкости поверхностного слоя деталей после механической обработки должна отвечать следующим требованиям:

1. Точение образцов должно выполняться с необходимой точностью. Образцы с одинаковыми технологическими условиями необходимо обрабатывать одновременно из одной заготовки для обеспечения постоянства механических свойств образцов.

2. Методика должна обеспечивать возможность тарирования станда для различных режимов проведения испытаний образцов при сухом и граничном трении;

3. Экспериментальные исследования должны обеспечивать возможность получения истинных значений исследуемых параметров.

Образцы для проведения испытаний изготавливались из однородной цилиндрической заготовки диаметром 45 мм марки Сталь 45 ГОСТ 1050-88, что обеспечивало отсутствие погрешностей параметров, вызванных неоднородностью химического состава и структуры материала. Одна часть заготовок не подвергалась термообработке перед точением (HB 180); вторая подвергалась закалке с охлаждением в воде и среднему отпуску (HRC 40).

Перед испытанием каждого образца замерялась шероховатость на профилографе-профилометре, микротвердость на твердомере, а так же его наружный диаметр.

Частота вращения электродвигателя ( $700 \text{ мин}^{-1}$ ) задается с помощью ручки навигатора частотного преобразователя и тарифовочного графика (рисунок 1). По нему выбирается частота тока в зависимости от количества оборотов электродвигателя. Выбранная частота тока показана на дисплее частотного преобразователя.

Замер площади контакта образца с контртелом проводился следующим методом. На машину трения устанавливался образец и контртело. На образец накладывалась копировальная бумага и лист чистой бумаги, которые прижимались контртелом. Задавалась нормальная нагрузка, соответствующая режиму испытания. После чего нагрузка снималась, копировальная бумага выскоблывалась. Оставленный след на образце является пятном контакта образца с контртелом. Его площадь измерялась электронным штангенциркулем с ценой деления  $0,001 \text{ мм}$ . Площадь составила  $11 \text{ мм}^2$ .

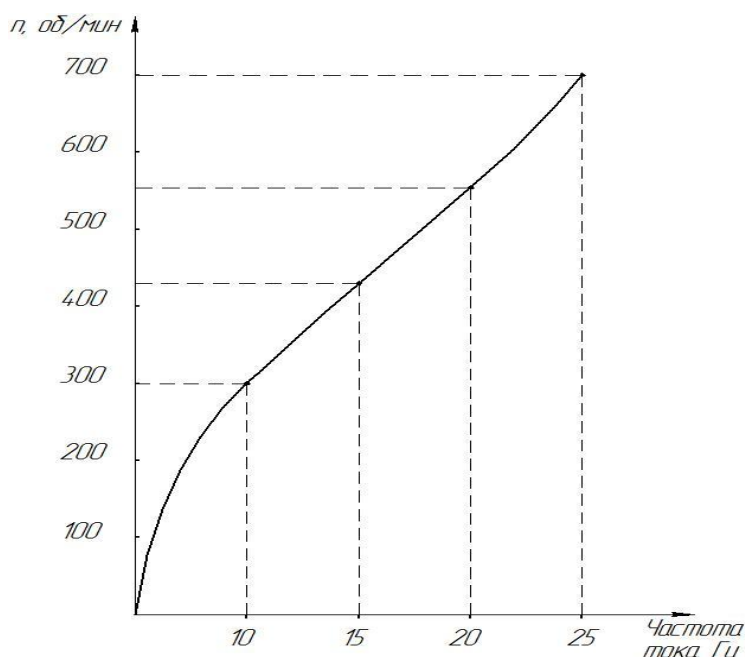


Рисунок 1 – Тарировочная кривая частоты вращения электродвигателя

Разработанная методика предусматривает исследование износостойкости в условиях стационарного режима, т.е. при установившемся динамическом равновесии. Динамического равновесия можно добиться при соблюдении постоянства параметров, характеризующих работу машины трения: скорость вращения образца, коэффициент скольжения, удельная нагрузка, расход СОЖ.

Постоянное значение скорости вращения образца и коэффициент скольжения обеспечиваются конструкцией машины трения. Постоянный расход СОЖ обеспечивается напором, который регулируется вручную, изменяя проходное сечение трубки подачи СОЖ в зону трения. Постоянство нормальной нагрузки на исследуемый образец обеспечивается конструкцией машины.

Нормальная нагрузка устанавливается вручную с помощью навешиваемых грузов после каждого цикла испытаний и замеров образцов.

Для решения поставленной задачи в процессе испытаний контролировались следующие параметры:

- параметры шероховатости с помощью профилографа-профилометра;
- микротвердость поверхностных слоев материала с помощью микротвердомера;
- момент трения с помощью тензопластины с тензодатчиками, подключенными к ЭВМ или измерителю деформации;
- время проведения испытания с помощью секундомера;
- степень износа исследуемой поверхности образцов с течением времени с помощью электронного штангенциркуля.

Коэффициент трения  $f_{тр}$ , рассчитывался по ниже приведенным формулам

$$f_{тр} = \frac{F_{тр}}{P}; \quad (1)$$

$$F_{тр} = \frac{2 \cdot M_{тр}}{d}, \quad (2)$$

где  $M_{тр}$  – момент трения, Н·м;  $d$  – диаметр образца, м;  $F_{тр}$  – сила трения, Н.

Все параметры, полученные и рассчитанные в ходе эксперимента, заносились в соответствующие таблицы для каждого образца.

Разработанная методика позволяет проводить разнообразные экспериментальные исследования по определению износостойкости поверхностного слоя образцов после различных способов упрочнения и выбирать из них тот, который в большей степени удовлетворяет заданным условиям срока эксплуатации конкретной детали.

УДК 631.358:633.52

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОБМОЛОТА ЛЬНОТРЕСТЫ В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

**Круглень В.Е., к. т.н., доцент, Левчук В.А., ассистент, Цайц М.В., аспирант,  
Мазаловский М.М., студент, УО «Белорусская ГСХА»**

Изложена методика проведения исследований качественных показателей обмолота головок льна в линии первичной переработки фирмы «Vann Dommele» разработанным обмолачивающим устройством, приведены полученные результаты

Ключевые слова: методика проведения исследований, головки льна, линия первичной переработки, обмолачивающее устройство.

К настоящему времени отсутствует теоретическое обоснование оптимальных параметров и режимов работы обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом, и нет сведений об экспериментальных исследованиях их работы. Это обстоятельство вызвало необходимость их проведения [1].

Основным условием, определяющим наиболее полное соответствие изучаемого процесса его математическому описанию, является правильный выбор основных факторов, влияющих на процесс, а также областей их варьирования, соответствующих условиям работы с учетом работоспособности конструкции и возможности конструктивного исполнения рабочего органа. При определении границ интервалов изменения факторов необходимо учитывать априорную информацию об влиянии факторов на значение параметра оптимизации.

The article presents methods of research into the indicators of quality of threshing flax heads in the line of primary processing of the firm 'Vann Dommele' by the designed threshing device and the results of research.

Key words: methods of research, head of flax, primary processing line, threshed device.

В качестве оптимизирующего параметра принималась степень обмолота –  $E$  (%) [2].

$$E = \frac{n_2}{n_1} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Для лабораторных исследований использовалась опытная экспериментальная установка (рисунок 1). Целью исследований являлось определение качественных и кинематических показателей процесса обмолота, необходимых для выбора основных конструктивных параметров и расчета конструкции обмолачивающего устройства.





Рисунок 1 – Опытная экспериментальная установка

Установка состоит из ленточно-дискового зажимного транспортера 5 и бильно-декового обмолачивающего аппарата для отделения семенных коробочек от стеблей льна, состоящий из полиуретанового рабочего органа 1, с кривошипным приводом 2, свободно вращающегося на эксцентрик 3 и решетчатой деки 4, выполненной в форме сложной трапецеидальной формы с изогнутой вершинной частью (рисунок 1) [3].

По методике исследований исследуемые три погонных метра ленты льна укладывались на расстилочный стол в виде слоя равной толщины в горизонтальном положении. Средняя длина стеблей составляла 0,64 м. Подсчитывалось число коробочек на втором погоне метре (рисунок 2).



Рисунок 2 – Обмолачиваемая лента льна: а – до обмолота; б – после обмолота

После запуска установки лента льна подавалась в зажимной транспортер, приводимый в действие мотор-редуктором, с одновременным обмолотом рабочим органом обмолачивающего устройства. Далее обмолоченная лента льна укладывалась на расстилочный стол и определялась степень обмолота в средней части ленты длиной один метр, после подсчета необорванных головок. Первый и последний метры в расчет не принимались из-за неустановившегося режима. Опыты проводились в трехкратной повторности.

Конструкция лабораторной установки позволяет в необходимых пределах изменять следующие параметры: скорость подачи ленты льна; частоту вращения рабочего органа; угол установки рабочего органа относительно плоскости зажимного транспортера; зазор между рабочим

органом и декой; толщину слоя ленты льна; смещение ленты льна относительно обмолачивающего устройства.

Экспериментальные исследования проводились по шести факторам, области изменения которых были заранее определены исходя из априорной информации, теоретических исследований, конструктивных и технологических требований. По мере исследования каждого фактора дальнейшие эксперименты проводились при фиксировании исследованного фактора на уровне, соответствующем наилучшему значению параметра оптимизации – степени обмолота.

Потери семян определялись следующим образом: подсчитывалось количество семенных коробочек в рамке до обмолота  $n_{к.н.}$  и после

обмолота  $n_{к.к.}$  на случайно выбранных участках ленты льна площадью  $0,2 \times 0,2 \text{ м}^2$  (рисунок 2). Находилось среднее число семян в коробочке  $n_{с.ср.}$ , для чего проводилось вскрытие 100 коробочек из разных участков ленты и проводился расчет по формуле

$$n_{с.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^{100} n_{ci}}{100}, \quad (2)$$

где  $n_{ci}$  – количество семян в  $i$ -ой коробочке.

Количество семян до обмолота  $n_{с.н}$  и после  $n_{с.к}$  определялись путем умножения среднего количества семян на количество коробочек в ленте льна до обмолота и после. Потери семян  $П_c$  определялись по формуле

$$П_c = \frac{n_{с.к}}{n_{с.н}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Отход стеблей в путанину определялся по формуле

$$П = \frac{\sum_{i=1}^5 m_{Pi}}{\sum_{i=1}^5 m_{Oi} + m_{Pi}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где  $m_{Pi}$  – масса путанины на  $i$ -ом участке ленты (измерялась на 5 участках для каждой толщины ленты);  $m_{Oi}$  – масса льнотресты на  $i$ -ом участке ленты после очеса (измерялась на 5 участках для каждой толщины ленты).

Во время проведения опытов определялась также и степень травмирования и микроповреждений семян. Для этого – из всей массы семян, отбирали выборку, затем методом визуального контроля производили отбор травмированных семян. Отбор семян с микроповреждениями производили с помощью микроскопа. Затем определяли массу травмированных и микроповрежденных семян и вычисляли ее процентное отношение к общей массе семян по зависимости

$$T = \frac{\sum_{i=1}^5 m_{Ci}}{\sum_{i=1}^5 m_{Oi}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где  $m_{Ci}$  – масса поврежденных семян, при обмолоте  $i$ -ого участка ленты льна (измерялась на 5 участках для каждой толщины ленты);  $m_{Oi}$  – общая масса семян при обмолоте  $i$ -ого участка ленты льна (измерялась на 5 участках для каждой толщины ленты).

Сравнительные результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований серийного и предлагаемого обмолачивающих устройств

Наименование показателей	Единица измерения	Гребневый рабочий орган (серийный)	Эластичный рабочий орган с решетчатой декой (предлагаемый)
Чистота очеса (обмолота)	%	82	98,8
Потери семян при очесе (обмолоте)	%	3	0,9
Повреждение и дробление семян	%	1,5	1
Повреждение стеблей, влияющее на выход длинного волокна	%	5	1,9
Отход стеблей в путанину	%	8	2

В результате испытаний установлено, что в сравнении с гребневым типом рабочего аппарата при очесе ленты льна обеспечивается уменьшение повреждения стеблей влияющих на выход длинного волокна – с 5,0 % до 1,9 %; снижение степени травмирования семян с 1,5 % до 1,0 %, при этом потери семян снизились с 3,0 % до

0,9 %; отход стеблей в путанину снизился в 4 раза и составил 2,0 %.

#### Список литературы

1. Кругленя, В.Е. Результаты испытаний обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommele» / В.Е. Кругленя, В.А. Левчук, М.В. Левкин В.А. //

Вестн. Белорус. гос. с.х. акад. – 2013. – № 3. – С. 127–131.

2. Кругленя, В.Е. Результаты экспериментальных исследований обмолачивающего устройства с эластичными гребенками / В.Е. Кругленя, С.В. Курзенков, М.В. Левкин, В.А. Левчук // Вестн. Белорус. гос. с.х. акад. – 2011. – № 4. – С. 171–175.

3. Устройство для отделения семенных корочек от стеблей льна : пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В.Е. Кругленя, М.В. Лёвкин, В.И. Коцуба, С.Н. Крепочин, В.А. Левчук ; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № и 20100607 ; заявл. 06.07.10 ; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2 – С. 154.

УДК 621.892

## МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА НАЛИЧИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ

Рудашко А.А., к.т.н, доцент, Полховский Н.Д., ассистент

УО «Белорусская ГСХА»

Ставится проблема контроля технического состояния двигателя по наличию в моторном масле массовой доли воды. Приводится методика отбора проб масел и анализ полученных данных.

Ключевые слова: контроль технического состояния двигателя, массовая доля воды, методика отбора проб масел.

В настоящее время производители современных автотракторных двигателей стремятся к получению большей мощности при неизменном рабочем объеме, а также улучшению экологических показателей. При увеличении мощности происходит повышение нагрузки на все трущиеся сопряжения внутри двигателя, например: коренные вкладыши и коленчатый вал, шатунные вкладыши и коленчатый вал, подшипники распределительного вала и др. Для обеспечения эффективной смазки в условиях уменьшенных зазоров данных сопряжений появляется необходимость применять моторные масла с повышенными эксплуатационными требованиями и качествами. Являясь полноценным и незаменимым на современном этапе развития техники конструктивным элементом, масло совместно с другими элементами двигателя обеспечивает его безотказную и долговечную работу. При этом любое отклонение в качестве используемого смазочного масла неизбежно отражается на надежности машины, особенно на ее самом сложном и высоконагруженном агрегате – двигателе внутреннего сгорания.

Работоспособное моторное масло обеспечивает штатный режим трения в соединениях деталей и рациональное использование технического ресурса двигателя. Масло, потерявшее частично или полностью работоспособность, становится причиной повышенного износа поверхностей трения деталей, что обуславливает преждевременное исчерпание технического ресурса двигателя.

The article examines the problem of inspection of technical condition of engine according to the presence of mass fraction of water in motor oil. We have presented methods of choosing oil samples and analyzing obtained data.

Keywords: control of the technical condition of the engine, the mass fraction of water sampling methodology oils.

При штатном функционировании двигателя моторное масло стареет постепенно. Установлено, что из-за неисправности таких систем двигателя, как система охлаждения, очистки воздуха и топливopодачи, моторное масло может потерять работоспособность в течение короткого промежутка времени [1].

Исходя из выше изложенного одной из проблем, возникающих при использовании масла, является определение момента его замены. Замена большинства моторных масел в настоящее время проводится на основе интервалов рабочего времени, рекомендованных производителями. Однако реальный срок службы в значительной степени зависит от качества масла, условий эксплуатации и технического обслуживания механизма. В ходе эксплуатации систем масло претерпевает значительное окислительное старение вследствие воздействия высокой температуры и взаимодействия с окислами азота, влаги и воздуха. Кроме того, содержание присадок уменьшается или они разрушаются, что ведет к снижению работоспособности смазочных материалов. В связи с этим актуальной становится задача разработки методов и средств оценки состояния смазочных материалов для смены их по фактическому состоянию.

Для контроля состояния моторного масла необходимо выявить динамику изменения основных его свойств, при этом данное изменение необходимо контролировать непрерывно и



непосредственно в двигателе. Накопленный практический опыт и результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что основными показателями работоспособности моторного масла являются вязкость, концентрация в ней охлаждающей жидкости и топлива, диспергирующе-стабилизирующая способность, общая загрязненность и водородный показатель рН [2].

Для исследования необходимо проанализировать изменения каждое из свойств масла, по которому можно будет судить о необходимости его замены, и при этом контролировать его непосредственно в двигателе. Для анализа взято концентрация охлаждающей жидкости, в состав которой входит вода.

Моторные масла при загрязнении охлаждающей жидкостью утрачивают два основных свойства – способность обеспечивать низкий коэффициент трения и высокую несущую способность масляной пленки, окисление масла и вводимых присадок, коррозия металлических поверхностей и, как следствие, увеличение износа деталей. Наличие воды указывает на попадание в масло охлаждающей жидкости из-за неисправности системы охлаждения или конденсацию водяных паров из-за плохой вентиляции картера.

Содержание воды в нефтяных и синтетических маслах нормируется соответствующими документами. Для обнаружения массовая доля воды согласно ГОСТ 8581-78 [3] применяется ГОСТ 2477-65 [4], количество воды должно быть не более 0,03 % (следы) от общего объема масла.

Для экспериментальной проверки закономерности накопления массовой доли воды была разработана методика отбора проб при проведении эксплуатационных исследований динамики старения моторного масел.

При планировании исследований предусматривается выбор объектов и планов наблюдений, условий эксплуатации машин. Согласно ГОСТу 27.502-83 [5] объектами исследования являются однотипные объекты, не имеющие конструктивных или других различий, изготовленные по единой технологии и эксплуатируются в идентичных условиях.

Ответственность за поддержание нормального теплового режима работы двигателей

возлагался на самих трактористов. Во время отбора проб и за ходом работы трактора был создан журнал исследования.

В процессе исследований техническое обслуживание тракторов проводилось в соответствии с установленными на обслуживание нормативами. Пробы масел по рекомендациям ГОСНИТИ отбирались с периодичностью 80...120 моточасов из картера прогретого неработающего двигателя через отверстие для масломерного щупа при помощи пробоотборника. Количество моторного масла, которое отбиралось, зависило от принятого ГОСТа 2477-65 для определения массовой доли воды и составляет не менее 200 мл. Отобранное масло сливалось в стеклянный сосуд, который герметично закрывался, так как масло обладает свойствами гигроскопичности (поглощать водяные пары из воздуха).

Количество проб для каждого трактора принимали 6 штук. Данное количество, принято исходя из условия, чтобы охватить 500 моточасов работы трактора через которые проводиться соответствующие ТО-2.

В проводимых исследованиях объектом наблюдений было выбрано моторное масло М-10Г<sub>2</sub>, которое применяется в дизельных двигателях Д-245, Д-260 и их модификации сельскохозяйственных тракторов МТЗ-80 и МТЗ-1221.

Были выбраны два трактора с наработкой 3864 моточасов МТЗ -80 и 501 моточас МТЗ -82.1, которые эксплуатируются в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция» Могилевская область. Двигатели данных тракторов работали на дизельном топливе отечественного производства с содержанием серы в пределах 0,2...0,5%.

Пробы масел отбирались перед началом работы трактора (таблицы 1 и 2). После запуска двигателя дожидались установления нормального теплового режима. Затем двигатель глушился, и забор проб производился только через 5...10 мин для обеспечения стекания масла из масляной магистралей в картер. Проведение анализов на содержание в пробах массовой доли воды осуществлялось в лаборатории ОАО "Нафтан" г. Новополоцк.

Таблица 1 - Журнал исследования трактора МТЗ-80 (государственный номер 40-47 ТА-6)

Номер пробы	Вид работы	Показания счетчика мотто-ч	Количество доливаемого масла, л	Поломки, неисправности, простои.
1.1	Транспортные	3864	0,6 (с учетом пробы)	нет
1.2	Транспортные	3939	0,5 (с учетом пробы)	прицепа
1.3	Транспортные	4037	Замена при ТО-215	нет
1.4	Работа с картофелекомбайном	4096	0,5 (с учетом пробы)	нет
1.5	Транспортные	4201	0,6 (с учетом пробы)	нет
1.6	Транспортные	4321	0,6 (с учетом пробы)	нет

Таблица 2 - Журнал исследования трактора МТЗ-82.1 (государственный номер 98-28 ТА-6)

Номер пробы	Вид работы	Показания счетчика мото-ч	Количество доливаемого масла, л	Поломки, неисправности, простои.
1.1	Транспортные	501	0,4 (с учетом пробы)	нет
1.2	Транспортные	602	0,5 (с учетом пробы)	нет
1.3	Транспортные	692	0,5 (с учетом пробы)	нет
1.4	Транспортные	771	0,5 (с учетом пробы)	нет
1.5	Транспортные	811	0,6 (с учетом пробы)	Ремонт топливного насоса
1.6	Транспортные	882	0,6 (с учетом пробы)	нет

Согласно ГОСТа 2477-65 массовую ( $X$ ) или объемную ( $X_1$ ) долю воды в процентах вычисляют по формулам:

$$X = \frac{V_o}{m} \cdot 100 ; \quad (1)$$

$$X_1 = \frac{V_o}{V} \cdot 100 , \quad (2)$$

где  $V_o$  – объем воды в приемнике-ловушке,  $см^3$ ;  $m$  – масса пробы,  $г$ ;  $V$  – объем пробы,  $см^3$ .

Для упрощения вычисления плотность воды при комнатной температуре принимают за  $1 г/см^3$ , а числовое значение воды в  $см^3$  – за числовое значение массы воды в  $г$ , при массе пробы масла  $100 \pm 1 г$  за массовую долю воды принимают объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, в  $см^3$ .

По результатам исследования было установлено, что в собранных пробах моторного масла для каждого трактора наличие массовой доли воды не обнаружено.

Выше сказанное позволяет сделать вывод, что при качественном изготовлении двигателя и нормальной работе системы охлаждения и вентиляции картера попадание воды в моторное

масло может произойти только при аварийной ситуации. Вследствие этого наличие массовой доли воды не является параметром, по которому можно было бы судить о динамике старения моторных масел, а только можно констатировать аварийную поломку, которая привела к попаданию воды в масляную систему двигателя.

Для исследований динамики изменения качества моторных масел необходимо использовать более информативный показатель свойств.

#### Список литературы

1. Резников, В.А. Диагностика двигателя по анализам моторного масла / В. А. Резников // Журнал РФ «Грузовик Пресс» – 2005 – №9.
2. Мартынюк, Н.М. Рациональное использование моторных масел в автотракторных двигателях / Н.М. Мартынюк. – Кишинев: Штиинца, 1992.
3. ГОСТ 852-78. Масла моторные для автотракторных дизелей. – М.: Изд-во стандартов, 1987. 15 с.
4. ГОСТ 2477-65. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 6 с.
5. ГОСТ 27.502-83. Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений. – М: Изд-во стандартов, 1987. 20 с.

УДК 636. 086. 1. 085.6

### К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ЭКСПАНДИРОВАНИИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Козлов С.И., к.т.н., доцент, Чубукова Т.М., инженер

УО «Белорусская ГСХА»

Качество производства комбикормов в современных условиях должно основываться на разработке и внедрении новых менее затратных технологий углубленной обработки фуражного зерна.

Ключевые слова: комбикорм, фуражное зерно, технология переработки; температурный режим процесса экспандирования, реологические свойства обрабатываемого материала.

The quality of producing combined fodder in present conditions should be based on the development and introduction of new, less expensive technologies of advanced processing of forage grain.

Keywords: feed, feed grain, processing technology; thermal-expansion mode of the process, the rheological properties of the material being processed.

Применение новых технологий переработки фуражного зерна при производстве комбикормов является общепризнанным направлением в ресурсосбережении в комбикормовой промышленности [1]. Одной из таких перспективных технологий является экспандирование. С помощью экспандирования улучшается использование питательных веществ, в частности крахмала, а также нейтрализуется негативное воздействие антипитательных веществ, прежде всего ингибиторов трипсина в зерне ржи. Кроме того, за счет эффекта «теплого взрыва» структура зерна становится рыхлой и доступной для пищевых соков и ферментов в организме животных и птицы, а также кормовых добавок различного назначения. [2].

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показали, что теоретически возможная производительность экспандера изменяется с изменением частоты вращения рабочего органа (шнека) (рисунок 1). Учитывая влияние сложных явлений происходящих в шнековой камере при перемещении и прессовании зерновой массы, получена формула фактической производительности нагнетающего шнека [3]:

$$Q_{\phi} = 0,06\pi(R_2^2 - R_1^2) \cdot \left( S - \frac{b_2 + b_1}{2 \cos \alpha} \right) \cdot \omega_{ш} \cdot \rho_2 \cdot k_n k_{\omega}. \quad (1)$$

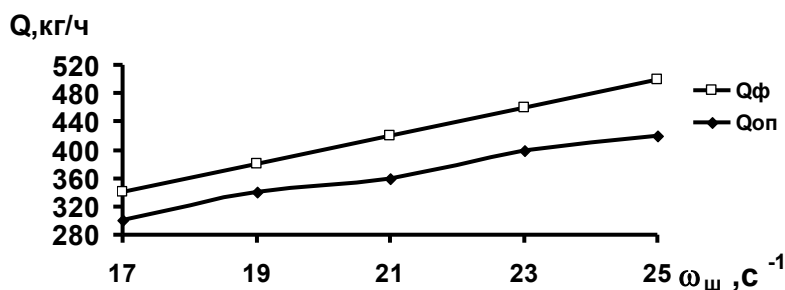


Рисунок 1 – Зависимость производительности экспандера от частоты вращения шнека

Материал при своем перемещении в предматричной камере преодолевает давление, создаваемое сопротивлением проходного сечения матрицы и сопротивлением трения при взаимном смещении его частиц относительно друг друга. При этом в результате обработки материала в экспандере шнек создает давление (напор) потока, которое действует в двух взаимно противоположных направлениях – в сторону матрицы и реактивно в сторону загрузки. При действии давления потока – продольной силы – на перемещаемую массу возникают силы трения между ее частицами и поверхностями шнека и шнековой камеры. Поэтому перемещение массы с помощью шнека сопровождается весьма интенсивным внешним и внутренним трением.

Величина мощности, необходимая на процесс прессования материала, является одним из важных показателей технико-экономической оценки при работе экспандеров.

Известна зависимость между силой полного давления  $P$  и касательной силой  $T$ , приложенной к шнеку для его поворота [4]:

$$T = \frac{P \cdot (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \rho)}{1 - \operatorname{tg} \rho \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  - угол подъема винтовой лопасти шнека по его среднему диаметру, рад.;  $\rho$  - угол трения между поверхностью лопасти и материалом, рад.

Однако при работе экспандера под действием  $P$  и  $T$  происходит изменение и физико-механических свойств материала по всей длине шнековой камеры. А следовательно в формуле (2) принятый угол трения  $\rho$  требует уточнения, поскольку не полностью отражает истинные свойства материала, находящегося в шнековой камере. Поэтому в формулу (2) введем угол трения

$$\rho_r = \psi \rho, \quad (3)$$

где  $\psi$  - коэффициент учитывающий реологические свойства обрабатываемого материала находящегося в корпусе шнека и давления нагнетания.

Тогда

$$T = \frac{P \cdot (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \rho_r)}{1 - \operatorname{tg} \rho_r \cdot \operatorname{tg} \alpha}. \quad (4)$$

Сила полного давления  $P$  распределяется как суммарная нагрузка от давления прессования, приходящаяся на площадь поперечного сечения нагнетающего шнека:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} p_{\text{п}}, \quad (5)$$

где  $D$  – наружный диаметр шнека, м;  $p_{\text{п}}$  – давление прессования, Н/м.

Умножая обе части уравнения (1) на  $\pi d_c$ , получим выражение для работы движущей силы за один оборот шнека:

$$T\pi d_c = PS_1 + f \cdot (P_1 + Ttg\alpha) \cdot \pi d_c, \quad (6)$$

или

$$A_0 = A_1 + A_2, \quad (7)$$

где  $S_1$  – величина действительного перемещения материала по шнековой камере (за шнеком) за один оборот, м;  $P_1$  – суммарная нагрузка от давления прессования, приходящаяся на поперечное сечение «пластической гайки», Н;  $d_c$  – средний диаметр винтовой пары шнек – пластическая гайка, м;  $f = tg \rho_t$  – коэффициент трения между поверхностью лопасти и материалом.

Работа движущей силы  $A_0$  затрачивается на работу подачи материала  $A_1$  и на работу сил трения на витках шнека  $A_2$ .

Составляющая  $P_2 = P - P_1$  полного давления из второго члена правой части равенства (6) исключена, так как она действует непосредственно на поперечное сечение вала шнека и в работе сил трения на его витки не участвует, следовательно,  $P_1 = P$ .

Суммарная нагрузка:

$$P_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p_i, \quad (8)$$

где  $d$  – внутренний диаметр шнека, м.

При перемещении массы по шнековой камере работа движущей силы затрачивается и на работу трения  $A_3$  на внутренней поверхности шнековой камеры:

$$A_3 = P_3 f S = \pi D p_i \frac{L}{2} f S_1, \quad (9)$$

где  $P_3$  – суммарное давление (нагрузка) на внутреннюю поверхность шнековой камеры, Н;  $L$  – рабочая длина шнека, м.

С учетом работы силы трения  $A_3$  равенство работ сил принимает вид:

$$T\pi d_c = PS_1 + f(P_1 + Ttg\alpha) \cdot \pi d_c + P_3 f S_1, \quad (10)$$

или

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3. \quad (11)$$

Тогда движущая сила:

$$T = \frac{(P_1 + P_2 + fP_3) \cdot tg\alpha + fP_1}{1 - ftg\alpha}, \quad (12)$$

Величина действительного перемещения  $S_1$  материала по шнековой камере за один оборот:

$$S_1 = \frac{2\pi Q_{\delta}}{\rho_i \omega F_{\delta}}, \quad (13)$$

где  $\rho_m$  – объемная масса обрабатываемого материала, кг/м<sup>3</sup>;  $F_k$  – площадь поперечного сечения шнековой камеры, м<sup>2</sup>;  $\omega$  – угловая скорость, рад/с.

Потребную мощность на валу электродвигателя определим по формуле:

$$N = \frac{A_0 \omega}{2000\pi \eta}, \quad (14)$$

где  $\eta$  – к.п.д. передачи от вала электродвигателя к валу привода нагнетающего шнека экспандера.

Работа нагнетающего шнека экспандера характеризуется общим (механическим) к.п.д.:

$$\eta_i = \eta_{\text{Д.И}} + \eta_{\text{Д.А}} = \frac{A_1 + A_0 k}{A_0}, \quad (15)$$

Он представляет собой отношение работы перемещения работы структуроизменения к работе движущей силы. Коэффициент  $k$  показывает, какая часть работы движущей силы затрачивается на работу структуроизменения материала. Для расчетов принимать  $k = 0,2 \dots 0,4$  [4].

Опытным путем установлено, что расход энергии на перемещение и структуроизменение материала составляет соответственно 4...11 и 18...33 % от общего расхода ее в процессе прессования, а значение общего (механического) к.п.д. нагнетающего шнека находится в пределах от 22...29 до 37...44 % [4].

Механическая обработка материала в процессе его обработки с помощью нагнетающих шнеков является очень интенсивной. Энергия, затрачиваемая при этом на преодоление сил трения, превращается в теплоту, которая используется на нагрев материала.

Количество теплоты, выделяемой внутри шнековой камеры в процессе прессования:

$$Q_k = [N\eta(1 - \eta_{р.п}) - N_{деф}], \quad (16)$$

где  $N_{деф} = N \cdot K$  – мощность, затрачиваемая на структурные изменения материала, кВт;  $\eta_{р.п} = A_1/A_0$  – к.п.д. шнека, показывающий отношение работы подачи материала к работе движущей силы.

В процессе прессования теплота выделяется и в теле матрицы как результат затраты энергии на преодоление сил трения сопротивления формирующих отверстий, количество этой теплоты равно:

$$Q_m = N\eta\eta_{р.п}, \quad (17)$$

Однако, для получения качественного продукта недостаточно этой теплоты для глубоких структурных изменений материала, поэтому в экспандерах обрабатываемый материал подвергается дополнительному нагреву в шнековой камере с помощью нагревательных элементов.

Затраты теплоты на нагревание материала определяется по выражению:

$$Q_{TM} = Q_{\phi} c (t_{км} - t_n), \quad (18)$$

где  $t_n$  – температура массы при входе в шнек, °С;  $t_{км}$  – температура продукта при входе в формирующие отверстия матрицы, °С;  $c_m$  – теплоемкость материала, кДж/(кг · град).

Уравнение баланса в процессе прессования имеет вид:

$$Q = Q_{\phi} c_T \cdot (t_k - t_n). \quad (19)$$

или

$$Q = 0,06\pi \cdot (R_2^2 - R_1^2) \cdot \left( S - \frac{b_2 - b_1}{2\cos\alpha} \right) \cdot \omega_{ш} \cdot \rho \cdot k_n k_{\omega} \cdot c_T (t_k - t_n), \quad (20)$$

где  $t_k$  – температура продукта при выходе из отверстий матрицы, °С.

На уравнении баланса теплоты  $Q = Q_k + Q_m + Q_{TM}$  основан метод определения расхода энергии на структурные изменения материала.

С помощью уравнения (20) можно определить количество теплоты, распределение ее по участкам шнековой камеры и рассчитать температурный режим процесса экспандирования в соответствии с заданными технологическими параметрами. (рисунки 2, 3).

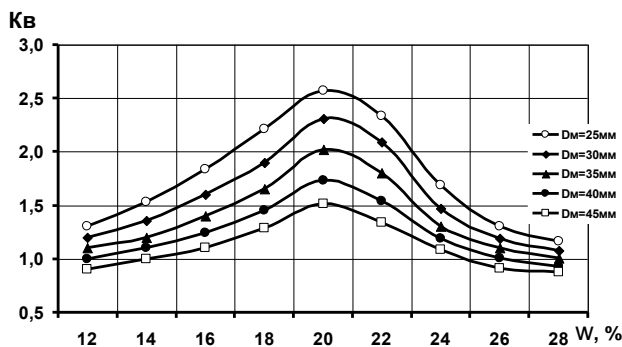


Рисунок 2 – Зависимость удельной электроэнергии от влажности обрабатываемого материала

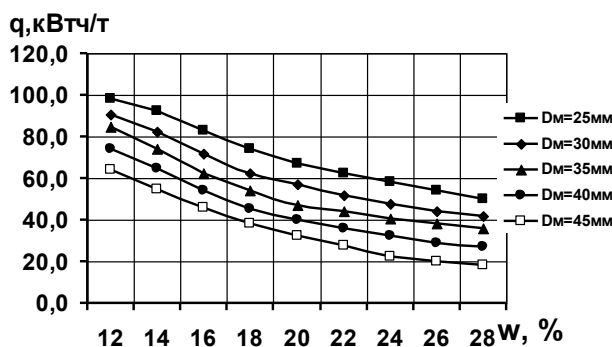


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента взорванности от влажности обрабатываемого материала

Анализ результатов показал, что: производительность экспандера зависит не только от технологических (температура нагрева, частота вращения) и конструктивных параметров (диаметр матрицы, шаг и высота витка шнека), но и от реологических свойств обрабатываемого материала находящегося в шнековой камере; потребная мощность на валу электродвигателя экспандера необходима не только для перемещения обрабатываемого материала шнеком вдоль шнековой камеры, но и на преодоление сил внутреннего и внешнего трения материала, которые зависят от реологических свойств этого материала; получена зависимость с помощью, которой можно определить количество теплоты, распределенной по участкам шнековой камеры и рассчитать температурный режим процесса экспандирования в соответствии с заданными технологическими параметрами.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены аналитические зависимости для определения расхода энергии на экспандирование фуражного зерна, которые согласуются с опытными данными лабораторных испытаний экспериментального образца экспандера. Разница не превышает 5 % при изменении

влажности исходного сырья в пределах от 11 до 26 %. Полученные зависимости и результаты экспериментальных исследований использованы при разработке методики расчета и проектирования экспандеров для линий комбикормовых заводов и цехов.

#### *Список литературы*

1. Шаршунов, В. А. Проблемы переработки фуражного зерна при производстве комбикормов и пути их решения / В. А. Шаршунов [и др.] // Известия БИА. – №2. – 1999. – С. 6–9.
2. Шаршунов, В. А. Направления совершенствования технологии обработки зерна при производстве комбикормов / В. А. Шаршунов [и др.] // Материалы общего собрания Академии аграрных наук Республики Беларусь. – Минск, 1999. – С. 51–60.
3. Шаршунов, В.А. Технологические основы расчета и экспериментальные исследования процесса экспандирования. / В. А. Шаршунов [и др.] // Агропанорама. – 2000. - № 4. С 7 – 12.
4. Прессы пищевых и кормовых производств. Под редакцией засл. деятеля науки и техники РСФСР, А. Я. Соколова. М., «Машиностроение», 1973 г. С. 288.

УДК 631.363.636

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПАНДЕРА С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ КОРПУСА ШНЕКА**

**Козлов С.И., к.т.н., доцент, Чубукова Т.М., Мельник Д.Ю., инженеры**

*УО «Белорусская ГСХА»*

Методика расчёта параметров экспандера с внешним нагревом шнековой камеры основана на определении значений технологических и конструктивных параметров.

Ключевые слова: экспандер с внешним нагревом шнековой камеры, технологические и конструктивные параметры.

Методика расчёта параметров экспандера с электрическим нагревом корпуса шнека основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований [1-5] и включающая определение значений следующих параметров: технологических – температуры нагрева шнековой камеры, скорости вращения шнека, времени обработки материала в установке и мощности нагревательных элементов устанавливаемых на экспандере; конструктивных – длины шнека, предметричной камеры, длины и диаметра матричного канала диаметра.

При расчёте вышеуказанных параметров в

Methods of calculation of parameters of expander with external heating of auger chamber are based on the determination of values of technological and constructive parameters.

Keywords: expander screw with external heating chamber, technological and design parameters.

качестве исходных данных использовались определённые экспериментальным путём физико-механические характеристики зернового материала, а также производительность установки по конечному продукту.

Исходными данными для определения технологических параметров обработки зернового материала на экспандере являются: вид, влажность, объемная масса, коэффициенты трения зернового материала, производительность установки по конечному продукту.

На основании этих параметров выбираются режимы обработки материала из таблицы 1.

Таблица 1 – Режимы и технологические параметры процесса

Вид зерна	W, %	$\omega_{ш}, c^{-1}$	$T_{к1}, ^\circ C$	$\rho, кг/м^3$	$f_{тр}$
Рожь	19-26	4,0-5,0	190-200	0,67	0,29-0,81
Соя	17-24	3,5-4,5	185-195	0,55	0,2-0,59

Производительность установки по зерновому материалу рассчитываем по формуле [1]

$$Q_{\phi} = 0,06\pi(R_2^2 - R_1^2) \cdot \left( S - \frac{b_2 + b_1}{2\cos\alpha} \right) \cdot \omega_{ш} \cdot \rho \cdot k_h \cdot k_{\omega}. \quad (1)$$

Время необходимое для нагрева обрабатываемого материала до заданной температуры и мощность нагревательных элементов определяется из соотношения [3]:

$$t_h = \frac{m_1 c_1 (T_{к1} - T_{н1}) + m_2 c_2 (T_{к2} - T_{н2})}{P_{н.э}}. \quad (2)$$

Скорость вращения шнека можно получить из соотношения [1,4,5]

$$\omega_{ш} = \frac{\omega_m d}{2(D-d)} \sqrt{\frac{f_1 D S_1 - f_2 [d S_1 + (D-d) \cos \alpha]}{(D-d) \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} f_2) + 2 f_2 [d S_1 + (D-d) \cos \alpha]}}, \quad (3)$$

Конструктивные параметры установки рассчитывали исходя из технологических параметров процесса экспандирования зерна [1, 3, 5].

Таким образом, зная скорость продвижения материала и необходимое его время обработки можно определить длину шнека [3].

$$L_{ш} = \omega_{ш} S_1 \left( 1 - \frac{d}{2(D-d)} \sqrt{\frac{f_1 D S_1 - f_2 [d S_1 + (D-d) \cos \alpha]}{(D-d) \operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} f_2) + 2 f_2 [d S_1 + (D-d) \cos \alpha]}} \right) t_{обп}. \quad (4)$$

Длина предматричной камеры определяется из соотношения

$$L_{пр} = \frac{D(\ln p_{пmax} - \ln p_{п0})}{4\psi f_1}. \quad (5)$$

и матричного отверстия

$$L_{к.м} = \frac{S_{к.м} [\ln(\psi p_{п0} + q_{о.д}) - \ln(\psi p_0 + q_{о.д})]}{\psi f_3 P_{к.м}}. \quad (6)$$

Диаметр канала матричного отверстия определяется из соотношения

$$d_{к.м} = \frac{L_{к.м} [\ln(\psi p_{п0} + q_{о.д}) - \ln(\psi p_0 + q_{о.д})]}{\psi f_3}. \quad (7)$$

Зависимость для определения необходимой мощности нагревательных элементов, устанавливаемых на корпус шнека

$$P_{н.э} = \frac{m_1 c_1 (T_{к1} - T_{н1}) + m_2 c_2 (T_{к2} - T_{н2})}{t_h}. \quad (9)$$

Таким образом, факторами, оказывающими влияние на качественные показатели получаемого продукта и энергоёмкость процесса высокотемпературной обработки зернового материала являются технологические параметры процесса: угловая скорость вращения шнека, температура шнековой камеры, которые в свою очередь определяются конструктивными параметрами установки: длиной шнека, предматричной камеры, длиной и диаметром матричного канала, видом зернового материала и его физико-механическими свойствами [1-5].

Для обеспечения устойчивого протекания процесса обработки зерна на экспандере с регулируемой предматричной камерой и внешними нагревательными устройствами элементного типа с минимально возможными энергозатратами и гарантированным качеством получаемого продукта необходимо иметь возможность выбирать (рассчитывать) вышеуказанные факторы на оптимальном или наиболее рациональном уровнях в зависимости от производительности установки и вида зернового сырья [1, 3, 4].

#### *Список литературы*

1. Теоретические и экспериментальные исследования процесса экспандирования: актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы международн. научн.-пркт. конф. (г. Горки, 12 – 14 октября 2000 г.) / ред.кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) [и др.]; Бел. гос. с.-х. акад. – Ч.2. Горки: БГСХА, 2000. – С. 206-214.

2. Исследование процесса экспандирования фуражного зерна ржи: ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве: материалы VII Республиканской научн. конф. студентов магистрантов и аспирантов посвященной 165-летию академии. (г. Горки, 19 – 21 апреля 2005 г.) ред.кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) [и др.]; Бел. гос. с.-х. акад. – Ч.1. Горки, 2005 – С. 166 – 168.

3. Выбор рабочей длины шнека экспандера для обработки фуражного ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве: материалы VII Республиканской научн. конф. студентов магистрантов и аспирантов посвященной 165-летию академии. (г. Горки, 19 – 21 апреля 2005 г.) ред.кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) [и др.]; Бел. гос. с.-х. акад. – Ч.1. Горки, 2005 – С. 153 – 156.

4. Технологические основы расчета и экспериментальные исследования процесса экспандирования / Шаршунов В.А. [и др.] // Агропанорама. – 2000. - № 4. С 7 – 12.

5. Обоснование направления совершенствования технологии обработки зерна на основе «экструзии – экспандирования» / Шаршунов В.А. [и др.] // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2000. - № 3. С 23 - 28.



# Рефераты

УДК: 631.3:636.084

**Купреенко А.И.  
Исаев Х.М.  
Полянская А.И.**

## **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРМОВЫХ ВАГОНОВ**

Описан граф состояний кормового вагона в процессе приготовления и раздачи кормосмеси на животноводческих фермах.

*Summary: This article describes the state graph for forage wagons in the preparation and distribution of feed mixtures for cattle farm.*

Ключевые слова: кормовой вагон, граф состояний, эксплуатационные показатели.  
*Keywords: forage wagons, state graph, performance indicators.*

---

УДК 631.312

**Старовойтов С.И.  
Старовойтова Н.П.  
Чемисов Н.Н.**

## **ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА**

Рассмотрены вопросы, связанные с определением горизонтальной составляющей тягового сопротивления лемеха, расположенного под определенным углом ко дну и стенке борозды с учетом начала возможного крошения суглинистой почвы при ее определенной абсолютной влажности.

*The questions connected with definition of a horizontal component of traction resistance of a ploughshare, located under certain corners to a bottom and a furrow wall taking into account the beginning of a possible kro-sheniye of the loamy soil are considered at its certain absolute humidity.*

Ключевые слова: лемех, тяговое сопротивление, крошение, суглинистая почва, абсолютная влажность.

*Key words: ploughshare, traction resistance, dyeing, loamy soil, absolute humidity.*

---

УДК 621.436

**Потапов С.В.**

## **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОРЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ**

Дан анализ изменений трибометрических показателей коренного подшипника тракторного дизеля при работе под нагрузкой в полевых условиях.

*Given test of changing the trigonometric factors fundamental bearing of engine diesel of tractor when run under load in Terms of usage.*

Ключевые слова: Коленчатый вал, гидромеханические характеристики, подшипники скольжения.  
*Keywords: crankshaft, characteristic hydromechanical, journal bearings.*

---

УДК 631.363

**Купреенко А.И.  
Шкуратов Г.В.**

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННО-ОТОПИТЕЛЬНОЙ ПАНЕЛИ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Приведены результаты испытания опытного образца вентиляционно-отопительной панели как составной части системы естественной вентиляции животноводческих помещений крупного рогатого скота.

*Summary: This article presents the results of prototype testing of ventilation and heating panel as part of a system of natural ventilation of livestock buildings cattle.*

Ключевые слова: вентиляционно-отопительная панель, гелиоактивные стены, естественная вентиляция, микроклимат.

*Keywords: ventilation and heating panel, gelioaktivnye walls, natural ventilation, microclimate.*

---

УДК 62-932.4

**Панова Т.В.  
Панов М.В.  
Ляхова Л.А.**

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ЗАГОТОВКИ ЗЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

Представлена технологическая схема заготовки зерна, классификация зерносушилок, предложена малогабаритная зерносушилка.

*Is a flow chart blank grain dryers classification, proposed small scale grain dryer.*

Ключевые слова. Зерно, зерносушение, хранение зерна, очистка зерна, сорная примесь, малогабаритная зерносушилка.

*Keywords. Grain zernosushenie, grain storage, grain cleaning, foreign material, small-sized grain dryer.*

---

УДК 631.363:633.34

**Купреенко А.И.  
Кондрашова О.Н.**

### **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА**

Описаны преимущества использования заменителя цельного молока для выпойки телят, перспективные установки для его производства, предложен комплекс для производства заменителя цельного молока в составе термической и кавитационной установок.

*The article describes the advantages of using whole milk substitute, promising setting for its production, a set for the production of whole milk substitute comprising thermal and cavitation systems.*

Ключевые слова: заменитель цельного молока, кавитационная установка, соевое молоко.

*Keywords: milk replacer, cavitation installation, soy milk.*

---

УДК 631.316

**Шмидов Д.В.  
Лабух В.М.**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ЗАДЕЛКИ СИДЕРАТОВ В ПОЧВУ**

Проанализирована работа существующих технических средств для измельчения и заделки сидератов в почву, выявлены некоторые их недостатки.

*An analysis of operation of existing technical equipment for grinding and covering a green manure with the soil and was carried out, some of their shortcomings.*

Ключевые слова: сидерат, плодородие почвы, измельчение, мульчировщик.  
*Key words: green manure, soil fertility, grinding, mulcher.*

---

УДК 634.711:631.4

**Блохин В.Н.  
Романев Н.А.  
Никитин В.В.**

### **НАСАДКА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ГРАБЛЕЙ**

Показано, что проблему увеличения плодово-ягодной продукции, в частности смородины, малины и винограда, можно решить путем применения новейших технологических приемов по уходу за высокостебельными плантациями кустарниковых растений.

*Abstract. It is shown that the problem of increasing fruit and berry products, in particular currants, raspberries and grapes can be resolved by application of the latest techniques on care of shrubberies.*

Ключевые слова: междурядья, обработка почвы, высокостебельные кустарники, почвофреза.  
*Key words: row spacing, soil treatment, shrubberies, tillage machine.*

---

УДК 62-632

**Карташевич А.Н.  
Тригуб А.А.**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ В ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Рассматривается возможность использования альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания сельскохозяйственного назначения. Анализируются возможные ресурсы различных видов газообразных топлив, их основные свойства, а также способы подготовки и использования в ДВС, возможные показатели двигателей при работе на этих топливах и основные преимущества при использовании альтернативного вида топлив.

*The article examines the possibility of using alternative fuels in internal combustion engines of agricultural machines. We have analyzed possible resources of different types of gaseous fuels and their main properties, as well as methods of their preparation and use in internal combustion engines, possible indicators of engines working on these fuels and the main advantages of using alternative types of fuel.*

Ключевые слова: альтернативное топливо, газодизельное топливо, газодизельное оборудование, энергосбережение.

*Keywords: alternative fuels, gas-diesel fuel, gas-diesel equipment, energy saving.*

---

УДК 631.353/3

**Гаврилов И.И.  
Сапьяник Г.Н.**

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ МАШИН С ДИСКОВЫМ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ РАЗБРАСЫВАТЕЛЕМ И ШТАНГОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Проводится сравнение работы центробежных и штанговых рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений, приведены их достоинства.

*The article compares the work of centrifugal and boom-nozzle working organs of machines for mineral fertilizers application and shows their advantages.*

Ключевые слова: способы внесения минеральных удобрений, дисковый разбрасыватель, штанговый рабочий орган.

*Keywords: how to make fertilizer spreader disc eavesdropper rod working body.*

---

УДК 631.354.2:005.216.1

**Гусаров В.В.  
Гусаров И.В.**

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС 10К С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПОДБАРАБАНЫЯ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА**

Представлены результаты сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов с подбарабаньями различной конструкции. У зерноуборочного комбайна с подбарабаньем, имеющим дифференцированную рабочую поверхность, пропускная способность повысилась на 26 %, производительность на 27,1 %, снижение потерь составило 17,8 % по сравнению с зерноуборочным комбайном, оснащенный серийным подбарабаньем.

*We have presented results of comparative research into grain combines with concaves of different design. Grain combines with concaves having differentiated working surface increased throughput capacity by 26%, productivity – by 27.1%, and reduced losses by 17.8% in comparison with grain combines, equipped by serial concave.*

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, подбарабанье, производительность, пропускная способность.

*Keywords: Combine Harvester, concave, productivity, capacity.*

---

УДК 631.365.23.662

**Самсонов В.Л.  
Петровец В.Р.**

### **ПОКАЗАТЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ**

Раскрыты сущность проведения междурядной обработки картофеля культиватором-гребнеобразователем-окущиком. Приведены основные показатели объемной массы почвы и размеров фракций, которые влияют на урожайность картофеля. Рассмотрены пути повышения урожайности картофеля. Представлена зависимость подрезания сорных растений от скоростных режимов работы агрегата.

*The article shows the essence of inter-row cultivation of potato by cultivator-ridge-former-and-earther. We have presented the main indicators of volumetric mass of soil and sizes of fractions, which influence the potato productivity. We have examined ways of increasing potato productivity. We have shown the dependence of cutting weeds on the speed modes of machine operation.*

Ключевые слова: урожайность картофеля, междурядная обработка, щелевание, рыхление, крошение почвы, образование гребней, окучивание и уничтожение сорняков.

*Keywords: potato yield, inter-row cultivation, slotting, rye-tion, the crumbling of the soil, ridging, weeding and ridging.*

---

УДК 631.361.42

**Кругленя В.Е.  
Цайц М.В.  
Левчук В.А.  
Кармишин Е.И.**

### **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАННО-ПЛАНЧАТОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧЕСА СТЕБЛЕЙ ЛЬНА**

Рассмотрено повышение эффективности комбайновой технологии уборки льна-долгунца. Отмечается, что наиболее рационально для отделения семенных коробочек от стеблей льна производить очес ленты льна на этапе технологического процесса тербления, где лента льна наиболее тонка барабанно-планчатым очесывающим устройством. Приведено определение количества планок барабана очесывающего устройства.

*The article deals with increased efficiency of combine technology of long-fiber flax harvesting. We have noted that the most rational method of separating seed boxes from flax stalks is to tow flax strip at the stage of technological process of twirling, where the strip of flax is the thinnest, by drum-plank towing device. We have determined the number of planks of towing device drum.*

Ключевые слова: лен-долгунец, тербление, очесывающее устройство, планки барабана.

*Keywords: long-fiber flax, uprooting, stripper header, strip drum.*

---

УДК 345.67

**Кругленя В.Е.  
Радовский А.С.  
Цайц М.В.**

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ГОЛОВОК ЛЬНА В ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ**

Рассмотрена проблема поиска конструкций очесывающих аппаратов для отделения головок льна в линиях переработки. Приведено описание существующей технологии уборки льна, проведено экономическое обоснование применения устройства для отделения головок льна в линиях переработки. По результатам исследований предложен новый тип аппарата для отделения головок льна в линии переработки, конструкция которого описана в статье.

*The article deals with the problem of choosing a design of towing apparatus for the separating of flax heads in processing lines. We have presented a description of existing technology of flax harvesting, shown economic basing of application of the device for separating flax heads in processing lines. According to the results of research, we have suggested a new type of apparatus for separating flax heads in processing lines, the design of which has been described in the article.*

Ключевые слова: очесывающий аппарат, головка льна, уборка льна, конструкция аппарата.

*Keywords: stripper unit, head of flax, linen cleaning, construction machine.*

---

УДК 631.363.7:633.854.54:662.756.3

**Алексеев А.С.  
Коцуба В.И.  
Безрученко А.В.  
Киреев А.С.**

### **ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА**

Предложена разработка измельчителя с применением пакета дисковых пил для измельчения стебельчатых отходов льна масличного. Были проанализированы различные дробилки для измельчения растительных отходов. Приведено, что зубчатый диск является более перспективным в качестве основного рабочего органа измельчителя.

*The article deals with the design of a shredder supplied with a set of disc saws for shredding stalk waste of oil flax. We have analyzed different crushers for shredding plant waste. We have established that a toothed disc is more promising as the main working organ of the shredder.*

Ключевые слова: топливные пеллеты, дробилки для измельчения растительных отходов, рабочего органа измельчителя, зубчатый диск.

*Keywords: fuel pellets, crusher for crushing plant waste, working body shredder toothed disc.*

---

УДК 631.531.024

**Кругленя В.Е.  
Кудрявцев А.Н.  
Алексеев А.С.  
Коцуба В.И.**

### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОВОРОХА**

Рассмотрено современное состояние производства льна-долгунца в Республике Беларусь. Проведен анализ современных технологий и средств переработки льновороха. Представлено описание разработанных машин и оборудования для переработки льновороха на стационарных пунктах.

*We have examined the present state of long-fiber flax production in the Republic of Belarus. We have analyzed modern technologies and means of flax heap processing. We have presented description of designed machines and equipment for flax heap processing at stationary centres.*

Ключевые слова: лен-долгунец, технология переработки, оборудование для переработки льновороха.

*Keywords: flax, processing technology, equipment for processing flax heap.*

---

УДК 662.636

**Кругленя В.Е.  
Алексеев А.С.  
Сентюров Н.С.**

### **ПОДГОТОВКА ЛЬНОКОСТРЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ**

Раскрыты перспективы производства топливных гранул из льнокостры в Республике Беларусь. Представлены посевные площади льна, урожайность льнотресты и количество льнокостры в Республике Беларусь. Описан принцип действия устройства для очистки льнокостры от минеральных примесей.

*The article shows prospects of production of fuel granules from flax heads in the Republic of Belarus.*

*We have described areas for sowing flax, productivity of flax straw and the quantity of flax heads in the Republic of Belarus. We have established the principle of operation of a device for cleaning flax heads from mineral impurities.*

Ключевые слова: топливные гранулы, льнокостра, устройство для очистки льнокостры от минеральных примесей.

*Keywords: fuel granules, flax heads, cleaning device flax heads from mineral impurities.*

---

УДК 631.354.2+631.531.011

**Петровец В.Р.  
Барыгин Н.А.**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБМОЛОТА ЗЕРНОВЫХ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ**

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

*We have examined the issue of twenty-four-hour work of grain combines due to the use of combines at night. The main reason of low productivity of combines during grain crops harvesting is the existing technology of harvesting and design of threshing-separating devices, applied nowadays. The analysis of their designs shows the possibility of creating threshers, able to thresh plant mass of grain crops at high humidity and even to thresh the mass in rainy weather.*

Ключевые слова: производительность зерноуборочных комбайнов, молотильный аппарат, влажность зерновой массы.

*Keywords: performance combine harvesters, threshing up preparations, humidity of the grain mass.*

---

УДК 62-77: 621.791

**Варывдин В.В.  
Романев Н.А.  
Безик Д.А.  
Макурин А.М.**

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ УЗЛА ЗАЦЕПА ДЛЯ МОНТАЖА БЛОКА-КРЕМАТОРА ТБК-400**

Топочный блок имеет тот недостаток, что при монтажных и погрузочных работах обрываются петли зацепа крематора, выполненные из швеллера №10. Увеличение профиля швеллера не повышает существенно прочность сварки этого узла.

*Heating unit has the disadvantage that hitching loops of crematorium made of channel number 10 are broken during assembling and loading operations. Increase the profile of the channel does not increase significantly welding strength of this node.*

Ключевые слова: топочный блок, прочность, швеллер, монтажные работы, зацеп, сварка, напряжение.

*Key words: heating unit, strength, channel, installation, hook, welding, voltage.*

---

УДК: 631.3-192.004

Подшиваленко И.Л.  
Курзенков С.В.  
Гайдук В.А.  
Клыбик В.К.  
Кузюр В.М.

### ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Приведен обзор и анализ показателей технического состояния сельскохозяйственных машин. Обоснован критерий технического состояния техники.

*We have presented review and analysis of indicators of technical condition of agricultural machines. We have also based the criterion of machinery technical condition.*

Ключевые слова: надежность; коэффициенты готовности и технического использования; факторы работоспособности.

*Keywords: reliability; availability and technical uses of; health factors.*

---

УДК 621.436.2

Мажугин Е.И.  
Ничипорук С.Н.

### ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ РАЗРЕЖЕННОСТИ В КАРТЕРЕ ДВС

Представлены методика и результаты экспериментального определения возможности создания разреженности в картере двигателя внутреннего сгорания.

*We have presented methods and results of experimental determination of possibility of creating vacuum in internal combustion engine crankcase.*

Ключевые слова: моторные масла, обезвоживание масла, вакуумно-термический метод, давление в картере.

*Keywords: motor oil, oil dehydration, vacuum-thermal method, the pressure in the crankcase.*

---

УДК 620.91/98.004.14(476)

Малышкин П.Ю.

### УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОВЫХ ТОПЛИВ

Анализируются газовые топлива которые могут применяться для улучшения эксплуатационных показателей дизелей. Особое внимание уделяется свойствам топлива, приводятся физико-химические свойства, особенности применения и описывается способ применения в современных дизельных двигателях.

*The article analyzes gaseous fuels, which can be applied for the improvement of diesels operation indicators. We paid special attention to fuel physical-chemical properties and peculiarities of their application and described a method of their application in modern diesel engines.*

Ключевые слова: газовое топливо, физико-химические свойства топлива, октановое число, метановое число.

*Keywords: fuel gas, physico-chemical properties of the fuel, the octane number of methane.*

---



УДК 621.385.6:696.133.36:628.356.4

**Хитрюк В.А.  
Гребенёк Е.А.**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ НАГРЕВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА ПРИ ЕГО РЕГЕНИРАЦИИ**

Изложены результаты проведенного анализа возможности применения СВЧ нагрева для удаления водных загрязнений из гидравлических масел. Предложена принципиальная схема установки для очистки масел.

*We have presented results of research into the possibility of application of microwave heating for the removal of water impurities from hydraulic oils. We have proposed a principle scheme of a device for the purification of oils.*

Ключевые слова: СВЧ нагрев; загрязнения гидравлических масел; установка для очистки масел.  
*Keywords: microwave heating; contamination of hydraulic oil; plant for cleaning oils.*

---

УДК 621.824.3 : 621.923 : 629.083

**Коршунов В.Я.  
Новиков Д.А.**

### **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Предложена методика оценки энергетической эффективности процессов абразивной обработки деталей двигателей и рассмотрены пути её повышения.

*The method for evaluation of energy efficiency processes abrasive processing engine parts and examine ways to improve it.*

Ключевые слова: шлифование, энергия, термодинамика, технология, коленчатый вал.  
*Keywords: grinding, energy, thermodynamics, technology, crankshaft.*

---

УДК 629.33.004.62: 621.891

**Гончаров П.Н.  
Коршунов В.Я.**

### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНОСА ОБРАЗЦОВ НА МАШИНЕ ТРЕНИЯ МИ-1М**

Разработана методика проведения экспериментальных исследований износа образцов различной твердости на машине трения МИ-1М.

*The technique of experimental research of samples of different hardness wear on friction machine MI-1M.*

Ключевые слова: трение, износ, долговечность, машина трения, точение, методика испытаний.  
*Keywords: friction, wear, durability, friction machine, turning, testing methodology.*

---

УДК 631.358:633.52

**Кругленя В.Е.  
Левчук В.А.  
Цайц М.В.  
Мазаловский М.М.**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОБМОЛОТА ЛЬНОТРЕСТЫ В ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА**

Изложена методика проведения исследований качественных показателей обмолота головок льна в линии первичной переработки фирмы «Vann Dommele» разработанным обмолачивающим устройством, приведены полученные результаты.

*The article presents methods of research into the indicators of quality of threshing flax heads in the line of primary processing of the firm 'Vann Dommele' by the designed threshing device and the results of research.*

Ключевые слова: методика проведения исследований, головки льна, линия первичной переработки, обмолачивающее устройство.

*Key words: methods of research, head of flax, primary processing line, threshed device.*

---

УДК 621.892

**Рудашко А.А.  
Полховский Н.Д.**

### **МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА НАЛИЧИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ВОДЫ**

Ставится проблема контроля технического состояния двигателя по наличию в моторном масле массовой доли воды. Приводится методика отбора проб масел и анализ полученных данных.

*The article examines the problem of inspection of technical condition of engine according to the presence of mass fraction of water in motor oil. We have presented methods of choosing oil samples and analyzing obtained data.*

Ключевые слова: контроль технического состояния двигателя, массовая доля воды, методика отбора проб масел.

*Keywords: control of the technical condition of the engine, the mass fraction of water sampling methodology oils.*

---

УДК 636. 086. 1. 085.6

**Козлов С.И.  
Чубукова Т.М.**

### **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ЭКСПАНДИРОВАНИИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА**

Качество производства комбикормов в современных условиях должно основываться на разработке и внедрении новых менее затратных технологий углубленной обработки фуражного зерна.

*The quality of producing combined fodder in present conditions should be based on the development and introduction of new, less expensive technologies of advanced processing of forage grain.*

Ключевые слова: комбикорм, фуражное зерно, технология переработки; температурный режим процесса экспандирования, реологические свойства обрабатываемого материала.

*Keywords: feed, feed grain, processing technology; thermal-expansion mode of the process, the rheological properties of the material being processed.*

---

**Козлов С.И.  
Чубукова Т.М.  
Мельник Д.Ю.**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПАНДЕРА  
С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ КОРПУСА ШНЕКА**

Методика расчёта параметров экспандера с внешним нагревом шнековой камеры основана на определении значений технологических и конструктивных параметров.

*Methods of calculation of parameters of expander with external heating of auger chamber are based on the determination of values of technological and constructive parameters.*

Ключевые слова: экспандер с внешним нагревом шнековой камеры, технологические и конструктивные параметры.

*Keywords: expander screw with external heating chamber, technological and design parameters.*

---

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научный журнал «Вестник Брянской ГСХА» публикует результаты завершенных оригинальных, теоретических и методических исследований, обзорные и юбилейные статьи представляющие интерес для специалистов в различных областях сельскохозяйственной науки и практики.

### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

Тексты статей представляются в только программе Microsoft Word. Формат страницы А4, поля по 2 см, шрифт Times New Roman 12, межстрочный интервалом 1,5. Выравнивание по ширине с установкой переносов, отступ в начале абзаца 1,25. Объем статьи не должен превышать 7 страниц, включая резюме, литературу, таблицы, графики и рисунки и подписи под рисунками. Число рисунков и таблиц не должно быть более четырех, размер каждого рисунка и таблицы не должен превышать одной страницы формата А4. Статьи большего объема могут быть опубликованы в исключительных случаях по решению редакционной коллегии.

### СТРУКТУРА СТАТЬИ

1) **УДК** (в верхнем левом углу); 2) **Название статьи** (на русском языке заглавными буквами, на английском языке строчными каждое на отдельной строке, расположение по центру); 3) **инициалы и фамилия** (фамилии) автора (авторов) с указанием ученой степени, звания и должности (строчными буквами по центру); 4) **полное название учреждения** (строчными буквами по центру, отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают); 5) **резюме и ключевые слова на русском языке**, 6) **резюме и ключевые слова на английском языке**; 7) **статья**; 8) **список литературы**.

Экспериментальная статья должна включать следующие разделы: ВВЕДЕНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ, ВЫВОДЫ, СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. Названия разделов печатаются заглавными буквами без подчеркивания. Если авторы желают выразить признательность отдельным лицам и (или) научным фондам (программам), содействовавшим выполнению публикуемой работы, то соответствующая информация дается в конце статьи перед списком литературы.

Список литературы нумеруется в порядке упоминания ссылок в тексте. Ссылки помещают квадратные скобки, например, [1], [2-5]. Список литературы оформляется в соответствии с правилами библиографического описания литературы (ГОСТ 7.1 – 2008). Следует обратить особое внимание на знаки препинания, например:

1. Иванов И.И. Название статьи // Название журнала. 1994. № 1. С. 15-24.
2. Петров И.И. Название статьи / Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Сб. статей. Брянск, 2011. С. 5-7.
3. Иванов И.И. Название книги. М.: Наука, 1990. Общее число страниц в книге (например, 230 с.) или конкретная страница.
4. Иванов И.И. Оптимизация питания растений: Автореф. дис. ...доктора биол. наук. М., 2010. 38 с.

На каждую статью обязательна заверенная в установленном порядке рецензия составленная членом редакционного совета Вестника Брянской ГСХА по направлению исследований автора

Статьи (**1 экземпляр в печатном виде и на электронном носителе**) следует направлять по адресу: 243365 Брянская обл., Выгоничский р-он., с. Кокино, ул. Советская, 2а, ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА», ауд. 307а. ответственному редактору Дьяченко В.В. или E-mail: [uchsovet@bgsha.com](mailto:uchsovet@bgsha.com) или [vvd16777@yandex.ru](mailto:vvd16777@yandex.ru) с указанием темы «статья в журнале Вестник Брянской ГСХА». При отправке по E-mail представлять печатный экземпляр необязательно. Так же можно отправить по E-mail отсканированный вариант рецензии.

Публикация статей в журнале бесплатная. С аспирантов плата за публикацию рукописей не взимается.