

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



БГАУ-  
ИТФ

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

*СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ XXVIII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*

БРЯНСК 2015

УДК 631.145.372.621.3

ББК 40.72

К 64

Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ. – БРЯНСК.: ИЗДАТЕЛЬСТВО БРЯНСКИЙ ГАУ, 2015. – 198 С.

Сборник содержит результаты научных исследований ученых Брянского ГАУ и других ВУЗов Российской Федерации и Республики Беларусь. В представленных работах рассматриваются вопросы: создания и рационального использования с.-х. техники; по разработке технологий восстановления деталей, повышающих долговечность с.-х. техники и безопасности в технике.

Редакционный совет:

к.т.н., доц. А.А. ТЮРЕВА (гл. научный редактор),

к.т.н., доц. И.В. Козарез (отв. за выпуск)

*ISBN 5-88517-082-7*

© ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 2015

© Коллектив авторов, 2015

**ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ  
ТРАНСПОРТЕРА-ЗАГРУЗЧИКА ДЛЯ РАВНОМЕРНОЙ  
ЗАГРУЗКИ СУШИЛКИ ЛЬНОВОРОХОМ**

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

*УО «Белорусская ГСХА»*

*Приведены результаты теоретических исследований получения переменной скорости движения транспортера загрузчика карусельной сушилки с помощью троса, наматываемого на вал, вращающийся с постоянной угловой скоростью. Получены теоретические зависимости для определения скорости движения транспортера, радиуса вала и диаметра троса.*

*Ключевые слова: транспортер-загрузчик, скорость движения, время намотки троса, угол намотки троса.*

В процессе эксплуатации карусельной сушилки выявлен существенный недостаток в конструкции загрузочного устройства: материал неравномерно распределяется по площади вращающейся платформы сушильной камеры. Это отрицательно сказывается на ресурсосбережении и качестве семян [1, 2]. С целью устранения отмеченного недостатка были проведены теоретические исследования процесса загрузки сушилки.

Лента транспортера-загрузчика движется с постоянной скоростью, что обеспечивает прохождение через любое его сечение за единицу времени постоянного количества материала, равного  $q$  ( $q = const$ ), кг/с.

Рассмотрим один проход транспортера, т.е.  $0 \leq x \leq R_2 - R_1$  (рисунок 1).

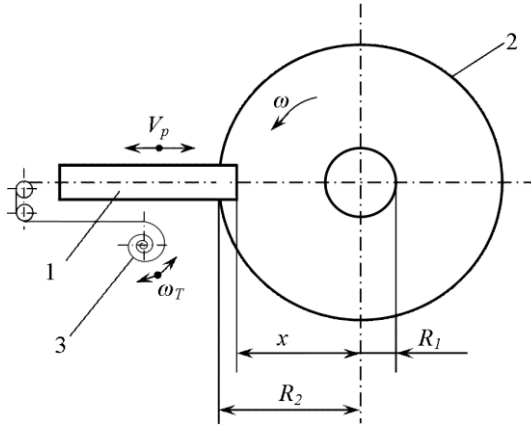


Рисунок 1 – Схема для определения скорости движения транспортера-загрузчика:

1 – транспортер-загрузчик; 2 – сушильная камера карусельной сушилки; 3 – спиральная намотка привода транспортера;

$R_1$ ,  $R_2$  – радиусы внутреннего и внешнего ограждения сушильной камеры, м;

$V_p$  – скорость движения рамы транспортера-загрузчика, м/с;

$\omega$  – угловая скорость платформы,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega_T$  – угловая скорость вала привода транспортера-загрузчика,  $\text{с}^{-1}$

Ранее [3] нами была определена зависимость скорости транспортера  $V_p$  от времени  $\tau_c$ , если транспортер-загрузчик движется с постоянной скоростью и проходит путь от  $x = R_1$  до  $x = R_2$  за время  $T_0$ :

$$V_p = \frac{R_2^2 - R_1^2}{2 \cdot T_0 \cdot \sqrt{R_1^2 + \frac{R_2^2 - R_1^2}{T_0} \cdot \tau_c}}. \quad (1)$$

Изучим возможность получения переменной скорости движения транспортера с помощью троса диаметра  $d$ , наматываемого на вал радиусом  $r_0$ , который вращается с постоянной угловой скоростью

стью  $\omega_T$ . При этом каждый виток троса наматывается на предыдущий. На каждый полный поворот вала (угол поворота  $2\pi$ ) радиус намотки увеличивается на  $d$ .

Таким образом, намотанный на вал трос образует спираль, уравнение которой в полярных координатах имеет вид

$$r = r_0 + d \cdot \frac{\varphi_m}{2 \cdot \pi}, \quad (2)$$

где  $\frac{\varphi_m}{2 \cdot \pi}$  – число оборотов,  $\varphi_m = \omega_T \cdot \tau_c$ .

Длина размотанного троса  $L(\varphi_m)$  будет равна пути, проходимому транспортером, т.е.

$$X = R_1 + L(\varphi_m). \quad (3)$$

Длина дуги кривой в полярных координатах вычисляется по формуле

$$L(\varphi_m) = \int_0^{\varphi} \sqrt{r^2 + r'^2} \cdot d\varphi_m = \int_0^{\varphi} \sqrt{\left(r_0 + d \cdot \frac{\varphi_m}{2 \cdot \pi}\right)^2 + \frac{d^2}{4 \cdot \pi^2}} \cdot d\varphi_m. \quad (4)$$

Вычисление этого интеграла приводит к сложным формулам. Упростим его, учитывая, что вторым слагаемым ввиду малости  $d$  в сравнении с  $2\pi$  можно пренебречь.

То, что мы пренебрегаем вторым слагаемым, технически значит, что длину каждого нового витка мы считаем как длину окружности с новым радиусом  $r$ . При этом получим

$$L(\varphi_m) = \int_0^{\varphi_m} \left(r_0 + d \cdot \frac{\varphi_m}{2 \cdot \pi}\right) \cdot d\varphi_m = r_0 \cdot \varphi_m + d \cdot \frac{\varphi_m^2}{4 \cdot \pi}. \quad (5)$$

Время наматывания (разматывания) троса обозначим  $T_0$ . Тогда полная намотка происходит при угле намотки

$$\Phi = \omega_T \cdot T_0. \quad (6)$$

Поскольку длина спирали при полной намотке равна пути  $R_2 - R_1$ , то должно выполняться соотношение

$$r_0 \cdot \omega_T \cdot T_0 + d \cdot \frac{(\omega_T \cdot T_0)^2}{4 \cdot \pi} = R_2 - R_1. \quad (7)$$

При выборе параметров  $r_0$ ,  $d$ ,  $\omega_T$  необходимо соблюдение этого условия.

Закон движения  $X(\tau_c)$  запишется в виде

$$X = R_2 - r_0 \cdot \varphi_m - \frac{d \cdot \varphi_m^2}{4 \cdot \pi}, \quad (8)$$

где  $\varphi_m$  – угол размотки, град.

Т.е. при  $\varphi_m = 0$  получаем  $X = R_2$ ; при  $\varphi_m = \Phi$ ,  $X = R_1$ .

Чтобы время  $\tau_c$  соответствовало движению от  $R_1$  к  $R_2$  считаем, что  $\varphi_m = \omega_T \cdot (T_0 - \tau_c)$ . Тогда

$$X = R_2 - r_0 \cdot \omega_T \cdot (T_0 - \tau_c) - \frac{d \cdot \omega_T^2 \cdot (T_0 - \tau_c)^2}{4 \cdot \pi}. \quad (9)$$

Найдем скорость движения:

$$V = \dot{X} = r_0 \cdot \omega_T + \frac{d \cdot \omega_T^2 \cdot (T_0 - \tau_c)}{2 \cdot \pi}. \quad (10)$$

По условию (7)

$$r_0 \cdot \omega_T = \frac{R_2 - R_1}{T_0} - d \cdot \frac{\omega_T^2 \cdot T_0}{4 \cdot \pi}. \quad (11)$$

Тогда

$$V = \frac{R_2 - R_1}{T_0} + \frac{d \cdot \omega_T^2 \cdot T_0}{4 \cdot \pi} - \frac{d \cdot \omega_T^2 \tau_c}{2 \cdot \pi}. \quad (12)$$

Для сравнения этой скорости со скоростью (1) примем  $T_0 = 1$ .

Обозначив,  $\frac{d \cdot \omega_T^2}{4 \cdot \pi} = a$ , и  $R_2 - R_1 = 3m$ ,

получим

$$V = 3 + a - 2 \cdot a \cdot \tau_c. \quad (13)$$

Подберем  $a$  так, чтобы расхождения между  $V_p$  и  $V$  были минимальны, т.е. нам надо подобрать линейную функцию (13), близкую к (1). Воспользуемся методом наименьших квадратов [4, 5], т.е. необходимо подобрать  $a$  так, чтобы

$$J = \int_0^1 (V - V_p)^2 \cdot d\tau_c \quad (14)$$

был минимален. Это приводит к расчету

$$J = \int_0^1 \left( 3 + a - 2 \cdot a \cdot \tau_c - \frac{7,5}{\sqrt{1 + 15 \cdot \tau_c}} \right)^2 \cdot d\tau_c \rightarrow \min. \quad (15)$$

Тогда должно быть

$$\frac{dJ}{da} = 2 \cdot \int_0^1 \left( 3 + a - 2 \cdot a \cdot \tau_c - \frac{7,5}{\sqrt{1 + 15 \cdot \tau_c}} \right) \cdot (1 - 2 \cdot \tau_c) \cdot d\tau_c = 0. \quad (16)$$

Интеграл от первой скобки равен нулю, так как площади, ограниченные  $V$  и  $V_p$ , совпадают. Остается уравнение

$$\int_0^1 \left( 3 \cdot \tau_c + a \cdot \tau_c - 2 \cdot a \cdot \tau_c^2 - \frac{7,5 \cdot \tau_c}{\sqrt{1+15 \cdot \tau_c}} \right) \cdot d\tau_c = 0. \quad (17)$$

Выполняя интегрирование, получим  $a = 1,8$ , откуда

$$d \cdot \omega_T^2 = 4 \cdot \pi \cdot 1,8 = 7,2 \cdot \pi. \quad (18)$$

Тогда по уравнению (11)

$$r_0 \cdot \omega_T = 3 - a = 1,2. \quad (19)$$

Из выражений (19) и (18), приняв  $T_0 = 1$ ,  $R_1 = 1$  м,  $R_2 = 4$  м, получим соотношение между  $d$  и  $r_0$ :

$$\frac{d}{r_0^2} = 15,7. \quad (20)$$

Например, если  $r_0 = 0,03$  м, то  $d = 0,014$  м и  $\omega_T = 1,2 / r_0 = 40$ .

Таким образом в результате теоретических исследований работы транспортера-загрузчика двухъярусной карусельной сушилкой были получены математические выражения для определения переменной скорости движения рамы транспортера-загрузчика, обеспечивающей равномерность загрузки льновороха в сушильную камеру карусельной сушилки до 85 % за счет увеличения скорости движения рамы от периферии к центру с сохранением скорости подачи вороха на транспортере.

#### *Список литературы*

1. Крючков, Е.Н. Ресурсосберегающее досушивание семенного вороха клевера на сушилках карусельного типа: дис. ... канд.



техн. наук: 05.20.01. / Е.Н. Крючков. – Горки, 1991. – 173 л.

2. Обработка семенного вороха кормовых и технических культур / В.А. Шаршунов [и др.] // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 1991. – №7. – С. 9–10.

3. Определение скорости движения транспортера-раздатчика для равномерной загрузки сушилки СКМ-1 / В.А. Шаршунов, В.Е. Кругленя, А.С. Алексеенко, А.И. Назаров, А.Н. Кудрявцев, А.В. Масловский // Inzynieria systemow bioagrotechnicznych: materialy 7 Miedzynar. symp., Plock, maj 2001 r. / Politechnika Warszawska; Komitet Naukowy: C. Cempel [i i.]. – Plock, 2001. – S. 276–280.

4. Применение математических методов и ЭВМ. Планирование и обработка результатов эксперимента: учеб. пособие / А.Н.Останин [и др.]; под общ. ред. А.Н. Останина. – Минск: Высш. шк., 1989. – 218 с.

5. Сильверстов, Д.С. Пакеты прикладных программ статического анализа / Д.С. Сильверстов, Н.А. Семенов. – Киев: Тэхника, 1990. – 176 с.

### **Getting variable speed conveyor-loader for even loading of flax heap dryer**

*Kruglenya VYe. , k.T.S., Associate Professor*

*Alekseyenko AS. , k.T.S., Associate Professor*

*Kotsuba VI. , k.T.S., Associate Professor*

*UO « Belarusian GSHA »*

The results of theoretical studies identify opportunities variable speed conveyor loader rotary dryers using the cable, winding on a shaft rotating at a constant angular velocity. The theoretical dependence to determine the speed of the conveyor, the radius of the shaft and the diameter of the cable.

Keywords: conveyor loader, speed, time winding cable, winding angle of the cable.



## **АНАЛИЗ ПРИЧИН ДОРОЖНО – ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

**Сакович Н.Е., д.т.н., Никитин А.М., ассистент**

*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Предложены направления анализа причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП), мониторинга недостатков в обеспечении безопасности движения организациями эксплуатирующими автотранспортные средства. Разработана методология выявления причин ДТП, установления тенденции возникновения ДТП и разработка профилактических мероприятий, исключающих повторение аналогичных случаев.*

*Ключевые слова: безопасность движения, показатели аварийности, автотранспортное средство, дорожно-транспортное происшествие, принципы, задачи, факторы.*

Главная цель анализа причин конкретных ДТП и недостатков в обеспечении безопасности движения – выявление их причин, установление определенных тенденций возникновения ДТП и разработка профилактических мероприятий, исключающих повторение аналогичных случаев.

В результате анализа должно быть с максимальной достоверностью установлено: что произошло, как и в каких условиях, почему произошло, по чьей вине это произошло. Условия и обстоятельства возникновения ДТП определяются совокупностью признаков, характеризующих «портрет» данного ДТП. К этим признакам относятся: сведения о внешних условиях, состояние системы контроля движения, этап дороги, характеристика режима движения, а также сведения о характеристиках самой опасной ситуации, которые могут исчисляться десятками наименований. Для объективного выявления признаков опасных ситуаций должна быть с максимальной эффективностью использована информация средств контроля движения.

ДТП – сложное событие, то есть чаще всего оно возникает не по простейшей схеме, а является обобщающим событием в цепочке элементарных событий, объединенных причинно – следственными

связями. Прослеживая эти связи, можно выделить главные, непосредственные и способствующие причины каждого ДТП.

Главная – это та первоначальная причина, которая создает потенциальную возможность для возникновения дорожно–транспортного происшествия.

Непосредственные и способствующие – это те причины, которые создают реальные условия для превращения возможности в действительность. Непосредственной, является причина, вызвавшая ДТП. Обычно она является следствием главной причины и указывается в фактах и обстоятельствах ДТП. Для разработки профилактических мероприятий по конкретным ДТП необходимо выявить все категории причин.

При разработке профилактических мероприятий, направленных на исключение ДТП, необходимо уделить равное внимание устранению как главных, так и способствующих причин ДТП. Нужно иметь в виду, что мероприятия, направленные на устранение непосредственных и способствующих причин, снижают вероятность и повторение аналогичных дорожно–транспортных происшествий, ни не устраняют потенциальную возможность их проявления, так как главная причина остается неустраненной.

Очередность и срочность реализации профилактических мероприятий по предупреждению ДТП находятся в прямой зависимости от их опасности. Чем тяжелее ДТП, тем быстрее и оперативнее должны быть реализованы мероприятия, направленные на исключение возможности его повторения. Опасность ДТП, как правило, оценивается качественно на основании опыта и интуиции лиц, проводящих его анализ и квалифицирующих событие, происшедшее в дорожном движении, собственно говоря, как ДТП. В этом смысле выделяют просто ДТП. При этом трудно избежать субъективности в оценке опасности ДТП.

Единственно объективной количественной характеристикой ДТП является условная вероятность  $P(t)_{ВЫХ}$  выхода из конкретной опасной ситуации или уровень риска  $Q(t)_{ОС}$ . Ясно, что

$$P(t)_{ВЫХ} + Q(t)_{ОС} = 1.$$

Следуя методике, разработанной В.Ф. Жмеренецким Ю.А. Кибардиным, расчет  $P(t)_{ВЫХ}$  может быть произведен методом экспертной оценки с привлечением квалифицированных экспертов. Для этого экспертам предъявляется ДТП в виде словесного описания с конкретными значениями ее признаков. Выход из опасной

ситуации представляется последовательно тремя этапами: обнаружение и распознавание опасной ситуации, принятие решения, собственно предотвращение опасной ситуации. Внутри каждого этапа выделяются факторы определяющие трудность его благополучного выполнения.

В соответствии с формализованным описанием ДТП каждый из экспертов оценивает его опасность, пользуясь картой – таблицей вопросов (таблица 1).

Таблица 1 – Карта – таблица вопросов

Попробуйте оценить – почему и насколько опасна ситуация							
I Трудно определить причину?		II. Трудно принять решение ?			III. Трудно предотвратить?		
1. Очень трудно		1. Очень трудно			1. Очень трудно		
2. Вообще – то трудно		2. Вообще – то трудно			2. Вообще – то трудно		
3. Легко		3. Легко			3. Легко		
Что именно мешает?		Что мешает?			Что именно трудно?		
I а	I б	II а	II б	II в	III а	III б	III в
Обнаружить начальные признаки	Распознать, что именно случилось	Дефицит времени	Эмоциональная нагрузка	Недостаток информации	Управлять АТС	Управлять системами	Недостаточность технических средств
1. Очень трудно	1. Очень трудно	1. Сильно ощущается	1. Сильно чувствуется	1. Недостаточно	1. Очень трудно	1. Трудно	1. Недостаточно
2. Вообще – то трудно	2. Вообще – то трудно	2. Немного ощущается	2. Немного чувствуется	2. Трудно сказать	2. Заметно трудно	2. Средне трудно	2. Трудно сказать
3. Легко	3. Вообще – то не трудно	3. Не ощущается	3. Не чувствуется	3. Достаточно	3. Легко	3. Легко	3. Достаточно

Эксперт выбирает наиболее подходящий ответ на каждый из поставленных в карте вопросов; этот ответ оценивается баллом, равным порядковому номеру вопроса (1, 2 или 3). Средняя оценка в баллах опасности ситуации по результатам ответов  $m$  экспертов, определяется по формуле

$$Z_{CP} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n Z_{ij}}{mn} \quad (1)$$

где  $Z_j$  – оценка, выставленная  $j$  – м экспертом при ответе на  $i$  – й вопрос таблицы ( $i = 1, n$ ).

Математическое ожидание условной вероятности выхода из опасной ситуации связано со средней оценкой  $Z_{CP}$  в первом приближении соотношением

$$P_{BЫX} = \ln Z_{CP}. \quad (2)$$

Зависимость (2) справедлива при  $0,2 < P_{BЫX} < 0,99$ . Она может быть использована в практике эксплуатирующих организаций при экспертной оценке опасности ДТП. Качественные оценки опасности ДТП, представляемые опасными ситуациями, весьма дискретны, границы между такими оценками не всегда могут быть строго выявлены, что, естественно, затрудняет разработку профилактических мероприятий. В этом отношении выше приведенная методика с соотношением (2) дает возможность более дифференцированно подойти к характеристике опасности ДТП и в соответствии с этим разработать более оптимальные профилактические мероприятия.

Совокупность данных о ДТП подвергается начальной статистической обработке. ДТП классифицируются по причинности на следующие группы: по вине водителей, по вине пешеходов, из-за неисправностей АТС, из-за неудовлетворительных дорожных условий и по другим причинам. При анализе ДТП выявляется, на каком этапе дорожного движения, в какой день недели, в какое время суток, при каких метеорологических условиях происходит больше ДТП, случайно или закономерно их возникновение и возможно ли их проявление в будущем. При этом особое внимание уделяется анализу повторяемости ДТП по одним и тем же причинам, одними и теми же водителями, в одной и той же автотранспортной колонне. Повторяемость ДТП обычно свидетельствует о низкой эффективности профилактической работы по снижению числа ДТП, о наличии определенных закономерностей в их проявлении, что часто бывает следствием одних и тех же причин.

#### *Список литературы*

1. Амбарцумян, В.В., Шкрабак В.С., Шкрабак В.В. и др. Системный анализ проблем обеспечения безопасности дорожного движения. – С-Пб., изд-во СПбГАУ, 1999. – 350 с.

2. Амбарцумян, В.В., Бабанин В.Н. и др. Безопасность дорожного движения. – М.: Машиностроение, 1999. – 335 с.

## **The analysis of the reasons dorozhno – transport incidents**

*N. E. Sakovich, Dr.Sci.Tech., M. Nikitin, assistant Bryansk GAU*

In article the directions of the analysis of the reasons of the road accidents (RA), monitoring of shortcomings of safety of the movement by the organizations operating vehicles are offered. The methodology of identification of the reasons of road accident, establishment of a tendency of emergence of road accident and development of the preventive actions excluding repetition of similar cases is developed.

Keywords: traffic safety, accident rate indicators, vehicle, road accident, principles, tasks, factors.



УДК 631.354.2

### **СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**Петровец В.Р.**, *доктор технических наук, профессор*  
**Барыгин Н.А.**, *аспирант*

*УО «Белорусская ГСХА»*

*Производство зерна — основа аграрного сектора, индикатор уровня продовольственной безопасности и экономического благополучия государства, поэтому совершенствование технологии и технических средств уборки зерновых культур важно как для отдельного агрария, так и для всей страны в целом.*

*Ключевые слова: уборка зерновых культур, производство зерна, технических средств уборки зерновых культур зерноуборочные комбайны.*

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

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

Молотильно-сепарирующие устройства (МСУ) современных комбайнов являются основой этой мощной техники. Ведь именно такими приспособлениями комбайн и собирает урожай зерновых культур. Чтобы убирать злаковые растения чаще всего применяется МСУ роторного типа. Этот вид установок позволяет быстро и с минимальными потерями провести уборку большой территории.

Роторные сепарирующие устройства современных машин создаются с использованием особой технологии. Она заключается в том, что в основе МСУ используется длинный, горизонтальный ротор оснащенный гидростатическим приводом. А чтобы обмолоченное зерно подавалось равномерно из наклонной камеры, применяется подающий битер, оборудованный винтообразными лопастями.

Каждый элемент ротора способен "растянуть" влажную зерновую массу. Это позволяет избежать засорения ротора. А значит, хлеб можно убирать даже в плохую погоду. Причем, новейшие роторы имеют минимальные энергозатраты. Даже обмолот колосьев обходится весьма дешево. А объемы потери зерна составляют менее чем 1%.

Одной из важных задач при уборке зерна является недопущение попадания в МСУ посторонних предметов. И чтобы этого не произошло, в современных комбайнах применяется система автоматического открывания люка наклонной камеры. Если камень, или другой предмет, попадает в наклонную камеру, то он тут же "эвакуируется", не создавая никаких проблем [2].

Поэтому совершенствование технологии уборочных работ и технических средств для их реализации необходимо и актуально. Сейчас уже разработаны и нашли применение на практике некоторые новые решения в уборке зерна.

Государственным институтом сельского и лесного хозяйства и садоводства г. Бернбург в Германии ведутся исследования и отработка «компактного» способа уборки зерновых культур, являющегося альтернативой традиционному. Для реализации этой техноло-

гии используется модернизированный зерноуборочный комбайн без устройств очистки зерна и соломотряса.

Скошенная жаткой масса попадает в роторное молотильное устройство, затем смесь обмолоченного зерна, половы и часть измельченной соломы, до 25 процентов, подается в бункер большой вместимости до 30–35 куб.м. Оставшаяся часть соломы после обмолота измельчается и разбрасывается по полю. В бункере комбайна смесь может подвергаться дополнительному прессованию. После заполнения бункера она перегружается в транспортное средство и перевозится на стационарный пункт, где происходит очистка зерна. Другие продукты очистки могут быть использованы в качестве подстилки, на корм животным, энергетические цели и получение биогаза. Специалисты, занимающиеся исследованиями этой технологии, термин «компактный» объясняют тем, что в нем реализован комплексный процесс уборки всего урожая. Технологический процесс скашивания, обмолота, распределения соломы по полю и подготовки смеси зерна, половы и измельченной соломы к транспортировке осуществляется «компактным» комбайном без системы очистки. Смесь урожая в бункере и транспортном средстве при необходимости уплотняется. Исходя из требований к движению по дорогам, допустимая вместимость прицепа для транспортировки составляет 110 куб. м, или 25 т полезной нагрузки [3].

Швейцарской высшей школой по сельскому хозяйству с 2009 года ведутся исследования технологии уборки зерновых культур со сбором половы в отдельный бункер зерноуборочного комбайна. Нижняя часть бункера продолжение корпуса молотилки комбайна, а верхняя, выполненная из тканого материала, имеет возможность складываться и раскладываться. Плотность половы колеблется от 25 до 50 кг/куб. м, а вместимость бункера достигает одной тонны, в зависимости от влажности половы. Подача половы в приемник осуществляется по трубопроводу пневматическим способом. При испытаниях технологии полова разгружалась на краю поля на землю одновременно с выгрузкой зерна в транспортное средство. Затем пресс-подборщиком формировались рулоны плотностью 175 кг/куб. м и транспортировались к месту дальнейшего использования [4].

ПО «Гомсельмаш» налаживает производство зерноуборочного комбайна КЗС-1624. Он отличается новым компоновочным решением. Зерновой бункер расположен не наверху, как у всех комбайнов, а снизу. Это позволяет, по мнению специалистов-разработчиков, уменьшить расход энергии на подъем зерна в про-



цессе его очистки и выгрузки. Нижнее расположение бункера, который одновременно является и рамой, упрощает несущие конструкции и обеспечивает более высокую поперечную устойчивость комбайна, так как основная нагрузка распределена в нижней части машины. Новинка будет оснащена двигателем мощностью 331 кВт, жаткой шириной захвата 9 м и системой роторных соломосепараторов. Пропускная способность комбайна 16 кг/с.

В ГНУ СЗНИИМЭСХ было разработано молотильно-сепарирующее устройство, отличающееся применением на барабане зубовых бичей разной высоты и обеспечивающее рациональный обмолот.

Его основной принцип состоит в двухуровневом энергетическом воздействии на обмолачиваемую культуру путем нанесения по ней малого количества ударов большой интенсивности и большого количества ударов малой интенсивности. Процесс обмолота осуществляется при постоянных молотильных зазорах, установленных на заводе. Молотильно-сепарирующее устройство предназначено для обмолота зерновых колосовых и других культур и устанавливается на одно- и двухбарабанных зерно- и рисоуборочных комбайнах. Обеспечивает повышение пропускной способности на 18–24 процентов, снижение микротравмирования зерна и энергоемкости обмолота на 30 процентов, экономию топлива на 10–13 процентов. Потери зерна молотилками комбайнов, работающих в хозяйственных условиях, уменьшаются в 1,5–2 раза. Зерноуборочные комбайны, оборудованные таким молотильным аппаратом, прошли испытания на Прибалтийской, Центральной, Дальневосточной и Кзыл-Ординской МИС. Около 800 комбайнов с таким молотильным устройством уже эксплуатируются в хозяйствах Красноярского края[5].

Фирма CaseIH одна из первой среди производителей сельскохозяйственной техники разработала систему синхронизации совместной работы двух машин с использованием беспроводной связи. Зерноуборочный комбайн, являясь ведущим, при попадании трактора с прицепом для перевозки зерна в зону активности автоматически управляет его скоростью, направлением движения и расстоянием между машинами. Система также может координировать движение в загонке двух зерноуборочных комбайнов [6].

Одно из инновационных решений фирмы Claas система визуальной оценки качества зерна было награждено серебряной медалью на выставке Agritechnica-2013. Расположенная в головке элеватора цветная фотокамера с высоким разрешением делает снимки

убираемого зерна в зерновом потоке. Фотографии анализируются на наличие незерновых примесей и дробленых зерен, а результаты анализа в виде диаграмм передаются на терминал комбайна. Комбайнер имеет возможность сразу просматривать снимки и различать отдельные или прилипшие примеси. Это создает новую и более точную основу для оценки качества зерна и оптимизации настройки жатки и системы очистки на зерноуборочных комбайнах.

Серебряной медалью выставки Agritechnica-2013 отмечено также устройство, автоматически регулирующее равномерное распределение соломы и половы за комбайном. Датчики ветра и уклона расположены на обеих задних фарах комбайна. Они выполнены в форме пластин и фиксируют боковой ветер и одновременно угол склона, раскачиваясь вбок или вперед-назад в соответствии с силой ветра. Измеряется максимальный показатель и частота отклонения датчика, что исключает влияние порывов ветра или подветренного расположения. На основе этой информации формируется команда радиальному распределителю по сбросу соломы против ветра и/или вверх по склону.

На выставке Agritechnica-2013 фирма New Holland была награждена серебряной медалью за систему, автоматически изменяющую частоту вращения приводных валов соломотряса в зависимости от уклона и убираемой культуры. При движении в гору частота вращения валов снижается, а под гору увеличивается. В обоих случаях плотность вороха становится сравнимой с показателями при уборке на участках с ровным рельефом. При смене культуры система автоматически загружает частоту вращения валов, необходимую для данной культуры. Такого рода адаптация и регулировка частоты вращения валов соломотряса применяются впервые.

#### *Выводы*

1. Благодаря внедрению инноваций в комбайнах существенно увеличились бункеры для зерна. А вот время уборки, напротив, значительно снизилось.

2. Улучшилась система загрузки зерна и увеличилась производительность. А благодаря системе по стабилизации склонов новые сельхозмашины могут справляться со своими задачами даже на неровных полях.

3. Дизайн техники и комфортность кабины водителя теперь находятся на самом высоком уровне. Но потребление топлива при этом всегда минимальное.

4. Надежные системы контроля позволяют расходовать ровно

столько горючего, сколько необходимо для выполнения той или иной задачи, и ни каплей больше.

#### *Список литературы*

1. Гольяпин, В.Я. Зарубежный комплекс машин для уборки зерновых культур с обработкой невеяного вороха на стационаре / В.Я. Гольяпин // Тракторы и сельхозмашины. – 2008. – №5.
2. Василенко И. Ф. и др. Зерновые комбайны СССР и зарубежных стран. М: Сельхозгиз, 1998.
3. Клочков А.В. и др. Комбайны зерноуборочные зарубежные. А.В. Клочков и др. -Мн.: УП «Новик», 2000.
4. Долгов, И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины / И.А. Долгов. – Издательство: ДГТУ, 2003.
5. Зерноуборочные комбайны / Г.Ф. Серый, Н.И. Косилов, Ю.Н. Ярмашев, А.И. Русанов. — М.: Агропромиздат, 2002.
- 6 Стружкин, Н.И. Повышение эффективности использования зерноуборочных комбайнов / Н.И. Стружкин // Техника в сельском хозяйстве. –2008. – № 2.

#### **Modern directions of perfection of technology and means harvesting of grain crops**

*V.R Petrovets d.T.N., Professor. , N.A Barygin, a graduate student*

*УО « Belarusian GSHA »*

Grain production - the basis of the agricultural sector , the indicator of food security and economic well-being of the state. therefore improving the technology and means of harvesting crops, it is important both for the individual landowner , and for the country as a whole

Keywords: cleaning crops, grain production, technical means grain harvesting combine harvesters



## **ПРИНЦИП РАБОТЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ОЧИСТКЕ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ**

**Белоусов В. А., к.т.н., доцент, Сысоев А. А., магистрант**

*УО «БГСА»*

*Изложены процессы происходящие в электрическом поле высокой напряженности между коронирующими электродами сажевого электрофильтра. Представлены вольт-амперная характеристика коронного разряда и схема механизма зарядки и осаждения частиц сажи в электрофильтре. Рассмотрены имеющиеся типы конструкций электрофильтров с указанием наиболее рациональных конструктивных параметров.*

*Электрическая фильтрация газов является одним из наиболее практически применимых методов, где силы электрического поля используются для осаждения частиц, переносимых газовым потоком.*

*Ключевые слова: фильтрация газов, электрического поля, газовый поток, принцип работы.*

В очистке газов с помощью электрофильтра можно выделить три процесса: зарядка частиц, движение к осадительному электроду и осаждение. Данные процессы в конечном итоге определяют основную характеристику эффективности работы электрофильтра – степень очистки газов.

Применение электрофильтров основано на различии диэлектрических постоянных частиц сажи и отработавших газов (ОГ), что позволяет придать частицам заряд определенной величины, при которой они под действием электрического поля удаляются из увлекающего их газа на осадительный электрод [1]. Процесс электрической очистки ОГ, с физической точки зрения, в первом приближении может быть описан так. ОГ с частицами сажи 4 (рис. 1) проходят в межэлектродном пространстве между осадительным электродом (пластина) 5 и коронирующим электродом (провод) 1, подсоединенным к отрицательному выводу источника высокого напряжения 6.

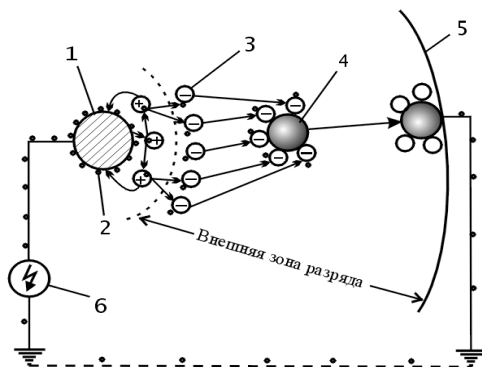


Рис. 1. Схема механизма зарядки и осаждения частиц сажи в электрофилт্রে

Между проводом и пластиной возникает неоднородное, электрическое поле, для которого характерна неодинаковая напряженность у провода и у пластины; в рассматриваемом нами случае напряженность поля у провода значительно выше, чем у пластины. Рассмотрим вольт-амперную характеристику разряда (рис. 2) [2, 3, 4].

При возрастании напряжения от нуля до точки А (участок ОА) имеет место закон Ома – убыль концентрации зарядов между электродами восполняется за счет актов ионизации и диффузии заряженных частиц в пространство между электродами. На участке АВ ток практически не меняется, так как все образующиеся за счет внешних ионизаторов заряды попадают на электроды; величина тока насыщения определяется интенсивностью воздействующего на промежуток внешнего ионизатора. При дальнейшем увеличении напряжения (участок ВС), напряженность поля между электродами становится достаточной для ударной ионизации и ток резко возрастает, что говорит о начале развития процессов ионизации газа под действием электрического поля. При напряжении  $U_0$  происходит резкое увеличение тока в межэлектродном промежутке, который при этом теряет свойства диэлектрика и превращается в проводник. Участок CD соответствует интенсивному развитию процессов ионизации газа под действием сильного электрического поля (коронный разряд).

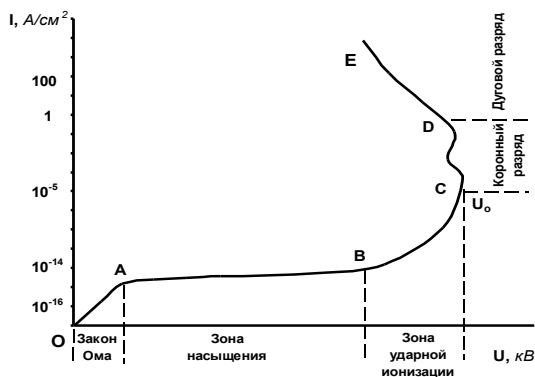


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика газового разряда

Попадающим в сильное электрическое поле электронам 2 (рис. 1) сообщается ускорение и они приобретают энергию, достаточную для ионизации молекул, в результате чего образуются отрицательные и положительные ионы 3. Следует отметить, что электроны и ионы, движущиеся в газе, могут вызвать ионизацию нейтральных молекул лишь в момент, когда их кинетическая энергия превышает критическую величину [5]. По мере увеличения напряженности поля и в результате такой ударной ионизации движущиеся ионы 3 и быстрые электроны 2 заполняют весь межэлектродный промежуток. Положительные ионы нейтрализуют свой заряд на коронирующем электроде, а отрицательные двигаются по направлению к заземленному осадительному электроду, по пути осажаясь на поверхности частиц сажи 4, которые также начинают двигаться к осадительному электроду со скоростью дрейфа  $w$ , направленной перпендикулярно к пластине. Зарядка частиц сажи 4 в электрическом поле происходит в результате адсорбации ионов 3 поверхностью частиц во внешней зоне коронного разряда. На внешнюю зону приходится основная часть межэлектродного промежутка, в котором перемещается поток ОГ. В результате частицы сажи, осажаясь под совместным действием поля и аэродинамических сил потока ОГ на пластине (при отрицательной короне), отдают свой заряд в землю через заземление. Следующий слой осажденных частиц отдает свой заряд в землю через предыдущий и и.д. Примерно так протекает этот еще недостаточно изученный и поэтому не всегда управляемый, но весьма важный процесс.

В случае значительной мощности источника питания коронный разряд переходит в дуговой (участок DE) (рис. 2), который имеет относительно большую плотность тока и поддерживается ионизационными процессами не только в результате ударной ионизации, но также под влиянием высокой температуры и вызываемой ею термической ионизацией воздуха и термоэлектронной эмиссией с катода [6]. Участок вольт-амперной характеристики OABC, с малой плотностью тока, соответствует несамостоятельной форме разряда, называемого также темным или таунсендовским. Участок CDE, с достаточно высокой плотностью тока, соответствует самостоятельной форме разряда.

Схему конструкции электрофильтра выбирают в соответствии с составом и свойствами очищаемых газов и взвешенных частиц, а также в зависимости от требуемой степени очистки ОГ.

Известны две группы электрофильтров, несколько различающихся по принципу действия. Однозонные – в которых зарядка и осаждение частиц происходит в одной конструктивной зоне, где расположены коронирующие и осадительные электроды. Двухзонные – в которых зарядка и осаждение частиц происходят в различных конструктивных зонах. В первой располагается коронирующая система, во второй – осадительная система. Однако, такие фильтры сложны конструктивно и обладают большими габаритными размерами. Большинство электрофильтров, используемых для очистки промышленных газов - однозонные. Двухзонные электрофильтры применяются в основном для очистки вентиляционного воздуха [7]. Условия их работы характеризуются малой начальной запыленностью воздуха и высокой степенью очистки. В зависимости от формы осадительных электродов электрофильтры обычно подразделяются на трубчатые и пластинчатые. Трубчатые электрофильтры – аппараты с вертикальным потоком газа. Подлежащие очистке газы проходят через трубчатые осадительные электроды, внутри которых располагаются коронирующие проволочки, внутри которых располагаются коронирующие проволочки. Вверху и внизу коронирующие электроды объединяются рамами, которые изолированы от корпуса и осадительных электродов. Чаще всего верхняя рама укрепляется на изоляторах, а нижняя – висит на коронирующих проволочках. Пластинчатые электрофильтры – аппараты с осадительными электродами в виде пластин, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Между пластинами размещены коронирующие электроды, укрепленные на изоляторах. В зависимости от направления движения газов эти электрофильтры разделяются на вертикальные и горизонтальные.

К основным элементам электрофильтра относятся: узлы подвода, распределения и отвода очищаемых газов; корпус; электроды коронирующие и осадительные; изоляторы. В одном корпусе электрофильтра может быть расположено несколько независимых, последовательно расположенных систем электродов или, как говорят в практике газоочистки, электрических полей. Такие электрофильтры называются по числу полей одно-, двух- и многопольными. Разделение полей с независимым электрическим питанием позволяет обеспечить максимальное напряжение на каждой системе электродов в зависимости от местных условий, например концентрации частиц, и таким образом повысить степень очистки [8]. Трубчатые электрофильтры в основном применяются для улавливания жидких частиц, пластинчатые – как жидких, так и твердых частиц [9]. Электрическое поле пластинчатых электрофильтров несколько слабее, чем в трубчатых [10, 11].

Остановимся подробнее на конструкции коронирующих и осадительных электродов. Коронирующие электроды должны обладать формой, способствующей созданию интенсивного коронного разряда, механической прочностью и жесткостью, обеспечивающей продолжительную службу электродов в условиях вибрации, высоких температур, воздействия газового потока и систем удаления осажденных частиц [12]. В конструкции коронирующих электродов можно выделить две группы.

К первой группе относятся электроды, которые не имеют фиксированных коронирующих точек. При отрицательной короне коронирующие точки располагаются вдоль электрода на разном расстоянии друг от друга, в зависимости от состояния поверхности электрода. Типичные представители электродов этой группы: круглый диаметром 2...4 мм; квадратный со стороной квадрата 3...4 мм и штыкового сечения, вписывающийся в квадрат со стороной 4...5 мм [11, 13]. Указанные размеры выбраны из условия механической прочности электродов.

Ко второй группе относятся электроды с фиксированными точками разряда по их длине. Типичными представителями этих электродов являются колючая проволока, пилообразные и игольчатые электроды. Электроды второй группы, в особенности игольчатые, обладают определенными преимуществами. Малые радиусы кривизны поверхности на концах игл позволяют получить низкие начальные напряжения короны [14]. Вместе с тем имеется возможность без ухудшения электрических характеристик обеспечить не-



обходимую механическую прочность и жесткость электрода. Электроды этой группы при равных напряжениях и межэлектродных расстояниях обеспечивают значительно больший ток короны, чем электроды первой группы [14]. Испытания показали, что при скорости 2 м/с эффективная скорость дрейфа частиц для игольчатого электрода с расстоянием между иглами 40 мм получилась в 1,5 раза больше, чем для электродов штыкового сечения [8, 15]. Соответственно получилось различие и в степени очистки.

Применяемые в электрофильтрах осадительные электроды также имеют разнообразную форму. Многочисленными исследованиями установлено, что для обеспечения высокоэффективной работы электрофильтров осадительные электроды должны иметь гладкую поверхность [10, 16, 17]. Гладкая поверхность осадительных электродов позволяет создавать повышенную напряженность электрического поля, а при наличии углов и острых кромок возникают пробой, что вызывает необходимость снижения напряжения на электродах. Вместе с тем осадительные электроды должны обладать достаточной механической прочностью, обеспечивающей надежную работу в условиях высокой температуры и сильных вибраций.

При расчете конструкций электрофильтров важное значение имеет обоснованный выбор расстояния между осадительными и коронирующими электродами. Из выражения для степени очистки газов следует, что эффективность работы электрофильтра возрастает с уменьшением межэлектродного расстояния [17, 18]. Однако, при уменьшении межэлектродного расстояния, во-первых, повышается стоимость электрофильтра и, во-вторых, возрастает влияние неточности установки коронирующих электродов между осадительными пластинами, неровностей поверхности осадительного электрода, слоя частиц, осажденного на электроде. Это приводит к снижению максимальной напряженности поля, при которой может работать электрофильтр [19, 20]. Чрезмерному увеличению расстояния между коронирующим и осадительными электродами, помимо уменьшения степени очистки, препятствуют трудности, связанные с изготовлением и эксплуатацией источников питания, изоляторов на напряжение свыше 50 кВ.

Технико-экономическое сопоставление всех этих факторов привело к тому, что для промышленных электрофильтров признаны оптимальными и изготавливаются электрофильтры с межэлектродным расстоянием 100...150 мм [7]. Исследование электрических характеристик систем электродов, применяемых в промышленных элек-

трофильтрах, также показали, что относительно тонкие провода диаметром не более 2...3 мм и игольчатые электроды имеют пробивное напряжение, соответствующее постоянной средней напряженности около 20 кВ/см [7, 12]. Таким образом, для указанных выше межэлектродных расстояний пробивное напряжение составляет 150...250 кВ. Однако реальные электрофильтры работают при средней напряженности поля, не превышающей 3...4 кВ/см [11]. Столь сильное снижение напряженности по сравнению с теоретически достижимой объясняется влиянием свойств частиц, находящейся в межэлектродном промежутке и на электродах, и в значительной степени неоднородностью поля на краях, где кончаются осадительные и крепятся коронирующие электроды.

Учитывая сильную зависимость эффективности работы электрофильтра от напряженности поля, представляется важной разработка мероприятий по повышению рабочей напряженности электрофильтра и приближению её к предельной.

Поскольку степень очистки газов в электрофильтрах возрастает с увеличением тока коронного разряда, то желательно использовать системы электродов, обеспечивающие при данном напряжении максимальный ток. Решение этого вопроса непосредственно связано с выбором расстояния между коронирующими проводами в системе электродов "ряд проводов между плоскостями". При небольших расстояниях между проводами необходимо учитывать увеличение напряжения начала коронного разряда за счет взаимного влияния проводов [21]. Ток короны, стекающий с каждого провода, уменьшается. В результате действия противоречивых факторов – увеличения общего тока за счет возрастания числа проводов и уменьшения тока с каждого провода из-за взаимного влияния проводов получается оптимальное соотношение, при котором ток на единицу поверхности осадительных электродов максимален при следующем условии [10, 15]:

$$2b/H = 1,2 \dots 1,6 ,$$

где  $2b$  – расстояние между проводами, м;

$H$  – межэлектродное расстояние, м.

Это соотношение сохраняется и в случае игольчатых электродов. Необходимо только добавить оптимальное соотношение для расстояния  $2b_1$ , между иглами, которое имеет вид:

$$2b_1/H = 0,2 \dots 0,6 .$$

В настоящее время стройной теории процессов, происходящих в электрофильтре нет. Поэтому при расчете их конструкций пользуются эмперическими коэффициентами с учетом реальных условий, определяемых технологическим процессом и параметрами пылегазового потока.

### *Список литературы*

1. Капцов Н. А. Коронный разряд и его применение в электрофильтрах. – М.: Гостехиздат, 1948. – 272 с.
2. Леб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах. – М.: Гостехиздат, 1950. – 659 с.
3. Стефанов К. С. Техника высоких напряжений. – Л.: Энергия, 1967. – 494 с.
4. Техника высоких напряжений: Учеб. пос. для вузов / Г. Н. Александров, В. Л. Иванов и др.; Под ред. М. В. Костенко. – М.: Высшая школа, 1973. – 528 с.
5. Техника высоких напряжений: теоретические и практические основы применения / М. Бейер, В. Бек, К. Келлер, В. Цаенгль; Под ред. В. П. Ларионова. Пер с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 555 с.
6. Техника высоких напряжений / А. А. Акопян, Г. В. Буткевич и др.; Под ред. Л. И. Сиротинского. – М.: Госэнергоиздат, 1951. – 292 с.
7. Пирумов А. И. Обеспыливание воздуха. – М.: Стройиздат, 1981. – 296 с.
8. Банит Ф. Г., Мальгин А. Д. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1979. – 352 с.
9. Жебровский С. П. Электрофильтры. – М.: Госэнергоиздат, 1950. – 87 с.
10. Основы электрогазодинамики дисперсных систем / И. П. Верещагин, В. И. Левитов, Г. З. Мирзабекян, М. М. Пашин. – М.: Энергия, 1974. – 480 с.
11. Дымовые электрофильтры / И. П. Верещагин, Г. З. Мирзабекян и др.; Под ред. В. И. Левитова. – М.: Энергия, 1980. – 448 с.
12. Алиев Г. М. А. Пылеулавливание в производстве огнеупоров. – М.: Металлургия, 1971. – 224 с.
13. Ткаченко В. М., Валуев А. И. Эффективность работы электрофильтра при различных типах коронирующих электродов // В сб.: Электрическая очистка газов / НИИОГАЗ. – М.: Энергия, 1968. – С. 34–40.

14. Левитов В. И., Ткаченко В. М. Электрические характеристики некоторых типов коронирующих электродов электрофильтров // Известия АН СССР: Энергетика и транспорт. – 1966. – № 3. – С. 245–251.

15. Алиев Г. М. А., Гоник А. Е. Электрооборудование и режимы питания электрофильтров. – М.: Энергия, 1971. – 124 с.

16. Кизин И. А., Мальгин А. Д., Решидов И. К. Исследование и разработка осадительных электродов для горизонтальных электрофильтров / В сб.: Электрическая очистка газов / НИИОГАЗ. – М.: Энергия, 1968. – С. 41–49.

17. Ужов В. Н. Очистка промышленных газов электрофильтрами. – М.: Химия, 1967. – 280 с.

18. Уайт Дж. Последние достижения в области электрогазоочистки в США. Применение сил электрического поля в промышленном и сельском хозяйстве. Пер. с англ. – М.: ВНИИЭМ, 1964. – 273 с.

19. Перевезенцев А. В. Электрическая очистка газов в цементной промышленности. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – 112 с.

20. White G. Industrial electrostatic precipitation. Pergamon press. – Oxford-London-Paris-Frankfurt, 1963. – 376 p.

21. Ермилов И. В. Исследования и расчет процессов очистки газов в пластинчатых электрофильтрах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08 / ВЭИ. – М., 1974. – 24 с.

### **Principles of operation and state of the art software Exhaust gas cleaning electrostatic precipitator**

*Belousov A., k.t.n., Associate Professor Sysoev AA , undergraduate*

*UO « Belarusian GSHA »*

The processes occurring in the electric field of high tension between corona-forming electrodes of the participate electrostatic precipitator are stated. The volt-ampere characteristic of the corona discharge and the scheme of charging mechanism and sedimentation of soot particles in the electrostatic precipitator are submitted.

The available types of design of the electrostatic precipitators with the indication of the most efficient design data are considered.

Keywords: filtration of gases , and electric field , gas flow principle.



**К ВОПРОСУ УРОВНЕВОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ  
ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ  
110800 «АГРОИНЖЕНЕРИЯ», 190100 «НАЗЕМНЫЕ  
И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ»**

**Блохин В.Н., к.т.н., доцент, Никитин В.В., к.т.н., доцент**

*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Представлена методика преподавания теоретической механики (федеральной дисциплины Е.Н.Ф.06, по направлениями «Агроинженерия», «Наземные и транспортно-технологические комплексы») для трехуровневой подготовке бакалавров, которая применяется в Брянском государственном аграрном университете*

*Ключевые слова: уровень сложности, трехуровневая подготовка, компетенция.*

Для изучения теоретической механики по направлениям «Агроинженерия», «Наземные и транспортно-технологические комплексы» для изучения теоретической механики отводится 180 часов: 96 часов – лекционный и практический курс; 84 часа на самостоятельное изучение некоторых разделов теоретической механики.

Весь материал излагается в одном семестре. В стандарте по теоретической механике дается примерная программа, состоящая из трех разделов: статика, кинематика и динамика.

*Статика.* Понятие силы, момента силы относительно точки и оси, пары сил. Методы преобразования системы сил. Условия и уравнения равновесия твердых тел под действием различных систем сил. Центр тяжести твердого тела и его координаты.

*Кинематика.* Предмет кинематики. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Абсолютное и относительное движение точки. Сложное движение твердого тела.

*Динамика.* Предмет динамики. Законы механики Галилея-Ньютона. Задачи динамики. Прямолинейные колебания материальной точки.

Механическая система. Дифференциальные уравнения меха-

нической системы. Количество движения материальной точки и механической системы.

Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Общие теоремы динамики. Понятие о силовом поле. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Методы кинестатики. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижных осей.

Связи и их уравнения. Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты системы. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах или уравнения Лагранжа второго рода. Явление удара. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе.

Исходя из объема программы, каждый преподаватель должен на свое усмотрение разделить материал на аудиторные и самостоятельные занятия.

На наш взгляд переход на трехуровневую подготовку бакалавров связан с востребованием иметь в Агропромышленном комплексе кадровый инженерно-технический состав разного уровня подготовки. Например: механизатор, инженер-механик, конструктор.

Поскольку каждый уровень подготовки бакалавров соответствует определенной компетенции (знать, уметь, владеть навыками, анализировать, делать выводы), то, естественно, весь теоретический материал, задачи, лабораторные работы, расчетно-графические работы, контрольные и экзаменационные вопросы, тесты и самостоятельная работа должны соответствовать трем уровням подготовки бакалавров.

В соответствии с этим предлагаем методику, применяемую нами, для трехуровневой подготовки бакалавров при выполнении расчетно-графических работ [1]. Например, после изучения темы «Произвольная плоская система сил» преподаватель выдает по 30 вариантам самостоятельные задания трех уровней сложности: первый уровень – 10 вариантов – простые задания (1 нагрузка); второй уровень – 10 вариантов – среднее задание (2 нагрузки); третий уровень – 10 вариантов – сложные задания (3 нагрузки).

При правильном решении задания первого уровня студент получает «удовл», второго уровня – «хорошо», третьего уровня – «отлично».

Студент самостоятельно должен выбрать уровень сложности

РГР. Но если студент легко справляется с заданием первого уровня, то он по желанию может взять задание второго или третьего уровня.

Аналогичную методику можно использовать и при сдаче экзамена. Все 30 билетов разделить на три уровня сложности. Например, билет, относящийся к первому уровню сложности:

1. Вопрос (статика): Аксиомы статики.
2. Вопрос (кинематика): Поступательное движение твердого тела.
3. Вопрос (динамика): Работа силы тяжести.
4. Задача: простая задача из любого раздела теоретической механики.

механики.

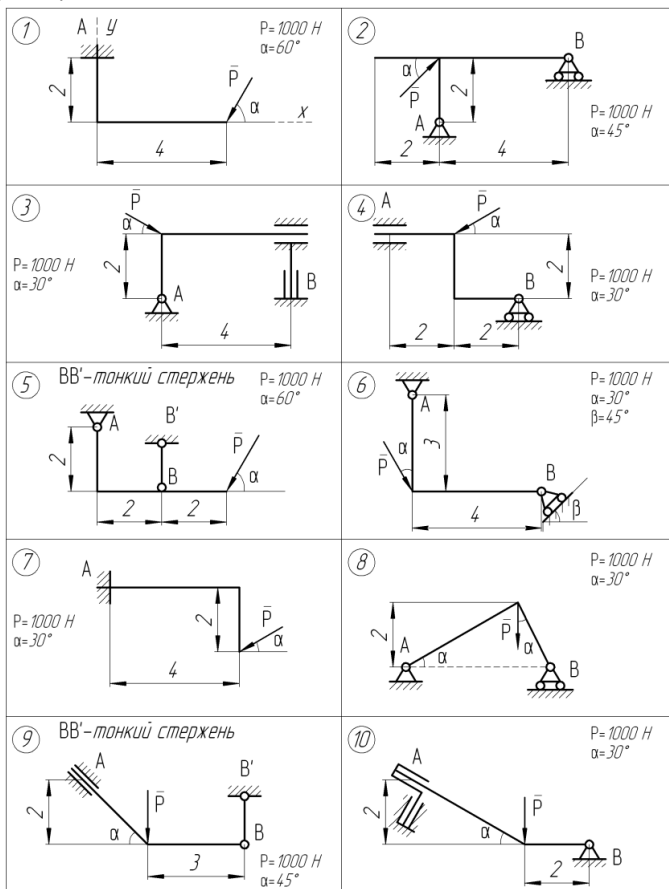


Рисунок 1 – Задачи первого уровня сложности

Экзаменационный билет второго уровня сложности:

1. Вопрос (статика): Сходящаяся система сил. Условия равновесия.
2. Вопрос (кинематика): Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси.
3. Вопрос (динамика): Теорема о движении центра масс системы.
4. Задача: средней сложности из любого раздела теоретической механики.

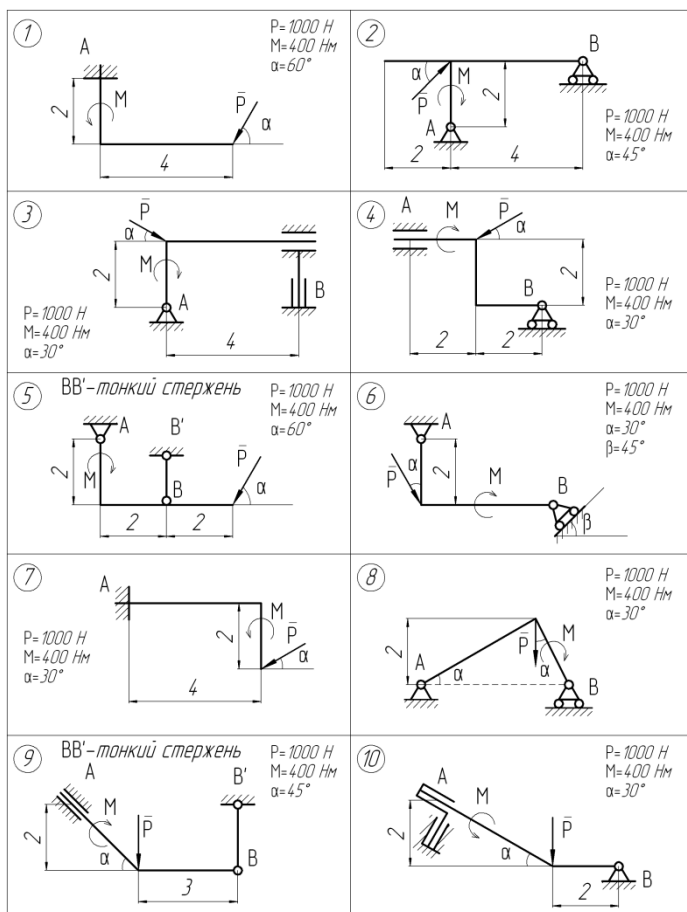


Рисунок 2 – Задачи второго уровня сложности



Экзаменационный билет третьего уровня сложности:

1. Вопрос (статика): Произвольная пространственная система сил и ее условие равновесия.
2. Вопрос (кинематика): Сложное движение точки.
3. Вопрос (динамика): Кинетическая энергия системы.
4. Задача: сложная задача из любого раздела теоретической механики.

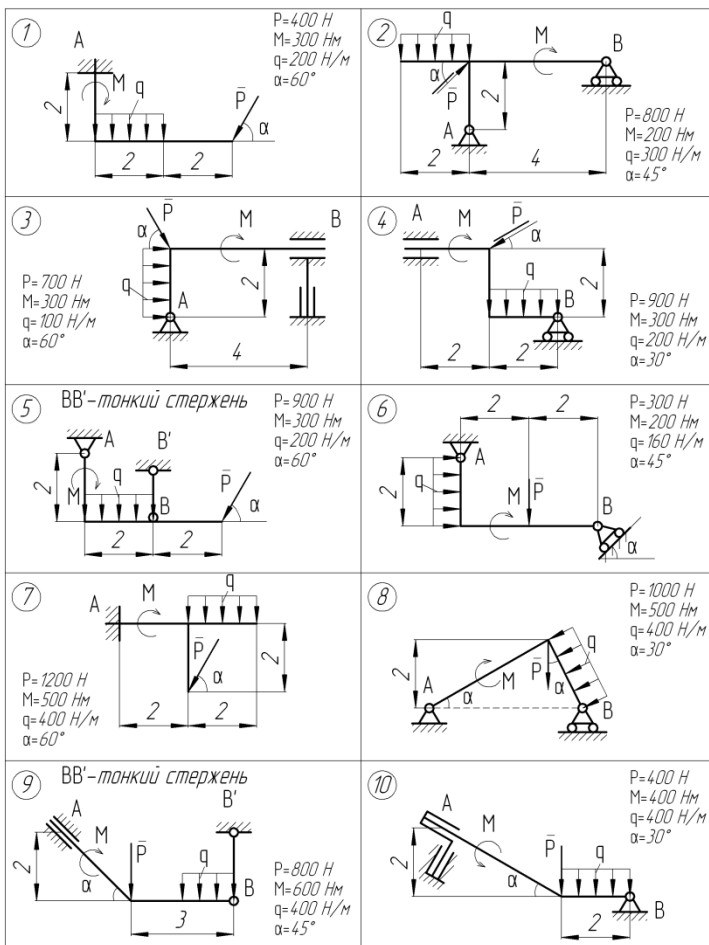


Рисунок 3 – Задачи третьего уровня сложности

Аналогично, с помощью тестов, по трем уровням сложности можно проводить промежуточные аттестации, зачет и даже экзамен.

Естественно, такая методика по трехуровневой подготовке бакалавров требует от преподавателей большой подготовки для разработки, как теоретического материала, так и практических самостоятельных заданий и самое главное, способствует активации самостоятельного изучения как теоретического так и практического курса теоретической механики. Для подбора соответствующего материала рекомендуем использовать непревзойденный до сих пор задачник по Теоретической механике под редакцией Мещерского Ивана Всеволодовича, который выдержал 47 изданий и который является основным пособием по механике. В нем содержатся задачи разного уровня сложности. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [2] можно также с успехом применять для самостоятельной подготовки бакалавров, несмотря на то, что все задания повышенной трудности.

В последнее время появился и вызывает определенный интерес сборник заданий по направлению подготовки бакалавров [3]. Это учебное пособие соответствует содержанию федеральной дисциплины ЕН.Ф.06 «Теоретическая механика». Пособие содержит 30 вариантов заданий по 5 темам статики, 4 темам кинематики и 8 темам динамики. В основном пособие предназначается для текущего контроля усвоения знаний, но по всей вероятности авторами не ставилась цель 3 уровневой подготовке бакалавров.

В связи с этим возникает необходимость дифференцированного подхода к разработке методической литературы для трехуровневой подготовки бакалавров.

#### *Список литературы*

1. Блохин В.Н., Никитин В.В. Трехуровневая подготовка студентов по теоретической механике по направлению 110800 – Агроинженерия // Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. Международный сборник научных трудов. – Гомель: Изд-во Белорусский ГУТ, 2014. – С. 191-197.
2. Яблонский, А.А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. – Интеграл-Пресс, 2002. – 384 с.
3. Диевский, В.А., Малышева И.А. Теоретическая механика. Сборник заданий. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. – 192 с.

**THE QUESTION tier training students in theoretical mechanics  
FOR DIRECTIONS 110800 «Agricultural Engineers»,  
190100 «terrestrial and TRANSPORTATION  
AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS»**

*VN Blokhin, Ph.D., associate professor,  
VV Nikitin, Ph.D., Associate Professor,*

*FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The technique of teaching of theoretical mechanics (federal E.N.F.06 discipline, in the direction of "Agroengineering", "Land transport and technological systems") for a three-level training of bachelors, which is used in the Bryansk State Agricultural University.

**Keywords:** difficulty level, three-level training, competence.



УДК 621.436.004+665.753.4.

**ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ  
ПРОКАЧИВАЕМОСТИ И ФИЛЬТРУЕМОСТИ  
ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ  
В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Гордеенко А.В., к.т.н., доцент**

**Понталев О.В., к.т.н., доцент, Астапенко И.М., ассистент**

*УО «Белорусская ГСХА»*

*Наибольшую сложность при эксплуатации МТП в зимний период процессы пуска и последующего прогрева дизеля. Так при сильных морозах продолжительность тепловой подготовки увеличивается в 12 раз по сравнению с летним периодом, доходя до 20...25 % времени смены. Рассмотрены устройства защиты топливоподающей аппаратуры дизелей от кристаллов Н-алканов в условиях отрицательных температур, позволяющие улучшить низкотемпературную прокачиваемость топлив.*

*Ключевые слова: зимний период, дизельное топливо, защита топливной аппаратуры.*

Улучшение условий прокачиваемости и фильтруемости дизельных топлив, при отрицательных температурах окружающей среды, возможно несколькими способами. Один из них, это установка нового элемента топливной аппаратуры – подогревателя топлива, позволяющего обеспечить предварительный нагрев топлива перед его подачей к топливному насосу высокого давления. Для этих целей используют различные электронагревательные устройства, которые обеспечивают плавление кристаллов углеводов.

Наиболее распространенный способ улучшения низкотемпературной прокачиваемости дизельных топлив – утепление топливных баков, трубопроводов, топливных фильтров, установка последних в подкапотном пространстве двигателя как можно ближе к выпускному коллектору [3]. Преимущество этого способа в том, что не требуется дополнительных устройств, однако он имеет и существенный недостаток, такой как, низкая степень нагрева и невозможность разрушения кристаллов в период пуска и прогрева двигателя [1,2].

Повышенную степень нагрева получают применением специальных нагревательных устройств, таких как: теплообменники отработавших газов, охлаждающей жидкости, излишков топлива или электронагревательные устройства.

Теплообменники, основанные на использовании отработавших газов, расположены в основном внизу топливного бака [1]. Однако существуют конструкции теплообменников использующих отработавшие газы в специальном корпусе, внутри которого расположены пучки труб. Суть этой конструкции в том, что выхлопные газы проходят по трубкам, которые обтекает дизельное топливо [3]. Существенные недостатки таких теплообменников — сильная зависимость температуры теплоносителя от режима работы двигателя и низкий потенциал тепла газов при работе двигателя на холостом ходу. Кроме того, они имеют довольно сложную конструкцию, не обеспечивают подогрев топлива перед пуском дизеля, имеют повышенную пожароопасность. Следует отметить и тот факт, что конструкции таких подогревателей значительно повышают сопротивление выхода отработавших газов, а это ведет к снижению мощности развиваемой двигателем.

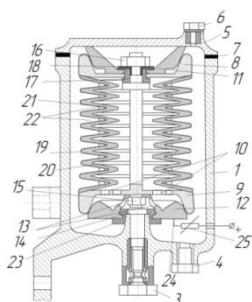
Во избежание большого расхода электрической энергии для подогрева топлива можно использовать тепло охлаждающей жидкости [1]. Однако существуют конструкции таких теплообменников, выполненных в виде змеевика, погруженного в топливный бак. К

преимуществам такого типа подогревателей можно отнести более высокий коэффициент полезного действия, но они имеют и ряд недостатков. Основными недостатками теплообменников с использованием тепла охлаждающей жидкости являются довольно сложная конструкция двойного штуцера и непригодность их при запуске холодного двигателя.

Устройства для разрушения кристаллов *H*-алканов в дизельном топливе. Теплообменники с использованием тепла излишков топлива могут быть выполнены по всей длине всасывающего трубопровода по типу "труба в трубе" [1,2]. В литературе встречается описание подогревателей с использованием тепла излишков топлива от форсунок, выполненных в виде смесителей, расположенных в топливном баке недалеко от заборного штуцера. Кроме того, имеется описание теплообменников, использующих теплое топливо из головки топливного насоса высокого давления, которое поступает через редукционный клапан во всасывающую полость подкачивающего насоса.

К недостаткам этого способа можно отнести то, что разрушение кристаллов парафинов будет происходить лишь при запущенном и хорошо прогретом двигателе, однако это не исключает возможности забивания пробками парафинов в двойном штуцере. [2]. Кроме того, в данной конструкции не предусмотрен фильтр грубой очистки, и продукты износа прецизионных пар поступают опять к топливному насосу высокого давления, т.е. нет очистки топлива в ФГО.

На рисунке 1 представлена схема фильтра тонкой очистки с электронагревательным устройством, выполненным из углеродных тканей [5].

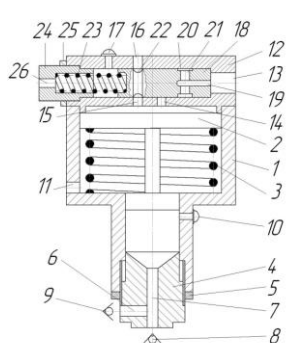


1 – корпус ФГО; 2 – ось; 4 – сливная пробка; 5 – крышка корпуса; 6 – пробка для стравливания воздуха; 7 – прокладка; 8 и 9 – основания фильтрующего элемента; 10, 11, 12 и 24 – зажимы; 13 и 14 – отверстия; 15 и 16 – гайки; 17, 18 и 23 – диэлектрические втулки; 19, 21 и 22 – пружины; 20 – углеродная ткань; 25 – позистор

Рисунок 1 - Фильтр тонкой очистки с электронагревательным элементом

Перед пуском двигателя выключателем массы замыкается цепь, и электрический ток проходит через зажим 10, углеродную ткань 20, зажим 11, позистор 24. В результате этого нагревается углеродная ткань, что приводит к разрушению кристаллов парафинов, находящихся на ее поверхности, за счет чего обеспечивается улучшение условий фильтруемости дизельного топлива. Позистор 24 предотвращает перегрев и разрушение углеродной ткани. Однако применение такого подогревателя не позволяет обеспечить нагрев дизельного топлива на линии всасывания, которая является наиболее критическим участком системы питания в условиях низких температур, кроме того, при эксплуатации трактора ФТО нагревается за счет тепла двигателя и данная конструкция большую часть своего времени не будет работать.

В настоящее время ведутся разработки на добавление депрессантов в дизельное топливо в зависимости от его вязкости. Предложена система облегчения работы дизеля при низких температурах (рисунок 2) [3].



1 - корпус; 2 - двухступенчатый поршень; 3 - пружина; 4 - штуцер; 5 - контргайка; 6 и 7 - осевое и радиальное сверления; 8 и 9 - обратные клапаны; 10 - винт для удаления воздуха; 11 - сверление, сообщающее межпоршневую полость с всасывающим коллектором; 12 - крышка; 13 - осевое сверление; 14, 15 и 16 - радиальные сверления; 17 - винт для удаления воздуха; 18 - золотник; 19 и 20 - осевое и радиальное сверления; 21 и 22 - проточки; 23 - пружина; 24 - штуцер; 25 - контргайка; 26 - осевое сверление, сообщаемое с выходом из фильтра тонкой очистки

из фильтра тонкой очистки

Рисунок 2 - Устройство для автоматического ввода депрессорной присадки

При температуре дизельного топлива, когда процессы кристаллики не протекают и фильтр не забит парафинами, топливо свободно проходит из топливного бака через фильтр грубой очистки, топливо-подкачивающий насос и фильтр тонкой очистки и далее поступает к Топливному насосу высокого давления и форсункам.

При этом пружина 23 удерживает золотник 18 в крайнем правом положении. Сверление 14 крышки 12 перекрыто золотником 18, а сверление 15 через проточку 22 золотника 18 и сверление 16 крышки 12 сообщает надпоршневую полость с всасывающим коллектором. Двухступенчатый поршень 2 под действием пружины 3 находится в крайнем верхнем положении. Депрессорная присадка через открытый обратный клапан 9, радиальное сверление 7, осевое сверление 6 штуцера 4 заполняет подпоршневую полость. Обратный клапан 8 в результате разности давлений в фильтре и подпоршневой полости устройства закрыт. Депрессорная присадка в фильтр не поступает.

При температуре дизельного топлива ниже температуры помутнения протекают процессы кристаллизации высокоплавких углеводородов. Парафины, выпадающие в виде кристаллов, забивают фильтрующий элемент, увеличивая его гидравлическое сопротивление. При этом возникает перепад давлений на фильтре, независящий от режима работы двигателя. За счет разности давлений на входе и выходе из фильтра золотник 18, установленный в крышке 12, начинает перемещаться влево, сжимая пружину 23. В результате чего перекрывается сверление 15 крышки 12, а сверление 14 через проточку 21, сверление 20 и 19 золотника 18, сверление 13 крышки 12 сообщается с входом в фильтр. Топливо начинает поступать в надпоршневую полость. Поршень 2 перемещается вниз, сжимая пружину 3. За счет разности площадей двухступенчатого поршня 2 давление в подпоршневой полости, где находится депрессорная присадка, намного выше, чем давление в надпоршневой полости и в фильтре. Под действием этого давления обратный клапан 9 закрыт и открывается обратный клапан 8. Депрессорная Присадка по каналу 6 штуцера 4 через обратный клапан 8 и трубопровод подается в фильтр. После впрыска присадки, когда поршень 2 упирается в своем крайнем нижнем положении в штуцер 4, обратный клапан 8 закрывается. Объем вводимой присадки регулируется штуцером 4 и контргайкой 5. Под действием депрессора кристаллы разрушаются, улучшаются условия фильтруемости и прокачиваемости дизельного топлива, тем самым снижается перепад давлений на фильтре. Золотник 18 под действием пружины 23 перемещается в первоначальное положение, перекрывается сверление 14, а сверление 15 через проточку 22 золотника 18 и сверление 16 крышки 12 соединяет надпоршневую полость с всасывающим коллектором. Поршень 2 под действием пружины 3 перемещается вверх, вытесняя топливо из

надпоршневой полости. При этом открывается обратный клапан 9 и по сверлениям 7 и 6 штуцера 4 в подпоршневую полость поступает новая порция депрессорной присадки. Перепад давлений, при котором срабатывает устройство, зависит от положения штуцера 24 с контрогайкой 25.

Установка нагревательных элементов в корпусе топливных фильтров неизбежно приводит к изменению конструкции этих узлов и их эксплуатационных параметров. Этот недостаток присущ всем рассмотренным выше способам подогрева топлива с нагревательными элементами, встроенными в какой-либо агрегат системы питания двигателя. Он является сдерживающим фактором внедрения оригинальных исследовательских разработок в производство, поскольку КБ заводов двигателе - и тракторостроения весьма скептически относятся к конструктивным всевозможным изменениям хорошо зарекомендовавших себя в эксплуатации узлов и агрегатов. Поэтому для разрушения кристаллов *n*-алканов в топливе в условиях зимней эксплуатации должны быть использованы индивидуальные способы, которые не вносят конструктивных изменений в агрегаты системы питания принятой схемы топливоподачи [6].

#### *Список литературы*

1. Гордеенко А.В. Улучшение пусковых качеств и условий работы автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации. Автореферат на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Минск, 1998. - 22 с.
2. Карташевич А.Н., Кухаренок Г.М., Гордеенко А.В., Разинкевич Д.С. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации/ Монография. – Горки: БГСХА, 2005-172 с.
3. Патент ВУ № 1766 U F 02M 31/00, F02N 17/00. Система облегчения работы дизеля при низких температурах. А.Н.Карташевич, А.В.Гордеенко., Разинкевич Д.С.
4. Пат. 2009358 РФ, МКИ F-02 М 37/00. Фильтр тонкой очистки топлива/В.С. Бранцевич, А.Н. Карташевич, В.М. Рогочевский, А.А. Новиков (Беларусь). - № 48663722/06; опубл. 15.03.94; Бюл. №5. - 4 с.
5. Пат. 2009359 РФ, МКИ F-02 М 37/00. Фильтр грубой очистки топлива/В.С. Бранцевич, А.Н. Карташевич, В.М. Рогочевский, А.А. Новиков (Беларусь). - № 48663723/06; опубл. 15.03.94; Бюл. №5. - 7 с.



6. Патент ВU № 1763 U F 02M 25/00. Карташевич А.Н., Гордеенко А.В., Разинкевич Д.С. Устройство для ввода присадки в резервуар.

***Review devices to improve pumpability and filtration  
of diesel fuels in the winter operation***

*AV Gordeenko Ph.D., associate professor, OV Pontarlier Ph.D.,  
Associate Professor, IM Astapenko, Assistant Educational Establishment  
«Belarusian State Agricultural Academy»*

The greatest difficulty in the operation of the ICC in the winter during start-up and subsequent heating of the diesel engine. Thus, when the duration of the severe frosts thermal preparation increases 12-fold compared with the summer period, reaching 20 ... 25% of the time shift. Considered protective device diesel fuel injection equipment from the crystals of n-alkanes in the freezing conditions that improve the low temperature pumpability fuels.

Keywords: winter, diesel fuel, fuel equipment protection.



УДК 631.353/3

**ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ УДОБРЕНИЙ  
ВДОЛЬ ВЫБРОСНОЙ ЛОПАТКИ  
НА ЦЕНТРОБЕЖНОМ ДИСКОВОМ РАБОЧЕМ ОРГАНЕ**

**Петровец В.Р., д. т. н., профессор,  
Гаврилов И.И., ассистент, Сысоев А.А., ассистент**

*УО «Белорусская ГСХА»*

*В настоящей статье авторами проводится описание движения частиц удобрений вдоль выбросной лопатки на центробежном дисковом рабочем органе.*

*Ключевые слова: дисковый рабочий орган, скорость движения частиц, лопатка, дальность полета.*

В настоящее время параметры дисковых центробежных и лопаток для распределения твердых минеральных удобрений изменились. Если раньше диски изготавливали плоскими с нулевым углом горизонту, то в последнее время диски имеют определенный угол. Из физики мы знаем, что тело, брошенное под углом  $45^\circ$  имеет самую дальнюю траекторию движения. Кроме того, особенно в зарубежных конструкциях распределителей твердых минеральных удобрений, в последнее время центробежные диски штампуются, и каждая четверть диска изготавливается под разным углом. Что по мнению авторов таких штампованных дисков улучшает равномерность распределения минеральных удобрений. Выбросные лопатки также претерпели изменения. Они изготавливаются комбинированными, а также с изменяющимся углом установки на диске. Для этого на поверхности диска изготавливаются прорезы для установки лопаток под определенным углом. Лопатки выполняются как цельными и прямоугольными, так и, в последнее время, различают конфигурации с разными углами наклона к поверхности диска. Кроме того возможно увеличение длины лопаток для увеличения дальности выброса минеральных удобрений. Окончание выбросных лопаток принимает различные формы срезов, а также вид отдельных пластин напоминающих форму человеческой руки с растопыренными пальцами для направления гранул минеральных удобрений по разным траекториям движения.

Для достижения равномерного распределения минеральных удобрений по поверхности почвы на среднее и дальнее расстояние центробежный диск в нижней своей части должен обеспечить оптимальное распределение туков как выбросными лопатками, так и всеми параметрами рабочего органа. Анализ теоретических исследований показывает, что в настоящее время недостаточно еще изучены вопросы влияния выбросных лопастей на сепарацию полнокомпонентной смеси удобрений. Следовательно, при установке на диске выбросных лопаток существенным является выбор формы лопатки.

П.М. Василенко [1] рекомендует исходить из предпосылки о том, чтобы на всей траектории движения частицы сохранялся постоянным угол между касательной к траектории и радиусом. Поэтому, необходимо определить влияния выбросных лопаток на сепарацию вносимого материала и дальность выбрасывания частиц минеральных удобрений.

Если лопатка представляет собой часть окружности радиусом  $r_n$  (рисунки 1, 2), то движение частиц, сошедших с конической части рабочего органа, можно описать уравнением вида [2]:

$$\xi = \omega^2 \left[ c \cdot \sin\beta - f \left( 2 \frac{\xi}{\omega} - c \cdot \cos\beta + r_n + \frac{g}{\omega^2} \right) \right] \quad (1.1)$$

Расстояние от центра вращения рабочего органа до радиуса кривизны лопатки будет:

$$C = (r_n^2 + R_0^2 - 2r_n R_0 \sin\psi_{R_0})^{\frac{1}{2}} \quad (1.2)$$

где  $R_0$  – радиус внутренней кромки диска, мм;

$r_n$  – радиус кривизны лопатки, мм;

$\psi_{R_0}$  – начальное значение угла между радиусом вектором и касательной к поверхности лопатки, рад.

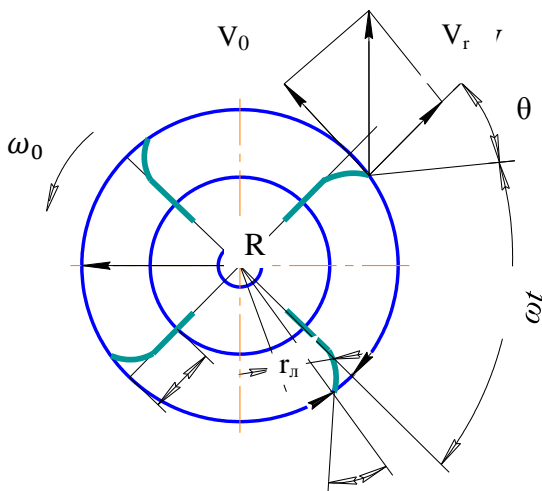


Рисунок 1 – Схема к определению движения частиц ускорений вдоль криволинейной лопатки

Путь, пройденный вдоль лопатки будет:

$$\beta = \frac{\xi}{r_l} + \beta_0 \quad (1.3)$$

где  $\beta_0$  – определяется из следующего выражения:

$$\beta_0 = \arcsin\left(\frac{R_0 \cos \psi_{R_0}}{c}\right) \quad (1.4)$$

Уравнение (1.1) можно решить одним из числовых методов. При начальных условиях  $t=0$ ,  $\xi = \xi_0$ ,  $\dot{\xi} = V_n$ . Время  $t$  движения частицы вдоль лопатки будет:

$$\xi_{max} = r_l \beta_l \quad (1.5)$$

где  $\beta_l$  – угол раствора лопатки, рад;

$V_n$  - начальная скорость движения частицы вдоль криволинейной лопатки, м/с.

Угол раствора лопасти описывается уравнением вида:

$$\beta_l = 2 \arctg \left[ \frac{(R_1 \sin \psi_{R_1} - R_0 \sin \psi_{R_0})}{(R_1 \cos \psi_{R_1} - R_0 \cos \psi_{R_0})} \right] \quad (1.6)$$

где  $R_1$  - радиус наружного обреза диска, мм;

$\psi_{R_0}$  – конечное значение угла между вектором и касательной к поверхности лопатки, рад.

Скорость метания зависит от относительной  $V_r$  и окружной  $\omega R$  скоростей в точке схода частиц [3]. Зная время и учитывая, что в относительном движении частица сместится на угол  $\psi_{R_1} + \psi_{R_0} - \beta_l$ , найдем угол схода частиц удобений:

$$\omega t = \psi_{R_1} + \psi_{R_0} + \beta_l \quad (1.7)$$

Анализ уравнений показывает, что на величину относительной скорости  $V_r$  и угол схода  $\omega t$  основное влияние оказывают такие параметры, как:

- начальная скорость движения частиц вдоль лопатки  $V_n$ ,
- угловая скорость диска  $\omega_e$ ,
- начальное и конечное значение угла между радиус-вектором и касательной к поверхности криволинейной лопасти  $\psi_{R_1} + \psi_{R_0}$

Так с увеличением начальной скорости движения частицы уменьшается угол схода и возрастает относительная скорость  $V_r$ . Угол схода частиц удобрений также зависит от коэффициента трения  $f$ . Относительная скорость  $V_r$  растет интенсивнее при увеличении начальной скорости движения частиц вдоль лопасти  $V_n$ . Повышение угловой скорости рабочего органа  $\omega_e$  при  $V_n = \text{const}$ , способствует росту угла схода частиц удобрений и относительной скорости  $V_r$  [5].

Как показали исследования, зависимость относительной скорости  $V_r$  от угловой скорости рабочего органа  $\omega_e$  близка к линейной. Угол схода частиц с возрастанием угловой скорости рабочего органа увеличивается. С увеличением радиуса диска  $R$  повышается значения угла схода  $\omega t$  и относительная скорость  $V_r$ .

Кинематический анализ взаимодействия частиц с лопатками диска показывает, что безударное воздействие возможно, когда [4]:

$$\psi_{R_0} \approx \arctg \frac{V_n \cos Q_0}{\omega R_0} - \frac{\pi}{2} \quad (1.8)$$

Значение  $\psi_{R_0}$  необходимо выбрать [4], исходя из условий получения наивысшей скорости метания. Влияние абсолютной скорости на угол схода частиц показано на рисунке 2.

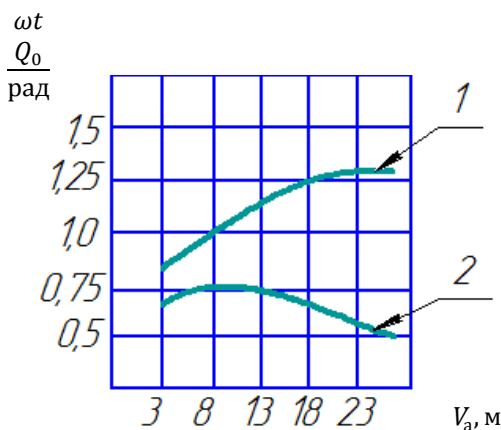


Рисунок 2 – Влияние абсолютной скорости  $V_a$  на величину угла схода частиц удобрений; 1 – угол схода частиц, 2 – среднее квадратическое отклонение угла схода

Анализ полученных результатов показывают, что основная причина увеличения угла схода на плоском диске связана с тем, что угол схода частиц с конической части рабочего органа практически остается постоянным. С увеличением начальной скорости движения частиц вдоль лопатки до определенного момента среднеквадратическое отклонение возрастает, однако с увеличением начальной скорости движения частиц, это значение уменьшается. С увеличением угловой скорости  $\omega_e$  угол схода частиц удобрений уменьшается.

Полученные результаты показывают, что на угол схода частиц с диска непосредственное влияние оказывает скорость движения частиц по конической части, так как в разных точках данной рабочей поверхности разные скорости, что положительно влияет на уменьшение сепарации материала.

#### *Список литература*

1. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко. Киев. : Из-во, УАСХН, 1960.С.244-263

2. Степук, Л. Я. О перспективе использования дисковых центробежных разбрасывателей в условиях Республики Беларусь /Л. Я. Степук, В. Р. Петровец // Вестник БГСХА.-2009.-№2.-С.124-128.

3. Адамчук, В. В. Точное земледелие: существо и технические проблемы / В. В. Адамчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-2003.-№8.-С. 4-6.

4. Петровец В.Р. Подготовка и работа посевных агрегатов: пособие / В.Р. Петровец [и др.]. - Горки: УО БГСХА 2012. - 44 с.

5. Петровец, В.Р. Технологии и машины для посева зерновых культур: лекция / В.Р. Петровец, Н.В. Чайчиц, С.В. Авсюкевич. - Горки, 2008. -20 с.

#### **Describe the motion of the fertilizer particles ALONG THE EXHAUST SHOULDER centrifugal disc working bodies**

*Petrovets VR, d. T. N., Professor, Gavrilov I.I, assistant, Sysoev AA, Assistant UO « Belarusian GSHA »*

In this paper, the authors carried out a description of the motion of particles of fertilizer along Exhaust blades on the centrifugal disk working organ.

Keywords : disk working body , the velocity of the particles , paddle , flight range .



## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ ЗЕРНА РЖИ

**Козлов С.И., к.т.н., доцент**

*УО «Белорусская ГСХА»*

*В качестве альтернативной технологии переработки зернового материала при производстве комбикормов предлагается обработка зерна ржи с помощью специального оборудования – экспандеров.*

*Ключевые слова: рожь, питательность, ингибиторы трипсина, экспандер.*

На современном этапе производство и использование высококачественных комбикормов приобретает стратегическое значение, потому что от качества кормов зависят количественные и качественные показатели продукции животноводства и птицеводства. Основным компонентом комбикормов традиционно считается зерно. В нём содержатся все вещества, необходимые для животных и птицы. Зерно является источником углеводов, белка, аминокислот, жиров, макро – и микроэлементов, витаминов, связанных в сложный единый биохимический и биофизический комплекс со своими особенностями и защитными функциями.

Для производства комбикормов необходимо иметь широкий выбор зерна злаковых и бобовых культур. Тенденции развития животноводческой отрасли направлены на повышение качества продукции и снижение ее себестоимости. Одним из главных факторов, влияющим на себестоимость продукции животноводства является качество и стоимость кормов. Особое значение имеют концентрированные корма, которые являются основой промышленного производства мяса и яиц, и занимают более 70% в структуре стоимости продукции [4].

Одним из направлений снижения себестоимости комбикормов является использование в качестве зернового материала - зерно ржи.

Питательная ценность ржи высока, однако из-за содержания в них биологически активных веществ антипитательной направленности (ингибиторов трипсина) использование ее в качестве корма, как в чистом виде, так и в составе смесей ограничено. Более того,

скормленные сырыми, они могут отрицательно сказаться на продуктивности животных и птицы [4,5]. Для эффективного использования ее кормового потенциала необходимы технологии углубленной обработки.

До недавнего времени в странах СНГ, в том числе и в Республике Беларусь, внедрению новых способов углубленной обработки зерна при производстве комбикормов не уделялось должного внимания. Линия “дозирования – смешивания” считалась главной и определяющей качество рассыпных комбикормов.

Несомненно, что с ростом цен на зерно и чтобы выдержать конкуренции комбикормовые предприятия и хозяйства стремятся изыскивать новые прогрессивные технологические методы, способствующие улучшению качества комбикормов, требования к которым постоянно повышаются.

Анализ отечественной практики и зарубежного опыта в комбикормовой промышленности показывает, что получать высококачественные комбикорма из зернового сырья с использованием зерна ржи невозможно, используя только традиционные технологические приёмы. Поэтому на современном этапе поиск новых эффективных технологических и технических решений обработки зернового сырья становится приоритетным направлением в комбикормовой промышленности [5]. При этом главной технологической задачей переработки зерна должно быть не только изменение его структурно-механических свойств и обеззараживания продукта, но и направленное изменение его биохимических свойств с целью повышения питательной ценности продукта и инактивации в нём антипитательных веществ.

Активная работа в этом направлении проводится в УО БГСХА. В качестве альтернативной технологии здесь предлагается так называемая экспансионная обработка зерновых компонентов с помощью специального оборудования – экспандеров.

Разработанное оборудование (экспандер) для переработки фуражного зерна, в том числе и зерна ржи (рис. 1) в отличие от существующего оборудования имеет ряд достоинств:

- обработка в экспандере уменьшает общую обсеменность сырья. Полностью уничтожаются колиобразные бактерии, кишечная палочка, плесневые грибки и сальмонеллы, крахмал при этом гидролизуется, а антипитательные факторы (ингибиторы) расщепляются;
- при использовании экспандера отпадает необходимость постоянного исследования гигиенического стандарта сырьевых мате-



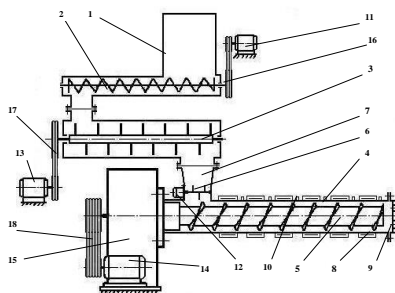
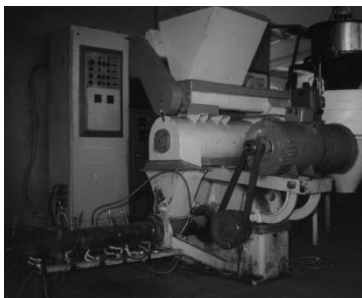
риалов, так как получаемая продукция является практически пастеризованной;

– экспандирование корма способствует лучшему состоянию животных из-за более высокого стандарта гигиены, более полной усвояемости крахмала за счет увеличения ввода жира и протеина благодаря уменьшению эндогенных потерь азота в форме ферментов;

– разрушение жирорасщепляющих ферментов при экспандировании повышает срок хранения продукции и позволяет сохранить их вкусовые качества;

– в отличие от экструдера условия протекания процессов в экспандере более бережные. Это не отражается ни на содержании аминокислот, ни на их биологической активности;

– водорастворимые витамины, ингибиторы роста при этом не повреждаются, жирорастворимые - в пределах допуска.



- 1 - загрузочный бункер; 2 – питатель; 3 - смеситель-дозатор;  
4 – корпус шнека; 5 – шнека; 6 – ворошитель;  
7 - бункер-накопитель; 8 - кольцевые нагревательные элементы;  
9 - формующее устройство (матрица); 10 – шнек;  
11 – привод питателя; 12 – привод ворошителя;  
13 – привод смесителя дозатора; 14 - привод шнека;  
15 – редуктор; 16; 17, 18 – клиноременные передачи.

Рисунок 1 – Установка для переработки фуражного зерна:  
а) общий вид; б) технологическая схема

Предлагаемая конструкция установки экспандера для обработки зернового материала с применением внешнего нагрева и принцип её работы были рассмотрены в работах [1,2,3].

Такая организация процесса позволяет: 1) упростить кон-

струкцию шнека, который прост в изготовлении, и выполняет транспортирующе-нагнетательную функцию; 2) сократить время обработки материала за счет смещения зоны основной обработки к выходному концу шнека, то есть в зону матрицы. Это очень важно при обработке жиросодержащего сырья и сохранения в полученном продукте аминокислотного состава; 3) заменить способ нагрева, создающийся греющими шайбами, за счет внутреннего трения, на внешний нагрев за счет установки нагревательных элементов на корпусе шнека, тем самым, создав более щадящий режим при обработке зернового сырья с целью сохранения аминокислотного состава получаемого продукта.

В результате проведения экспериментов, проводимых на опытном экспандере при обработке зерна ржи (неизмельченное) был получен продукт микропористой структуры (рис. 2).

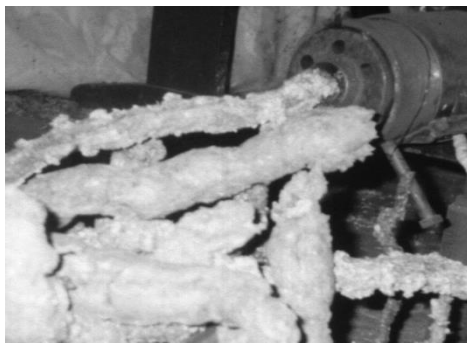


Рисунок 2 – Выход готового продукта

Результаты исследований полученного продукта проведенные в институте экспериментальной ботаники г. Минск показали, что переваримость белка в продукте переработки зерна ржи – 50,7%, степень клейстеризации крахмала - 65%, содержание ингибиторов трипсина в допустимой норме.

Анализ результатов полученных при проведении экспериментов позволяют получить следующие наилучшие режимы обработки зерна ржи. При влажности исходного сырья  $W=20...24\%$ , температура нагрева корпуса шнека должна находиться в пределах  $T=195 - 210\text{ }^{\circ}\text{C}$ , частота вращения шнека  $\omega=4,5..5\text{ с}^{-1}$ , при диаметре выходного отверстия матрицы  $D_m=25\text{ мм}$ .

### *Список литературы*

1. Козлов С.И., Теоретические и экспериментальные исследования процесса экспандирования. //Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: Материалы международной научн. – пркт. Конф., Горки, 12 – 14 октября 2000г./Мин. сельск. хоз. и прод. Респ. Беларусь, БГСХА. – Ч.2. Горки, 2001 – С. 206-214.

2. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Козлов С.И., Радченко А.А. Технологические основы расчета и экспериментальные исследования процесса экспандирования. // Агропанорама. – 2000. - № 4. С 7 – 12.

3. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Козлов С.И., Курзенков С.В., Талалуев А.В., Радченко А.А. Обоснование направления совершенствования технологии обработки зерна на основе “экструзии - экспандирования”. // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2000. - № 3. С 23 - 28.

4. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Курзенков С.В., Козлов С.И., Талалуев А.В., Иванов В.А., Понталев О.В., Коновалов А.Ю. Результаты исследований новых технологий обработки зерна при производстве комбикормов. // Научно-технический прогресс в области механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства: Материалы международной научн. – практ. конф., Минск, 12-14 июня 2002г./ Национальная Акад. наук Респ. Беларусь, УП «БелНИИМСХ» - Т.2. – Мн., – 2002. – С 81 – 93.

5. Шаршунов В.А., Червяков А.В., Бортник С.А., Курзенков С.В., Талалуев А.В., Козлов С.И., Понталев О.В., Коновалов А.Ю. Иванов В.А. Прогрессивные технологии и машины для углубленной обработки концентрированных кормов. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2003 – №2. С 67 – 73.

### **Results of experimental studies process Expansion rye**

*S.I. Kozlov, k.t.s., Associate Professor  
УО «Belarusian GSHA »*

As an alternative technology for processing grain material with production of feed offered treatment rye with special equipment ion - expanders.

Keywords: rye, nutritious, trypsin inhibitors, expander.



## РОЛЬ ФИЗИКИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

**Козлов С.И.**, к.т.н., доцент

УО «Белорусская ГСХА»

*Рассматривается изучение и знание физики самой по себе как цельной дисциплины, а не только в зависимости от текущих применений, что позволяет приблизить понимание физики процессов, используемых при решении практических задач, а это является непременным условием успешной деятельности инженера.*

*Ключевые слова: физика, технический прогресс, инженерное образование.*

Непрерывное техническое переоснащение производства делает бесперспективными попытки в рамках технического обучения снабдить будущего инженера всеми узкоспециальными сведениями, необходимыми для его дальнейшей работы. В странах ближнего и дальнего зарубежья накопился опыт, показывающий, что только инженеры, обладающие солидной общенаучной и общетехнической подготовкой, соответствуют требованиям, предъявляемым современным производством, современной техникой [1].

Быстрое развитие информационных технологий сделало очевидной необходимость усиления математической подготовки инженера. С физикой дело обстоит сложнее. Роль физики как основы развития современной техники ни у кого не вызывает сомнений, но высказываются различные мнения об объеме и структуре как общего курса физики, так и специальных. Объясняется это тем, что огромная значимость физического образования инженера обуславливается гораздо более тонкими и менее наглядными обстоятельствами, чем в случае математики [2].

Уже тривиальными стали утверждения о существовании информационного «взрыва» и о быстром старении информации, сообщаемой студентам при обучении. При данной сложившейся ситуации требуется более детальная и трезвая оценка.

Поэтому для каждой фундаментальной науки, грубо говоря, можно предложить модель, согласно **которой** имеется ядро, сравнительно медленно изменяющееся со **временем**, и быстро деформирующаяся оболочка. **В** состав ядра входит **ряд** основных принципов

и фактов. Здесь, конечно, могут быть резкие скачки в развитии, но они происходят сравнительно редко. Иное дело оболочка. К ней, по существу, и относятся все устрашающие количественные оценки скорости роста информации. При обсуждении целей инженерного образования необходимо учитывать указанную выше структуру информации. Обычно противопоставляется обучение, имеющее целью накопление фактических знаний, и так называемое развивающее обучение. При этом зачастую доходят до полного отрицания необходимости некоторого довольно существенного запаса фактических знаний, сводя все дело к достижению соответствующего уровня развития интеллекта обучаемого. Такое противопоставление представляется неправильным, а пренебрежение фактическими знаниями - недопустимым. Важно только четко установить, что следует включать в необходимый запас фактических знаний. Здесь нужен очень строгий отбор и некоторая умеренность. Очевидно, что для каждой фундаментальной науки необходимый запас фактических знаний должен включать указанное выше ядро информации. Без знания этого ядра инженер лишается не только основы для своей каждодневной работы, но и для дальнейшего развития. Все сказанное отнюдь не умаляет важность развивающей функции образования. Одна из главных трудностей правильной постановки образования состоит именно в разумном сочетании той и другой из указанных функций [1].

Необходимость специальных физических знаний для инженера сейчас редко у кого вызывает сомнения. Меньшее единодушие проявляется при решении вопросов об объеме и содержании общего курса физики, а также о том, где и как следует давать студенту специальные физические знания. Представители инженерных дисциплин настаивают на резком профилировании общего курса физики. По существу, это проявление той же ошибочной концепции, которая привела к излишней специализации в подготовке инженеров, не выдержавшей испытания практикой.

Современному инженеру нужна физика, и что ему нужно широкое владение этим предметом в его совокупности, то есть знание физики самой по себе как цельной дисциплины, а не только в зависимости от текущих применений, с ее специфической методикой [2].

В настоящее время обслуживание налаженного современного автоматизированного процесса производства не предъявляет, как правило, к квалификации инженера слишком высоких требований. Иное дело, так сказать, нестационарные режимы - постановка нового производства, перестройка производства по новой схеме или

ликвидация брака, возникшего по неизвестным причинам. В таких ситуациях, собственно, и необходим инженер, обладающий должной квалификацией и широтой научно-технического горизонта. Понимание физики процессов, используемых при решении практических задач в данной области, - неперенное условие успешной деятельности инженера.

Общий курс физики в техническом вузе является необходимым фундаментом для получения более специальных физических знаний. Кроме того, усвоение таких основных физических принципов, как законы сохранения, принципы соответствия, относительности и инвариантности, соотношение статистических и динамических закономерностей и т. д., составляет существенный этап в формировании мировоззрения инженера. Нельзя считать, что формирование мировоззрения - это удел только дисциплин общественно-политического цикла. Слишком утилитарный подход к курсу общей физики наносит серьезный урон его мировоззренческому значению [1,2].

Общий курс должен давать представление о физике как о науке, имеющей экспериментальную основу. Вместе с тем весьма важным фактором в нынешних условиях является правильное понимание того, что человеческая деятельность не всегда удачно влияет на среду обитания, на окружающую природу. Поэтому очень полезно при изучении физики дать почувствовать студенту, что это одна из наук о природе. Особую роль в связи с этим приобретает учебная лаборатория по физике. Кроме чисто утилитарных целей, связанных с освоением методов современного физического эксперимента, очень важным для воспитания мировоззрения инженера является живое ощущение реальности тех явлений, о которых идет речь на лекциях. С указанных позиций следует считать нецелесообразным любое резкое профилирование общего курса физики. В этом смысле гипертрофия разделов курса, соответствующих профилю данной инженерной специальности, так же мало обоснована, как и попытки растащить общий курс по частям, раздав соответствующие разделы специальным кафедрам. Ведь ценность общего курса физики именно в демонстрации единства подхода к самым различным классам и видам явлений. Кроме того, что сейчас практически невозможно предвидеть, с чем столкнется на практике выпускник технического вуза, с практическим использованием какого раздела физики он будет иметь дело. Сравнительно недавно знание основ квантовой физики считалось роскошью для радиоинженеров. Появление квантовой электроники коренным образом изменило ситуа-

цию [1]. Квантовая физика также стала необходимой инженерам, имеющим дело с механическими и другими свойствами твердых тел. Для большинства инженерных специальностей изучение дифракции представлялось излишним. В связи с появлением голографических методов технологии знание основ теории дифракции становится нужным даже для инженеров-технологов. Широко входит в большую технику сверхпроводимость. Подобные примеры можно продолжить. Наряду с общим курсом физики назрела необходимость введения специальных физических курсов для инженерных специальностей. Потому, что попытки дать мимоходом в технических курсах дополнительные сведения по физике, в большинстве случаев неудачны. В наш век разделения труда каждое дело по возможности должен делать специалист. Кроме того, очень важно, что чтение специальных физических курсов преподавателями кафедры физики усилит контакты между этой кафедрой и инженерными кафедрами. Следовательно, повышение уровня общего курса физики позволит еще больше приблизить содержание специальных физических курсов к нуждам инженерных специальностей.

**Выводы.** 1. Современному инженеру предмет «Физика» нужен в его совокупности, то есть знание физики самой по себе как цельной дисциплины, а не только в зависимости от текущих применений.

2. Повышение уровня общего курса физики позволит еще больше приблизить понимание физики процессов, используемых при решении практических задач, что является неперенным условием успешной деятельности инженера.

#### *Список литературы*

1. Владимиров А.И. Об инженерно-техническом образовании. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2011.- 81с.
2. Семкин Б.М. Проблемы инженерно-технического образования. // Аккредитация в образовании. Б. М. Семкин., Т. В. Свит, АлтГТУ им. И.И. Ползунова – 2010. - № 44. С 22 - 31.

## Role of Physics in Engineering Education

*Sl. Kozlov, k.t.s., Associate Professor  
УО «Belarusian GSHA»*

We consider the study and knowledge of physics itself as a whole discipline, not only depending on the current application that allows you to bring understanding of the physics of the processes used in solving practical problems, and this is a prerequisite for the success of the engineer.

Keywords: physics, technical progress, engineering education.



УДК 631.01.076.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ МАСЛА ДЛЯ КОСОЗУБЫХ И ШЕВРОННЫХ КОЛЕС

**Карпович А.П., к.т.н., доцент**  
*ФГБОУ ВО «Брянская ГСХА»*

*Получена формула для определения оптимального уровня масла для косозубых и шевронных колес.*

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

Гидравлические потери состоят из двух составляющих: инерционной-  $N_n$  и вязкостной- $N_v$ . Полные гидравлические потери равны

$$N_p = N_n + N_v, \quad (1)$$

где  $N_p$  - полные гидравлические потери,  $N_n$  - инерционная составляющая гидравлических потерь;  $N_v$  - вязкостная составляющая гидравлических потерь.

Вязкостная составляющая гидравлических потерь, это потери мощности на внутреннее трение между слоями масла, зависит от изменения скорости между слоями. Изменение вязкостной составляющей от частоты вращения колеса в квадратной зависимости.



При небольшой частоте вращения колеса и малом уровне масла вязкостная составляющая гидравлических потерь превышает инерционную составляющую.

Инерционная составляющая - это потери мощности на разбрызгивание и перемешивание масла межзубовым пространством колес при его вращении, зависит от частоты вращения колеса в кубической зависимости. С увеличением частоты вращения колеса и количества залитого масла инерционная составляющая быстро возрастает и, следовательно, быстро увеличиваются гидравлические потери.

Оптимальным уровнем залитого масла в закрытых передачах является уровень, при котором вязкостная и инерционная составляющая гидравлических потерь равны.

Действительно, при меньшем уровне залитого масла в закрытые зубчатые передачи могут не выполняться (в достаточной мере) функции смазочного масла, при большем уровне залитого масла инерционная составляющая будет преобладать в гидравлических потерях над вязкостной, которая, как это видно по результатам исследований, при увеличении уровня масла и увеличении частоты вращения колеса быстро возрастает.

Определение оптимального уровня масла в закрытой зубчатой передаче проводим по методике [1] (рисунок 1), где:  $y$  - величина погружения колеса в масло,  $d_a$  - диаметр окружности вершин колеса,  $d_f$  - диаметр окружности впадин колеса,  $h$  - расстояние от дна редуктора до колеса.

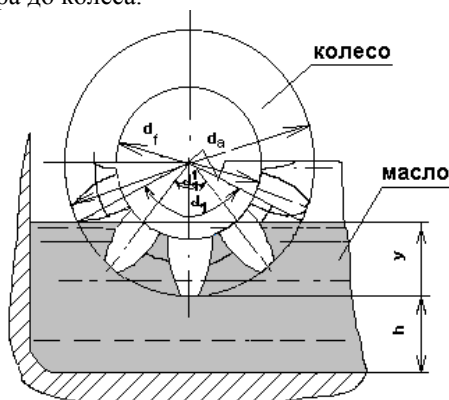


Рисунок 1

Угол, охватывающий зубья колеса, которые находятся в масле, равен

$$\alpha = 2 \cdot \pi \cdot k / z, \quad (2)$$

где  $z$  - количество зубьев колеса,  $k$  - количество зубьев колеса, находящихся в масле.

По формуле (3) определяем, уровень залитого масла в закрытых зубчатых передачах:

$$y = \frac{d_a}{2} - \frac{d_a}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d_a}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) = d_a \cdot 2 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{4}. \quad (3)$$

На рисунке 2 изображены а) косозубые и б) шевронные колеса. ( $b$  – ширина колеса,  $\beta$  – угол наклона линии зуба косозубых колес».

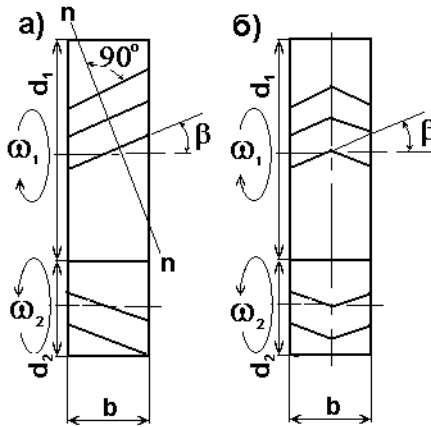


Рисунок 2

Формула определения вязкостной составляющей гидравлических потерь для косозубых и шевронных колес имеет вид [2]:

$$N_g = \mu \cdot \omega^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot A + \mu \cdot \omega^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot d_a \cdot b \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h}\right) \cdot \alpha. \quad (4)$$

Из формулы (4) выделим  $\alpha$

$$\alpha = \frac{N_B - \mu \cdot \left(\frac{d_a}{2}\right)^3 \cdot \omega^2 \cdot A}{\mu \cdot \left(\frac{d_a}{2}\right) \cdot \omega^2 \cdot d_a \cdot b \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h}\right)} \quad (5)$$

Формула определения инерционной составляющей гидравлических потерь для косозубых и шевронных колес имеет вид [3]:

$$N_u = p \cdot \omega^3 \cdot \left(\frac{d_{cp}}{2}\right)^2 = p \cdot \omega^3 \cdot \left(\frac{d_{cp}}{2}\right)^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d_a}{2}\right)^2 \cdot (\alpha_1 - \sin \alpha_1) - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{d_f}{2}\right)^2 \cdot (\alpha_2 - \sin \alpha_2)\right] \cdot \frac{b}{\cos \beta} \quad (6)$$

Заменим в (5)  $N_B$  на  $N_u$ , т.к. они имеют в оптимальном режиме работы одинаковые значения

$$\alpha = \frac{N_u - \mu \cdot \left(\frac{d_a}{2}\right)^3 \cdot \omega^2 \cdot A}{\mu \cdot \left(\frac{d_a}{2}\right) \cdot \omega^2 \cdot d_a \cdot b \cdot \left(1 + \frac{d_a}{2h}\right)} \quad (7)$$

Подставив в (3) значения угла  $\alpha$  из (7), получаем искомые оптимальные значения величины погружения колеса в масло для косозубых и шевронных колес.

#### *Список литературы*

1. А.П. Карпович Методика определения оптимального уровня залитого масла в закрытой зубчатой передаче. Труды ГОСНИТИ, Том 109, часть 1, Москва 2012.- С 122-124.

2. А.П. Карпович Вязкостная составляющая гидравлических потерь для прямозубых цилиндрических колес. Материалы XV111 межвузовской научно-практической конференции «Конструирова-

ние, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения»: Сб. статей - Брянск: Изд-во БГХСА, 2008.- С 90-92.

3. А.П. Карпович Теоретические исследования гидравлических потерь для косозубых и шевронных цилиндрических колес. Материалы XV11 межвузовской научно-практической конференции «Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения» - Брянск: Изд-во БГХСА, 2007.- С 33-37.

### **Determination of optimum level oil helical and chevron wheels**

*AP Karpovich, Ph.D., associate professor of VO  
"Bryansk State Agricultural Academy»*

Summary: The formula for determining the optimum level of oil for the helical and herringbone wheels.

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



УДК 636.22/28.085.16:635.29/28.084.56

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ДЕЙСТВЕННЫХ ДОЗИРОВОК ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Захарченко Г.Д., к.б.н., доцент**  
*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Проведено исследование действия пробиотического препарата, используемого при кормлении сельскохозяйственных животных на их безопасность*

**Ключевые слова:** *пробиотические препараты, влияние на жизнедеятельности, дозировка.*

Альтернативным фактором кормовым антибиотикам, запрещенным Евросоюзом в 2006 году, являются пробиотические препараты. Последние годы возросло внимание многих исследователей и практиков к комплексным пробиотическим препаратам приготов-

ленным на основе отходов молочной промышленности, которые являются дешевым сырьем.

Использование пробиотиков в животноводстве и птицеводстве благодаря их безвредности и многостороннему биологическому действию открывает широкие возможности их повсеместного применения, необходимо только определить действенные безопасные схемы и нормы введения пробиотических препаратов в корма или кормовые добавки.

Использование продуктов микробиотехнологической переработки молочных сывороток в практической ветеринарии и зоотехнии известно давно. В молочной сыворотке содержится до 200 различных веществ, в том числе тонкодиспергированный молочный жир, растворимые азотистые соединения, минеральные соли, лактоза, витамины, ферменты, органические кислоты [8]. Проведенные исследования и применение на практике показывают, что положительные свойства исходного продукта можно усилить дополнительной обработкой (сбраживанием, гидролизом, изомеризацией лактозы, деминерализацией и т.д.) На ее основе созданы и создаются новые продукты, такие как например сыворотка гидролизованная обогащенная лактатами СГОЛ 1-40 (ГУ936001 11694721-97). Сбалансированность биологически активных веществ, входящих в ее состав, многие из которых редко встречаются в природе, образуются в процессе строго определенных биологических процессов.

В настоящее время инновационная компания «НПО Пробио» и ОАО «Брянский молочный комбинат» при поддержке ученых Брянской сельскохозяйственной академии освоили технологию производства и применения биокомпозиата СГОЛ 1-40 (сыворотка гидролизованная обогащенная лактатами) [1, 2]. Препарат производится из натуральной подтворожной сыворотки, ферментированной молочнокислыми бактериями (не менее 10<sup>4</sup> в готовом продукте), и сушенной до содержания сухого вещества 40%.

«СГОЛ» обладает широким спектром действия. Он является биостимулятором, особенно эффективным для молодых растущих животных. Препарат стимулирует работу пищеварительного тракта, нормализует моторносекреторную деятельность желудка и кишечника, профилактирует возникновение воспалительных процессов в них. После всасывания биологически активных веществ, входящих в его состав, в организме нормализуется обмен веществ, повышается сопротивляемость к неблагоприятным воздействиям, оказывает иммуномодулирующее и детоксицирующее действие. Он практиче-

ски не токсичен». Из «Наставления к применению» ВНИИВИПФиТ. Академик В.Т. Самохин.

СГОЛ способствует оздоровлению поголовья. Повышает биологическую ценность продукции животноводства и ее экологическую чистоту.

Международное непатентованное название SGOL (СГОЛ, Биотек).

В СГОЛе содержатся белково-пептидные комплексы наноразмеров, аминокислоты; углеводные компоненты: глюкоза, фруктоза, галактоза, лактоза, мальтоза, продукты жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов; витамины группы В, С, РР, Е, бета-каротин; макроэлементы и микроэлементы: кальций, натрий, калий, фосфор, железо, марганец и другие [3].

За последние годы СГОЛ был исследован многими учеными и применялся как пробиотический препарат и биологически активная добавка к кормам для сельскохозяйственных животных и птицы. Так, в исследованиях на утках выпашивание СГОЛА с водой повысило убойный выход съедобных частей тушек по сравнению с контролем, а также содержание протеина в мышцах утят и энергетическую ценность мяса [4]. Серия опытов на свиньях подтвердили ростостимулирующую способность СГОЛА, среднесуточные приросты молодняка были выше по сравнению с контрольными животными [5].

Изучалась физиологическая значимость СГОЛ «БИОТЕК» на функциональное состояние «микроэкологической системы» и продуктивность поросят-сосунов, молодняка на дорастивании и откорме. В результате применения ферментированной сгущенной сыворотки во всех возрастных группах у молодняка свиней переформировался микробный пейзаж «микроэкологической системы» в «нормобиоз», произошло снижение доли дрожжеподобных грибов в 3 раза, в 1,8 раза стрептококков, исключена геммолизированная форма *E.coli*. Таким образом, препарат проявил себя как пробиотический комплекс. Питательные вещества кормов трансформировались в приросты, достоверно повысив среднесуточные приросты на 6,7%, на 11.0% и на 8,8% при снижении затрат корма на 9,3, 14,7 и 8,7% во всех возрастных группах соответственно по сравнению с контрольными животными [9].

При исследовании его влияния на репродуктивные функции свиноматок и хряков, было установлено, что применение препарата повышает приучаемость к садке на чучело и увеличивает половые

рефлексы. Отмечено увеличение сперматогенеза, выживаемости и подвижности сперматозоидов после размораживания [6]. Применение в кормлении свиноматок, длительно не приходящих в охоту, способствовало их дружному приходу в охоту и плодотворному осеменению, что позволило увеличить процент опоросов. Также отмечено увеличение многоплодия [7].

Проведены исследования влияния СГОЛ 1-40 на повышение иммунитета, рост и развитие новорожденных телят. Переход животных с материнского молока на сборное ведет к изменениям обменных процессов в организме телят. Снижается уровень общего белка, глюкозы, резервной щелочи, отмечено повышение уровня фосфора. В этот период резко снижается сопротивляемость организма животных к желудочно-кишечным и другим заболеваниям. Введение препарата нивелировало изменение обменных процессов, у опытных телят они были достоверно ниже -заболеваний и падежа не было. Среднесуточные приросты и живая масса телят увеличились. С применением СГОЛ 1-40 повысилась эффективность использования кормов [10].

Изучалось влияние СГОЛа в сравнении с другими биологически активными веществами на повышение устойчивости организма пушных зверей к неблагоприятным факторам [11].

В исследованиях СГОЛ 1-40 был апробирован в условиях ООО «Брянское» по племенной работе» с 20 мая 2013 года по 27 июня 2013 года.

Целью эксперимента явилось изучение влияния препарата на прирост ремонтных бычков, ускорение полового созревания, изменение поведенческих реакций, изменение качества спермы быков - производителей.

Были сформированы группы пар-аналогов ремонтных бычков и основных быков производителей. Животные подбирались по возрасту, породе, живой массе. На опыт были поставлены 6 полновозрастных и 4 ремонтных быка. Животным весом до 300 кг препарат вводили по 2 г, выше 300 кг – по 3 г, а животным весом 500 кг и более – по 4 г на килограмм живой массы. СГОЛ вводили в течение 38 дней утром и вечером по схеме - 5 дней через 2 дня. Для определения нормы скармливания препарата ремонтных бычков взвесили перед постановкой на опыт и после окончания. У взрослых животных использовали данные по живой массе на конец предыдущего года.

Рацион контрольных животных соответствовал нормам потребления и был сбалансирован по основным питательным веще-

ствам. На период опыта из рациона опытных быков были исключены дорогостоящие компоненты: премикс и подсолнечный шрот.

Во время опыта отмечена полная поедаемость кормов, заболеваний и расстройств желудочно - кишечного тракта не наблюдалось.

Среднесуточные приросты живой массы ремонтного молодняка в опытной группе в среднем составили 875 г, в контрольной – 660г, что выше на 215г или на 34,7%.

В опытной группе ремонтные животные были апробированы на 7 дней раньше контрольных, от них получили полноценную спермопродукцию.

Поведенческая реакция быков-производителей при садке улучшилась.

У 4-х основных быков показатели качества спермы улучшились: концентрация спермиев в эякуляте на 5,2, 10,6, 25,1, и 32,2.

У 2 –х быков увеличился объем эякулята.

Выживаемость спермиев увеличилась до 2 баллов у 4-х животных.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что в данном эксперименте препарат СГОЛ 1-40 проявил свойства биостимулятора, что позволило получить значительное увеличение среднесуточных приростов молодняка и более ранний выход их в продуктивную фазу, а также улучшить показатели качества спермы в опытной группе.

Так же были проведены исследования на молодняке крупного рогатого скота швицкой породы в условиях СПК «Красный Рог» Почепского района. Рационы соответствовали нормам потребления и были сбалансированы по основным питательным веществам в соответствии с возрастом животных. СГОЛ 1-40 вводили телятам по группам: до- 30-ти, 60-ти, 90 и 120 - тидневного возраста по схеме - 5 дней с 2-х дневным перерывом по 2 г на кг живой массы с молоком и водой.

Средняя живая масса телят при постановке на опыт в контрольных группах составляла – 45,0; 51,6; 58,8 и 73,0 кг соответственно. В опытных – 40,0; 51,7; 63,3 и 76,4 кг соответственно. В ходе получены следующие результаты: средняя живая масса в контроле была 57,3; 61,25; 71,6; и 85,1 кг, а в опытных группах – 55,9; 70,7; 81,7 и 93,46 кг соответственно. Среднесуточные приросты в контрольных группах составлял 647,0 508,0 674,0 и 632,0 г, а в опытных группах – 837,0; 1006,0; 968,0 г, что больше, чем в контрольных - на 190, 493, 318 и 259 г.



В условиях «Агрогородка «Жирятинский» Жирятинского района были проведены исследования действия препарата на лактирующих коровах и телятах черно-пестрой породы в течение 38 дней по схеме 3 дня скармливания с 3-х дневным перерывом, в среднем по 3 г на кг живой массы препарата для лактирующих коров и по 2 г на кг - для телят. Средняя живая масса молодняка в начале опыта была 122,8 кг, в конце – 144,3 кг, среднесуточные приросты составили 630 г. У аналогичных животных приросты составили 300 г в сутки.

Молочная продуктивность коров в опытной группе повысилась на 30,5%. Среднесуточные надои увеличились с 9,73 кг до 12,7, в контрольной группе за этот период уменьшились на 6% с 10,86 кг до 10,25 кг. Жирность молока увеличилась с 3,57% до 3,63%, содержание белка в опытной группе – 3,52% , в контрольной 2,86% .

В ООО «Снежка-Бетово» был проведен опыт на поросятах-сосунах в течение 35 дней (с 5-дневного возраста до отъема поросят в 40 дней). Сохранность увеличилась до 96,43%, средняя живая масса составила 13,48 кг, а среднесуточные приросты – 301 г, что выше контрольных на 102 грамма.

В условиях птицефабрики ОАО «Снежка» проведены исследования влияния препарата СГОЛ на цыплятах бройлерах в дозировках 1%, 1,5% и 1,2% к сухому веществу корма. Предварительные результаты на 43 день выращивания: в опытных группах затраты корма на 1 кг прироста ниже, чем в контроле на 0,55 кг, 0,59 кг и 0,78 кг соответственно. Средняя живая масса 1 головы в опытных группах - 2026 г, 2145 г, 2282 г, в контрольной группе – 2002 г. Среднесуточные приросты за период в опытных группах составили 46,26 г, 49,02 г, 52,21г, в контрольной - 45,69 г.

При перевозке на забой опытные цыплята потеряли на 17 г живой массы на голову (транспортный стресс) меньше, чем контрольные (30,0 г и 47,0 г соответственно).

Применение СГОЛ 1-40 позволяет повысить рентабельность сельхозпредприятий на 12 – 25% за счет комплекса факторов: увеличение среднесуточного прироста животных, сохранности поголовья, снижения затрат корма, увеличения конверсии кормов, увеличения плодовитости, ускорения выхода животных и птицы на товарный вес.

В связи с вышеизложенным, полагаем, что производство экологически чистого биокомпозита семейства СГОЛ имеет научное и практическое значение для всех отраслей животноводства.

Пробиотический препарат является безопасным в апробированных дозировках и не имеет отрицательного действия на здоровье

животных и качество продукции получаемой от них.

### *Список литературы*

1. Линд Р.М. Способ производства концентрата лактата для кормления сельскохозяйственных животных.//Патент РФ № 1831292.
2. Линд Р.М. Способ приготовления корма и способ кормления животных. //Патент РФ № 2084175.
3. Из инструкции по применению сыворотки молочной ферментированной «СГОЛ -1-40».
- 4.Ефименко Е.А. Использование сгущенной гидролизованной молочной сыворотки в рационах молодняка свиней: Автореф. диссертации канд. биол. наук. Москва, 1998 г. С.15-16.
5. Дубская Е.И. Продуктивные качества утят при различных способах скармливания гидролизованной сыворотки (СГОЛ-1): Автореф. диссертации канд. с. х. наук. Оренбург., 2001г. – С. 19.
6. Комова З.П., Курибко А.Н., Парижный А.Г., Русецкая О.П., Савин Е.Г. Повышение воспроизводительной функции свиней путем скармливания биологически активных препаратов.// Третья международная конференция. «Актуальные проблемы в животноводстве». Боровск, - 2000 г.- С.301 – 303.
7. Герасимов А.В.,Нарижный А.Г., Крук Н.А., Сидоров А.И., Матюхина Е.Е. Применение препарата СГОЛ для коррекции репродуктивных функций свиноматок. // Актуальные проблемы ветеринарной науки. – Москва, 1999 г. – С. 28-29.
8. Храмцов А.Г.Справочник мастера по промышленной переработке молочной сыворотки. / Легкая и пищевая промышленность. Москва, - 1983 г.
9. Александров П.В. Эффективность использования пробиотических препаратов «ПКД» и «БИОТЕК» в составе рационов для свиней./ Автореф. диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. Дубровицы, - 2012 г.
10. Дворнищын А.И., Андриянова В.К. Влияние препарата СГОЛ 1-40 на продуктивные показатели новорожденных телят. / УГАВМ. Admin сб, 02/19/ 2011 – 14:12.
11. Романенко Т.М. Повышение продуктивных качеств псцов под воздействием биологически активных веществ (мелакрила, поливиталонга и СГОЛа) в Ненецком автономном округе. / Автореф. диссертации кандидата биологических наук. Москва, 2002 г.

## Determination of effective safe dosing-foc probiotic preparations in animal feeding

G.D. Zaharchenko, PhD, assistant professor FGBOU IN "Bryansk GAU"

A study of the action of probiotic preparation used in agricultural eormlenii-tural animals for their safety

**Keywords:** probiotic products, the impact on livelihoods, dosage.



УДК 621.824.37:621.923:536.5

## РАСЧЁТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Коршунов В.Я., профессор, д.т.н., Новиков Д.А., инженер  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

*Предложена методика расчёта температуры и скорости охлаждения поверхностного слоя шеек коленчатых валов при шлифовании.*

*Ключевые слова: шлифование, температура, энергия, структура, коленчатый вал.*

При разработке математической модели, устанавливающей взаимную связь между КПД операции шлифования и технологическими условиями обработки, одним из главных ограничений является скорость охлаждения поверхностного слоя коленчатого вала. Если значения скорости больше критической величины,  $\dot{V}_{\text{ох}} > \dot{V}_{\text{кр}}$ , на поверхности детали происходят структурные превращения, появляются прижоги и термические трещины, которые значительно сокращают время эксплуатации коленчатых валов.

Для прогнозирования скорости охлаждения необходимо рассмотреть контактную температуру в зоне шлифования  $\Theta_{\text{к}}$ , которая значительно меньше мгновенной  $\Theta_{\text{м}}$  (особенно при наличии охлаждения) в связи с интенсивным теплоотводом из зоны шлифования тепловой энергии внутрь детали.

При шлифовании большая часть мощности  $\dot{w}_{\text{ш}}$  (90...99 %) преобразуется в тепловую, остальная преобразуется в скрытую энергию изменений кристаллической решётки обрабатываемого материала.

Полученная тепловая энергия  $Q_{\text{ш}}$  распределяется между деталью, абразивным кругом, стружкой и охлаждающей средой [1]

$$Q_{\text{ш}} = Q_{\text{д}} + Q_{\text{кр}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{о}} + Q_{\text{и}}, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{д}}$  – теплота, переходящая в обрабатываемую деталь;  $Q_{\text{кр}}$  – теплота, переходящая в абразивный круг;  $Q_{\text{с}}$  – теплота, переходящая в стружку;  $Q_{\text{о}}$  – теплота, уносимая охлаждающим средством (жидкостью);  $Q_{\text{и}}$  – теплота, отдаваемая излучением.

Как возникновение, так и распределение теплоты в процессе шлифования зависят от всех технологических условий обработки: характеристики абразивного круга, элементов режимов резания, механических и теплофизических свойств материала детали, свойств смазочно-охлаждающей жидкости и др.

Для расчёта температуры шлифования воспользуемся наиболее распространенным в технологической теплофизике методом тепловых источников (функцией Грин) [1-3]. Он представляет собой гибкий и удобный математический аппарат, позволяющий описывать тепловые явления при различных технологических процессах обработки.

Значительный интерес представляют полученные решения задач о движущихся по поверхности полупространства тепловых источников различной конфигурации [2]. Существенной особенностью этих решений является предположение о том, что источник тепла перемещается быстрее фронта тепловой волны, что позволяет упростить задачу, исключая рассмотрение перетоков тепла в направлении движения.

Зависимость между параметрами температурного поля и теплофизическими свойствами материала выражается уравнением теплопроводности

$$\frac{dT}{dt} = a_T \left( \frac{d^2T}{dx^2} + \frac{d^2T}{dy^2} + \frac{d^2T}{dz^2} \right) = a_T \nabla^2 T, \quad (2)$$

где  $\nabla^2 = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}$  – оператор Лапласа;  $a_T = \lambda/c_v$  – температуропроводность;  $c_v$  – удельная теплоёмкость;  $\lambda$  – теплопроводность.

Решение дифференциального уравнения теплопроводности основывается на использовании теории нагрева материала местными тепловыми источниками. Метод тепловых источников позволяет составить математическое описание температурного поля и решить линейные, плоскостные, пространственные задачи распространения теплоты. При этом источники теплоты различают по форме, скорости движения, распределению интенсивности: точечные, линейные, полосовые, плоские, кольцевые, неподвижные, подвижные, быстро движущиеся, мгновенные, непрерывно движущиеся и др.

После интегрирования уравнения (2) при начальном условии  $T_n = 0$  °С, получаем формулу для расчета максимальной температуры на поверхности контакта детали с абразивным кругом

$$T_{\max} = T_{\text{о.с.}} + \frac{2\alpha_{\text{р.т.}}\alpha_c\dot{q}_{\text{т.и.}}\sqrt{a_{\text{т}}t_0}}{\lambda\sqrt{\pi}}, \quad (3)$$

где  $T_{\text{о.с.}}$  – температура окружающей среды, °С;  $\dot{q}_{\text{т.и.}}$  – интенсивность движущегося и непрерывно действующего источника тепловой энергии без СОТС, Дж/м<sup>2</sup>;  $\alpha_{\text{р.т.}}$  – коэффициент, учитывающий распределение теплоты между деталью и кругом;  $\alpha_c$  – коэффициент показывающий какая часть тепловой энергии остается в зоне шлифования;  $a_{\text{т}}$  – температуропроводность, м<sup>2</sup>/с;  $t_0$  – время действия теплового источника, с.

При расчете температуры на поверхности контакта деталь-круг коэффициент  $\alpha_{\text{р.т.}} = 1,0$ .

Для расчёта температуры при шлифовании на определенной глубине  $h_i$  в любой момент остывания  $t_i$  с учетом действующего теплового источника  $\dot{q}_{\text{ИН}}$  используется зависимость вида:

$$T_i = T_{\text{о.с.}} + \frac{2\alpha_{\text{р.т.}}\alpha_c\dot{q}_{\text{т.и.}}\sqrt{a_{\text{т}}t_0}}{\lambda\sqrt{\pi}} \exp(-a_h - b_{\text{т}} \cdot t_i), \quad (4)$$

Здесь

$$a_h = \frac{h_i}{4a_{\text{т}}t_i}.$$

Величина коэффициента теплоотдачи  $b_{\text{т}}$  в значительной степени зависит от типа СОТС, применяемой в процессе шлифования [4].

Нагрев металла в процессе шлифования происходит очень

быстро  $t = 10^{-4} \dots 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ , а после прекращения действия источника тепловой энергии температурное поле детали начинает выравниваться. Скорость охлаждения нагретого поверхностного слоя определяется теплофизическими свойствами металла и потерями тепла за счёт теплоотдачи окружающей среды. Для определения скорости охлаждения  $\dot{T}_i$  поверхностного слоя детали после шлифования получена зависимость [5]

$$\frac{dT_i}{dt} = \dot{T}_i = T_{\max} [\exp(-a_h - b_T \cdot t_i)] \sigma_T, \quad (5)$$

Для исключения структурных превращений в процессе шлифования шеек коленчатых валов двигателей скорость охлаждения должна быть ниже критической, т. е.  $\dot{T}_i < \dot{T}_{\text{кр}}$ . Значение  $\dot{T}_{\text{кр}}$  обычно определяется по номограмме или формуле Миркина-Колмогорова [6], которая включает несколько экспериментальных коэффициентов. Статическая обработка данных, представленных в работах [6-8] позволила получить более простую зависимость для расчёта критической скорости охлаждения углеродистых сталей в виде:

$$\dot{T}_{\text{кр}} = 294C^{-0,254}, \quad (6)$$

Которая учитывает влияние процентного содержания углерода  $C$  на величину  $\dot{T}_{\text{кр}}$ .

Для стали 45  $\dot{T}_{\text{кр}}$  будет равна

$$\dot{T}_{\text{кр}} = 294 \cdot 0,45^{-0,254} = 360 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Для расчёта интенсивности движущегося источника тепловой энергии  $\dot{q}_{\text{ин}}$  необходимо определить поверхность контакта круга с деталью в процессе шлифования  $S_{\text{ш}}$

$$S_{\text{ш}} = L_d H_k, \quad (7)$$

где  $L_{\text{ш}}$  – длина дуги контакта круга с деталью, мм;  $H_k$  – Начальная высота круга участвующая в обработке материала, мм.

Длина дуги  $L_d$  определяют по формуле

$$L_d = \left(1 - \frac{V_d}{60V_k}\right) \sqrt{\frac{D_k d_d s_n}{D_k + d_d}}, \text{ мм} \quad (8)$$

где  $V_d$  – скорость детали, м/мин;  $V_k$  – скорость круга, м/с;  $D_k$  – Диаметр круга, мм;  $d_d$  – диаметр детали, мм;  $s_n$  – поперечная подача, мм/об.

После определения по формуле (7) площади контакта круга с деталью  $S_{ш}$  рассчитываем интенсивность тепловой энергии  $\dot{q}_и$ .

$$\dot{q}_и = \frac{\dot{w}_{ш}}{S_{ш}}, \text{ Дж/с} \cdot \text{мм}^2. \quad (9)$$

Методика расчета мощности обработки и КПД шлифования, с помощью которого она определяется, подробно изложена в работе [9].

По изложенной выше методике были рассчитаны для операции чистового шлифования шеек коленчатых валов следующие теплофизические параметры: интенсивность движущегося источника тепловой энергии, температура абразивной обработки и скорость охлаждения.

Обработка шеек коленчатых валов осуществлялось с использованием следующих технологических условий: диаметр шейки коленчатого вала  $d_d=75,25$  мм; диаметр абразивного шлифовального круга  $D_k=700$  мм; скорость детали  $V_d=25$  м/мин; скорость круга  $V_k=35$  м/с; поперечная подача  $S_n=0,1$  мм/ход; продольная подача  $S_{пр}=1,2$  мм/об; обороты детали  $n_d=106$  мин<sup>-1</sup>; СОТС – ЭПРОМ, с расходом 15 л/мин; правка круга – алмазным карандашом.

Выше приведены технологические условия определили следующие характеристики процесса шлифования: производительность –  $\dot{V}_{ш}=15$  мм<sup>3</sup>/с; КПД шлифования  $\eta_{ш}=8,2\%$ ; мощность  $\dot{w}_{ш}=1350$  Вт; удельная работа съёма 1 мм<sup>3</sup> с поверхностного слоя детали  $\omega_{ш}=90$  Дж/мм<sup>3</sup>.

Используя формулы (3)-(9) были получены следующие значения теплофизических и геометрических параметров: длина дуги контакта  $L_d=2,57$  мм; площадь контакта круга с деталью  $S_{ш}=1,4$  мм<sup>2</sup>; время контакта источника тепловой энергии  $t_0=0,0006$  с; максимальная температура на поверхности детали  $T_{\max}=730$  °С.

Для проверки возможности образования новых структур и микротрещин на некоторой глубине при остывании детали были проведены расчёты температуры и скорости охлаждения на рассто-

янии  $h_i = 0,02$  мм от поверхности (рисунки 1 и 2).

Для расчета времени остывания  $t_{ост}$ , рассматриваемого микрообъёма, использовалась формула [4]

$$t_{ост} = \frac{G \cdot c_q}{F \cdot \alpha \cdot \varepsilon} \cdot 2,3 Lg \frac{T_{вс} - T_{мн}}{T_{вс} - T_{мк}}, c \quad (10)$$

где  $G$  – вес шейки коленчатого вала, кг;  $c_q$  – теплоёмкость стали 45, Дж/кг·град;  $F$  – поверхность шейки, м<sup>2</sup>;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Дж/м<sup>2</sup>·с·град;  $\varepsilon$  – коэффициент замедления остывания,  $\varepsilon = 0,98$ ;  $T_{вс}$  – температура внешней среды, °С;  $T_{мн}$ ,  $T_{мк}$  – температура шейки начальная и конечная, °С.

$$t_{ост} = \frac{1,6 \cdot 640}{89,5 \cdot 25 \cdot 0,98} \cdot 2,3 Lg \frac{20 - 740}{20 - 25} = 2,5 c.$$

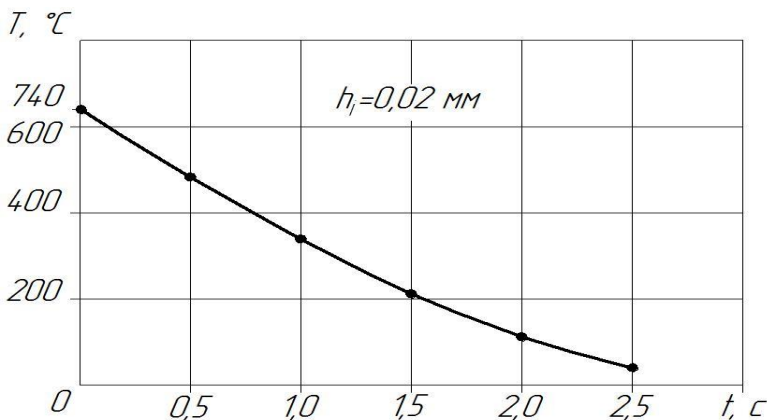


Рисунок 1 – Зависимость температуры шейки коленчатого вала от времени остывания после шлифования



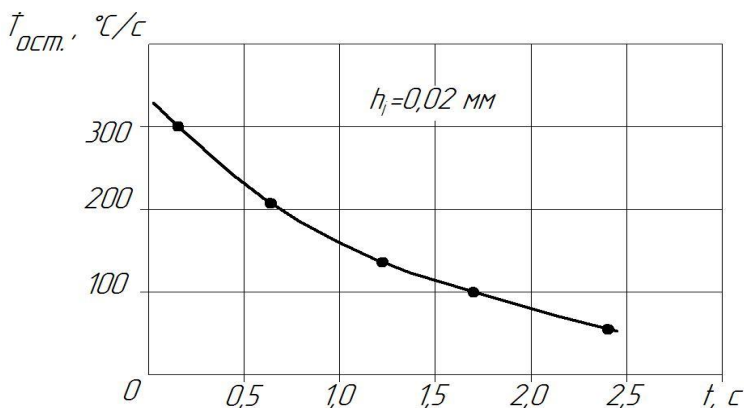


Рисунок 2 – Зависимость скорости охлаждения шейки коленчатого вала от времени остывания после шлифования

Анализ полученных результатов показал, что максимальная скорость охлаждения  $\dot{T}_{охл}=320$  град/с ниже критической  $\dot{T}_{кр}=360$  град/с, поэтому шлифование шеек коленчатых валов на прогнозируемых режимах обеспечит высокое качество обработанных поверхностей без прижогов и термических трещин.

#### Список литературы

1. Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов / А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 231 с.
2. Рыкалин Н.Н. Расчёты тепловых процессов при сварке/ Н.Н. Рыкалин. – М.: Машгиз, 1981. – 291 с.
- 3 Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей/ С.Н. Корчак. – М.: Машиностроение, 1974. – 278 с.
4. Шмыков А.А. Справочник термиста/ А.А. Шмыков. – Л.: Металлургия, 1961. 421 с.
5. Коршунов В.Я. Прогнозирование физикомеханических параметров поверхностного слоя детали в процессе шлифования на основе принципов энергетики/ В.Я. Коршунов// Процессы абразивной обработки: сб. статей междунар. науч. – тех. конф. – Волжский, 2001. – с. 255-257

6. Блантер М.Е. Фазовые превращения при термической обработке стали/ М.Е. Блантер. – М.: Металлургия, 1962. – 283 с.
7. Блантер М.Е. Теория термической обработки/ М.Е. Блантер. – М.: Металлургия, 1984. – 357 с.
8. Евсеев Д.Г. Формирование свойств поверхностных слоёв при абразивной обработке/ Д.Г. Евсеев. – Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 1975. – 127 с.
9. Коршунов В.Я Исследование и разработка термодинамического метода прогнозирования эффективных технологических условий операции шлифования металлов: Дис., канд. Техн. наук: 05.02.08/ МИИТ. – М.: 1983. – 182с.

### **Calculation of temperature and cooling rate on-surface layer crankshaft journals at grinding**

*VJ Korshunov, Professor, Ph.D., DA Novikov, engineer,  
FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The method of calculation of the temperature and cooling rate of the surface layer of crankshaft journals for grinding.

Keywords: grinding, temperature, power, structure, crankshaft.



УДК 621.92.631.3

### **РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР**

**Коршунов В.Я., профессор, д.т.н., Новиков Д.А., инженер**  
*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Предложена методика расчёта точности шлифования шеек коленчатых валов при ремонте двигателя Д- 240.*

*Ключевые слова: шлифование, точность обработки, коленчатый вал.*

Точность обработки в значительной степени влияет на время эксплуатации коленчатых валов, а так же сокращает трудоёмкость

сборки двигателей благодаря почти полному или полному устранению пригоночных работ. Поэтому она является одним из ограничений при составлении математической модели, описывающей зависимость КПД операции шлифования от технологических условий абразивной обработки.

Точность обработки зависит от многих факторов: жесткости системы СПИД, износа шлифовального круга, типа СОТС, неточности установки детали на станке и её закреплении [1].

Деталь при обработке прогибается под действием радиальной составляющей силы резания  $P_y$ .

В общем виде для любого положения нагрузки ( $P_y$ ) на расстоянии  $x$  от одной из опор прогиб детали ( $Y_d$ ) будет равен [1]

$$Y_d = \frac{1}{3} \cdot \frac{P_y}{EJ} \cdot \frac{x^2(l-x)^2 \cdot K_B}{l}, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль Юнга (упругости),  $E = 2,43 \cdot 10^3$ , МПа ( $\text{Н/мм}^2$ );  $J$  – момент инерции,  $J = 0,05d_d^4$ ,  $\text{мм}^4$ ;  $l$  – расстояние между опорами,  $l = 710$  мм;  $x$  – расстояние точки приложения нагрузки от опоры, мм;  $K_B$  – коэффициент, учитывающий количество выходящих ходов алмазного карандаша в процессе правки круга, при  $i_b = 2$ ,  $K_B = 0,2$  [2].

Максимальный прогиб детали  $Y_{d,\text{max}}$  при положении нагрузки ( $P_y$ ) по середине, между передним и задним кулачковыми патронами, т.е. при  $x = l/2$ , определяется формулой [1]

$$Y_d = \frac{P_y l^3 K_B}{48EJ}, \text{ мм} . \quad (1)$$

При прогнозируемых технологических условиях ( $S_{\text{поп. п}} = 0,02$  мм/ход,  $S_{\text{пр. п}} = 0,2$  мм/об,  $V_k = 35$  м/с, тип СОТС – ЭПРОМ, марка абразивного круга – 34А32С15К3) нормальная сила резания составила  $P_y = 38$  Н, после 20 минутной работы шлифовального круга  $P_y = 44$  Н.

Подставляем выше приведённые значения в (1) и (2) получим зависимости: прогиба детали от расстояния до опоры в процессе шлифования после правки шлифовального круга (таблица 1), максимального прогиба детали  $Y_{d,\text{max}}$  от времени работы шлифовального круга (таблица 2), прогиба детали от расстояния от левой и до

правой опоры (рисунок 1) и максимального прогиба детали от времени работы шлифовального круга (рисунок 2).

Таблица 1 – Прогиб детали в зависимости от расстояния до опоры в процессе шлифования после правки шлифовального круга

Расстояние приложения силы $P_y$ от опоры, мм	Правой				Левой		
	100	200	300	324	300	200	100
Прогиб детали, мм	0,005	0,012	0,023	0,025	0,023	0,012	0,005

Таблица 2 – Максимальный прогиб детали  $U_{д, \max}$  в зависимости от времени работы шлифовального круга

Время работы шлифовального круга, мин	0	5	10	15	20	25
Максимальный прогиб детали, мм	0,025	0,026	0,027	0,028	0,029	0,037

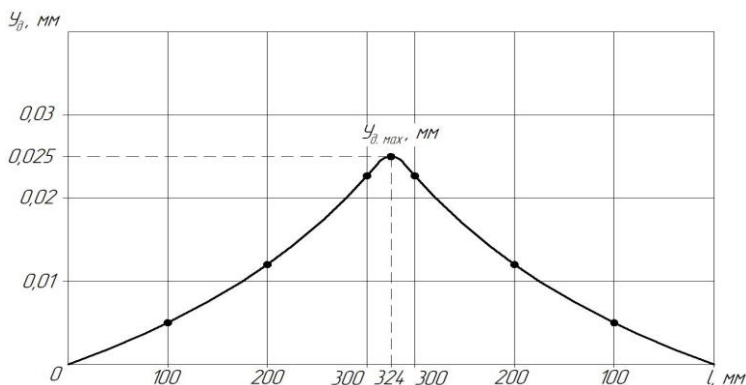


Рисунок 1 – Зависимость прогиба детали от расстояния от левой и до правой опор

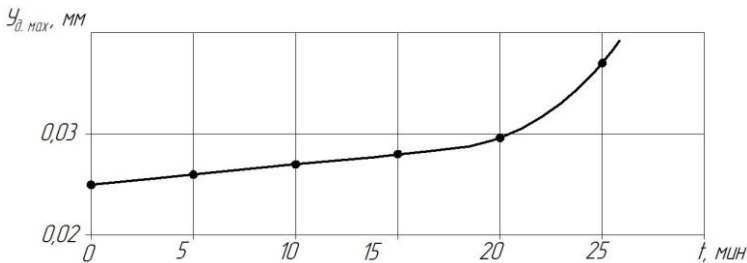


Рисунок 2 – Зависимость максимального прогиба детали от времени работы шлифовального круга

Анализ полученных данных показал, что прогиб детали в зависимости от расстояния до правой и левой опор при шлифовании подчиняется закону нормального распределения (рисунок 1). Наибольший прогиб наблюдается в середине коленчатого вала, который равен  $U_{д, макс} = 0,025$  мм.

Максимальный прогиб детали в течении 20 минут работы шлифовального круга равномерно увеличивается с 0,025 мм до 0,029 мм. После 20 минут работы круга значение  $U_{д, макс}$  начинает резко расти. За период времени с  $t = 20$  до 25 минут максимальный прогиб увеличился с 0,029 до 0,037 мм, т.е. на 0,008 мм.

Максимальный прогиб коленчатого вала в процессе шлифования  $U_{д, макс}$  не должен превышать половины допуска на размер шейки коленчатого вала после шлифования в ремонтный размер  $U_{д, макс} \leq \text{допуск}/2$ .

Согласно техническим требованиям допуск на ремонтный размер коренной шейки составляет 0,08 мм, шатунной 0,06 мм. Следовательно, технологическое ограничение математической модели по точности обработки не нарушается, т.к. для коренных шеек –  $0,025 < 0,04$  мм; для шатунных шеек –  $0,025 < 0,03$  мм.

#### Список литературы

1. Трошенский С.П. Точность обработки на шлифовальных станках. / С.П. Трошенский. - М.: Машиностроение, 1978, - 124 с.
2. Маслов Е.Н. теория шлифования материалов./ Е.Н. Маслов. - М.: Машиностроение, 1974, – 304 с.

## Calculation precision machining crankshaft journals grinding in for repair size

*VJ Korshunov, Professor, Ph.D., DA Novikov, engineer,  
FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The method of calculation precision grinding crankshaft journals  
in the repair of motor D240.

Keywords: grinding, precision machining, crankshaft.



УДК 631.334

## РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧЕСА КОРОБОЧЕК ЛЬНА

**Круглень В.Е., к.т.н., доцент, Алексеенко А.С., к.т.н., доцент  
Цайц М.В., ассистент, Шкляр М.И., студент**

*УО «Белорусская ГСХА»*

*Предложена конструкция роторного очесывающего устройства для отделения семян льна от стеблей при проведении подбора и оборачивания ленты льна. Описано его устройство и принцип работы. Получена графическая зависимость скорости удара бича по ленте от ее скорости и количества бичей ротора.*

*Ключевые слова: лен-долгунец, роторное очесывающее устройство, раздельная технология, семена льна, льноворох.*

Льноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства нашей страны и имеет большое значение для развития экономики сельскохозяйственных предприятий.

Подходящие почвенные и климатические условия, материально-техническая база, подготовленные кадры и благоприятная конъюнктура мирового рынка дают основания считать, что производство льна в Республике Беларусь экономически выгодно [1, 2].

Лен-долгунец – основная техническая культура в республике. Здесь сосредоточено около 16 % мировых посевов льна [2]. Он дает

три вида ценного сырья для промышленности: волокно, семена и костру [3]. Практическое использование имеет 95...96 % стебля растения. Семена льна-долгунца содержат до 40 % высококачественного жира, около 25 % белка и около 35 % высококачественного масла [3, 4, 5].

Основным направлением использования льна-долгунца остается производство одежды, текстильных товаров и строительных материалов [6]. Льняная отрасль является практически единственным источником натурального сырья для отечественной текстильной промышленности.

Несмотря на низкую эффективность отрасли в целом, некоторые хозяйства республики получают урожайность волокна на уровне 10...16 ц/га и семян – 4...6,7 ц/га [3, 7].

Существенным недостатком в возделывании льна является низкая всхожесть высеваемых семян и их высокая засоренность. Стандарты льносеющих стран Европы не допускают высева семян льна со всхожестью ниже 98 % и засоренностью выше 2 %. В этом вопросе большинство наших льносеющих хозяйств значительно отстает [8].

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особую значимость приобретает обеспечение хозяйств высококондиционными семенами.

Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения коробочек льна от стеблей. От уровня его совершенства зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха.

Исследованиями Хайлиса Г.А., Быкова Н.Н., Катченкова С.А., Петухова Б.С., Зинцова Л.Н. и др. были установлены значительные потери семян при работе льнокомбайна с барабанно-гребневым очесывающим устройством.

Отсюда можно сделать вывод, что применяемый способ очеса в льнокомбайне ЛК-4А не вполне отвечает современным требованиям и нуждается в улучшении или замене на более прогрессивный.

Наиболее рационально для отделения семенных коробочек от стеблей льна, при реализации второй фазы раздельной уборки, применять роторное очесывающее устройство, которое выполнено в виде ротора с косыми бичами и вычесывающе-транспортирующими лопастями со щетками, а также деки с сектором, причем ротор устанавливается перпендикулярно движению ленты льна, а бичи уста-

навливаются на роторе таким образом, что бич в момент касания ленты льна воздействует на стебли всей плоскостью рабочей поверхности, тем самым устраняя возможность излома стеблей. Кроме того, зазор между сектором и ротором меньше диаметра головки льна, благодаря чему происходит их отделение от стеблей.

Предлагаемое очесывающее устройство (рисунок 1) состоит из зажимного транспортера, состоящего из пневматического колеса 1 и прижимного бесконечного ремня 2, огибающего колесо в нижней части на угол  $\alpha$ , улиткообразного кожуха 3, ротора 4, косых бичей 5, жестко закрепленных на боковой стороне ротора, которые расположены на расстоянии  $a$  от центра вращения ротора. На другой стороне ротора установлены вычесывающе-транспортирующие лопасти со щетками 6. Со стороны бичей установлена дека 7 с жестко закрепленным на ней сектором 8. Сектор установлен в передней части под ротором на расстоянии  $b$ . Кроме того, в центре ротора установлено кольцо 9 с внешним диаметром  $2a$  и шириной, равной высоте бича, что в свою очередь позволит исключить захлест и обрыв верхушечной части стеблей.

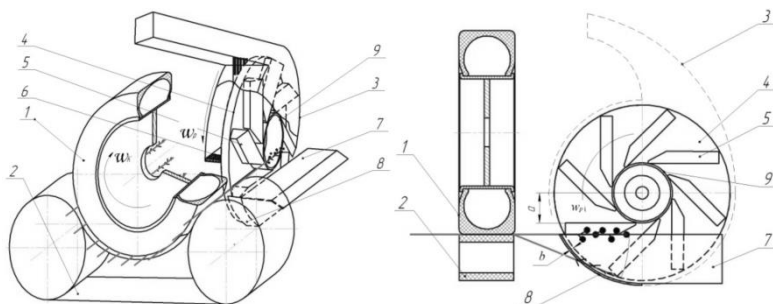


Рисунок 1 – Роторное очесывающее устройство:

а – общий вид устройства; б – вид сбоку

Работа устройства заключается в следующем. Стебли льна подводятся зажимным транспортером к ротору 4 установленному перпендикулярно движению ленты льна. При вращении ротор 4 увлекает бичем 5 порцию стеблей вниз в пространство между ротором 4 и декой 7. Поскольку зазор между декой 7 и бичем 5 меньше диаметра семенных коробочек льна, то последние вытираются. Затем стебли попадают в пространство между сектором 8 и ротором 4,



образующие зазор  $b$ , величина которого меньше диаметра головки льна. Стебли, зажатые транспортером, протаскиваются через зазор  $b$ , за счет чего происходит отделение головок льна. Затем стебли попадают под воздействие щеток  $\delta$ , которые вычесывают оставшиеся в ленте семена. Кроме того, лопасти со щетками выполняют роль швырялки для транспортирования вороха в бункер-накопитель.

Качество работы предлагаемого устройства зависит, главным образом, от отношения скорости подачи стеблей льна зажимным транспортером в зону очеса, скорости вращения ротора с бичами и количества бичей. На рисунке 2 представлена зависимость скорости удара бича по ленте  $V_p$  от ее скорости  $V_{тр}$  и количества бичей ротора  $N$ .

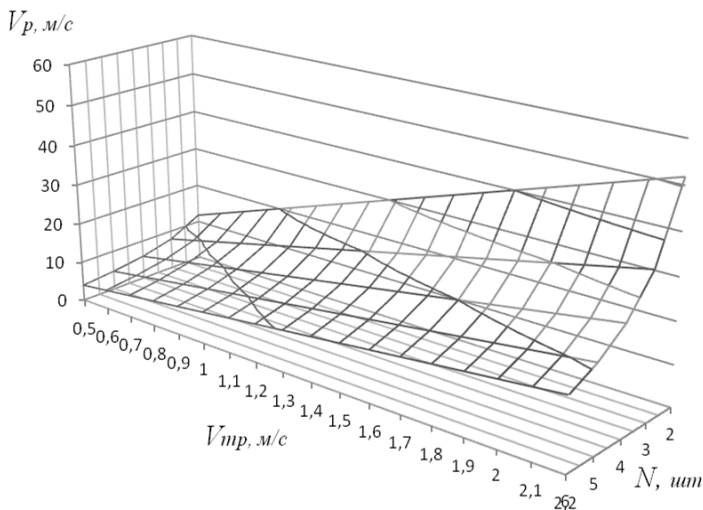


Рисунок 4.3 - Зависимость скорости удара бича по ленте  $V_p$  от ее скорости  $V_{тр}$  и количества бичей ротора  $N$

Преимущество предлагаемого устройства заключается в повышении качества очеса стеблей льна за счет порционного воздействия бичами на обрабатываемый слой и растаскивании его в пространстве между ротором и декой с последующим отделением головок льна между сектором и ротором. Вследствие последующего вычесывающего воздействия на очесанную ленту льна лопастей со щетками снижаются потери семян. Поскольку основной рабочий орган ротор установлен перпендикулярно движению ленты льна, а

бичи и вычесывающе-транспортирующие лопасти со щетками расположены по обе стороны ротора, то конструкция устройства для отделения семенных коробочек от стеблей значительно упрощается.

### *Список литературы*

1. Казакевич, П.П. Лен-долгунец: современные машинные технологии уборки и организации работ / П.П. Казакевич, В.Н. Перевозников, П.В. Хорт // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 12–14 окт. 2001 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: В.А. Шаршунов (отв.ред.) [и др.]. – Горки, 2001. – Ч. 2. – С. 81–86.

2. Кременевская, Е.А. Состояние и перспективы развития льноперерабатывающей промышленности / Е.А.Кременевская // Агроэкономика. – 2000. – №2. – С. 14–15.

3. Ильина, З.М. Рынок продовольствия и сырья: 10. Лен: монография / З.М. Ильина, Н.Н. Батова, В.Н. Перевозников; под ред. З.М. Ильиной: Институт экономики НАН Беларуси. – Минск, 2005. – 108 с.

4. Возделывание сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии: практическое руководство / Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию Могилевского облисполкома; Курсы по повышению квалификации и переподготовке кадров обл. сельхозпрода; сост. В.С. Адашкевич [и др.]. – Горки, 1998. – 234 с.

5. Марциновский, Ю.В. Заготовка семян льна / Ю.В. Марциновский // Лен и конопля. – 1976. – №9. – С. 30–32.

6. Ушаповский, И.В. Льноводство в Западной Европе / И.В. Ушаповский // Междунар. аграр. журн. – 1999. – №11. – С.11–15.

7. Голуб, И.А. Лен Беларуси: монография / И.А.Голуб [и др.]; под ред. И.А. Голуба. – Минск: ЧУП «Орех», 2003. – 245 с.

8. Научные основы производства льнопродукции в Могилевской области / Г.М. Пшиходский [и др.]; под общ. ред. Г.М. Пшиходского. – Горки: Могилев. обл. центр консультирования и аграр. реформы, 2002. – 120 с.

## **Development and rational basis in designing the tow boxes flax**

*Kruglenya VE, k.T.N., Associate Professor , Alexeenko AS, k.T.N., Associate Professor , M. Zeitz , assistant, Shklyarov MI, student  
UO « Belarusian GSHA »*

The design of the rotary stripper header to separate the seeds from the stalks of flax during the selection and wrapping tape flax. Described his ustroyost of and principle of operation. A graphical dependence of the rate whip through the Ribbon from its speed and the number of pests rotor.

Keywords: linseed-dolgunets, rotary stripper header, split-nology those, flax seeds, flax heap.



УДК- 631.3:629.3.014.2.033:636.085

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЁТКОСТИ РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЧНОЙ ЛЕНТЫ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ**

*Лапик В.П., к.т.н, доцент, Адылин И.П., аспирант*

*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Изложен процесс взаимодействия резиноармированной гусеницы с опорными катками движителя.*

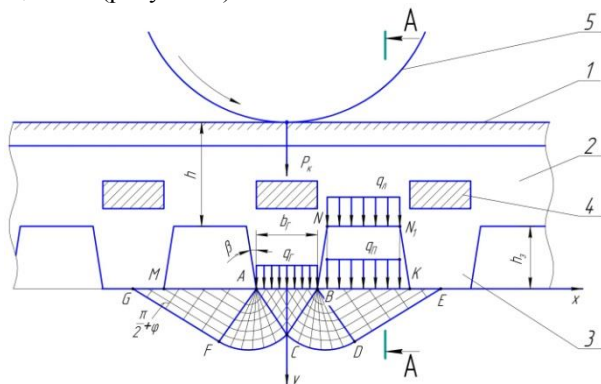
*Ключевые слова: гусеничный движитель, резиноармированная гусеница, опорные катки.*

Применение резиноармированных гусениц в конструкции гусеничных движителей имеет свои особенности взаимодействия с ведущей звездочкой и опорными катками. Наличие достаточно высоких грунтозацепов и гибкость гусеничной ленты в промежутках между ними существенно изменяет и характер воздействия на почву, особенно переувлажненную пойменную. Резина как материал при приложении нагрузки изменяется по определенным законам [1].

Пренебрегая в первом приближении взаимным влиянием нагрузок от соседних опорных катков, определим жесткость резиноармированной ленты при нагружении одним катком. Рассмотрим два характерных сечения:

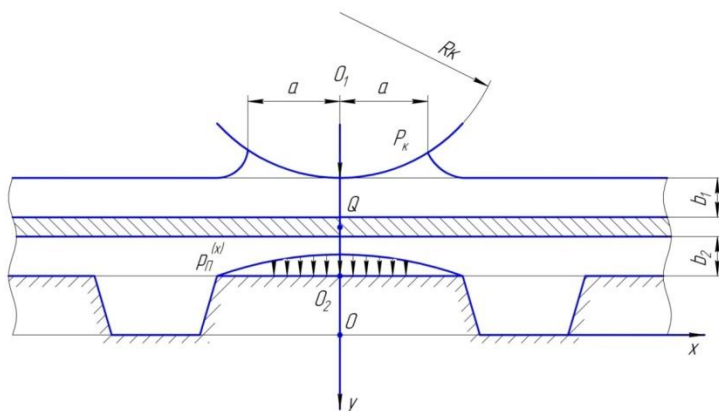
1) сечение, проходящее через середину толщины грунтозацепа  $b_r$  (см. рисунок 1);

2) сечение, проходящее через середину промежутка между грунтозацепами (рисунок 2).



- 1 – внутренняя поверхность резиноармированной гусеницы,  
 2 – резиноармированная гусеничная лента, 3 – грунтозацеп,  
 4 – закладной металлический элемент, 5 – каток

Рисунок 1 - Схема формирования колеи под грунтозацепом



- 1 – упругодеформируемый слой, 2 – нерастяжимая прослойка,  
 3 – упругодеформируемый слой, 4 – грунтозацеп, 5 - каток

Рисунок 2 - Схема определения поперечной жесткости резиноармированной гусеницы и максимального давления на почву в промежутке между грунтозацепами

При этом учтем, что резиноармированная лента имеет несколько слоев (см. рисунок 2): верхний упругодеформированный слой резины, армированный кордом толщиной  $b_1$ ; практически нерастяжимый вдоль гусеницы слой, армированный стальными тросами; нижний упругодеформированный слой толщиной  $b_2$ .

Параметры сжатия верхнего упругодеформируемого слоя определим по схеме деформации цилиндром тонкого упругого слоя, приклеенного к жесткому основанию. При этом возможный прогиб слоя, армированного тросами и являющегося в данном случае основанием, учтем, как это принято в теории контактных деформаций, введением некоторого радиуса кривизны основания, который будет определен в дальнейшем.

Резину можно считать практически несжимаемым материалом. В этом случае при сжатии тонкого слоя резины цилиндром эпюра распределения давления на площадке контакта описывается не квадратичной параболой, как в теории контактных деформаций Герца, а параболой четвертой степени. Такое распределение давления на площадке контакта большей концентрацией напряжений в середине площадки, а сам контакт является более жестким.

Основные характеристики контакта жесткого цилиндра (в нашем случае опорного катка) с тонким слоем резины определяются следующим образом [2]:

- распределение давления симметрично относительно оси  $OO_1$  (см. рис. 2) при  $|x| \leq a$ :

$$p(x) = \frac{E_{\text{пр}} a^4}{24 R_{\text{пр}} b_1^3} \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)^2; \quad 1)$$

- уравнение для определения полуширины площадки контакта  $a$ :

$$P_{\text{к}} = \frac{2 E_{\text{пр}} a^5}{45 R_{\text{пр}} b_1^3} B; \quad 2)$$

- наибольшая деформация вдоль оси  $OO_1$  (вертикальное перемещение опорного катка):

$$\delta = \frac{a^2}{6 R_{\text{пр}}}, \quad 3)$$

где  $B$  – рабочая ширина гусеницы;  $R_{\text{пр}}$  – приведенный радиус кривизны контактирующих тел;  $E_{\text{пр}}$  – приведенный модуль упругости контактирующих тел

Приведенный радиус кривизны равен:

$$R_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{к}}R_{\text{тр}}}{R_{\text{тр}} - R_{\text{к}}}, \quad (4)$$

где  $R_{\text{к}}$  – радиус опорного катка;  $R_{\text{тр}}$  – радиус кривизны слоя армированного тросами, в точке  $Q$ , обусловленный прогибом этого слоя.

Радиус  $R_{\text{тр}}$  при положении центра катка посередине промежутка между грунтозацепами (рисунок 2) в дальнейшем определяется из уравнения изгиба гусеницы как растянутой балки, лежащей на упругом основании.

Приведенный модуль упругости слоя толщиной  $b_1$ , армированного кордом, как композитного тела определим, согласно рекомендациям работы [1], как

$$E_{\text{пр}} = E_{\text{р}} \frac{(1+C_{\text{к}})E_{\text{к}} + (1-C_{\text{к}})E_{\text{р}}}{(1+C_{\text{к}})E_{\text{р}} + (1-C_{\text{к}})E_{\text{к}}}, \quad (5)$$

где  $E_{\text{р}}$  – модуль упругости резины;  $C_{\text{к}}$  – объемная концентрация нитей корда в слое;  $E_{\text{к}}$  – модуль упругости нитей корда при поперечном сжатии.

Считая, что  $E_{\text{к}} \gg E_{\text{р}}$ , получаем:

$$E_{\text{пр}} \sim E_{\text{р}} \frac{1+C_{\text{к}}}{1-C_{\text{к}}}. \quad (6)$$

Определим из равенств (2, 3) жёсткость контакта опорного катка с резиноармированной лентой:

$$c_3 = \frac{P_{\text{к}}}{\delta_3} = 1,73(P_{\text{к}}R_{\text{пр}})^{3/5} \left( \frac{E_{\text{пр}}B}{b_1^3} \right)^{5/2}. \quad (7)$$

Таким образом, жесткость контакта зависит от действующего усилия  $P_k$ . А нагрузка на опорный каток в рассматриваемом его положении зависит от соотношения шага установки катков и шага грунтозацепов. Если это соотношение является целым числом, то нагрузка на все катки тележки практически одинакова и равна нагрузке на тележку, деленной на число катков. В ином случае она определяется из уравнения изгиба гусеницы как балки, лежащей на упругом основании.

При расположении катка над грунтозацепом и закладным металлическим элементом (рисунок 1) в приведенных выше выражениях можно принять  $R_{тр} = \infty$  и  $R_{пр} = R_k$ . Обозначим получающуюся при этом жесткость  $C_1$ .

Далее, определим, согласно рисунку 2 распределения давления на почву  $P_n(x)$ , передаваемого от слоя, армированного тросами, через упругодеформируемый слой  $b_2$ . Для этого используем известный в контактной теории прием: приведем криволинейную вблизи точки Q форму слоя к плоской. Тогда нужно вводить эквивалентную кривизну в точке  $O_2$  на поверхности почвы. При этом получаем задачу сжатия тонкого слоя  $b_2$ , приклеенного к плоскости основания в окрестности точки Q цилиндрическим телом (почвой) с радиусом кривизны вблизи точки  $O_2$ , равным  $R_{тр}$ . По аналогии с предыдущими формулами получаем суммарную на всем промежутке между грунтозацепами жесткость этого контакта в виде

$$c_{0\Sigma} = \frac{P_k}{\delta_0} = 1,73(P_k R_{тр})^{3/5} \left(\frac{E_{пр} B}{b_2^3}\right)^{5/2}. \quad 8)$$

Распределение давления на почву при этом, по аналогии с (1), запишется, как

$$P_n(x) = P_{max} \left(1 - \frac{x^2}{a_n^2}\right)^2, \quad 9)$$

где  $P_{max}$  - максимум давления, определяемый из совместного решения двух неравенств:

$$P_{max} = \frac{E_{пр} \alpha_n^4}{24 R_{тр} b_2^3}, \quad 10)$$

и

$$P_k = \frac{2 E_{пр} \alpha_n^5 B}{45 R_{тр} b_2^3}, \quad 11)$$

путем исключения из них величины  $a_{п.}$ . При этом получаем:

$$P_{max} \approx 0,5 \left( \frac{P_K}{B} \right)^{4/5} \left( \frac{E_{пр}}{R_{тр} b_z^3} \right)^{1/5}. \quad (12)$$

Определим жесткость грунтозацепа при вертикальном нагружении с учетом особенностей расчета резиновых деталей [2]. Воспользуемся при этом методом Э.Э.Лавендэла, согласно которому деформация детали рассчитывается исходя из необходимой энергии формоизменения. Грунтозацеп представляет собой длинное призматическое тело шириной при основании, равной (см. рис. 1):

$$b_r' = b_r + 2h_3 \operatorname{tg} \beta. \quad (13)$$

Площадь поперечного сечения основания грунтозацепа равна:

$$F_0 = b_r' B. \quad (14)$$

Тогда, согласно [2], жесткость при вертикальном сжатии грунтозацепа равна:

$$c_2 = \frac{P}{\Delta} = G_p F_0 \frac{1}{2h_3} \left[ 1 + \frac{1}{3} \left( \frac{b_r'}{h_3} \right)^2 \right], \quad (15)$$

где  $P$  – действующее усилие;

$\Delta$  – осадка грунтозацепа;  $G_p$  – модуль сдвига резины;

$$G_p = \frac{E_p}{3};$$

$E_p$  – модуль упругости резины.

Таким образом, жесткости резиноармированной ленты как выше, так и ниже слоя, армированного тросами, определены нами в двух характерных сечениях: над грунтозацепами и в промежутках между ними.

Давление на почву под грунтозацепом можно считать приближенно равномерно распределённым и равным

$$P_r = \frac{P_K}{b_r}. \quad (16)$$



Именно давлениями  $q_x = P_{max}$  и  $q_r = P_r$  определяется глубина колеи в промежутке между грунтозацепами и под грунтозацепами.

#### *Список литературы*

1. Потураев В.Н. Резиновые и резинометаллические детали машин. – М.: Машиностроение, 1966. – 299 с.
2. Лавендэл Э.Э. Расчет резинотехнических изделий/ Лавендэл Э.Э. – М.: Машиностроение, 1976. – 232 с.

#### **Stiffness test of rubber-reinforced track when deforming it with the help of track support rollers of the caterpillar mover**

*VP Lapik Ph.D., Associate Professor, IP Adylin graduate student,  
FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The article presents the process of interaction between rubber-reinforced track and track support rollers of caterpillar mover.

Keywords: Caterpillar mover, rubber-reinforced track, track support rollers.



УДК.636.085.51

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ**

*Добышев А.С., д. т. н., профессор, Лукьянов Д.А., м.т.н., аспирант  
УО «Белорусская ГСХА»*

*В данной статье рассмотрены проблемы связанные с очисткой корнеклубнеплодов. Проанализированы характерные особенности очистки корнеклубнеплодов и поставлены задачи к решению данной проблемы. В ходе исследований было установлено, что использование в процессе очистки современных машин является не рациональным. На основе проведенного исследования авторами представлено разрабатываемое устройство по очистке, которое*

*позволит качественно очищать корнеклубнеплоды, снизить заболеваемость животных, повысить продуктивность животных примерно на 10-15%, снизить затраты труда примерно на 15-30%.*

*Ключевые слова: эффективность процесса очистки, устройство по очистке, заболеваемость, продуктивность.*

В процессе производства и приготовления кормов важное место занимает использование различных кормовых смесей с применением корнеклубнеплодов. [1]

Корнеклубнеплоды относятся к объемистым, влажным, сочным кормам. Содержание белка в корнеплодах невелико – 2,0-2,5 %, однако в нем сравнительно много незаменимых аминокислот (лизина, метионина, аргинина), которые способствуют улучшению переваривания пищи.

Корнеклубнеплоды дают сочный легкопереваримый и обладающий хорошими вкусовыми качествами корм и считаются молокогонным кормом для коров. По сбору питательных веществ с единицы площади корнеклубнеплоды занимают одно из первых мест среди кормовых культур. В структуре сочных кормов они занимают около 17 %. [3]

Корнеклубнеплоды скармливают всем видам сельскохозяйственных животных. Высоко значение этих кормов для молочного скотоводства. В хозяйствах с высокой молочной продуктивностью коров доля корнеплодов в сочных кормах достигает 40-50 %. [3]

При изучении разных типов кормления, различавшихся по характеру сочных кормов, найдено, что сочетание силоса с корнеплодами отражается на эффективности использования корма для образования молока. Особенно высокая эффективность наблюдалась, когда имело место сочетание умеренного количества силоса с разнообразными корнеклубнеплодами (сахарная, кормовая свекла и картофель).

Одной из основных операций при подготовке корнеклубнеплодов к скармливанию является их очистка от почвы. Особенно много почвы остается на корнях. Систематическое скармливание высокопродуктивным животным загрязненных земель корнеплодов через 5-6 месяцев приводит к нарушению пищеварения, потери упитанности и резкому снижению молочной продуктивности. После убоя у таких животных в преджелудках обнаруживают до 16-18 кг земли и песка. От загрязненных корнеплодов у животных быстрее оттираются зубы, поэтому важно проводить очистку корнеплодов от земли. [3]

Исследования подтвердили вышеуказанное, что использование неочищенных от почвы корнеклубнеплодов ведет к желудочно-кишечным заболеваниям и резкому снижению продуктивности животных. Механизированные способы возделывания и уборки корнеклубнеплодов привели к тому, что значительно увеличилась ее загрязненность. За последние годы загрязненность приемного сырья в среднем составила 14-16% , в отдельных случаях, превышая 30%. В поступающей свекле содержится земля, травянистые примеси, ботва и корнеклубнеплодный бой, которые, попадая в бурт для хранения, уплотняют его пространство, ухудшают аэрацию. Кроме того, попавшие в бурт для хранения мелочь и бой легко поражаются микроорганизмами, тем самым способствуя массовому гниению сырья. Все это сырье попадает животным на кормовой стол. Одним из радикальных средств снижения порчи продукции является очистка корнеклубнеплодов загрязнений и последующее их скармливание или хранение в очищенном виде. [4]

В настоящее время в сельском хозяйстве для очистки кормовых корнеклубнеплодов используются машины, работающие по принципу гидромеханической очистки (мойки): ИКМ-5, ИКМ-Ф-10 и др. Однако эти машины обладают рядом существенных недостатков. При поступлении с буртов хранения корнеклубнеплодов, имеющих повышенную загрязненность, увеличивается расход воды (до 400 литров на тонну обрабатываемых корнеклубнеплодов), снижается производительность машин почти в два раза, так как в процессе мойки требуется время на отмокание и очистку загрязнений. Эксплуатация моющих машин требует наличие системы канализации, отстоя, очистки загрязненной воды, удаления остатков очистки. В зимнее время подогрева воды и наличия теплого помещения. К тому же в процессе длительной водной очистки, сильно травмированных корнеклубнеплодов происходит вымывание ценных питательных веществ (крахмала, сахара). Также при водной очистке корнеклубнеплодов требуется дополнительная сушка перед закладкой на хранение, что влечет за собой дополнительные энергозатраты.[4]

Для молочной фермы на 400 коров потребность в корнеклубнеплодах может составить 2100 т. в год. При мойке такого количества корнеклубнеплодов образуется около 880 м<sup>3</sup> загрязненных стоков. При сухой очистке корнеклубнеплодов сокращаются расходы воды, снимаются проблемы с утилизацией загрязненных стоков, уменьшается загрязнение окружающей среды. Отделенная от корнеклубнеплодов почва в сухом виде возвращается снова на поля.

В разработанных ранее устройствах, для сухой очистки происходит наматывание растительных остатков на щетки и защемление комков почвы между ворсинами, что в дальнейшем снижает качество очистки.

Решение данной проблемы содержит в себе источник большой экономии в сельском хозяйстве страны и может быть обеспечено за счет совершенствования существующих машин или создания новых. В связи с этим возникает необходимость разработки нового эффективного устройства, лишённого вышеперечисленных недостатков и имеющего более широкие технологические возможности.

Решая вышеперечисленные задачи в ходе исследования данной проблематики, нами разрабатывается установка, которая позволит качественно очищать корнеклубнеплоды, не требуя дополнительных затрат. Схема очищающего устройства показана на рисунке 1.

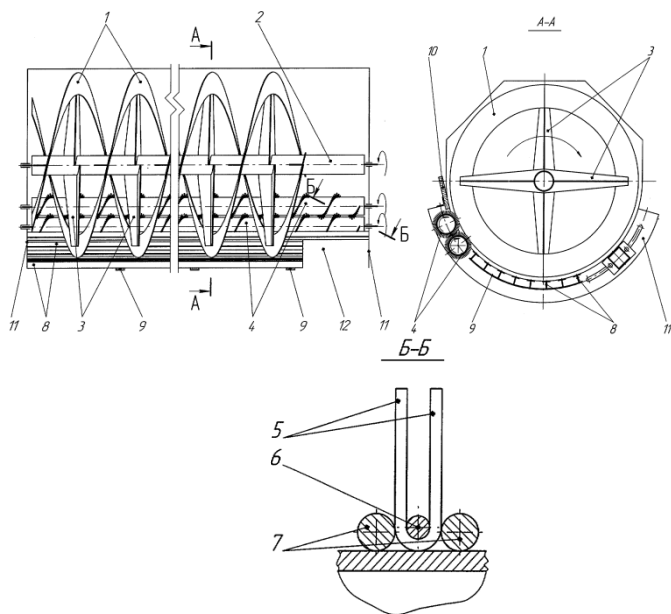


Рисунок 1. Схема очищающегося устройства корнеклубнеплодов

1. Витки шнека, 2. Вал шнека, 3. Кронштейн, 4. Очищающие вальцы, 5. Упругие эластичные элементы, 6. Трос, 7. Смежные вики, 8. Планки, 9. Дугообразные полосы, 10. Доска, 11. Сектора, 12. Выгрузное окно

Работа устройства заключается в следующем. Корнеплоды подаются на обрешетку, откуда они захватываются витками 1 шнека, которые за счет сил трения поднимают корнеплоды по обрешетке на определенный острый угол по ходу вращения шнека, где и расположены очищающие вальцы 4. Таким образом, корнеплоды почти всегда находятся в зоне действия очищающих вальцов 4. Вальцы снабжены упругими эластичными элементами в виде ворса 5, которые образуют на вальцах ребристую поверхность, за счет чего повышается качество очистки корнеплодов. Возможность деформации ворса 5 способствует снижению повреждаемости корнеплодов. Эластичные витки шнека смягчают удар витка о корнеплод в момент его захвата, а также снижают возможность заклинивания корнеплодов между витком шнека и обрешеткой или вальцом, что снижает повреждаемость корнеплодов. Деформация витков шнека способствует также их самоочистке от прилипшей почвы. В силу неправильной геометрической формы корнеплодов будет иметь место их сход с очищающих вальцов 4. Тогда до момента подъема корнеплода витком шнека обратно на вальцы 4 будет происходить очистка корнеклубнеплода при его взаимодействии с планками 8 обрешетки. Доска 10 препятствует перебросу корнеплодов через вальцы 4. Очищенные корнеплоды удаляются из очистителя через выгрузное окно 12. Скорость продольного движения витков вальцов 4 и шнека одинакова, что позволяет вальцам 4 самоочищаться.

Таким образом, предложенная конструкция очистителя позволяет при минимальных повреждениях качественно очищать корнеклубнеплоды различных видов.

Данная установка позволит качественно очищать корнеклубнеплоды, как для хранения в буртах, так и для прямого скармливания животным.

В Республике Беларусь подобного вида работы ранее не выполнялись. Данная разработка будет применена на сельскохозяйственных предприятиях. Предположительно применение данной разработки позволит:

- качественно очищать корнеклубнеплоды;
- снизить заболеваемость животных;
- повысить продуктивность животных примерно на 10-15% ;
- снизить затраты труда примерно на 15-30% ;

### *Список литературы*

1. Республиканская программа развития молочной отрасли в 2010-2015 годах.
2. Основные направления ресурсосбережения в сельском хозяйстве: Практическое пособие / А.С. Добышев, А.Н. Карташевич. – Гомель: ЦНТУ «Развитие», 2007. – 168 с.
3. Обмен веществ, здоровье и продуктивность коров при разном уровне в рационе концентратов в переходный период: Научный журнал / В.Г. Радчиков, О.Г. Шляхова, Д.П. Дубинина, Т.А. Сень. – КубГАУ, 2012 - №79(05).
4. Кормление крупного рогатого скота: Специализированный фермерский портал / <http://fermer.by> – дата доступа – 25.11.2013г.

### **Improving the efficiency of the cleaning process of the crops**

*A. Dobysh, d. T. N., Professor, DA Lukyanov, m.t.n., a graduate student  
UO « Belarusian GSHA »*

This article examines the problems associated with cleaning root crops. Analyzed the characteristics of root crops and cleaning set for summer-to solving this problem. Studies have found that the use of in-process cleaning of modern machinery is not rational. On the basis CHECK dennogo study developed by the authors presented a device for cleaning, koto-Roe will qualitatively cleaned root crops, reduce the incidence of animals, improve animal productivity by 10-15%, reduce labor costs by about 15-30%.

Keywords : efficiency of cleaning device for cleaning incidence productivity .



## **ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

**Самусенко В.И., инженер, Никитин А.М., инженер**

*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*В статье обоснованы основные мероприятия, проводимые автотранспортными предприятиями по предупреждению дорожно-транспортных происшествий (ДТП), которые предлагаются объединить в группы. Объединение мероприятий в группы, позволяет концентрировать усилия по предупреждению ДТП на конкретных направлениях по снижению аварийности на дорогах. Мероприятия представлены в виде схемы «дерево целей»*

*Ключевые слова: безопасность движения, автотранспортное средство, автотранспортные предприятия, причины дорожно-транспортных происшествий, тяжесть последствий ДТП, мероприятия, «дерево целей».*

Организационные мероприятия, направленные на повышение безопасности движения, можно объединить в следующие группы:

1. Совершенствование системы подготовки и переподготовки водителей автотранспортных средств и инженерно-технических работников (ИТР): ежегодное обучение инженерно-технических работников, связанных с движением автотранспортных средств, вопросам безопасности движения по специальной программе со сдачей зачетов; ежегодное обучение водителей основам безопасности движения; совершенствование профессионального мастерства водителей транспортных средств; выполнение установленных требований учебы и стажировки водителей автотранспортных средств.

2. Улучшение медико-санитарного обслуживания водителей и контроля над состоянием их здоровья: обязательные периодические медицинские переосвидетельствования водителей автотранспортных средств в установленные сроки; предрейсовые, послерейсовые и межрейсовые медицинские осмотры водителей; создание сети передвижных медицинских пунктов для контроля над состоянием здоровья водителей; создание стационарных здравпунктов и поликлиник.

3. Улучшение технического состояния автотранспортных

средств, дорожных условий, совершенствование организации перевозок людей и грузов и контроля водителей на линии: контроль над соблюдением и качественным техническим обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств; внедрение диагностических комплексов для определения технического состояния автотранспортных средств; создание действенного контроля над состоянием автомобильных дорог и своевременное принятие мер по обеспечению безопасных условий движения автотранспортных средств; выполнение положения о рабочем времени и времени отдыха водителей; разработка общероссийских требований по обеспечению перевозок автотранспортными средствами; создание действенной системы контроля над работой водителей в дорожных рейсах; повышение эффективности индивидуальной работы с водителями.

4. Совершенствование деятельности службы безопасности дорожного движения: разработка и реализация планов работ по предупреждению дорожно-транспортных происшествий; организация учета и анализа дорожно-транспортных происшествий, участие в их служебном расследовании; выпуск публикаций по вопросам безопасности движения.

5. Совершенствование работы с кадрами: организация работы кабинетов и уголков по безопасности дорожного движения и их оборудование современными средствами обучения; организация работы водителей - инструкторов по безопасности дорожного движения по совершенствованию профессионального мастерства и дисциплины водителей при движении; внедрение материальных стимулов для водителей за безаварийную работу; регулярная аттестация по безопасности движения руководящих работников служб предприятий

Разработка мероприятий по предупреждению дорожно – транспортных происшествий способствует решению задач управления безопасностью движения. Представим схему мероприятий от высшей цели к конкретным мерам по ее достижению в виде «дерева целей» (рисунок 1.1).

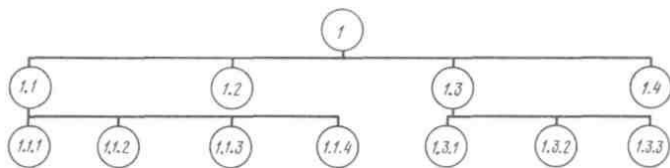


Рисунок 1.1 – «Дерево целей» по проблеме снижения аварийности



Эффективное управление деятельностью по обеспечению безопасностью дорожного движения является главной целью (1). Этой цели можно добиться путем достижения целей более низкого ранга – подцелей второго порядка: проведением на предприятии стандартного комплекса мероприятий по безопасности движения (1.1); подготовкой работников предприятия по вопросам безопасности движения и гарантией их заинтересованности в ее обеспечении (1.2); управлять сокращением транспортного травматизма (1.3); координацией работы организаций, связанных с дорожным движением, постановкой обоснованных требований к этим организациям по обеспечению ими безопасности движения и контролем за выполнением этих требований (1.4).

В свою очередь подцели 1.1 и 1.3 состоят из подцелей третьего порядка. Подцель 1.1 включает: разработку и внедрение нормативно-методических материалов по обеспечению безопасности дорожного движения (1.1.1); внедрение в должностные инструкции всех инженерно-технических работников предприятия обязанностей по обеспечению безопасности движения (1.1.2); координацию деятельности всех служб предприятия, их нацеленность на достижение конечных результатов (1.1.3); обеспечение выполнения всеми работниками обязанностей по безопасности движения (1.1.4).

Подцель 1.3 достигается путем: введения долгосрочного планирования мероприятий по сокращению транспортного травматизма и графиков реализации запланированных мероприятий (1.3.1); оценки и анализа эффективности запланированных мероприятий (1.3.2); использования современных достижений научно-технического прогресса в области обеспечения безопасности дорожного движения (1.3.3).

Конечной целью выполнения комплексной программы обеспечения безопасности перевозок людей и грузов является снижение случаев травмирования людей (рисунок 1.2).

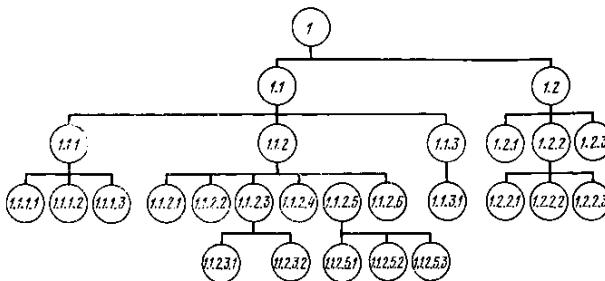


Рисунок 1.2 – «Дерево целей» по проблеме снижения аварийности

Эта главная цель (1) достигается путем решения двух подцелей: сокращения случаев дорожно-транспортных происшествий (1.1) и снижения тяжести их последствий (1.2).

Подцель 1.1 включает в себя следующие задачи: постоянное улучшение качественного состава водителей (1.1.1); повышение надежности водительского состава (1.1.2); создание здорового социально-психологического климата в коллективе (1.1.3)

Подцель 1.2 включает: совершенствование пассивной безопасности конструкции транспортных средств (1.2.1); оперативное оказание помощи пострадавшим при дорожно-транспортном происшествии, другие действия водителей по обеспечению послеаварийной безопасности (1.2.2); исключение неорганизованных перевозок людей и грузов на транспортных средствах, не предназначенных для этих целей (1.2.3).

В свою очередь подцель 1.1.1 предполагает: сокращение текучести кадров водителей (1.1.1.1); выявление и отстранение от работы «опасных» водителей (1.1.1.2); создание действенных ограничений, препятствующих приему на работу «опасных» водителей (1.1.1.3).

Подцель 1.1.2. предполагает: обеспечение оптимального баланса между уверенностью и чувством опасности у водителей (1.1.2.1); поддержание (улучшение) состояния здоровья и работоспособности водителей (1.1.2.2.); воспитание чувства высокой профессиональной ответственности (дисциплинированности) у водителей (1.1.2.3); повышение профессионального мастерства водителей (1.1.2.4); обеспечение адаптации молодых, поступивших на предприятие водителей (1.1.2.5); выявление проблемных «водителей» и проведение с ними специальной работы (1.1.2.6).

Достижение подцели 1.2.2 можно обеспечить: эвакуацией пассажиров (и водителя) из салона (кабины) транспортного средства (1.2.2.1); вызовом скорой помощи (1.2.2.2); оказанием доврачебной медицинской помощи пострадавшим (1.2.2.3).

#### *Список литературы*

1. Лачуга, Ю.Ф. и др. Прикладная математика, нелинейное программирование в инженерных задачах (учебное пособие). – М.: Колос, 2001. – 288 с.

2. Математическая статистика: Учеб. для вузов // Под ред. В.С. Зарубина. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 423 с

3. Никитин, А.М. Теоретические основы безопасности дорожного движения//Монография. – Брянск: Изд-во ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2014. – 187 с. ISBN 978-5-88517-252-3.

## Justification of organizational actions for traffic safety increase

*В.И Самусенко, инженер, А.М. Никитин, инженер  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

In article the main events held by the motor transportation enterprises for the prevention of the road accidents (RA) which are suggested to unite in groups are proved. Association of actions in groups, allows to concentrate efforts on the prevention of road accident on the concrete directions on decrease in accident rate on roads. Actions are presented in the form of the scheme "the tree is more whole"

Keywords: traffic safety, the vehicle, the motor transportation enterprises, the reasons of road accidents, weight of consequences of road accident, action, "a tree is more whole".



УДК 633.1

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ

**Панова Т.В.**, *к.т.н., доцент*, **Панов М.В.**, *к.т.н., доцент*  
**Ляхова Л.А.**, *инженер*  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

*Рассмотрена технология заготовки и сохранения зерна, машины и оборудование, применяемые в процессе заготовки.*

*Ключевые слова: Зерно, заготовка зерна, хранение зерна.*

Сохранение и рациональное использование всего выращенного урожая, получение максимума изделий из сырья сегодня является одной из основных государственных задач.

Хранение зерна является важным технологическим процессом, от которого зависит сохранность потребительских свойств товара на достаточно длительном промежутке времени.

В ОАО «Учхоз «Кокино» зерновыми культурами засеяны 76 га, из которых: по 4 га отведено под яровую пшеницу и ячмень, по

10 га – под озимую пшеницу, рожь и гречиху, 30 га – под овес и 8 га засеяны зернобобовыми. Урожайность зерновых культур на 2014 год составила: пшеницы яровой и ячменя - по 4 ц/га, пшеницы озимой, ржи и гречихи - по 10 ц/га, зернобобовых - 8 ц/га.

Все организации, занимающиеся производством и хранением зерна, проходят этапы в последовательности, представленной на рисунке 1.

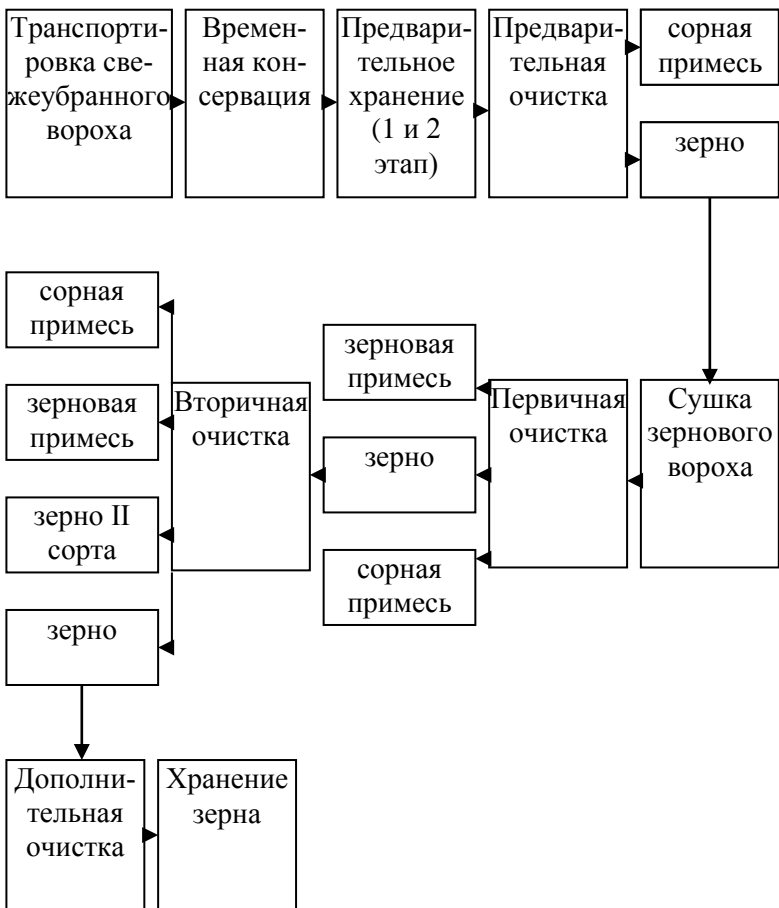


Рисунок 1 – Этапы заготовки зерна

Партии семян в ОАО «Учхоз «Кокино» хранят отдельно по культурам, сортам, репродукциям, категориям сортовой чистоты, а также с учетом показателей качества по засоренности и влажности. Перед заготовкой зерна проводят зачистку складских помещений, оборудования и территорий зернотока от остатков урожая прошлого года.

Период временной конспирации зерна - непродолжительное 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.

Сразу после обмолота зерна проходит стадию предварительного хранения на токах или в складах. Предварительное хранение зерна подразделяется на два этапа: 1 этап - хранение свежесобранного 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 убранных 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.

Это вспомогательная операция на очистке зерна, ее проводят для обеспечения благоприятных условий при выполнении последующих операций послеуборочной обработки зерна. На ворохоочистительных машинах из зернового вороха выделяют крупные примеси, что повышает сыпучесть зерновой массы, повышает устойчивость к самосогреванию [2, 5].

Предварительная очистка наиболее эффективна только в том случае, если проводится сразу же при поступлении зерна на ток. Для предварительной очистки в хозяйстве имеются машины ОВС-25 с воздушной очисткой. Машины предварительной очистки должны выполнять очистку свежесобранного 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. Предварительная очистка наиболее эффективна только в том случае, если проводится сразу же при

поступлении зерна на ток. Задержка с очисткой даже на ночь, связанная с опасностью самосогревания зерна, снижения качества, кроме того, происходит быстрое перераспределение влаги между зерном и ворохом, в результате чего увеличивается влажность зерна [4].

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 наружным воздухом 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. Главное в обеспечении высокой эффективности сушки заключается в соблюдении установленных режимов сушки зерна с учетом его влажности, целевого назначения и других особенностей [1].

Для обеспечения сушки необходимого количества зерна и минимизации стоимости установки, предлагается малогабаритная мобильная зерносушилка для фермерских и крестьянских хозяйств (рисунок 2).

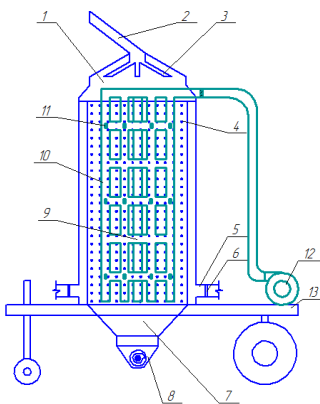


Рисунок 2 - Малогабаритная зерносушилка

Малогабаритная мобильная зерносушилка конструктивно состоит из корпуса 1, приемного канала 2 и патрубков 3, равномерно, распределяющих загружаемое сырьё в контейнер 4, из перфорированных листов, с перфорацией, имеющей форму ромба, системы воздухоподачи, состоящей из горизонтальных 9 и вертикальных перфорированных труб 10 с расположенными на них датчиками влажности 11 и теплогенератора для подачи теплого воздуха 12, горизонтальных воздухоотводов 5, снабженных обратными клапанами 6, днища в виде центрального затвора, открывающегося при выгрузке высушенного сырья. Также для выгрузки высушенных зерновых культур имеется выгрузной канал 7, ограниченный стенками со всех сторон и шнековый транспортер 8. Для транспортировки малогабаритная зерносушилка монтируется на платформе 13, снабженной механизмом сцепления с автомобилем.

Принцип работы установки следующий. Контейнер через приёмный канал равномерно заполняют сырьём нуждающимся в высушивании и включают теплогенератор. Теплый воздух, проходя по системе воздухоподачи, распределяется равномерно по сырью, благодаря равномерно расположенным горизонтальным и вертикальным перфорированным трубам, 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 теплогенератор автоматически выключается, открывается днище, выполненное в виде центрального затвора и по выгрузному каналу сырьё попадает в шнековый транспортер, по которому происходит перемещение и выгрузка сырья [3].

Первичная очистка зернового вороха заключается в том, чтобы выделить крупные, мелкие и легкие примеси из зерновой массы при минимальных потерях основного зерна. Зерновая масса должна иметь влажность не выше 18% и содержать сорную примесь не более 8%. При этом 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 проводится машиной ЗАВ-20.

Вторичная очистка семенного и продовольственного зерна состоит в доведении его до соответствующих классов качества. Вторичную очистку семян проводят в сложных воздушно-решетных машинах с разделением исходного материала на 4 фракции: семена

2-го сорта, аспирационные отходы, крупные и мелкие примеси (машина вторичной очистки (СМ - 4) для обработки семенного материала). Потери семян основной культуры во все фракции не должны 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 [4].

Очистка партий семенного зерна и партий высококачественного продовольственного зерна 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 [4].

#### *Список литературы*

1. Баум, А.Е. Сушка зерна [Текст] / А.Е. Баум, А.А. Резчиков. – М.: Колос, 1983. – 223 с.
2. Горелова, Е.И. Основы хранения зерна [Текст] / Е.И. Горелова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 136 с.
3. Патент РФ №147015 Малогабаритная зерносушилка Панова Т.В., Панов М.В. Опубликовано: 27.10.2014 Бюл. № 30
4. Пунков, С.П. Хранение зерна, элеваторно-складское, хозяйство и зерносушение [Текст]. – М.; Агропромиздат, 1990. - 367 с. - ISBN 5-10-000546
5. Трисвятский, Л.А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки [Текст] / Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 1983. - 351 с.



## **Optimization of grain drying processes via small grain dryer**

*TV Ponoва Ph.D., Associate Professor, MV Panov Ph.D., Associate Professor, LA Lyahova engineer FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The technology of harvesting and storing grain, machinery and equipment, with-me in the procurement process.

Corn, harvesting corn, grain storage.



УДК 629.114.2-82

### **НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Подшиваленко И.Л., к.т.н., доцент**  
*ассистенты* **Езапенко М.В., Бойкачев А.А., Харитонов М.Н.**

*УО «Белорусская ГСХА»*

**Кузюр В.М., к.т.н., доцент**  
*ФГБОУ ВО Брянский ГАУ*

*Поднята проблема сложности подготовки инженеров и трактористов по эксплуатации современной сельскохозяйственной техники и тракторов. Приведены назначение и устройство учебного стенда по изучению комплексной электронной системы управления трансмиссией тракторов «Беларус».*

*Ключевые слова: оборудование, инженеры, сельскохозяйственная техника, изучение.*

В настоящее время практически каждое сельскохозяйственное предприятие Республики Беларусь в составе машинно-тракторного парка имеет энергонасыщенные трактора марки «Беларус», которые выпускает Минский тракторный завод.

Эти тракторы предназначены для выполнения энергоемких сельскохозяйственных работ в тяговом и тягово-приводном режимах в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов; для основной и предпосевной обработки почвы, посева зерновых и дру-

гих культур, заготовки кормов, погрузочно-разгрузочных и стационарных работ, работ в строительстве и промышленности.

Они имеют сложное устройство с множеством электрогидравлических исполнительных механизмов. Так для управления блокировкой дифференциала заднего моста, приводом переднего ведущего моста, передним и задним валами отбора мощности и переключением передач на тракторе применяется комплексная электронная система управления трансмиссией.

Комплексная электронная система управления (КЭСУ) на тракторах «Беларус» предназначена для выполнения следующих функций:

- индикация включенной передачи коробки передач;
- управление режимом переключения передач коробки передач;
- управление задним валом отбора мощности;
- управление передним валом отбора мощности;
- управление приводом переднего ведущего моста;
- управление блокировкой дифференциала заднего моста;
- сигнализация аварийных состояний гидросистемы трансмиссии и ГНС, диагностика аварийного напряжения бортовой сети;
- диагностика неисправностей электронных систем управления задним ВОМ, передним ВОМ, приводом переднего ведущего моста, блокировкой дифференциала заднего моста, управления переключением передач.

Общее устройство КЭСУ с указанием мест положения основных элементов представлено на рис. 1.

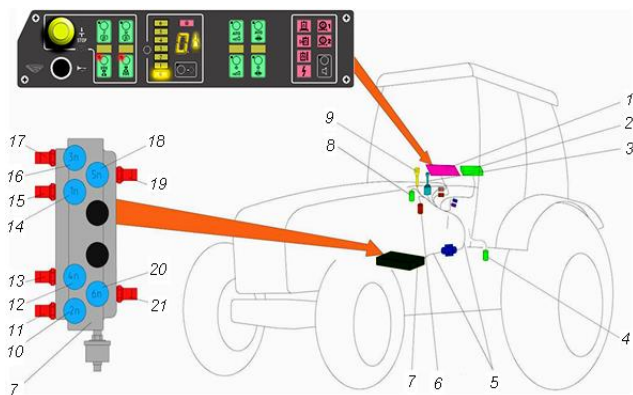


Рис. 1. Общее устройство КЭСУ тракторов «Беларус» с указанием мест установки узлов управления и датчиков переключения передач

и диапазонов: 1 – блок электронный КЭСУ; 2 – блок коммутации и защиты; 3 – джойстик переключения передач; 4 – датчик нейтрали диапазонного редуктора; 5 – жгуты соединительные; 6 – датчик выключенного состояния муфты сцепления; 7 – плата с электрогидро-распределителями; 8 – датчик транспортного (D) диапазона; 9 – кнопка задания режима подтормаживания на рукоядке переключения диапазонов; 10, 12, 14, 16, 18, 20 – электрогидрораспределители соответственно 2-й, 4-й, 1-й, 3-й, 5-й и 6-й передач; 11, 13, 15, 17, 19, 21 – датчики включенного состояния 2-й, 4-й, 1-й, 3-й, 5-й и 6-й передач

Для правильной эксплуатации, диагностирования, обслуживания и ремонта комплексной электронной системы управления трансмиссией трактора инженерная служба и механизаторы обязаны знать устройство и принцип ее работы в целом, а также назначение, расположение, устройство и принцип действия отдельных ее элементов. Для этого, собственно, требуется трактор.

По ряду причин не каждое учебное заведение в состоянии приобрести хотя бы один трактор для качественной подготовки специалистов.

Оптимальным решением проблемы подготовки специалистов, которые будут эксплуатировать эти трактора, является создание и использование учебных стендов, стоимость которых во много раз меньше стоимости трактора.

Так по техническому заданию сотрудников кафедры «Техническое обслуживание и ремонт машин» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» с участием сотрудников УО «Белорусский аграрный технический университет» Могилевская фирма НТП «Центр» создала учебный лабораторный стенд НТЦ-15.98 «Комплексная электронная система управления трансмиссией (КЭСУТ) трактора БЕЛАРУС-3022.1» (рис.2).

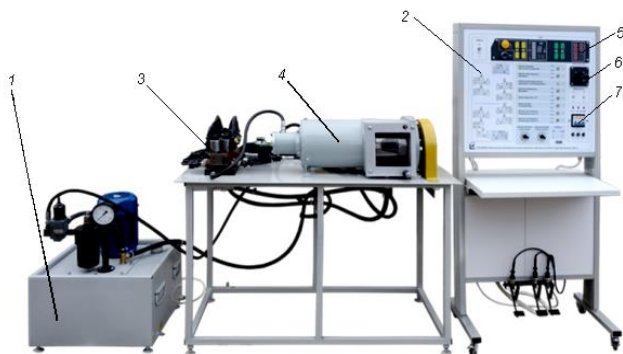


Рис. 2. Учебный лабораторный стенд НТЦ-15.98 «Комплексная электронная система управления трансмиссией (КЭСУТ) трактора БЕЛАРУС-3022.1»: 1 – гидростанция; 2 – модуль электроавтоматики; 3 – плита с электрогидрорапределителями; 4 – гидроподжимная муфта коробки передач; 5 – блок электронный КЭСУ; 6 – джойстика WET1234DFW; 7 – выключатель питания стенда

Техническая характеристика стенда НТЦ-15.98 приведена в таблице 1.

**Таблица 1. Технические характеристики оборудования**

Питание	3~380/220 В, 50 Гц	
Потребляемая мощность, кВт не более	2	
Рабочая жидкость	минеральное масло	
Объем рабочей жидкости, дм <sup>3</sup>	7	
Максимальное давление в гидросистеме, МПа	6	
Габаритные размеры модуля управления		
	Ширина, мм	650
	Высота, мм	1470
	Глубина, мм	600
Габаритные размеры модуля гидравлики		
	Ширина, мм	1200
	Высота, мм	1100
	Глубина, мм	600
Габаритные размеры гидростанции		
	Ширина, мм	450
	Высота, мм	600
	Глубина, мм	450
Вес оборудования, кг., не более	220	

Учебный лабораторный стенд позволяет проводить обучение персонала эксплуатации тракторов с комплексной электронной системой управления трансмиссией.

Стенд позволяет проводить следующие лабораторные работы:

1. Изучение электронного блока КЭСУ.
2. Самодиагностика неисправностей КЭСУ.
3. Изучение джойстика WET1234DFW.
4. Изучение плиты с исполнительными электрогидрораспределителями и датчиками давления заднего и переднего ВОМ.
5. Изучение порядка включения передач, включение режима «подтормаживания», «запоминание» включенной передачи. Включение БД, ПВМ, ЗВОМ, ПВОМ.

Позади панели управления стендом находится блок ввода неисправностей, который позволяет производить ввод следующих неисправностей:

- обрыв проводов КЭСУ–электромагниты распределителей плиты и распределителей ЗВОМ, ПВОМ;
- короткое замыкание проводов КЭСУ–электромагниты распределителей плиты и распределителей ЗВОМ, ПВОМ;
- обрыв проводов КЭСУ-датчики давления.
- короткое замыкание проводов КЭСУ-датчики давления.
- повышенное напряжение питания.

Внедрение данного стенда в учебный процесс позволило интенсифицировать подготовку инженеров и значительно повысить качество подготовки.

#### *Список литературы*

1. Трактор БЕЛАРУС 3222/3522: руководство по эксплуатации / под ред. И. Н. Усса. – Минск: РУП «Минский тракторный завод», 2010. – 376 с.
2. Трактора БЕЛАРУС-2522В/2522ДВ/2822ДЦ/3022В/3022ДВ и их модификации: руководство по эксплуатации/ под ред. И. Н. Усса. – Минск: РУП «Минский тракторный завод», 2008. – 395 с.
3. Трактора БЕЛАРУС-2522.1/2822.1/3022.1: руководство по эксплуатации (дополнение к Руководству по эксплуатации тракторов Беларус-2522В/2522ДВ/2822ДЦ/ 3022В/3022ДВ)/ под ред. И. Н. Усса. – Минск: ГСКБ-МТЗ, 2008. – 46 с.

## **New equipment for the training of engineers for agricultural production**

*k.T.N., Associate Professor Podshivalenko IL, assistants Ezapenko MV,  
Boykachev AA  
Kharitonov MN UO " Belarusian GSHA» k.T.N., Associate Professor  
VM Kuzyur FGBOU VO «Bryansk GAU»*

We have examined the problem of training engineers and tractor drivers for the operation of modern agricultural machinery and tractors. We have presented the purpose and design of training stand for studying complex electronic system of 'Belarus' tractors transmission control.

Keywords: equipment , engineers , agricultural machinery , study.



УДК 531.8: 681.332.51

### **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Варывдин В.В., к.т.н., профессор, Романеев Н.А., к.т.н., доцент  
Безик Д.А., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»**

**Васильченко М.М., инженер-конструктор  
ООО «ОКБ по теплогенераторам» г. Брянск**

*При исследовании серийно выпускаемой башины сушилки было установлено, что запас прочности и устойчивости металлоконструкции завышен. Были получены математические зависимости, связывающие параметры оптимизации со стандартными размерами сечений.*

*Ключевые слова: напряжение, устойчивость, металлоконструкция, уголок, стойка, раскос, оптимизация, параметры.*

Научно-технический прогресс и требования производства определяют развитие методов разработки и совершенствования тех-

ники для сельского хозяйства. Среди различных расчетных программ получил распространение отечественный пакет АРМ WinMachine, предназначенный для решения широкого спектра машиностроительных задач. Простота расчетов дает возможность выполнять многовариантное проектирование, оптимизировать конструкцию и предлагать новые, нетрадиционные решения. АРМ Structure3D представляет собой универсальную систему для расчета и проектирования стержневых, пластинчатых, твердотельных, а также смешанных конструкций [1, 2, 3].

С помощью компьютерной программы, позволяющей изменять параметры модели, добиваясь наилучших конструктивных соотношений, был сделан проверочный расчет норийной башни сушилки СП-50. Для проведения расчета нами была создана модель конструкции. Исходя из стандартных профилей, применяемых для изготовления башни, было принято: элементы конструкции имеют поперечное сечение: балка и раскосы – уголок равных размеров по ГОСТ 8239-89, материал – сталь Ст 3кп. Соединение стержневых элементов друг с другом жесткое. Высота башни в нашем первом опыте 22 м, 4 секции по 5 м и площадка для осмотра. Башня установлена на четырех опорах, расположенных по углам нижнего основания. Нагрузка была представлена равномерно распределенной по верхней площадке: нория- 2,5 т, площадка - 0,5 т, снеговая и ветровая нагрузка 500 Н приложена к узлам башни и боковой площадке. Расчет производился методом конечных элементов. В этом случае форма деталей моделируется достаточно точно [4]. Стержневая модель башни и схема нагружения представлена на рисунк 1.

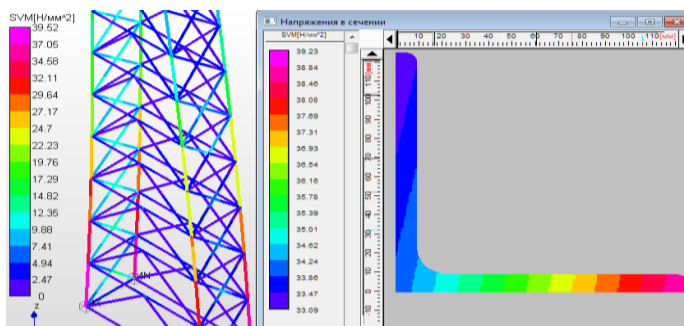


Рисунок 1 – Карта напряжений в конструкции башни и в сечении уголка

Далее было проведено исследование напряженности и устойчивости металлоконструкции башни высотой 27,5 м при использовании равнополочных уголков стандартного сечения стоек 125x9 мм, раскосов 75x5 мм. Для сравнения и оптимизации конструкции был проведен расчет и исследование напряженности и устойчивости металлоконструкции башни реальных размеров при использовании равнополочных уголков стандартного сечения 75 и 63 мм ГОСТ 9509-93. Первая секция и раскосы второй и третьей полусекции сделаны из уголка 75x5, верх 50x5, остальное 63x5.

Из проведенных расчетов установлено, что основные напряжения испытывают стойки башни. Раскосы в любых вариантах использования уголков менее нагружены, их напряжения составляют менее 10% от напряжений стоек (рисунок 1, 2).

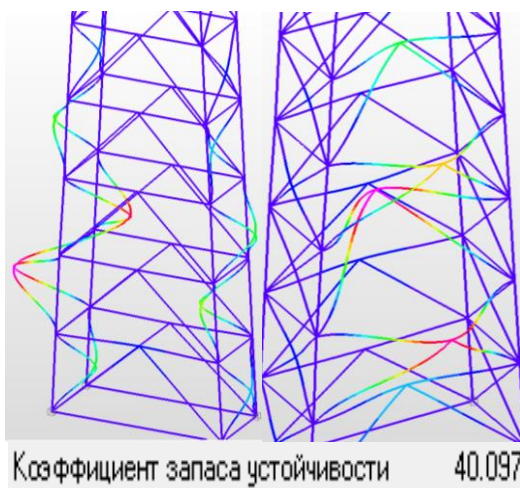


Рисунок 2 - Картина потери устойчивости раскосов разного сортамента

При исследовании раскосов с использованием разных уголков установлено, что устойчивость теряют боковые стержни, максимальный прогиб наблюдается у второй и третьей полусекции, далее уменьшается.

При сравнительном расчете металлоконструкции башни высотой 27,5 и 31,5 м было установлено, что с увеличением высоты, напряжение увеличивается на 50% (39 МПа и 64 МПа), коэффици-



ент устойчивости снижается примерно также (15,8 и 12,1), увеличение массы башни около 15%.

Применение одинакового профиля уголка, допустим одной ширины 75 мм, но разной толщины 75x5 и 75x9 приводит к значительному увеличению массы башни, более 70% (3,7т и 6,5т). При изготовлении башни из уголка 100x10мм масса башни, по сравнению с серийно выпускаемой, увеличивается на 20%, напряжение в стойках 22 МПа, (допускаемое 160 МПа), коэффициент устойчивости 80,4, что указывает на большой запас прочности и неэффективное применение такого сортамента.

При использовании в стойках нижней секции (высота 5м) уголков 75x5, в верхней прямоугольной части 3-х полусекций 50x5, остальной – 63x5 получили: максимальные напряжения 129 МПа, устойчивость 11,3, масса башни 2,5т (реальная конструкция - 6,3т). Таким образом, мы приблизились к одному из оптимальных вариантов проектирования металлоконструкции башни.

Возникла задача прогнозирования параметров сечения стандартного профиля для новых конструкций башни. Для уточнения и подтверждения данных, полученных с помощью компьютерного моделирования, для определения оптимальных параметров уголка был проведён полнофакторный эксперимент [5, 6]. Варьируемые параметры –  $d$  – толщина уголка,  $h$  – ширина полки.

С использованием средств, предоставленных математическим пакетом MATLAB, был получен аппроксимирующий многочлен для коэффициента устойчивости  $k$ :

$$k = 3.17 - 0.0571dh + 0.0011dh^2, \quad (1)$$

где размеры уголка  $d$  и  $h$  выражены в миллиметрах.

Используя эту формулу, можно предсказать значение коэффициента устойчивости в зависимости от параметров уголка.

Проанализируем вначале изменение отношения массы  $m$  металлоконструкции к коэффициенту устойчивости -  $\frac{m}{k}$ . Учтём, что масса пропорциональна произведению ширины полки уголка на его толщину -  $m \sim dh$ . Возможно и одновременное варьирование параметрами  $d$  и  $h$ . Требуется только определить критерий оптимизации.

Если в качестве критерия оптимизации выбрать коэффициент устойчивости (при неизменной массе), то из исходной формулы получим:

$$k = 3.17 - 0.0571 \frac{m}{L} + 0.0011 \frac{m}{L} h, \quad (2)$$

где  $m = Ldh\rho$  - масса металлоконструкции;  $L$  – длина используемого уголка,  $\rho$  - плотность материала.

Видно, что для увеличения коэффициента устойчивости при неизменной массе надо увеличивать ширину полки уголка (причем зависимость линейная). При этом надо пропорционально уменьшать толщину уголка. Полученный результат показывает, что при увеличении ширины полки уголка (при  $d=\text{const}$ ) растёт и масса и коэффициент устойчивости, что вполне закономерно. Но, если увеличивать толщину уголка (при  $h=\text{const}$ ), то масса растёт существенно быстрее, чем устойчивость, что, очевидно, нецелесообразно.

По результатам полученных данных для оптимизации металлоконструкции нами проведены расчеты. Ближайшим стандартным размером является равнополочный уголок 70x4,5мм ГОСТ 8509-93. Таким образом, мы приблизились к одному из оптимальных вариантов проектирования металлоконструкции башни. Использование формулы (1) позволяет прогнозировать параметры металлоконструкции и оптимизировать её массу.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что материал раскосов используется неэффективно, что снижение запаса устойчивости наблюдается в первую очередь в боковых раскосах.

Одновременно с ростом высоты башни интенсивно растут напряжения и происходит существенное увеличение массы конструкции. Исходная конструкция согласно расчетам имеет большой запас прочности, что заставляет вести поиск вариантов оптимизации всей конструкции по разным параметрам.

**Выводы:**

1. Получены математические зависимости, связывающие параметры оптимизации со стандартными размерами сечений (массу, коэффициент устойчивости и др.) с геометрическими параметрами сечения стандартного профиля материала.
2. Определен оптимальный размер уголка для изготовления башни с минимальной массой и достаточным коэффициентом устойчивости.

### Список литературы

1. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. М.: Изд-во АПМ, 2005.- 472с.
2. Варьвдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д.А., Васильченко М.М. К определению параметров сечения стандартного профиля в опорной конструкции норрии расчетным путем //Вестник БГСХА, №5, 2013. С.30-35.
3. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ WinStructure 3D. М.: Изд-во АПМ, 2006.- 288с.
4. Романеев Н.А. Расчет металлоконструкций в АРМ WinStructure 3D. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2011.- 19 с.
5. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MATLAB 6.0/6.1. Специальный справочник. СПб: «Питер», 2002.- 608с.
6. Дьяконов В.П. MATLAB R2007-2009. СПб.: «Питер», 2010.- 976с.

### **Automated design of machinery in the process of improving technology for agriculture**

*V.V. Varyvdin, PhD, Professor, N. A. Romaneev, PhD, Associate Professor, D.A. Bezique, PhD, Associate Professor, Bryansk SAU, M.M. Vasilchenko, Engineer-designer of the «OKB to import agroservis YUG-invest LLC» Bryansk.*

In the study of commercially produced tower dryers it was established that the margin of safety and sustainability construction overstated. Were obtained mathematical function relating the optimization options with standard dimensions sections.

Keywords: mechanical tension, sustainability, metal construction, strut, optimization settings.



## О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАВЕСНОГО ПЛУГА

**Старовойтов С.И., к.т.н., Старовойтова Н.П., к.б.н.,**

**Чемисов Н.Н., инженер**

*ФГБОУ ВПО «Брянский ГАУ»*

*С учетом экспериментально полученных выражений для определения величины угла внешнего трения, модуля упругости первого рода, твердости суглинистой почвы получены интервальные значения тягового сопротивления плужного корпуса при изменении абсолютной влажности почвенного пласта в диапазоне 10...22% и скорости движения пахотного агрегата 1,39...2,78 м/с.*

*Ключевые слова: тяговое сопротивление, угол внешнего трения, твердость, модуль упругости первого рода, суглинистая почва, абсолютная влажность*

Целесообразность модернизации плужного корпуса должна быть подтверждена теоретическими и экспериментальными исследованиями. Одним из важнейших параметров является величина тягового сопротивления. На наш взгляд, полученные величины тягового сопротивления должны быть в поле допуска значений, определенных с помощью экспертных выражений, которыми являются аналитические зависимости В.П. Горячкина, Н.В. Щучкина, Г.Н. Синеокова, В.В. Кацыгина.

Формула В.П. Горячкина [1] имеет следующий вид

$$P = f \times G + k \times a \times b \times n + \varepsilon \times a \times b \times v^2 \times n, \quad (1)$$

где  $f$  - коэффициент, аналогичный коэффициенту внешнего трения;  $G$  - вес плуга;  $k$  - коэффициент деформации почвы на единицу площади поперечного сечения пласта;  $a$  - глубина вспашки;  $b$  - ширина захвата плужного корпуса;  $v$  - скорость движения;  $\varepsilon$  - коэффициент затрат энергии на отбрасывание пласта.

В данном выражении коэффициент трения  $f$  и коэффициент деформации пласта  $k$  зависят от значений абсолютной влажности почвы.

Угол внешнего трения суглинистой почвы [2]

$$\varphi_{\text{внеш}} = 3,581 \times \omega - 0,094 \times \omega^2 - 2,935, \quad (2)$$

где  $\omega$  - абсолютная влажность почвы.

Коэффициент деформации пласта определялся с использованием выражения Е.П. Огрызкова [3]

$$k = 332884,8 - 60010 \times \omega + 4877,4 \times \omega^2 - 178,8 \times \omega^3 + 2,4655 \times \omega^4. \quad (3)$$

Формула Н.В. Щучкина имеет вид [4]

$$P = f \times G + m_d \times B_{\text{ср}} \times a \times b \times n, \quad (4)$$

где  $m_d$  - коэффициент, отражающий соотношение между удельным сопротивлением почвы и ее твердостью;  $B_{\text{ср}}$  - средняя твердость пахотного слоя.

Было получено выражение, связывающее значение абсолютной влажности суглинистой почвы и ее твердости

$$B_{\text{ср}} = -0,23 \times \omega + 8,07. \quad (5)$$

При отсутствии прилипания почвы к рабочим частям плуга коэффициент  $m_d = 0,014$ .

Г.Н. Синеоков предложил следующую формулу для определения силы тяги

$$P = f_{\text{п}} \times (G + R_z) + f \times R_y + R_x, \quad (6)$$

где  $f_{\text{п}}$  - коэффициент перекатывания;  $R_z, R_y, R_x$  - составляющие тягового сопротивления почвы.

В свою очередь

$$R_x = k \times a \times b \times n. \quad (7)$$

$$R_y = \frac{1}{3} \times R_x. \quad (8)$$

$$R_z = 0,25 \times R_x. \quad (9)$$

Известна также формула В.В. Кацыгина

$$P = f \times G + k \times a \times b \times n + \varepsilon \times a \times b \times v^2 \left[ 1 + \left( \frac{2 \times \varepsilon}{\rho} \right) \left( \frac{v}{2 \times u} \right)^2 \right], \quad (10)$$

где  $\rho$  - плотность почвы [6];  $u$  - скорость распространения напряжений.

Скорость распространения напряжений

$$u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (11)$$

где  $E$ - модуль упругости почвы первого рода.

Модуль упругости суглинистой почвы характеризует почву определенного гранулометрического состава и зависит от значений ее абсолютной влажности. Данный параметр определяют по [7]

$$E = 47998,895 \times \omega^2 + 1520917,713 \times \omega - 7734389,949. \quad (12)$$

На рисунке 1 представлены расчетные значения тягового сопротивления навесного трехкорпусного плуга при изменении абсолютной влажности суглинистой почвы в диапазоне 10...22% при скорости движения пахотного агрегата 2,1 м/с.



Рисунок 1 – Зависимость тягового усилия от значения абсолютной влажности суглинистой почвы

Использование выражений (1), (4), (6), (10) показало, что с увеличением значения абсолютной влажности суглинистой почвы тяговое усилие трехкорпусного плуга при фиксированной скорости движения 2,1 м/с однозначно уменьшается.

Максимальные значения тяговых усилий соответствует влажности 10 %, минимальное значение – 22 %. При абсолютной влажности 20 % максимальное значение принимает величина, рассчитанная по формуле В.П. Горячкина, минимальное - по формуле Г.Н. Синеокова. Интервал значений величины тягового сопротивления составляет 12273Н...14201Н. В перерасчете на один плужный корпус, соответственно, 4091Н...4734Н.

На рисунке 2 представлены значения тягового сопротивления, рассчитанные при абсолютной влажности 20% с использованием формул (1), (4), (6), (10) при изменении скорости движения пахотного агрегата от 5 до 10 км/ч.

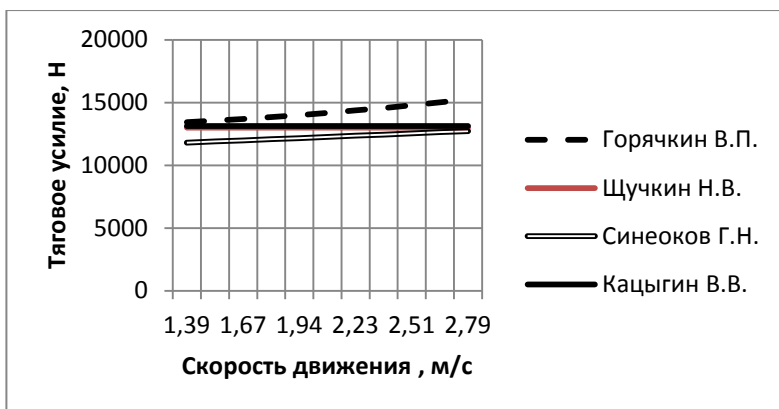


Рисунок 2 – Зависимость тягового усилия от скорости движения

Тяговое усилие по формулам (4) и (10) в диапазоне скоростей 1,39...2,78 не зависит от скорости движения и составляет 12991Н и 13127Н. От скорости движения зависит величина тягового сопротивления, рассчитанная по формуле (1) и (6).

Максимальные значения тягового сопротивления, рассчитанные по (1), превышает минимальное значение на 13,6%, по (6) - на 7,8% .

Тяговое усилие, рассчитанное по (6), изменяется прямо пропорционально, по (1) - по параболической зависимости. При скоро-

сти 2,08 м/с интервал тягового усилия составит 12260Н...14175Н. В перерасчете на один плужный корпус соответственно 4086Н...4725Н.

Таким образом, при постоянной скорости движения 2,1 м/с с увеличением значения абсолютной влажности величина тягового сопротивления уменьшается; при абсолютной влажности 20% тяговое усилие, приходящее на один плужный корпус, находится в интервале 4091...4734Н; тяговое усилие определенное по формулам Щучкина Н.В. и Кацыгина В.В. при абсолютной влажности 20 % в диапазоне скоростей 1,39...2,78 не зависит от скорости движения и составляет 4175...4330 Н; тяговое усилие, рассчитанное по формуле Г.Н. Синеокова, при абсолютной влажности 20 % изменяется прямо пропорционально, по формуле В.П. Горячкина по параболической зависимости. При скорости 2,08 м/с интервал тягового усилия в перерасчете на один плужный корпус составит соответственно 4086Н...4725 Н.

#### *Список литературы*

1. Ксенович, И.П. Сельскохозяйственные машины и оборудование [Текст] / И.П. Ксенович, М.М. Фирсов, Г.П. Варламов и др. // Энциклопедия. - М.: Машиностроение, 1998. - с.130.
2. Старовойтов, С.И. Углы внешнего и внутреннего трения суглинистой почвы [Текст] / С.И. Старовойтов, Н.П. Старовойтова, Г.В. Чекин, Н.Н. Чемисов // Труды ГОСНИТИ, т.113.-М.: Издательство ГОСНИТИ, 2013. -68с.
3. Огрызков, Е.П. Определение сопротивления плугов по твердости почвы / Е.П. Огрызков, В.Е. Огрызков, П.В. Огрызков // Техника в сельском хозяйстве. - №5 -2005.-с.7-8.
4. Турбин, Б.Г. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет [Текст] / Б.Г. Турбин, А.В. Лурье, С.М. Григорьев и др.- Ленинград, 1967.-70 с.
5. Старовойтов, С.И. Твердость и влажность среднесуглинистой почвы в условиях засушливого лета 2010 года [Текст] / С.И. Старовойтов, Н.П. Старовойтова, Н.Н. Чемисов // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК».-Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2011.-с.183-186.
6. Старовойтов, С.И. Некоторые структурные и агрофизиче-



ские свойства почв крестьянско-фермерского хозяйства «Дуниин М.Е.» [Текст] / Г.В. Чекин, Е.В. Мартынова, Н.П. Старовойтова, С.И. Старовойтов, Н.Н. Чемисов // Вестник ФГОУ ВПО «Брянская ГСХА». - Брянск: Издательство Брянской ГСХА. - 2011.-с.48-50.

7. Старовойтов, С.И. К определению модуля упругости первого рода [Текст] / С.И. Старовойтов, Н.Н. Чемисов // Вестник МГАУ имени В.П. Горячкина.- 2011. - №1 - с.39-40.

### **Predicting the traction resistance mounted plow**

*Starovoytov SI, Ph.D., Starovojtova NP, PhD, Chemisov NN, engineer  
VPO "Bryansk GAU"*

Taking into account experimentally received expressions for determination of size of a corner of external friction, the module of elasticity of the first sort, hardness of the loamy soil interval values of traction resistance of the plow case at change of absolute humidity of soil layer in range of 10 are received ... 22% and speeds of the movement of the arable unit 1,39 ... 2,78 m/s.

Keywords: traction resistance, corner of external friction, hardness, module of elasticity of the first sort, loamy soil, absolute humidity



УДК 631.312

### **О МОДЕРНИЗАЦИИ ПЛУЖНОГО КОРПУСА**

**Старовойтов С.И., к.т.н., Храмовских К.А., инженер**  
*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Модернизация плужного корпуса направлена на снижение его энергоемкости и на возможность управления качеством вспашки. Снижение энергоемкости возможно за счет оптимизации геометрических параметров лемеха. Управление качеством вспашки реализуемо при применении составных отвалов, что позволяет видоизменять тип лемешно - отвальной поверхности.*

*Ключевые слова: энергоёмкость, вспашка, плужный корпус, лемех, угол резания.*

Снижение энергоёмкости вспашки и управление ее качеством является задачей важной и актуальной. Плужный корпус включает в себя следующие элементы: лемех, отвал, башмак, стойку, полевую доску. Лемех и отвал формируют лемешно - отвальную поверхность.

Доля лемеха в энергоёмкости вспашки составляет 60 - 80 %, тогда как отвал в большей мере отвечает за показатели качества. К важнейшим показателям качества вспашки относится степень заделки растительных остатков, гребнистость поверхности, степень рыхления обрабатываемого слоя.

Снижение энергоёмкости лемеха возможно за счет его колебания, за счет изменения угла наклона поверхности ко дну и его лезвия к стенке борозды [1], за счет подачи к сопряженным поверхностям жидких минеральных удобрений, за счет изменения его геометрии.

Подача к сопряженным поверхностям жидких минеральных удобрений реализована в конструкции плуга - удобрения [2]. Плуг - удобритель работает следующим образом. При движении плуга в заглубленном состоянии осуществляется подрезание пласта почвы в горизонтальной плоскости, который перемещается по лемеху на отвал. В это время гидронасос под высоким давлением по трубопроводам подает жидкие удобрения из гидробака к распылителям. Подрезанный пласт почвы, перемещаясь над щелью с распылителями, взаимодействует с потоком жидкости. При этом почва насыщается удобрениями, а между отвалом и пластом почвы образуется гидравлическая подушка, которая и снижает тяговое сопротивление плужного корпуса.

Колебания лемеха возможны за счет его шарнирного крепления и подпружиненных полос, шарнирного крепления и работы электромагнита или четырехзвенного механизма, за счет обособленных параметров сечения стойки плужного корпуса.

В своем большинстве лемех лемешно-отвальной поверхности имеет угол резания  $25^\circ$ . И при постоянном угле резания лемех работает в условиях косоугольного изгиба. При переменном угле резания к нормальным напряжениям косоугольного изгиба суммируются и касательные напряжения от деформаций кручения. Важно знать предельно допустимое максимальное и предельно допустимое минимальное

значение угла резания с учетом почвы определенного гранулометрического состава и абсолютной влажности. Там, в лемехе конструкции ВИМ угол резания в сечении, перпендикулярном спинке и проходящем через первое крепежное отверстие составляет  $43^\circ$ . А в сечении, перпендикулярном спинке и расположенном в точке пересечения бороздного обреза и спинки -  $23^\circ$ [3].

Как было отмечено, в большей мере за показатели качества отвечает отвал лемешно-отвальной поверхности. Известно, что отвал может быть пассивным или активным элементом. Так, известны плужные корпуса с ротационным отвалом Шмони́на В. А. [4]. В этом случае удастся активно влиять на показатели качества обработки. Комбинированный рабочий орган состоит из плужного корпуса, имеющего укороченную лемешно - отвальную поверхность и вращающийся ротор. Привод ротора осуществляется от вала отбора мощности трактора или гидравлики. В качестве составляющих ротора могут быть лопатки или зубья. В технологическом процессе, выполняемым данным комбинированным рабочим органом, только операция отделения пласта от массива осуществляется за счет тягового усилия энергосредства, а операции крошения, перемешивания, оборота и укладки пласта в борозду производится за счет мощности, передаваемую через ВОМ или гидросистему, минуя ходовой аппарат энергосредства.

Имеются технические решения, когда отвал за счет своего шарнирного крепления изменяет свое положение к лемеху. Изменение может осуществляться автоматически. Или же за счет возрастания тягового сопротивления, или же за счет системы гидравлического слежения, связанной с опорным колесом.

Из отечественных электронных устройств, автоматизирующих процесс вспашки, следует отметить разработанные ЧИМЭСХ информационно-управляющие системы ИУС-12 и ИУС-Т5, оптимизирующие ширину захвата плугов с изменяемой шириной захвата и скорость пахотных агрегатов. Испытания показали, что применение таких систем повышает производительность пахотных агрегатов на 6...8%. Однако сложность их внедрения связана с тем, что трактор должен оснащаться датчиками на заводе. В ВИМе ведется разработки перспективных способов автоматического поддержания оптимального режима работы пахотных агрегатов.

При условии, что отвал является пассивным элементом его можно подразделить на сплошной и составной. Составные отвалы могут быть прутковые или пластинчатые. И те и другие обладают к

тому же всему эффектом самоочищения за счет увеличения нормального давления почвенного пласта при его движении по поверхности. Также составные отвалы способны вибрировать, что дополнительно стимулирует крошение почвенного пласта.

Составные отвалы также обладают весьма важным свойством. Можно за счет регулировки положения пластин создавать культурную или полувинтовую поверхность с учетом свойств обрабатываемого пласта.

Одним из важнейших моментов снижения энергоемкости плугов является полное исключение полевой доски, на долю которой приходится около 17% тягового сопротивления плужного корпуса. Удалось избежать наличия полевых досок в конструкциях линейных и фронтальных плугов. Стабилизировать же ход плужного корпуса в продольно-вертикальной плоскости у традиционных конструкций плугов возможно за счет подрезающего элемента, что, в частности, реализовано немецкой фирмой Клаузинга [5].

Таким образом, одним из приоритетных направлений развития плужных корпусов считается разработка комбинированных отвалов с вращающимся ротором, что позволяет управлять показателями качества вспашки на почвах с различным гранулометрическим составом и абсолютной влажностью. Использование составных отвалов, где в качестве элементарных составляющих применены металлические полосы, позволяет видоизменять тип лемешно-отвальной поверхности. Оптимизация геометрических параметров лемеха с учетом физических параметров почвы определенного гранулометрического состава и ее значений абсолютной влажности является также актуальной задачей.

#### *Список литературы*

1. Старовойтов, С.И. Анализ способов снижения энергоемкости лемеха / С.И. Старовойтов, Н.Н. Чемисов // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновационные процессы в АПК».-М.: Издательство РУДН, 2013.
2. Янцов, Н.Д. Снижение тягового сопротивления плужного корпуса с одновременным внесением минеральных удобрений / Н.Д. Янцов, М.Н. Трибуналов, А.Г. Вабищевич // Материалы международной научно-практической конференции «Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хо-

зайстве». - Минск: Издательство БГАТУ, 2014 - с.217.

3. Лискин, И.В. Обоснование и разработка нового плужного лемеха конструкции ВИМ / И.В. Лискин, Д.А. Миронов, С.А. Сидоров, С.Н. Поткин, П.А. // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий».- М.:ФГБНУ ВИМ, 2014.-101с.

4. Шмонин, В.А. Эффективность плугов с комбинированными рабочими органами / В.А. Шмонин, А.И. Панов, Н.В. Вольф, Н.И. Цымбалист // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий».- М.:ФГБНУ ВИМ, 2014.-121с.

5. Ветохин, В.И. Тенденции развития орудий и рабочих органов рыхлителей почвы / В.И. Ветохин // Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции «Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий».-М.:ФГБНУ ВИМ, 2014.- 40с.

### **About modernization plow bodies**

*Starovoytov SI, Ph.D., Hromovskih KA, engineer  
FGBOU VO "Bryansk GAU"*

Modernization of the plow case is directed on decrease in its power consumption and on possibility of quality management of plowing. Decrease in power consumption is possible due to optimization of geometrical parameters of a ploughshare. Plowing quality management realized at application of compound dumps that allows to alter type of a lemeshno-dump surface.

Keywords: power consumption, plowing, plow case, ploughshare, cutting corner.



## КАК РАБОТАТЬ НА РЫНКЕ ТОВАРОВ И УСЛУГ?

**Варывдин В.В.**, к.т.н., профессор,  
**Романев Н.А.**, к.т.н., доцент, **Безик Д.А.**, к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

**Васильченко М.М.**, инженер-конструктор  
ООО «ОКБ по теплогенераторам» г. Брянск

*Отечественная промышленность, изучив потребности хозяйств, связанные с сушкой зерна, берется осуществлять поставку оборудования, опираясь на требования современных машиностроительных технологий. Много иностранных компаний предлагают свои услуги в этой области, и они имеют преимущество благодаря наличию фирменного сервиса. При рассмотрении всех проблем, связанных с долговечностью и надежностью эксплуатации этого оборудования возникает много проблем не в пользу импортной техники.*

*Ключевые слова: рынок, товар, производитель, потребитель, зерноочистительный комплекс, техника, сервис, материал, ресурс, надежность, экономия.*

В принципе формула работы проста: производителю техники надо знать, сколько и каких марок машин требуется, чтобы развернуть их производство и поставку; потребителя интересуют вопросы наличия техники по маркам, срокам поставки, ее техническим характеристикам и показателям надежности.

В нашей стране исторически сложилась распределительная система снабжения в условиях нехватки любой техники. Многие из тех вопросов, с которыми поставщик и потребитель теперь готовы обратиться друг к другу, в эпоху отсутствия рынка задавать было некому. Теперь производитель техники, изучив потребности хозяйств в сфере сушки зерна, например, с известной долей риска берется осуществлять поставку оборудования, опираясь на современные требования машиностроительных технологий.

Налаживая сотрудничество между предприятием ООО «ОКБ теплогенератор» и кафедрой механики Брянской ГСХА в области совершенствования техники по первичной обработке зерна и повышения ее надежности при рациональном использовании материала,

мы взаимно и решительно обратились к применению инновационных методик расчета - методике автоматизированного машин проектирования машин WinMachine. Эта мера позволила нам выйти на рациональные решетчатые конструкции, позволяющие сокращать расход материала при производстве целого ряда наименований выпускаемой продукции «ОКБ».

При выпуске опорных конструкций нории высотой 20 и 27м в 2010-2011 гг. мы обеспечили экономию стального профиля (равнополочный уголок) в объеме 2,5т на одно изделие. А в последующие годы на башне высотой 31м металлоемкость конструкции снижена на 6т (2012 г).

Емкость рынка зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных объектов Брянской области колоссальна. По данным организации «Россельхозцентр» по Брянской области только сложных зерноочистительных машин в хозяйствах имеется 350 единиц. Это зерноочистительные машины типа ОС-45, СМ-4, Петкусы. Этот перечень следует дополнить зерноочистительными комплексами КЗС различных типов и модификаций. Далее следует передвижная семяочистительная техника - в количестве всего 370 шт.

Вместе с тем, в области официально зарегистрировано несколько десятков хозяйств, в которых отсутствует сложная зерноочистительная техника.

С учетом того, что сложные зерноочистительные комплексы выбывают в связи с исчерпанием ресурса, рынок этой техники представляется неограниченным. В качестве первоочередных предложений по насыщению рынка выдвигаются задачи:

1. Завоевание доверия потребителя в виде повышения безотказности и долговечности отечественной техники. Зарубежная техника приобретает высокий статус в этой сфере благодаря наличию фирменного сервиса (в стране-производителе).
2. Расширение выпуска машин для названной сферы производства.
3. Реклама отечественной техники.

### **How to work on the market of goods and services?**

*V.V. Varyvdin, PhD, Professor, N. A. Romanev, PhD, Associate Professor, D.A. Bezique, PhD, Associate Professor, VO "Bryansk GAU", M.M. Vasilchenko, Engineer-designer of the «OKB to import agroservis YUG-invest LLC» Bryansk*

The domestic industry, studied the needs of farms associated with drying of grain, is taken to supply the demands of the modern engineering technology. Many foreign companies offer their services in this area, and they have the advantage due to the presence of branded service. When considering all the problems associated with the durability and reliability of this equipment, there are many problems not in favor of imported machinery.

Keywords: the market, the product, the manufacturer, the consumer, zernoočistitel'nyj complex, equipment, tools, material, resource, security, the economy.



УДК 629.114.2.004

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА БАЗЕ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА, В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАКТОРА**

**Карташевич А.Н., д.т.н., профессор,  
Понталев О.В., к.т.н. доцент, Гордеенко А.В., к.т.н., доцент**  
*УО «Белорусская ГСХА»*

*Приведена возможность создания электронных систем контроля и диагностики трактора на базе датчиков Холла.*

*Ключевые слова: контроль технического состояния; датчик Холла, надежность при эксплуатации.*

Постоянный контроль технического состояния автотракторных средств при эксплуатации в АПК имеет ограниченные возможности и поэтому различные дефекты обнаруживаются только после полной потери работоспособности, или при значительном нарушении технических характеристик. Все это увеличивает время простоя техники в ремонте и трудозатраты на ее обслуживание (до 40%), снижает уровень надежности и долговечности, а эксплуатация автотранспортных средств с не выявленными, но присутствующими дефектами увеличивает расход топлива и смазочных материалов [1].

Сдерживающим фактором решения существующей проблемы



является отсутствие надежных систем контроля за техническим состоянием механизмов и систем трактора.

В отличие от трактора, легковой автомобиль имеет электронную систему автоматического контроля и управления различными бортовыми устройствами.

Различные датчики преобразуют информацию о значениях контролируемых не электрических параметров в электрический сигнал – напряжение, ток, частоту, фазу и т. д. Эти сигналы преобразуются в цифровой код и поступают в микроконтроллер. Микроконтроллер на основании значений этих сигналов и в соответствии с заложенным в него программным обеспечением принимает решения и управляет через исполнительные механизмы (реле, соленоиды, электродвигатели) объектом.

Возможность появления автомобильных электронных систем была обеспечена наличием надежных, точных и недорогих датчиков.

В силовом агрегате (в ДВС) датчики используются для измерения температуры и давления большинства текучих сред (температура всасываемого воздуха, абсолютное давление во впускном коллекторе, давление масла, температура охлаждающей жидкости, давление топлива и системе впрыска).

Почти ко всем движущимся частям автомобиля подключены датчики скорости или положения (скорость автомобиля, положение дроссельной заслонки, положение коленчатого вала, положение распределительного вала, положение и скорость вращения вала в коробке переключения передач, положение клапана рециркуляции выхлопных газов). Другие датчики определяют уровень детонации, нагрузку двигателя, пропуски воспламенения, содержание кислорода в выхлопных газах. Благодаря развитию микроэлектроники широкое распространение получили датчики, работающие на эффекте Холла [2].

Датчики положения на эффекте Холла являются самыми востребованными практически во всех отраслях промышленности. Они предназначены для определения пространственного положения, скорости перемещения и вращения, угла поворота, ускорения движущихся частей механизмов. Все датчики положения можно классифицировать по типу чувствительного элемента и по области применения.

По первому признаку можно выделить две группы приборов: датчики положения на эффекте Холла и магниторезистивные датчики.

Они имеют одинаковый принцип работы – под воздействием

внешнего магнитного поля их выходное напряжение меняется. Магниторезистивные датчики примерно в 200 раз чувствительней датчиков Холла, однако им присущ эффект насыщения. Датчики Холла имеют более линейную характеристику при отсутствии режима насыщения.

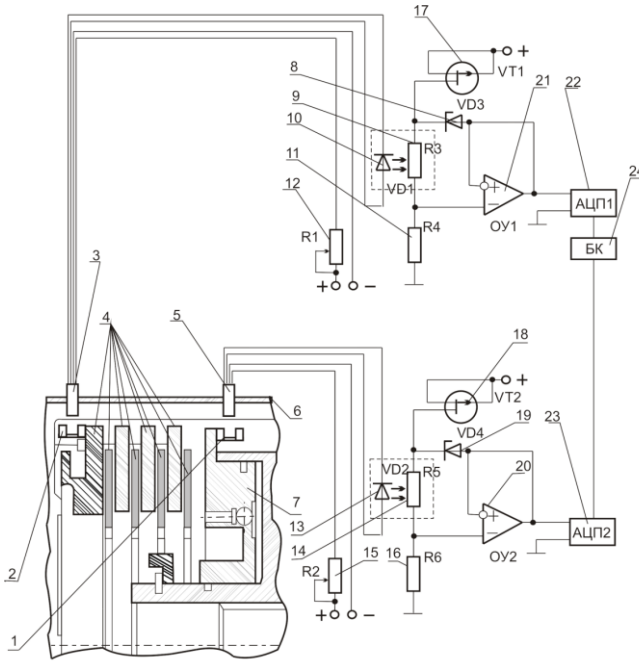
Учитывая выше изложенное, датчик Холла был выбран в качестве базового элемента в устройстве диагностирования износа фрикционных элементов гидроподжимных муфт тракторных КПП.

Анализ результатов лабораторных исследований показал, что устройство обеспечивает высокую точность измерений в большом диапазоне перемещений с погрешностью не более 2,3%. По результатам данных исследований был получен патент на полезную модель [3].

Во время эксплуатации гидроподжимной муфты с длительными и переменными нагрузками на поверхности фрикционных накладок дисков часто появляются микротрещины с возможным короблением поверхности, что приводит к их проскальзыванию в пакете относительно друг друга и изменению передаваемого крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Дальнейшая доработка выше представленного устройства [1] позволит контролировать величину буксования фрикционных дисков гидроподжимной муфты КПП (рисунок 1).

Измерительное устройство величины буксования фрикционных накладок гидроподжимной муфты работает следующим образом.

Магнитные системы, состоящие из двух магнитов различной полярности 1 и 2, образуют вокруг себя постоянное магнитное поле. При включении гидроподжимной муфты, под действием давления поршень 7 сжимает пакет фрикционных дисков 4, что приводит к их вращению с прикрепленными к ним постоянных магнитов 1 и 2. При этом датчиками Холла 3 и 5 вырабатывается падение потенциалов с различным периодом следования импульсов, которое далее преобразуется светодиодами 10 и 13 в оптическое излучение, падающее на фоторезисторы 9 и 14.



1,2 – постоянные магниты; 3,5 – датчики Холла; 4 – пакет фрикционных дисков; 6 – корпус муфты; 7 – поршень; 8,19 – стабилитроны; 9,14 – фоторезисторы; 10,13 – светодиоды; 11,16 – нагрузочные резисторы; 12,15 – переменные резисторы; 17,18 – полевые транзисторы; 20,21 – операционные усилители; 22,23 – аналого-цифровые преобразователи; 24 – бортовой компьютер

Рисунок – 1 Схема измерительного устройства величины буксования фрикционных накладок гидropоджимных муфт тракторных КПП

Выходное напряжение, снимаемое с операционных усилителей 20 и 21 подается на вход аналого-цифровых преобразователей 22 и 23 преобразуясь в цифровой сигнал, поступающий в бортовой компьютер 24, который дополнительно фиксирует период появления напряжения с датчиков Холла 3 и 5. При отсутствии буксования периоды следования импульсов напряжения с датчиков Холла имеют одинаковые численные значения.

С помощью переменных резисторов 12 и 15 происходит установка электрической схемы *измерительного устройства* в исходное состояние, и на дисплее бортового компьютера представлена надпись «Буксование равно 0%».

Буксование фрикционных накладок в пакете 4 приводит к изменению периодов появления напряжения с датчиков Холла 3 и 5 по отношению к друг другу.

Аналого-цифровые преобразователи 22 и 23 преобразуют это в цифровой сигнал с соответствующим периодом следования и подают на бортовой компьютер 24, который производит обработку и определяет величину буксования фрикционных накладок.

Внедрение предлагаемой схемы измерительного устройства в систему контроля технического состояния трактора, позволит существенно повысить его степень надежности при эксплуатации и уменьшить затраты на обслуживание и ремонт.

#### *Список литературы*

1. Карташевич А.Н. Исследование возможности диагностирования фрикционных элементов гидроподжимных муфт тракторных КПП / А.Н. Карташевич, А.А. Рудашко, О.В. Понталев, А.Ф. Скадорва // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. №3. С. 113-117.

2. Соснин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д.А. Соснин, В.Ф. Яковлев. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.

3. Электромагнитный датчик износа фрикционных накладок гидроподжимной муфты: пат. №6607 Респ. Беларусь, МПК F 16D 66/00 / А.Н. Карташевич, А.А. Рудашко, О.В. Понталев, А.Ф. Скадорва, В.А. Коробкин, Ю.А. Андриевич; заявитель УО «БГСХА». №u20100160; заявл. 18.02.2010; опубли. 29.06.2010.

#### **Use transducer constructed based on hall sensors, control systems technical state of tractor**

*AN Kartashevich, Ph.D., OV Pontarlier, Ph.D., AV Gordeenko, Ph.D.  
Educational Establishment "Belarusian State Agricultural Academy"*

The possible creation of electronic monitoring and diagnostics tractor Hall-effect sensors.

Keywords: technical inspection; Hall sensor, reliability in operation.



## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА В РАБОЧЕМ ОРГАНЕ КАМЕРНОГО ТИПА УСТАНОВКИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА**

**Червяков А.В.**, *к.т.н., НИЭИ министерства экономики Республики Беларусь*

**Курзенков С.В.**, *к.т.н., УО “Белорусская ГСХА”*

*Представлена математическая модель движения распределительного устройства камеры смешивания под действием вибрации. Разработан аналитический метод расчёта параметров движения зернового материала по поверхности колеблющейся части распределительного устройства установки для ввода консервантов. Результаты работы могут быть использованы для моделирования различных условий протекания процесса дозирования и распределения семенного материала в рабочем органе камерного типа установок предлагаемой конструкции.*

*Ключевые слова: зерновой материал, параметры движения, математическая модель*

Анализ существующих технических решений и конструкций известных средств механизации процесса ввода консерванта в поток зернового материала [1, 2] показал, что наиболее перспективным является оборудование непрерывного действия камерного типа. В основе такого оборудования лежит принцип направленных, перекрестно движущихся дисперсных потоков сыпучего и жидкого компонентов с взаимным проникновением одного в другой. Именно такая схема организации процесса обработки даёт возможность каждому отдельному семени контактировать с потоком препарата в кратчайший промежуток времени и обеспечивает наилучшие условия для качественного консервирования при наименьших энергозатратах. Принимая во внимание вышесказанное была разработана новая модель самоходной автоматизированной машины УКЗ-20, предназначенная для нанесения консерванта в виде растворов, эмульсий или суспензий на зерно [1], [3].

Отличительной особенностью конструкции данного оборудования является наличие универсального модуля дозирования-смешивания, позволяющего произвести подачу, равномерное пере-

распределение и смешивание потока зерна с жидким компонентом. Конструктивно в данном устройстве на одном вращающемся валу совмещены два элемента – распределитель зерна, представляющий собой диск с кольцевой перфорированной поверхностью, находящейся под вибрацией, возникающей вследствие вращения вертикально закреплённого дебаланса и центробежный, тарельчатый распылитель жидкого компонента. Распределитель зерна позволяет не только равномерно перераспределить зерновой материал по периметру камеры смешивания, но и выполняет функцию побудительного устройства, обеспечивающего различную подачу материала из бункера-накопителя [3].

В связи с этим предлагается аналитический метод исследования и расчёта параметров движения зернового материала по рабочему органу установки для ввода консервантов в сыпучие корма.

Модель колеблющейся части рабочего органа рассматриваемого оборудования может быть представлена в виде твердого недеформируемого тела, которое связано с неподвижным основанием подвеской, состоящей из системы упругих элементов и позволяющей телу совершать любые пространственные движения. В системе твердого тела жестко крепятся рабочий орган и механический дебаланс, представляющих собой смещённый на расстояния  $x_d$  от оси вращения и  $z_d$  от центра масс груз массой  $m$ . Твёрдое тело связано с неподвижным основанием системой  $n$  упругих подвесок. Инерционные силы, возникающие при вращении дебаланса, выводят твёрдое тело из положения равновесия. При этом совершается движение, которое может быть, в зависимости от конструктивных параметров рассматриваемого оборудования и технологических параметров процесса простым или сложным пространственным движением.

Следуя методики П. М. Заики [4] в работе [7] была определена математическая модель движения произвольной точки распределительного устройства камеры смешивания предлагаемой конструкции при установившемся его движении. В параметрическом виде данная модель была представлена в виде:

$$\left. \begin{aligned} x(t) &= -R \cdot \cos \varepsilon \cdot \cos(\omega t); \\ y(t) &= -R \cdot \cos \varepsilon \cdot \sin(\omega t); \\ z(t) &= -R \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos(\omega t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $R = \sqrt{\alpha_i^2 + \alpha_{\text{верт}}^2}$  – полная амплитуда колебаний;  
 $\varepsilon = \arctg \frac{\alpha_{\text{верт}}}{\alpha_i}$  – угол направленности колебаний в вертикальной плоскости;  $\alpha_i = \alpha_{\text{гор}} - Z_i \cdot \psi_{\text{max}}$  – значение горизонтальной составляющей амплитуды колебаний точек удалённых на расстоянии  $Z_i$  от центральной оси;  $\alpha_{\text{гор}} = \frac{S}{M \cdot (P_\xi^2 - \omega^2)}$  – максимальное значение горизонтальной составляющей амплитуды колебаний точек центральной горизонтальной плоскости;  $\alpha_{\text{верт}} = X \cdot \psi_{\text{max}}$  – вертикальная составляющая колебаний;  $X$  – расстояние от вертикальной оси инерции колеблющейся части машины до текущей точки;  
 $\psi_{\text{max}} = \frac{L}{J_y \cdot (P_\psi^2 - \omega^2)}$  – предельное значение угла поворота колеблющейся части машины;  $P_\xi$ ,  $P_\psi$  – собственные частоты колебаний системы в направлении соответствующих осей;  $J_x$ ,  $J_y$ , – суммарные моменты инерции твёрдого тела, относительно подвижной системы координат;  $M$  – масса колеблющейся части машины;  $\omega$  – угловая скорость вращения вала системы;  $t$  – время движения.

Характерной особенностью технологического процесса движения частиц по вибрирующим поверхностям является то, что они совершают два вида движения – абсолютное, отнесённое к неподвижным координатам  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  и относительное, связанное с подвижными координатами  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Для того чтобы описать движение частицы по колеблющимся поверхностям, дифференциальные уравнения абсолютного движения частицы записываются в проекциях на подвижные оси координат, а затем посредством формул перехода выражаются через координаты скорости и ускорения движения частицы в подвижных координатах. При этом силы инерции принимаются как произведение масс и проекций абсолютных ускорений на подвижные оси.

В общем случае, согласно методике А. М. Василенко [5], пространственная траектория движения частицы материала по шероховатой поверхности будет описываться системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m \cdot \alpha_x = -m \cdot g \cdot \psi(t) - f \cdot N \cdot \cos(\lambda) \\ m \cdot \alpha_y = -m \cdot g \cdot \theta(t) - f \cdot N \cdot \cos(\beta) , \\ m \cdot \alpha_z = -m \cdot g + N \end{cases} \quad (2)$$

где  $N$  – нормальная реакция;  $\cos(\lambda), \cos(\beta) = \cos(\frac{\pi}{2} + \lambda)$  – направляющие косинусы вектора скорости на оси соответственно  $O'x$  и  $O'y$ ;  $f$  – коэффициент трения скольжения частицы по поверхности распределительного устройства;  $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$  – проекции вектора ускорения на подвижные оси координат.

Функции  $\xi_0, \eta_0, \zeta_0$  – это временные функции, определяемые координатами текущей точки рабочего органа, а значит, значения второй производной этих функций можно определить путём дифференцирования правых частей системы (1). Направляющие косинусы вектора скорости в плоскости  $xO'y$  выражаются через проекции вектора скорости на оси этой плоскости:

$$\begin{aligned} \cos(\lambda) &= \frac{x'}{\sqrt{(x')^2 + (y')^2}} \quad \text{– на ось } O'x; \\ \cos(\beta) &= \frac{y'}{\sqrt{(x')^2 + (y')^2}} \quad \text{– на ось } O'y. \end{aligned} \quad (3)$$

Выразим  $N$  из третьего уравнения системы (2)

$$N(t) = m \cdot g - m \cdot R \cdot \omega^2 \sin \varepsilon \cdot \cos(\omega \cdot t). \quad (4)$$

Подставим его значение в первые два уравнения системы (2). Примем во внимание равенства (3). Так как произведения величин  $X, Y, Z, \Phi, \Psi, \theta$  и их производных являются величинами более высокого порядка по отношению к самим величинам, то ими можно пренебречь. Произведения  $g \cdot \Psi$  и  $g \cdot \theta$  будем считать пренебрежимо малыми по сравнению с величиной  $g$ . Тогда система (2) будет иметь следующий вид:



$$\begin{cases} x'' = -R \cdot \omega^2 \cos(\varepsilon) \cdot \cos(\omega t) - f \cdot (R \cdot \omega^2 \cdot \sin(\varepsilon) \cdot \cos(\omega \cdot t) + g) \cdot \frac{x'}{\sqrt{(x'')^2 + (y'')^2}} \\ y'' = -R \cdot \omega^2 \cos(\varepsilon) \cdot \sin(\omega \cdot t) - f(-R \cdot \omega^2 \cdot \sin(\varepsilon) \cdot \cos(\omega \cdot t) + g) \cdot \frac{y'}{\sqrt{(x'')^2 + (y'')^2}} \end{cases} \quad (5)$$

Из теории движения частиц по колеблющимся горизонтальным поверхностям известно [6], что при одних и тех же совокупностях параметров машины и ее динамических факторов наблюдаются зоны движения частицы без отрыва и с отрывом от плоскости. Дифференциальные уравнения движения частицы для этих зон не одинаковы, следовательно, различны их решения.

Очевидно, что условие  $N(t) > 0$  характеризует движение частицы без отрыва от плоскости. Через определённый промежуток времени вертикальная составляющая амплитуды колебаний настолько увеличивается, что сила инерции по абсолютной величине становится равной силе тяжести частицы или даже превосходит её. Время, характеризующее отрыв зерновки от горизонтальной плоскости можно определить из равенства:

$$t_n = \frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(\frac{g}{R \cdot \omega^2 \cdot \sin(\varepsilon)}\right). \quad (6)$$

Тогда система (5) представляет собой случай движения частицы без отрыва от горизонтальной плоскости распределительного устройства, совершающей колебания. Её решение может быть получено только численными методами.

Условие движения частицы с отрывом от горизонтальной плоскости  $N(t) = 0$  упрощают систему дифференциальных уравнений (2). В этом случае траектория движения частицы будет определяться системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} x &= R \cdot \cos \varepsilon \cdot \cos(\omega \cdot t) + C_1 \cdot t + C_2; \\ y &= R \cdot \cos \varepsilon \cdot \sin(\omega t) + C_3 \cdot t + C_4; \\ z &= R \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos(\omega t) - g \cdot \frac{t^2}{2} + C_5 \cdot t + C_6. \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

где  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$  – произвольные постоянные.

Анализ зависимостей (5), (6), (7) показывает, что при постоянных конструктивных, массовых и инерционных параметрах оборудования, изменяя частоту колебаний или момент возмущающей силы, можно сужать или расширять как зону движения частицы без отрыва от плоскости, так и зону движения частицы с отрывом от нее. Значения частоты колебаний и момента возмущающей силы обуславливаются режимами работы оборудования.

Результаты работы могут быть использованы для моделирования различных условий протекания процесса дозирования и распределения сыпучего материала на поверхности рабочего органа предложенной конструкции.

#### *Список литературы*

1. Шаршунов В.А., Червяков А.В. Курзенков С.В. Состояние и тенденции применения новых ресурсосберегающих технологий при производстве комбикормов/ В.А. Шаршунов и др. М.: Девятка Принт, 2004. 136 с.
2. Киров Н., Божинова О., Недялков Л. Консервирование влажного зерна/ Н. Киров, О. Божинова, Л. Недялков. М.: Колос, 1982. 159 с.
3. Червяков А.В., Курзенков С.В., Иващенко Л.М. Результаты испытаний установок консервирования зерна УКЗ-20 и УКЗ-50. / А.В. Червяков, С.В. Курзенков, Л.М. Иващенко. Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы науч. – практ. конф., (г. Горки, 15 сентября 2006 г.)– Горки: БГСХА, 2007. С. 152-156.
4. Заика П.М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин / П.М. Заика. М: Машиностроение, 1977. 278 с.
5. Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. / П. М. Василенко. Киев: УАСХН, 1960, 283 с.
6. Повидайло В.А.. Расчёт и конструирование вибрационных питателей. / В.А. Повидайло. Киев: Машгиз, 1962, 146 с.
7. Червяков А. В., Курзенков С. В., Козлов С. И. Теоретические исследования динамики движения точки распределительного устройства питателя-дозатора оборудования для внесения консервантов // Вестник БГСХА. Горки: БГСХА. 2007. № 2. С. 132-138.

## **Mathematical models of movement grain material in the working bodies chamber installation type preservation of grain**

*AV Worms, Ph.D., INAH Ministry of Economy of the Republic of Belarus, SV Kurzenkov, Ph.D., UO "Belarusian State Agricultural Academy"*

A mathematical model of the motion of the switchgear mixing chamber under the influence of vibration. An analytical method for calculating the motion parameters of the grain material on the surface of the vibrating part of the switchgear installation to enter the Conser-Ventoux. The results can be used to model different process conditions dosing and distribution of seeds in the working body of the cell-type plants proposed design.

Keywords: grain material, motion parameters, mathematical model



УДК 631.363:633.34

## **К ВОПРОСУ ОТДЕЛЕНИЯ ОБОЛОЧКИ СЕМЯН СОИ И ЛЮПИНА**

**Купреенко А.И., д.т.н., профессор, Кондрашова О.Н., аспирант**  
*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*Рассмотрен новый способ отделения оболочки семян сои и люпина, обеспечивающий увеличение скорости отделения оболочки от семян сои и люпина.*

*Ключевые слова: заменитель цельного молока, замачивание семян сои, отделение оболочки.*

В настоящее время в России наблюдается рост сельскохозяйственного производства, которое получает значительную поддержку государства.

В связи с ростом поголовья крупного рогатого скота в России актуален вопрос производства заменителей цельного молока, которые необходимы для выпойки телят.

Заменитель цельного молока (ЗЦМ) - это сложная многокомпонентная смесь различных продуктов, соответствующая физиологическим особенностям желудочно-кишечного тракта молодняка сельскохозяйственных животных и обеспечивающая их потребности в питательных веществах [1].

Использование ЗЦМ имеет определенные преимущества: исключается передача заболеваний от коровы-матери (паратуберкулеза, сальмонеллеза, лейкоза и др.), что часто отмечается при выпаивании молока; состав однородной партии ЗЦМ всегда постоянный, в отличие от коровьего молока (в котором содержание питательных веществ зависит от разных факторов: периода лактации, возраста животного, состояния его здоровья, кормления, чистоты доильного оборудования и др.); введение в состав ЗЦМ витаминно-минеральных добавок обеспечивает качественную замену молока, гарантирует хорошее развитие животных и реализацию их генетического потенциала; сокращаются затраты на выращивание телят, поскольку ЗЦМ в 1,2...1,3 раза дешевле цельного молока; использование ЗЦМ стимулирует потребление объемистых кормов, что ведет к раннему развитию телят и получению оптимальных приростов [2].

В состав ЗЦМ входят высокобелковые продукты растительного происхождения, одними из которых являются семена сои и люпина.

Для производства ЗЦМ применяются различные технологии, в ходе которых соевое семя или семена люпина подвергают замачиванию, дроблению, диспергированию и тепловой обработке (нагреванию до 95-97°C).

После замачивания семена либо подвергают очистке от оболочки, в которой содержатся антипитательные вещества (алкалоиды) - ингибиторы трипсина, глицин и  $\beta$ -конглицин, либо измельчают в целом виде, а затем отделяют оболочку.

Для отделения оболочки при замачивании семян применяют различные способы: с помощью машины для шелушения ДШГ-03 (в процессе перемещения бобовых по поверхности дисков за счет многократных микроударов происходит отслоение оболочки и разделение семян на семядоли); путем сушки посредством обдува горячим воздухом до содержания влаги около 6%, шелушения при сухом перемешивании и удаления частиц оболочки потоком воздуха [3]; расплющивание высушенных бобов, помол в крупу с отделением оболочки сжатым воздухом.

На основании [4] нами предложен способ отделения оболоч-

ки во время замачивания семян путем внесения хлористого натрия (неорганической соли) при различной температуре воды, что обеспечит более быстрое отслоение оболочки от ядра семени, для последующей очистки.

Для рассмотрения влияние на скорость отслоения оболочки от ядер добавления в воду хлористого натрия, а также температуры воды при замачивании семян был проведен эксперимент на семенах сои и люпина.

Для анализ было взято по четыре образца семян сои и люпина. В первом образце семена заливались горячей водой с температурой около 80 °С с добавлением хлористого натрия (№ 1 - г.в. + с), во втором – только горячей водой (№ 2 - г.в.), в третьем – холодной водой с температурой около 15 °С с добавлением хлористого натрия (№ 3 - х.в. + с), в четвертом – только холодной водой (№ 4 - х.в.).

В емкости на 250 мл заливали по 200 мл воды и добавляли 7 грамм хлористого натрия, время выдержки 3 часа. Наблюдения за внешним состоянием оболочек семян и замеры температуры в ходе опыта приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Номер образца		Время от начала опыта, мин.	Температура, °С		Наблюдения	
Соя	Люпин		Соя	Люпин	Соя	Люпин
№1	№1	Начало опыта (00 минут)	80	80	-	-
№2	№2		80	80	-	-
№3	№3		15	15	-	-
№4	№4		15	15	-	-
№1	№1	15 минут	58	57	Начала деформироваться оболочка	Начала деформироваться оболочка
№2	№2		59	58	Начала деформироваться оболочка	Начала деформироваться оболочка
№3	№3		16	16	Первоначальное состояние	Первоначальное состояние
№4	№4		17	16	Первоначальное состояние	Первоначальное состояние
№1	№1	30 минут	49	49	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро
№2	№2		48	50	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро
№3	№3		21	19	То же состояние	То же состояние
№4	№4		19	19	То же состояние	То же состояние
№1	№1	40 минут	43	44	То же состояние	То же состояние
№2	№2		44	45	То же состояние	То же состояние
№3	№3		21	20	То же состояние	То же состояние

№4	№4		20	20	Начала деформироваться оболочка, твердое ядро	Начала деформироваться оболочка, твердое ядро
№1	№1	60 минут	37	37	Набухание, мягкое ядро	Набухание, мягкое ядро
№2	№2		37	38	Набухание, ядро слегка размягчилось	Набухание, ядро слегка размягчилось
№3	№3		23	22	Начала деформироваться оболочка, твердое ядро	Начала деформироваться оболочка, твердое ядро
№4	№4		21	21	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро
№1	№1	90 минут	31	31	Ядро размягчилось, оболочка отслоилась, если надрезать и надавить оболочка снимается	Ядро размягчилось, оболочка отслоилась, если надрезать и надавить оболочка снимается
№2	№2		31	31	Ядро набухло и размягчилось, если надрезать и надавить оболочку трудно снять	Ядро набухло и размягчилось, если надрезать и надавить оболочку трудно снять
№3	№3		24	22	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро, оболочка не снимается	Оболочка полностью сжалась, твердое ядро, оболочка не снимается
№4	№4		22	22	Набухание, ядро твердое, оболочка не снимается	Набухание, ядро твердое, оболочка не снимается
№1	№1	Конец опыта (190 минут)	24	23	Если надрезать оболочка снимается при надавливании на семя	Если надрезать оболочка снимается при надавливании на семя
№2	№2		24	24	Если надрезать оболочка не снимается при надавливании на семя	Если надрезать оболочка не снимается при надавливании на семя
№3	№3		24	23	Набухание, ядро твердое, если надрезать оболочка не снимается	Набухание, ядро твердое, если надрезать оболочка не снимается
№4	№4		24	23	Ядро набухло, но твердое, если надрезать оболочка снимается тяжело	Ядро набухло, но твердое, если надрезать оболочка, снимается тяжело

Из анализа полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее благоприятные условия для отделения оболочки семян сои и люпина, получены для образца № 1, как сои так и люпина, а

именно вода имеет температуру около 80°C с добавлением хлористого натрия (NaCl – поваренная соль). Опыт можно было завершить на 90 минуте, так как затем никаких видимых изменений не происходило.

Таким образом, для ускорения отделения оболочки от ядра семени его необходимо замачивать в горячей воде с добавлением хлористого натрия (соли).

#### *Список литература*

1. Купреенко, А.И. Кондрашова, О.Н «Перспективные технологии производства заменителя цельного молока» // Вестник Брянской ГСХА. – 2014. - № 3. – С. 20.

2. Ганущенко, О.Ф. Сравнительная характеристика молока и ЗЦМ по питательности. // Белорусская нива – 2012. – Май. – С. 15.

3. Инге Фриборг, Кок Ее Линн «Способ получения соевого молока и способ получения тонкоизмельченных соевых бобов, пригодных для получения соевого молока» // патент РФ № 2101979 от 20.01.1998 г.

4. Горлов, И.Ф. Митрофанов, А.З. Ранделин, А.В. Стребкова, З.В. «Способ приготовления жидкого заменителя цельного молока» // патент РФ № 2264718 от 11.05.2004 г.

#### **To affairs of the seed coat soy and lupine**

*AI Kupreenko, Ph.D., Professor, ON Kondrashov graduate student,  
FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The new method of separation of shell of seed of soy and lupin, providing the increase of speed of separation of shell from the seed of soy and lupin, is considered.

Keywords: milk replacer, soakage of seed of soy, separation membranes.



## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ФИКСАЦИИ СИЛОВОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ**

**Христофоров Е.Н., д.т.н., профессор, Беззуб Ю.В., аспирант**  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

*Представлена методика исследования на работоспособность механизма фиксации гидравлического цилиндра, гидравлического опрокидывающего устройства автомобиля – самосвала с использованием специализированного гидравлического стенда*

*Ключевые слова: гидроцилиндр, безопасность, оператор, гидравлический стенд, грузовая самосвальная платформа, гидропривод.*

В современном производстве, используются различные виды транспорта, включая автомобильный, железнодорожный, водный и другие. При этом основная часть грузов перевозится автомобильным транспортом, в первую очередь автомобилями – самосвалами, автотягачами с прицепами и полуприцепами.

Автомобили – самосвалы стали одним из популярных видов техники, используемых для перевозки различных грузов. Самосвалы (полуприцеп с кузовом или прицеп) чаще всего применяют для транспортировки сыпучих, навалочных и других видов грузов, которые пригодны для выгрузки посредством опрокидывания из кузова. На отечественном рынке представлено множество различных моделей самосвалов, которые выполняют разгрузочные работы с помощью механического, гидравлического наклона кузова [1].

По способу подъема платформы современные самосвалы разделяют на три принципиально отличные группы: самоопрокидывающиеся, полусамосвалы, самосвалы с принудительным подъемом платформы.

На большинстве современных самосвалов применяются гидравлические подъемные механизмы, применение которых позволяет снизить затраты времени на подъем и опускание платформ, повысить надежность и безопасность работы. Основным элементом гидропривода являются гидроцилиндры, как правило, одностороннего действия, в котором рабочий ход поршня совершается под действием давления жидкости, а возврат, под весом грузовой платформы. Недо-



статком таких гидроприводов является самопроизвольное падение грузовой платформы, связанного с нарушением герметичности гидропривода, в частности, из-за обрыва рукава высокого давления [2].

Авторами разработан и запатентован гидроцилиндр двустороннего действия с механизмом фиксации – механическим шариковым замком, который позволяет фиксировать платформу в поднятом положении при нарушении герметичности гидропривода (рис.1) [3,4].

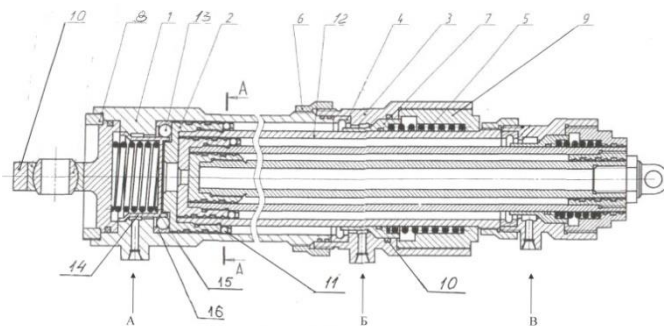


Рисунок 1 – Схема силового гидроцилиндра

Механизм фиксации был исследован на работоспособность. Для исследования работоспособности механизма фиксации использовалась стендовая установка, которая показана на рисунке 2.

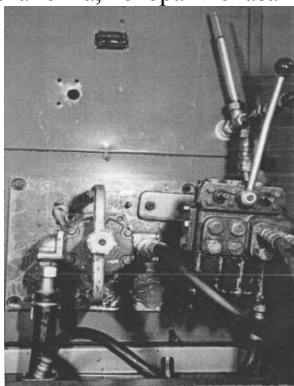


Рисунок 2 – Испытательный стенд

Экспериментальные исследования механизма фиксации гид-

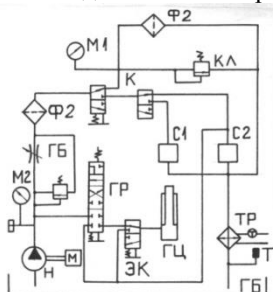
роцилиндра двустороннего действия сводились к следующему: при экспериментальных исследованиях в лабораторных условиях моделировалась аварийная ситуация – нарушение герметичности гидравлического подъемного механизма самосвальной грузовой платформы, когда в различной степени возрастает скорость ее опускания (падения). Опыты повторялись при максимальном угле опрокидывания самосвальной грузовой платформы, различной скорости опускания.

Выбранные режимы испытаний охватывают практически весь диапазон возможных аварийных ситуаций опускания (падения) самосвальных грузовых платформ автомобилей.

Экспериментальная установка, на которой проводились исследования, соответствует требованиям предъявленным к установкам для исследования:

- удовлетворяет требованиям исследований предохранительных и блокировочных систем в целом;
- обладает способностью повторяемости опыта;
- отвечает требованиям техники безопасности, в стендовых условиях.

Стенд выполняет функции гидравлического опрокидывающего устройства грузовых платформ транспортных машин. В качестве рабочей жидкости применяется АМГ-10. Диапазон регулирования температуры рабочей жидкости составляет от 20 до 60°С. Стенд состоит из следующих основных узлов: рамы с облицовкой, привода, гидравлической системы, электрооборудования. Схема подключения гидроцилиндра на стенде показана на рисунке 3.



- Н – насос; ГБ – резервуар; М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub> – манометры; Ф1, Ф2 – фильтры;  
 КЛ – предохранительный клапан; К – блок кранов;  
 С1, С2 – счетчики жидкости; ТР – терморегулятор; Т – термометр;  
 ГР – гидрораспределитель; ЭК – гидроэлектромагнитный клапан;  
 ГЦ – гидроцилиндр

Рисунок 3– Схема подключения гидроцилиндра на стенде  
 Привод стенда состоит из электродвигателя А02-7И-4 (22 квт, 1460 об/мин), клиноременной передачи (ремень типа В=1800 мм 4 шт.) с передаточным числом  $i = 1:1,21$  и кулачковой муфты для привода насоса.

Гидромеханическая схема стенда представлена на рисунке 4.

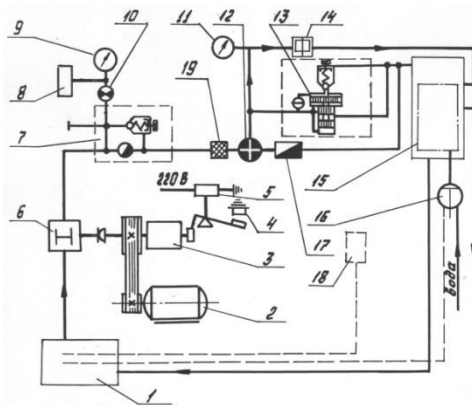


Рисунок 4 – Гидромеханическая схема стенда

Гидравлическая система стенда состоит из бака расходного, гидроблока высокого давления, крана 3 – х ходового, счетчика жидкостного, фильтра грубой очистки, клапана предохранительного со сливным золотником, фильтра центробежного тонкой очистки, охлаждающего устройства, измерительных приборов и трубопроводов. Расходный бак емкостью 90 литров служит резервуаром рабочей жидкости. Гидроблок высокого давления имеет шелевой дроссель для создания требуемого давления в магистрали нагнетания и предохранительный, отрегулированный на 17...17,5 МПа. В нагнетательной магистрали гидроблока присоединен манометр МГОШ от 16 до 25 МПа, который показывает давление в магистрали нагнетания. Счетчик жидкостный (ШКУ–40С–5) служит для замера производительности насосов, и определения объема жидкости вытекающей из цилиндра. Фильтр сетчатый грубой очистки служит для защиты фильтра центробежного и клапана предохранительного от повреждения грубыми металлическими частицами. Фильтр центробежный двигателя Д-50 служит для тонкой очистки рабочей жидко-

сти. Клапан предохранительный со сливным золотником (типа Г52–14) служит для предохранения фильтра центробежного от перегрузки. В магистрали перед фильтром центробежным присоединен манометр давления МОШ 10...16 МПа, который показывает давление в магистрали перед фильтром центробежным (при открытом дросселе).

Устройство охлаждающее служит для поддержания во время испытаний требуемой температуры рабочей жидкости. Оно состоит из бака охлаждения с распределительной трубой и установленного в баке водяного радиатора (трактора МТЗ-82), терморегулятора РТ15 и водопровода.

Датчик терморегулятора установлен в соединительной трубе бака охлаждения и бака расходного. На верхнем конце датчика терморегулятора находится регулируемое устройство со шкалой, для регулирования рабочей температуры в пределах +20... – 50°C.

Термометр манометрический ТПП2-В служит для замера температуры рабочей жидкости в системе.

Агрегаты гидросистемы соединены между собой металлическими трубопроводами и резиновыми рукавами для низкого давления. Все измерительные приборы расположены на общей панели. Рукоятки управления агрегатов расположены под ними. Штуцеры для присоединения рукавов от испытываемых агрегатов расположены на передней рабочей стороне стенда.

Стенд при экспериментальных исследованиях позволяет определить возможность обеспечения безопасности оператора самосвального транспортного средства с предложенным механизмом фиксации.

#### *Список литературы*

1. Сакович Н.Е. Повышение надежности и безопасности транспортных и грузоподъемных машин [Текст]/ А.М. Случевский, Н.Е. Сакович, Ю.В. Беззуб //Вестник Брянского ГТУ – №1. – 2014. – С. 51 – 58.

2. Христофоров Е.Н. Теория и практика повышения безопасности операторов строительных машин [Текст]/А.М. Случевский, Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров, Ю.В. Беззуб//Монография. – Брянск: Изд-во ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2014. ISBN 978-5-88517-254-7

3. Христофоров Е.Н. Гидроцилиндр двухстороннего действия с механическим шариковым замком [Текст]/ А.М. Случевский, Н.Е.

Сакович, Е.Н. Христофоров// Тракторы и сельхозмашины. – №5. – 2013. – С. 39 – 42.

4. Патент №130013 U1 РФ. ПМК F15B 15/26. Силовой гидроцилиндр/Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Ю.В. Беззуб, А.А. Кузнецов, А.Ф. Ковалев. – Оpubл. 10.07.2013, Бюл. №19

### **Investigation of the mechanism of fixing power double-acting hydraulic cylinder**

*EN Khristoforov, Professor, Y. Toothless, a graduate student  
FGBOU VO "Bryansk GAU"*

The technique of research on the performance of the locking mechanism of the hydraulic cylinder, hydraulic tilting device car - truck using specialized hydraulic stand

Keywords: cylinder, safety, operator, hydraulic stand, cargo tipper platform, hydraulic.



## РАСЧЕТ ДИНАМИКИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

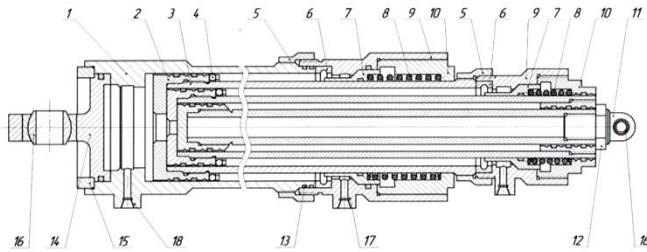
**Христофоров Е.Н., д. т. наук, Беззуб Ю.В., аспирант**  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

*Представлена математическая модель и реализующая ее методика расчета показателей рабочего процесса исполнительного гидроцилиндра с механизмом фиксации для гидравлического опрокидывающего устройства автомобилей – самосвалов. Разработана программа ее реализации на ПЭВМ.*

**Ключевые слова:** гидроцилиндр, безопасность, оператор, имитационная математическая модель, грузовая платформа, гидропривод.

В настоящее время перед организациями, эксплуатирующими автомобили – самосвалы, самосвальными прицепами и полуприцепами, с гидравлическим грузоподъемным механизмом, стоит проблема безопасности операторов, эксплуатирующих данный вид техники. Как показал обзор конструкций автомобилей – самосвалов, в настоящее время в гидроприводе грузоподъемных механизмов самосвальных платформ, установлены гидроцилиндры одностороннего действия, в котором рабочий ход поршня совершается под действием давления жидкости, а возврат, под весом грузовой платформы. Недостатком таких гидроприводов является самопроизвольное падение грузовой платформы, связанного с нарушением герметичности гидропривода, в частности, из-за обрыва рукава высокого давления.

Разработан и запатентован гидроцилиндр двустороннего действия с механизмом фиксации – механическим шариковым замком, который позволяет фиксировать платформу в поднятом положении при нарушении герметичности гидропривода [5] (рисунк 1).



1 – корпус; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – шарики; 5 – соединительные гайки; 6 – кольца замка; 7 – распорные цилиндры; 8 – пружины; 9 – запорные цилиндры; 10 – направляющие секции штока цилиндров; 11,14– ушковые узлы; 12 – контргайка; 13 – резиновые и фторопластовые кольца; 15 – резьбовая гайка; 16 – сферические кольца; 17, 18 – штуцеры;

Рисунок 1 - Схема силового гидроцилиндра

Срабатывание механизма фиксации гидроцилиндра не зависит от работоспособности гидравлической системы и не требует вмешательства оператора.

Совершенствование конструкции гидропривода грузоподъемных механизмов автомобилей – самосвалов на основе применения новых технических решений, актуальна проблема расчета основных проектных параметров на этапе проектирования грузоподъемного механизма на основе трехсекционного телескопического гидроцилиндра. Авторы предлагают для решения данной проблемы применить методы математического моделирования. Необходимость применения методов математического моделирования обусловлена следующими факторами: неизвестность нагрузок и масс элементов рабочего оборудования на этапе проектирования; существующие методики рассматривают только кинестатический анализ механизмов; существующие математические модели не учитывают динамики, массы и сжимаемости рабочей жидкости, упругости звеньев и трубопроводов, сил трения в гидроцилиндрах, и потому дают значительные погрешности в определении нагрузок.

Для расчета основных проектных параметров гидроцилиндра, авторами разработана имитационная математическая модель динамики рабочего процесса, расчетная схема для которой представлена на рисунке 2.

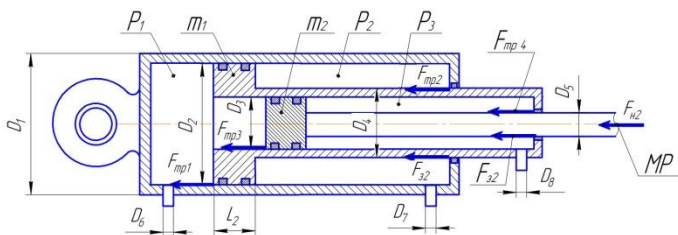


Рисунок 2 – Расчетная схема имитационной математической модели исполнительного гидроцилиндра

Уравнение равновесия сил действующих при работе подвижных элементов исполнительного гидроцилиндра:

$$F_{ДВ} - F_{ИН} - F_{Ж} - F_{ТР} - F_{З} - F_{ГС} = \pm F_{н},$$

где:  $F_{ДВ}$  – движущая сила, Н;  $F_{ИН}$  – сила инерции подвижных масс, Н;  $F_{Ж}$  – сила гидравлических сопротивлений течению жидкости, Н;  $F_{ТР}$  – сила трения в направляющих скольжения и уплотнениях, Н;  $F_{З}$  – сила затраченная на открытие механического замка первой и второй секций, Н;  $F_{ГС}$  = сила гидравлических сопротивлений от дросселирования рабочей жидкости, Н;  $F_{н}$  – сила от нагрузки, приложенной к креплению подвижного элемента исполнительного гидроцилиндра, Н.

Рассмотрим систему уравнений цикла работы исполнительного гидроцилиндра, схема которого представлена на рисунке 1.

Полный цикл работы гидроцилиндра складывается из четырех основных этапов:

1 – й этап – прямой ход, выдвигание первой секции:

$$F_{ДВ1} - F_{ИН1} - F_{ТР1} - F_{ТР2} - F_{Ж2} - F_{ГС2} - F_{З} - F_{Н2} = 0.$$

2 – й этап прямой ход, выдвигание второй секции:

$$F_{ДВ2} - F_{ИН2} - F_{ТР3} - F_{ТР4} - F_{Ж3} - F_{ГС3} - F_{З} = 0.$$

3 – й этап обратный ход, втягивание второй секции:

$$F_{ДВ2} - F_{ИН2} - F_{ТР3} - F_{ТР4} - F_{Ж1} - F_{ГС1} - F_{З} = 0.$$



4 – й этап обратный ход, втягивание первой секции:

$$F_{ДВ1} - F_{ИН1} - F_{ТР1} - F_{ТР2} - F_{Ж1} - F_{ГС1} - F_3 + F_{Н2} = 0.$$

Движущая сила возникает вследствие подачи рабочей жидкости в соответствующую полость гидроцилиндра и определяется произведением давления  $P_i$  в данной полости на площадь поперечного сечения  $S_i$  подвижных элементов, соприкасающихся с рабочей жидкостью:

$$F_{ДВ} = P_i \cdot S_i.$$

Сила инерции подвижных частей равна произведению массы  $m_i$  на ускорение  $a_i$  этих частей:

$$F_{ИН} = m_i \cdot a_i.$$

Сила инерции рабочей жидкости вычисляется с учетом переменной массы жидкости при изменении координаты перемещения  $x_i$  и плотности рабочей жидкости  $\rho_{ж}$ :

$$F_{Ж} = \rho_{ж} \cdot S_i \cdot x_i \cdot a_i.$$

Сила трения  $F_{тp_i}$  в  $i$  – том уплотнительном узле, приведенная к штоку гидроцилиндра:

$$F_{ТР1} = \pi(D_i l_i n_i f_i |\Delta P_i|),$$

где  $D_i$  – уплотняемый диаметр;  $l_i$  – ширина контакта уплотнителя;  $n_i$  – количество уплотнителей в штоковом уплотнении;  $f_i$  – коэффициент трения в уплотнении;  $\Delta P_i$  – перепад давления на уплотнителе.

Сила гидравлических сопротивлений от дросселирования рабочей жидкости  $F_{ГС}$  при вытекании ее из противоположных полостей гидроцилиндра вычисляем по формуле:

$$F_{ГС1,2} = S_{1,2} P_{С1,2},$$

где  $F_{1,2}$  – площадь проходного сечения полостей, определяе-

мая для поршневой полости как:  $S_1 = \frac{\pi D^2}{4}$ , а для штоковой

$S_2 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ ;  $P_{C1,2}$  суммарные потери давления в магистралях, примыкающих к соответствующим полостям гидроцилиндра.

При сливе масла по этим магистралям потери давления определяются размерами магистралей и скоростью течения рабочей жидкости в них:

$$P_{C1,2} = \sum_{i=1}^n k_i V_{жi}^2,$$

где  $k$  – коэффициент потерь давления на  $i$  – ом участке сливной магистрали;  $V_{жi}$  – скорость течения рабочей жидкости на  $i$  – ом участке сливной магистрали.

Для трубопровода:

$$k_i = \lambda \rho_{ж} \frac{l}{d 2g},$$

где  $l$  и  $d$  – длина и внутренний диаметр трубопровода, м;  $\rho_{ж}$  – плотность рабочей жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения;  $\lambda$  – коэффициент трения жидкости о стенки трубопровода, зависящий от режима течения жидкости. При ламинарном режиме течения  $\lambda = 75/Re$ , при турбулентном  $\lambda = 0,3164 Re^{-0,25}$ , здесь  $Re = \frac{V_{ж} d}{\nu}$  – критерий Рейнольдса, определяющий режим течения жидкости;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости. При  $Re \leq 2200 \div 2300$  – режим течения ламинарный, при  $Re > 2200 \div 2300$  – режим течения турбулентный.

Для расчета потерь давления на гидравлических сопротивлениях (ответвления трубопровода, дроссели, распределители и т.д.) применяют формулу:

$$K_i = \zeta \frac{\rho_{ж}}{2},$$

где  $\zeta$  – безразмерный коэффициент местного сопротивления, определяемый экспериментально.

Усилия для открытия замка будем определять по формуле

$$F_3 = \frac{\pi}{4} (D_{PC1,2}^2 - d_{Ш1,2}^2) c_{1,2},$$

где  $D_{PC1,2}$  – диаметр распорного цилиндра замка первой и второй секций, м;  $d_{Ш1,2}$  – диаметры штоков первой и второй секций, м;  $c_{1,2}$  – жесткость пружины распорного цилиндра, Н/м.

Нагружающие усилия  $F_{Hi}$ , приложенные в местах крепления грузовой платформы опрокидывающего механизма, зависят от конструкции механизма и являются функциями массы и положения в пространстве, приведенного к координате перемещения соответствующей секции исполнительного гидроцилиндра:

$$F_{Hi} = f(m_i, x_i).$$

Рассматриваемая методика стала основой построения алгоритма программной реализации «HYDRAULIC CYLINDER», составленной для имитационной математической модели исполнительного трехсекционного телескопического гидроцилиндра двустороннего действия с механизмом фиксации – механическим шариковым замком.

Приведенная имитационная математическая модель может быть положена в основу математического обеспечения САПР уже на этапе проектирования, она позволит определять работоспособность и нагрузочный режим исполнительных гидроцилиндров опрокидывающих механизмов, повысить инвариантность и качество принимаемых проектных решений.

#### *Список литературы*

1. **Ереско, А.С.** Совершенствование гидропривода грузоподъемных механизмов подъемно – транспортных и строительно – дорожных машин: дис. канд. техн. наук./А.С. Ереско. – Красноярск, 2004. – 196 с.

2. **Ломакин Д.О., Чукин О.В.** Повышение качества сервисных услуг/Д.О. Ломакин, О.В. Чукин//Мир транспорта и технологических машин, 2010. №3(30). – С. 033 – 036.

3. Случевский А.М., Сакович Н.Е., Христофоров Е.Н., Беззуб Ю.В. Теория и практика повышения безопасности операторов строительных машин/А.М. Случевский, Н.Е. Сакович, Е.Н. Христофоров, Ю.В. Беззуб//Монография. – Брянск: Изд-во ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2014. ISBN 978-5-88517-254-7

4. Строгалов, В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование /В.П. Строгалов, И.О Толкачева//Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана Уч. пособие, 2008. – 280 с,

5. Патент №130013 U1 РФ. ПМК F15B 15/26. Силовой гидроцилиндр/Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович, Ю.В. Беззуб, А.А. Кузнецов, А.Ф. Ковалев. – Опубл. 10.07.2013, Бюл. №19

### **Dynamics analysis workflow executive cylinder**

*Doctor of Technical Sciences E.N. Khristophorov, graduate student  
Y. V. Bezzub (Bryansk State Agricultural University)*

**Annotation.** The mathematical model and implementing its method of calculating the working process of the executive cylinder with a fixing mechanism for a hydraulic tilting device vehicles - trucks. The program of its implementation on the PC.

**Keywords:** cylinder, safety, operator, simulation mathematical model, loading platform, hydraulic.



## **ВНЕСЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В КОРНЕОБИТАЕМУЮ ЗОНУ РАСТЕНИЙ**

**Добышев А.С., доктор техн. наук, профессор,  
ассистенты: Скакун Н.И., Горностаев Ю.О.**

*УО Белорусская ГСХА*

*Рассматривается эффективность использования пестицидов и жидких минеральных удобрений при возделывании пропашных культур. Приводятся результаты экспериментальных исследований традиционной и предлагаемой технологий посева кукурузы на силос, осуществленной на опытном комбинированном агрегате на базе вертикально-роторной бороны с одновременным внесением жидких минеральных удобрений в корнеобитаемую зону растений.*

*Ключевые слова: пестициды, жидкие минеральные удобрения, технология посева, комбинированный агрегат.*

Все современные сельскохозяйственные предприятия не могут рассчитывать на стабильную прибыльную работу, если не обеспечат качественное внесение минеральных удобрений и надежную, эффективную защиту возделываемых культур. И совершенно очевидно, что по мере дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства роль защиты растений и внесения удобрений будет возрастать, так как одновременно с созданием более благоприятных условий для роста растений создаются и лучшие условия для развития и размножения вредных организмов.

Естественно, без решения проблем защиты растений и внесения жидких минеральных удобрений нельзя серьезно рассматривать задачи повышения эффективности и стабильности сельскохозяйственного производства, так как эффективность действия пестицидов зависит на 20-30% от их качества и на 70-80% - от технологии их применения.

Одной из основных причин избыточного накопления нитратов в растениях и плодах является внесение в почву необоснованно высоких доз азотных удобрений. Растения не успевают усвоить и переработать весь поступивший в них азот для создания органического вещества, и его излишки скапливаются в тканях растений в виде нитратных отложений. Чтобы избежать накопления нитратов,

превышенная доза которых становится опасной для здоровья, следует сбалансировано, качественно удобрять все культуры, особенно те, которые отличаются повышенной способностью к накоплению нитратов, путем ориентированного их внесения в корнеобитаемую зону растений.

Наиболее перспективным направлением в развитии механизации обработки почвы является применение комбинированных машин и агрегатов, позволяющих за один проход совмещать несколько технологических операций, в том числе с внесением жидких минеральных удобрений и довсходовых пестицидов. Эффективность применения комбинированного агрегата определяется совмещением нескольких технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур, выполняемых рабочими органами в едином технологическом процессе подготовки почвы и посева, а также внесения ЖМУ. Все вышеперечисленное приводит к минимуму проходов агрегатов по полю, снижению уплотнения почвы ходовыми системами энергосредства и сельскохозяйственной машины, что уменьшает количество эрозионно-опасных частиц почвы, сохраняет почвенную влагу, и, в конечном итоге, повышает урожайность возделываемых культур и улучшает экологическую ситуацию [3].

Припосевное внесение удобрений рассчитано главным образом на обеспечение растений легкодоступными формами питательных элементов в начальный период их жизни, которые имеют большое значение и для последующего развития растений.

При существующих технологиях междурядные обработки малоэффективны против сорняков в защитной зоне растений и ведут к иссушению почвы, уплотняют её в междурядьях колесами тракторов, ведут к повреждению корневой системы и всходов культурных растений (овощей, картофеля и т.д.). Применение сплошного опрыскивания при возделывании пропашных культур влечет за собой неоправданный перерасход пестицидов, которые не окупаются полученной прибавкой урожая. Одним из перспективных направлений в решении этой задачи является ленточный способ внесения пестицидов. Приспособления для ориентированного ленточного внесения пестицидов и для внесения ЖМУ в корнеобитаемую зону позволит повысить производительность приема, снизить затраты и уменьшить загрязнение окружающей среды.

В качестве базовых приняты наиболее эффективные на сегодняшний день с экономической точки зрения технологические ком-

плексы в составе комбинированного почвообрабатывающего агрегата АКШ-7,2 и пропашной сеялки, работающие по отдельной схеме посева.

Исследования состояли из закладки и проведения полевых опытов и лабораторных анализов. Полученные результаты полевых опытов обрабатывались с использованием вариационной статистики.

Полевые испытания комбинированного агрегата проводились при выполнении за один проход рыхления, выравнивания, прикатывания почвы и посева кукурузы с внесением жидких минеральных удобрений. Агротехнические операции выполнялись агрегатом, состоящим из: универсального энергетического средства, вертикально – ротационной бороны, кукурузной сеялки и оборудования для подачи жидких минеральных удобрений, расположенного на передней навеске, которые обеспечивают наибольшую производительность и более низкие затраты труда (рисунок 1).

Для выполнения поставленной задачи предпосевная обработка почвы, внесение жидких минеральных удобрений и посев кукурузы проводилась по двум вариантам:

1 по традиционной технологии (предпосевная обработка АКШ-7,2, внесение жидких минеральных удобрений ОП-2000, посев кукурузы),

2 комбинированным агрегатом.

Основные показатели работы МТА, полученные в результате испытаний и расчетным путем представлены в таблице 1.



Рисунок 1 – Комбинированный агрегат

Таблица 1 – Основные показатели работы МТА по подготовке почвы и посеву

№ п/п	Трактор	С.х. машина	Относительная площадь уплотнения ходовыми системами, %	Расход топлива, л/га	Производительность, га/см	Трудозатраты, чел.-ч/га	Масса машин участвующих в технологическом процессе, кг
Вариант 1							
1	Беларус-820	ОП-2000	11,43	2,8	9,6	0,21	5395
2	Беларус-1522	АКШ-7,2	25,5	5,6	23,0	0,30	10000
3	Беларус-820	сеялка	36,0	3,8	18,0	0,40	4695
	Итого		72,93	12,2	-	0,91	20190
Вариант 2							
1	УЭС-2-250А «Полесье»	БРН-6 + сеялка + обор. для КАС.	19,8	9,0	28,0	0,25	14000

Таким образом (таблица 1) при возделывании сельскохозяйственных культур по обычной технологии относительная площадь уплотнения почвы ходовыми системами составила 72,93 %, масса применяемых машин превысила 20 тыс. кг. Фактический расход топлива составил 12,2 л/га и трудозатраты – 0,91 чел.-ч/га.

При применении предлагаемой технологии возделывания относительная площадь уплотнения почвы значительно снизилась (на 53,13 %.), расход топлива уменьшился на 3,2 л/га, снизились затраты труда в 3,64 раза и вес широкозахватного агрегата в 1,44 раза.

Содержание сырого протеина в стеблях кукурузы по предлагаемой технологии в сравнении с существующей больше на 25,6 г/кг, а кормовых единиц на 0,1 кг/кг. При этом в початках сырого протеина по предлагаемой технологии меньше на 1,7 г/кг, а кормовых единиц больше на 0,8 кг/кг. В целом по технологиям разница в кормовых единицах составила 0,09 кг/кг в пользу предлагаемой таблица 2). Прибавка урожайности кукурузы на силос составила 60 ц/га.



Таблица 2 – Химический анализ и питательность кукурузы

Показатели	Существующая технология		Предлагаемая технология	
	стебли	початки	стебли	початки
Гигровлага, %	12,01	11,68	11,89	12,16
Первичн. влага, %	77,56	63,22	77,42	56,83
Сухое в-во, %	19,74	32,48	19,90	37,92
«Сырой» жир, %	0,98	2,31	1,40	2,83
Клетчатка, %	24,47	11,90	25,36	8,07
Зола, %	5,68	2,01	5,02	1,95
Фосфор (P), %	0,20	0,25	0,24	0,26
Оксид калия, %	0,52	0,47	0,32	0,56
Общий азот (N), %	1,62	1,52	1,21	1,49
Общая влага, %	80,26	67,52	80,10	62,08
Медь (Cu), мг/кг	1,05	2,85	1,65	3,86
Цинк (Zn), мг/кг	10,22	16,50	7,45	20,27
Железо (Fe), мг/кг	52,91	15,63	64,39	112,48
Марганец (Mn), мг/кг	33,99	11,66	46,37	10,71
Магний (Mg), мг/кг	1,48	1,34	1,62	0,90
Кальций (Ca), мг/кг	4,12	0,35	4,03	0,39
«Сырой» протеин, г/кг	75,60	88,60	101,20	86,90
Кормовые единицы, кг/кг	0,42	0,58	0,52	0,66
Ср. кормовые единицы, кг/кг	0,50		0,59	

Комплексное ориентированное использование жидкого азотного удобрения КАС при посеве зерновых культур и технических культур совместно с гербицидами, фунгицидами, регуляторами роста, микроэлементами возможно в том случае, если оптимальные сроки применения удобрений и препаратов для борьбы с возбудителями болезней, сорняками и вредителями совпадают. В литературе имеются данные, что регуляторы роста усиливают поступление питательных элементов в растения, особенно азота при их комплексном использовании с удобрениями и дают возможность снижать дозы удобрений.

При использовании баковых смесей средств защиты растений, удобрений и регуляторов роста появляется реальная возможность снижения норм расхода пестицидов на 10-35 % за счет усиления токсичности и изменения продолжительности действия компонентов смеси.

Эффективность применения комбинированного агрегата на базе ВРБ определяется совмещением нескольких технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур, выполняемых рабочими органами в едином технологическом процессе подготовки почвы и посева, а также внесения ЖМУ. Все вышеперечис-

ленное приводит к минимуму проходов агрегатов по полю, снижению уплотнения почвы ходовыми системами энергосредства и сельскохозяйственной машины, что уменьшает количество эрозионно-опасных частиц почвы, сохраняет почвенную влагу, и в конечном итоге, повышает урожайность возделываемых культур и улучшает экологическую ситуацию. Таким образом, внедрение агрегата позволяет окупить затраты за счет значительного снижения ресурсопотребления и прибавки урожая.

#### *Список литературы*

1. Добышев А.С. Эффективность применения комбинированных агрегатов: монография - Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2003. – 124 с.

2. Актуальные проблемы механизации кормопроизводства и животноводства: Издание производственного характера./ Гл. редактор А.С. Добышев. - Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2007, 324 с.

3. Основные направления ресурсосбережения в сельском хозяйстве: Практическое пособие / А.С. Добышев, А.Н. Карташевич. – Гомель: ЦНТУ «Развитие», 2007. – 168 с.

4. Палкин Г. Минимизация предпосевной обработки почвы / Белорусское сельское хозяйство, 2005, №10.

5. Особенности применения пестицидов в баковых смесях // Информационный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.online-agro.com/ru/heblications>. – Дата доступа: 5.05.2014.

#### **Pesticide application and liquid fertilizers in the root zone of plants**

*AS Dobysh Dr. Sci. sciences, professor, assistant: NI Steed,  
JO Gornostaev UO Belarusian State Agricultural Academy*

The efficiency of the use of pesticides and liquid fertilizers in the cultivation of row crops. The results of experimental studies of traditional and proposed technologies maize silage, carried out at the experimental combi-based vertical rotary harrows with simultaneous application of liquid fertilizer in the root-inhabited zone of plants.

Keywords: pesticides, liquid fertilizers, crop technology, the combined unit.



## **ВЫБОР ПОСАДОК ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Киселева Л.С., инженер, Зуева Д.С., инженер**

*ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»*

*На основании разработанных номограмм и анализа полученных вероятностных значений зазоров (натягов) разработаны рекомендации по выбору посадок для эвольвентных шлицевых соединений.*

*Ключевые слова: шлицы, посадки, эвольвентные шлицевые соединения, допуски, номограммы.*

Эвольвентные шлицевые соединения за последнее десятилетие получили широкое распространение и, применяются, так же как и прямобочные шлицевые соединения, для передачи вращательного движения в механизмах тракторов, автомобилей, строительных, дорожных, сельскохозяйственных и других машинах и оборудовании. Это объясняется тем, что благодаря утолщению зубьев к основанию и наличию закруглений у основания эвольвентные шлицы имеют повышенную прочность, износостойкость, нагрузочную способность и более высокие значения критических давлений, при примерно равной или несколько выше или ниже, в зависимости от размеров, себестоимости обработки зубьев, чем прямобочные шлицы [1].

Несмотря на перечисленные преимущества, эвольвентные шлицевые соединения применимы в том случае, если ступица имеет твердость не выше HRC, 40, при которой еще возможна обработка протягиванием, т.к. форма профиля отверстия не допускает шлифования пазов. Однако, выполненные научно-исследовательские работы [2], показали возможность применения протяжек из твердого сплава и новых быстрорежущих сталей для окончательной обработки поверхностей впадин втулок после термической обработки при твердости зубьев более HRC, 45. Поэтому, большинство современных моделей машин имеют эвольвентные шлицевые соединения взамен прямобочных.

Допуски и посадки эвольвентных шлицевых соединений нормируются по трем видам центрирования: по боковым поверхностям зубьев, наружному и внутреннему диаметрам (ГОСТ 6033-80).

Выбор допусков и посадок играет важную роль в обеспечении надежности и долговечности шлицевых соединений и опреде-

ляет условия работы, требования к точности центрирования, конструктивные особенности, технологию и себестоимость изготовления деталей шлицевого соединения. Так как, именно значения зазоров (натягов) по центрирующим и не центрирующим поверхностям в значительной мере определяет износостойкость рабочих поверхностей шлицевых соединений и долговечность сопрягаемых с валом деталей [1]. Поэтому при назначении той или иной посадки необходимо знать значения вероятностных зазоров (натягов), которые могут иметь эвольвентные шлицевые соединения.

Разработанные номограммы [4] допустимых к применению посадок из числа предпочтительного применения в соответствии с ГОСТ 6033-80 позволяют быстро подобрать необходимую посадку, обеспечивающую оптимальные зазоры (натяги) по всем элементам соединения.

Номограммы систематизированы по способам центрирования и построены для каждого интервала размеров диаметров делительной окружности и интервала значения модуля.

Таблица 1 – Значения отклонений допусков и натягов для шлицевых соединений 50x2 по боковым поверхностям зубьев

Посадки	Допуски		Натяги (+), зазоры (-), мкм				
	Шлицевые впадины	Ширина зуба	Наиб. (N <sub>нб</sub> )	Наиб. (N <sub>нм</sub> )	Средний N <sub>ср</sub>	Наиб. вероят. N <sup>в</sup> <sub>нб</sub>	Наим. вероят. N <sup>в</sup> <sub>нб</sub>
$\frac{7H}{9r} \begin{pmatrix} +0,036 \\ +0,086 \\ +0,019 \end{pmatrix}$	36	71	88	-19	34,5	74,3	-5,3
$\frac{7H}{8p} \begin{pmatrix} +0,036 \\ +0,066 \\ +0,016 \end{pmatrix}$	36	50	60	-20	20	50,8	-10,8
$\frac{7H}{7n} \begin{pmatrix} +0,036 \\ +0,044 \\ +0,008 \end{pmatrix}$	36	36	44	-28	8	33,46	-17,46

Для объяснения построения номограмм и работы с ними используем посадки, рекомендованные для неподвижных соединений, работающих при больших ударных нагрузках и редкой разборке с центрированием по боковым поверхностям зубьев: 7H/9r; 7H/8p и

7H/7n для шлицевого соединения 50x2. Данные для построения номограмм сведены в таблицу 1.

Номограммы представлены на рисунке 1 и построены в координатах вероятностных натягов (зазоров) в мкм и  $\Sigma p$  – вероятность получения их колебаний на сборке в заданных пределах (интегральная функция распределения, изменяющаяся от 0 до 100%).

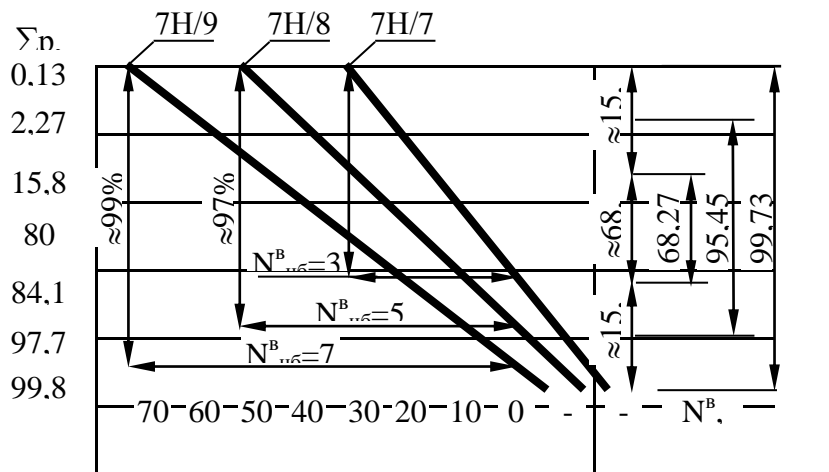


Рисунок 1 – Номограммы посадок по боковым поверхностям зубьев вольевентных шлицевых соединений

В соответствии с номограммами (показано стрелками) вероятность получения соединений с натягом для посадки 7H/9г  $\approx 99\%$ ; для посадки 7H/8г  $\approx 97\%$ ; для посадки 7H/7г  $\approx 84,3\%$ , что и определило выбор этих посадок для соответствующих условий эксплуатации.

На основании разработанных номограмм и анализа полученных вероятностных значений зазоров (натягов) разработаны рекомендации по выбору посадок для эвольвентных шлицевых соединений, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые посадки эвольвентных шлицевых соединений из числа предпочтительного применения

Вид центрирования	Посадка			Условия эксплуатации	Примечание
	По боковым поверхностям зубьев	По наружному диаметру <sup>*</sup>	По внутреннему диаметру <sup>*</sup>		
По боковым поверхностям зубьев	7H/9r; 7H/8p; 7H/7n	-	-	Для неподвижных соединений работающих при больших ударных и знакопеременных нагрузках и редкой разборке	-
	7H/8k; 9H/9g; 7H/7h; 9H/8k; 9H/9g	-	-	Для неподвижных соединений, работающих при умеренных нагрузках и частой разборке	При малых скоростях
По наружному диаметру	9H/9h; 9H/9g;	H7/6n; H7/js6	-	Для неподвижных соединений, работающих при умеренных нагрузках и частой разборке	При значительных скоростях
	9H/9h; 9H/9g; 9H/9d	H7/h6; H7/g6; H7/f7	-	Для подвижных соединений, перемещающихся без нагрузки	-
По внутреннему диаметру	9H/9h; 9H/9g	-	H7/n6; H7/h6; H7/g6	Для неподвижных соединений, работающих при умеренных нагрузках и частой разборке	-
	9H/9h; 9H/9g; 9H/9d	-	H7/h6; H7/g6	Для неподвижных соединений, перемещающихся под нагрузкой	Обязательная ТО поверхности
	9H/9h; 9H/9g; 9H/9d	-	H7/h6; H7/g6	Для подвижных соединений, перемещающихся без нагрузки	При малых и средних скоростях ТО до невысокой твердости
Примечание - *) поля допусков и размеры нецентрирующих диаметров должны соответствовать ГОСТ6033-80					

Номограммы можно также использовать для выбора посадок при известных зазорах (натягах) для определения влияния геометрических параметров на износостойкость шлицевых соединений и нагруженность зубчатых колес [1] и т.п.

### *Список литературы*

1. Скудин Г.И., Никитин В.Н. Шлицевые соединения. – М.: Машиностроение, 1981.
2. Зильберглейт В.Л. Технология обработки шлицев. М.: НИИМАШ, 1973.-78с.
3. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн.2 – М.: Машиностроение, 1988
4. Особенности выбора посадок подшипников качения на валы и в корпуса на основании разработанных номограмм. – Зуева Д.С., Киселева Л.С., Дьяченко А.В. Материалы XIII межвузовской научно-практической конференции инженерного факультета БГСХА. – 2000.

### **Choice of landings of evolvent involute spline compounds**

LS Kiseleva, engineer, DS Zuev, engineer, VO "Bryansk GAU"

Based on the developed nomograms and analysis of the probability values of gaps (tightness) developed guidelines for choosing the landings for involute splines.

Keywords: slots, landing, involute spline connection, tolerances, nomogram



## **УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЕННЫХ КОРОБОЧЕК ОТ СТЕБЛЕЙ-ОЧЕСЫВАЮЩИЕ АППАРАТЫ**

**Круглень В.Е.**, *к.т.н., доцент*, **Левчук В.А.**, *ассистент*

**Цайц М.В.**, *ассистент*

*УО «Белорусская ГСХА»*

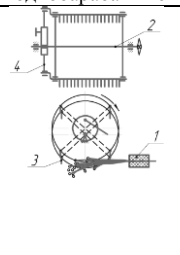
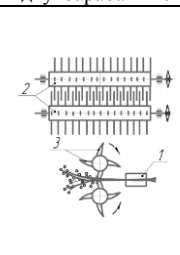
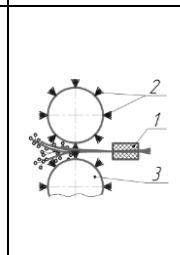
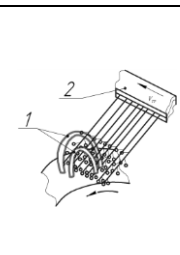
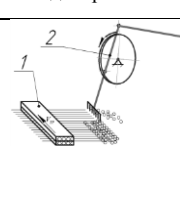
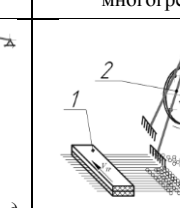
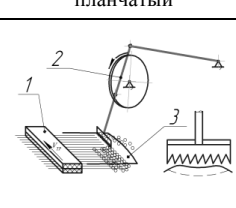
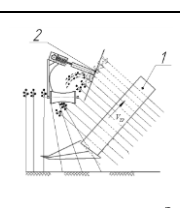
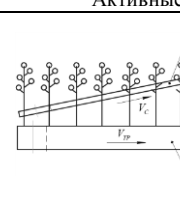
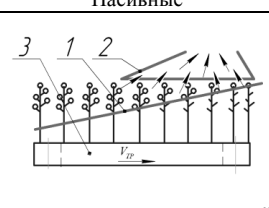
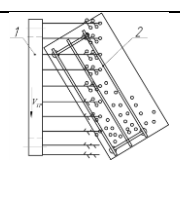
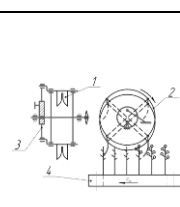
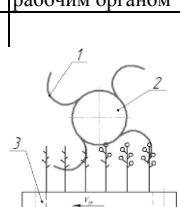
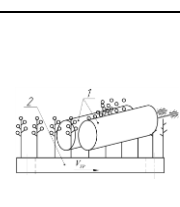
*Приведен обзор и сравнительный анализ устройств осуществляющих отделение семенных коробочек льна от стеблей без их разрушения.*

*Ключевые слова: очесывающее устройство, лента льна, корбочки льна, очес, прочес, защемление, протяжка, захлестывание.*

Способы отделение коробочек, листьев, семян и соцветий от стеблевой части растений при уборке многих технических культур и аппараты для их осуществления отличаются большим многообразием. В зависимости от характера взаимодействия рабочих органов различных устройств с обрабатываемым материалом и механизма отделения семенных коробочек или выделения из них семян выделяют четыре способа выделения семян: плющение, вытирание, отрыв и различные их комбинации [2, 3, 4]. Поскольку плющение и различные комбинации плющения и вытерания предполагают разрушение семенных коробочек для выделения из них семян, в дальнейшем будем рассматривать процесс отделения семенных коробочек способом отрыва как наиболее универсальный и перспективный. В зависимости от конструкции и принципа работы устройства осуществляющего отрыв семенных коробочек от стеблей (очесывающего аппарата), различают следующие методы: прочеса, волочения или протяжки, захлестывания и защемления [1, 5].

Метод прочеса лежит в основе технологических процессов, осуществляемых одно- и двухбарабанными гребневыми очесывающими аппаратами, получившими основное распространение в системах отечественных льноуборочных машин.



Тип аппарата				
Барabanные	Гребневые однобарabanные	Гребневые двухбарabanные	Щеточные	Зубоскобовые
				
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>
	одногребневые	многогребневые	планчатый	
				
<i>д</i>	<i>е</i>	<i>ж</i>		
Щелевые	Импульсные	Линейные		
		Активные	Пассивные	
				
	<i>з</i>	<i>и</i>	<i>к</i>	
	Вибрационный	Параллелограмный	С цилиндрическим рабочим органом	Ротационные
				
<i>л</i>	<i>м</i>	<i>н</i>	<i>о</i>	

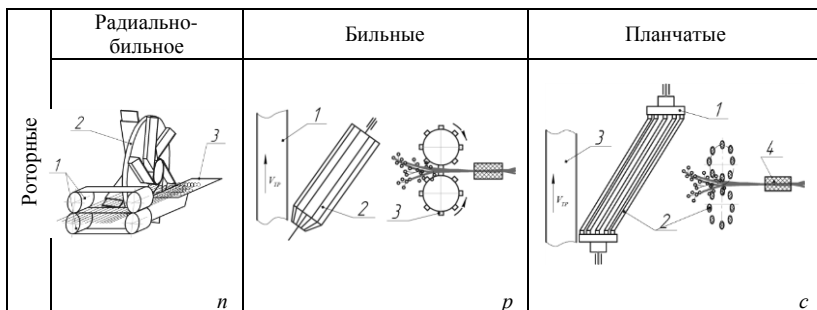


Рисунок 1 – Классификация очесывающих аппаратов

Наибольшее распространение из них получили однобарабанные очесывающие аппараты с плоскопараллельным движением гребней, включающие зажимной транспортер 1 и установленный под углом или параллельно ему барабан 2, система субьев 3 гребней которого, благодаря наличию параллелограммного механизма 4, совершают плоскопараллельное движение вокруг оси барабана (рисунок 1 а) [6].

Сущность технологического процесса отрыва коробочек заключается в проникновении зубьев в слой стеблей, разделении его на полосы, принудительном прочёсывании последних с исправлением дефектов ориентации и нарушением связей между стеблями и спутавшимися коробочками [7]. При работе гребневого барабана с установкой гребней параллельно зажимному транспортеру производится по всей ширине зоны расположения коробочек в слое льна.

Благодаря постепенному расширению зоны воздействия зубьев барабана на слой при «последовательном очесе» снижаются повреждения и отход стеблей в путанину, но из-за уменьшения на 2...3 % числа прочесов снижается чистота очеса [8].

Гребневые барабаны, оснащенные лопастями и (или) щитками обеспечивают, одновременно с очесом стеблей, вывод льновороха из камеры очеса [9], что увеличивает функциональность очесывающего барабана.

К достоинствам однобарабанных очесывающих аппаратов с плоскопараллельным движением гребней относится надёжность и универсальность - способность осуществлять процесс очеса в широком диапазоне спелости и влажности льна. Главными и серьезными недостатками являются повышенные повреждения, обрыв, выдергивание и отход стеблей в путанину.

Конструкция двухбарабанного гребневого аппарата (рисунок 1 б) включает зажимной транспортер 1 и два очёсывающих барабана 2, состоящих из валов, жёстко закреплённых на них обечаек, закрывающих диски, и, прикреплённых к последним, четырёх планок снабжённых зубьями 3. Несмотря на некоторые отличия в осуществлении технологического процесса, недостатки, отмеченные выше, в полной мере присущи и двухбарабанным гребневым аппаратам.

Достоинствами двухбарабанного очёсывающего аппарата являются высокая полнота выделения продуктов очёса из снопов и технологическая надёжность, недостатками - значительные повреждения и отход стеблей в путанину.

Попытки снижения негативных последствий грубого прочеса стеблей зубьями гребней в западных странах привело к замене их щетками из мягкого полимерного или резины. Данные очёсывающие устройства используются на роторных жатках фирмы Shelbourne (Великобритания), применяемых для уборки зерновых и льна в системах комбайнов Paynes New Holland-8070, а также исследовались в нашей стране [17]. Их конструкция включает подающее-зажимное устройство и пару цилиндрических роторов, поверхность которых снабжена тонкими гибкими элементами – щетками (рисунок 1 в). Опыт использования роторных щеточных устройств и исследования показали, что они имеют низкую чистоту очеса (80...85%), склонность к намоткам, а содержание путанины в ворохе достигает 10...15% [17].

Методом прочеса работают и кулисные (колебательные) аппараты, которые по конструктивному исполнению могут быть одногребневые (рисунок 1 д) и двухгребневые (рисунок 1 е). Их конструкция включает зажимной транспортер 1 и эксцентриковый механизм обеспечивающий колебательно движение гребенки в зоне очеса. Данное очёсывающее устройство используется в линии первичной переработки бельгийской фирмы Van Dommele Eng. Данные устройства имеют недостатки присущие гребневым очёсывающим устройствам, кроме того габариты конструкции значительно превышают барабанные.

В странах Азии широкое применение получили очёсывающие аппараты, работающие по методу захлестывания [11]. Таким способом очёсывают преимущественно растения риса. Конструкция очёсывающего аппарата (рисунок 1 г), работающего по принципу захлестывания вершины стебля за исполнительный элемент рабочего органа, представляет собой барабан, на котором последовательно в

определенном порядке установлены зубья-рамки 1. Каждый зуб представляет собой ажурную рамку из стержневых элементов. Зубскоба (зуб-рамка) взаимодействует с массой стеблей в поперечном и продольном направлениях, так как имеет угловую установку на барабане. Стебли подаются в зону очеса зажимным транспортером 2. Работоспособность устройства в льноуборочных машинах не проверялась. Однако сам принцип очеса этим устройством не соответствует технологическим требованиям для работы в льноуборочных машинах, так как активное взаимодействие стеблей с исполнительным элементом, несомненно, приведет к травмированию стеблей, разрушению семенных коробочек и выходу с лентой льна свободных семян.

Отрыв семенных коробочек от стеблей методом протяжки или волочения осуществляют монощелевые устройства. Отрыв семенных коробочек в монощелевых рабочих органах происходит путем протягивания стеблей между двумя твердыми телами, образующими щель оптимальной ширины. Это возможно при относительном движении стеблей как вдоль (по линии транспортирования), так и поперек щели. При этом создается эффект торможения продольного движения (заклинивание) коробочек боковыми стенками щели и возникновение в стебле растягивающих усилий, направленных по его оси [12, 13, 14, 15]. По такому принципу работают аппараты импульсного, роторно-бильного и роторно-планчатого типов.

Основными конструктивными элементами импульсного очесывающего устройства являются: зажимной транспортер 1 и установленный под острым углом очесывающих планок 2, образующих щель (рисунок 1 з). Планки приводятся в движение механизмом, обеспечивающим возвратно-поступательное движение. Отрыв головок обеспечивает импульс силы пружины, освобожденной от действия кулачкового механизма. Расположение очесывающих планок под острым углом к зажимному транспортеру, обеспечивает продольное напряжение стеблей и зажатые в щелевом пространстве головки льна отрываются [16].

Взаимодействие рабочих органов с боковой поверхностью, без проникания внутрь, ленты льна исключает обрыв стеблей и выход их в путанину. Импульсное возвратно-поступательное движение минимизирует тормозящее воздействие щелевого устройства. Однако качество очеса данного устройство в значительной степени зависит от толщины ленты льна. К недостаткам данного устройства можно отнести и труд-

ности сбора и транспортирования продуктов очеса.

Исполнение щелевого устройства может быть различным, как и сам метод создания разрывных сил, действующих по линии стебля. Общим для всех аппаратов является наличие зажимных устройств для комлевой части стеблей, например, зажимного транспортера, который увлекает ленту льна в щелевое пространство. Задача щелевого элемента заключается в создании (обеспечении) возрастающего давления на коробочки льна, под действием которого и происходит их отрыв от цветоножки.

Методом волочения работают и аппараты, в которых отрыв коробочек осуществляется протяжкой стеблей через зазор, образованный установленными под углом к зажимному транспортеру 1 двумя параллельными контурами в виде ремней или цепей специальной конструкции 2 (рисунок 1 и), а также планок установленных в одной плоскости (рисунок 1 к). Наиболее существенным преимуществом таких устройств является отсутствие прочёсывания слоя, вследствие чего неправильная ориентация стеблей в нём относительно рабочего органа не вызывает образования путанины.

Недостатками данных очёсывающих аппаратов являются: низкая производительность каждой из очёсывающих секций, сложность сбора продуктов очёса и зависимость качества работы от подачи. При её увеличении чистота очёса существенно снижается, а содержание путанины в ворохе возрастает [19].

В основе работы аппараты роторно-щелевого типа с динамически активными рабочими органами лежит метод защемления. Рабочими органами данных устройств являются лопатки 1 серповидной формы с очесывающим щелевым пространством [25, 26], жёстко установленные на барабане 2 с параллелограммным механизмом 3 (рисунок 1 м) или цилиндрической поверхностью 2 (рисунок 1 н). Оси вращения лопаток располагаются перпендикулярно зажимному транспортеру. Параллелограммный механизм и форма лопаток обеспечивают надёжный захват стеблей льна, направление их в щелевое пространство и отрыв коробочек в результате взаимодействия с боковыми кромками щели. Расположенные на цилиндрической поверхности лопатки совершают вращательное движение, но процесс очёса осуществляется аналогично.

Достоинство таких очёсывающих аппаратов заключается в том, что рабочие элементы во время отделения семенных коробочек не проникают в слой стеблей, что значительно снижает их повреждение и отход в путанину. Кроме того, большинство семенных

коробочек из-за явления защемления отрываются, не доходя до очесывающей щели, и не разрушаются. Но из-за того, что лопатки данного очесывающего аппарата работают в плоскости подаваемой ленты льна, ухудшается сепарация коробочек в слое и увеличиваются потери семенной части урожая [28]. Особенно это явление выражено с увеличением влажности стеблей. Кроме того качество очеса стеблей льна в значительной степени зависит от толщины обрабатываемого материала.

Радиально-бильные очесывающие устройства состоящие из зажимного транспортера 1 и ротора с установленными радиально, с смещением от оси вращения, бичами с одной стороны и встряхивающих щеток с другой (рисунок 1 *л*) осуществляют прочес ленты льна растянутой в пространстве между декой и ротором. Преимущество предлагаемого устройства заключается в повышении качества очеса стеблей льна за счет порционного воздействия бичами на обрабатываемый слой и растаскивании его в пространстве между ротором и декой с последующим отделением головок льна между сектором и ротором. Вследствие последующего вычесывающего воздействия на очесанную ленту льна лопастей со щетками снижаются потери семян. Поскольку основной рабочий орган ротора установлен перпендикулярно движению ленты льна, а бичи и вычесывающе-транспортирующие лопасти со щетками расположены по обе стороны ротора, то конструкция устройства значительно упрощается.

Конструкция аппарата роторно-бильного типа включает в себя зажимной транспортёр 1 и пару цилиндрических роторов 2, снабжённых бичами 3 (рисунок 1 *р*). Оси роторов составляют с зажимным транспортером острый угол, вершина которого расположена со стороны входа стеблей в аппарат. Бичи вращающихся во встречном направлении роторов, образуют в плоскости зажимного транспортера щель, размеры которой непрерывно изменяются. Коробочки льна, попадая в зону действия бичей, подвергаются многократным кратковременным ударным воздействиям, что обеспечивает их отделение или разрушение, а свободные семена просыпаются сквозь слой в результате его пульсации [17, 18]. Поскольку гладкие бичи не проникают внутрь очесываемого слоя, повреждения и отход стеблей в путанину при работе роторно-бильных аппаратов минимальные. Простота конструкции и невысокая энергоёмкость процесса очеса также являются достоинствами этих аппаратов. Недостатки их заключаются в зависимости чистоты очеса и полноты выделения продуктов очеса от влажности стеблей, толщины обрабаты-

ваемого материала, способа подачи материала, а также в сложности процесса сбора продуктов очеса.

Конструкции роторно-планчатых аппаратов (рисунок 1 с) [19], представляют собой пару установленных друг над другом барабанов 1, каждый из которых состоит из двух дисков с планками 2, кромки которых расположены под углом к зажимному транспортёру 3. Между планками барабанов имеется рабочий зазор, находящийся в плоскости зажимного транспортера. Процесс очеса данными аппаратами не имеет отличий от роторно-бильных, но использование дисков в качестве рабочих поверхностей несущих бичей вместо цилиндрических труб, позволяет уменьшить металлоемкость конструкции.

Недостатком роторно-планчатых аппаратов, как и роторно-бильных, является повышение потерь семян при увеличении подачи и влажности льна, а также трудности сбора и транспортирования продуктов очеса.

#### *Список литературы*

1. Ростовцев, Р.А. Повышение качества очеса стеблей льна путем совершенствования технологии и оптимизации параметров и режимов работы очесывающего аппарата [Текст]: дис.канд. техн. наук: 05.20.01 / Ростовцев Роман Анатольевич. - Тверь, 2003. - 195 с.
2. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины: Теория, расчет, проектирование и испытания [Текст] / М.Н. Летошнев. - М.-Л.: Сельхозгиз, 1955.-764 с.
3. Можаров, Б.П. Исследование, обоснование и разработка аппаратов для обмолота льна-долгунца [Текст]: дис. ... канд. техн. наук/Можаров Борис Петрович. - М., 1968. - 128 с.
4. Черников, В.Г. Выбор методов очеса сельскохозяйственных культур [Текст] / В.Г. Черников, Р.А. Ростовцев // Актуальные проблемы аграрной науки Верхневолжья: Сб. науч. трудов. - Тверь: ТГСХА, 2001. - С. 129-131.
5. Родионов, Л.В. Разработка процессов и рабочих органов машин для раздельной уборки льна [Текст]: дис...доктора, техн. наук: 05.20.01 / Родионов Леонид Васильевич. -Тверь,1991. - 355 с. - Библиограф.: с. 356...372.
6. Ковалёв, М.М. Анализ процесса очеса стеблей барабаном с поступательно-круговым движением гребней [Текст] / М.М. Ковалёв, А.В. Галкин // Достижения науки и техники АПК. - 2006. - №4. - С. 25-27.

7. Галкин, А.В. Классификация и анализ схем очёсывающих систем льноуборочных машин [Текст] / А.В. Галкин // Актуальные проблемы аграрной науки и практики: сб. науч. тр. / Мат. Межд. науч.-практ. конф. 7-9 июня 2005. - Тверь: ТГСХА, 2005. - С. 247-250. - 492 с.
8. Галкин, А.В. Обоснование и изыскание очёсывающе - транспортирующего аппарата льнокомбайна [Текст] / А.В. Галкин // Интенсификация машинных технологий производства и переработки льнопродукции: Мат. Межд. науч.-практ. конф. (Тверь, 15-16 июля 2004). - М.: Изд-во ВИМ, 2004. - Ч. 1. -С. 139-147.-196 с.
9. Гурвич, Л.Ю. Исследование и обоснование основных параметров очёсывающе-транспортирующего устройства льноуборочного комбайна [Текст]: дис. канд. техн. наук / Гурвич Лев Юрьевич. - М.: ВИСХОМ, 1967. - 149 с, ил.
10. Панфилова, Л.И. Обоснование параметров конструкции и режима работы двухбарабанного очёсывающего аппарата льномолотилки [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Панфилова Л.И. - М.: ВИСХОМ, 1968. - 144 с.
11. Черников, В.Г. Конструкции очёсывающих аппаратов и их анализ [Текст] / В.Г. Черников, Р.А. Ростовцев, К.В. Татарнищев // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Наука и производство - пути развития и ожидаемые результаты». Тезисы докладов. Вологда - 11-13 марта 2008. - С. 260-268.
12. А.с. 398209 СССР. Льноуборочный комбайн [Текст] / С.Г. Порфирьев, В.Г. Мозгунов, В.И. Смирнов [и др.] (СССР).-заявл. 07.04.1972 // Б.И.- 1972.-№38.
13. Комаров, В.В. Повышение эффективности процесса отделения семян от стеблей льна путем применения вальцово-гребневого аппарата [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Комаров Владимир Викторович. - Кострома, 2003. - 106 с. - Библиограф.: с. 107-116.
14. Родионов, Л.В. Способы и средства для очеса стеблей льна [Текст] / Л.В. Родионов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1980. - №11. -С. 22-26.
15. Родионов, Л.В. Сравнительный анализ очёсывающих устройств поли- и монощелевого типа [Текст] / Л.В. Родионов // Тракторы и сельхозмашины. - 1986. - №5. - С. 31-33.
16. Импульсное очёсывающее устройства: пат. 10253 Респ. Беларусь, МПК В 07В 1/36 / В.Е. Кругленья, В.И. Коцуба, М.В. Цайц, Е.И. Кармишин, М.М. Мазаловский, В.А. Левчук, И.Л. Под-



шиваленко, А.Н. Кудрявцев; заявитель УО «Белорус.гос. с.-х. акад.» – № и 20130898 ; заявл. 4.11.13; опубл. 02.06.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1(84). – С. 194 (0,18 п.л.).

17. Коротких, Н.В. Экспериментальные исследования очесывающих аппаратов бильного типа льноуборочных машин [Текст] / Н.В. Коротких, А.А.Чернышков, Р.В. Пытченко // Исследование технологических процессов и рабочих органов машин для уборки лубяных и других технических культур: Сб. науч. тр. / ВИСХОМ. - М.: ВИСХОМ, 1987. - С. 60-73. - 107 с.

18. Чернышков, А.А. Обоснование схемы и основных параметров очесывающего аппарата для отделения семенных коробочек льна машин [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.04. /Чернышков Алексей Алексеевич. -М., 1987. - 142 с. -Библиограф.: с. 143-154.

19. Диденко, Н.Ф. Параметры и рабочие режимы роторно-планчатого очесывающего аппарата [Текст] / Н.Ф. Диденко, М.М. Ковалев, В.Г. Черников // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2001, - №3.

20. Диденко, Н.Ф. Уборка лубяных культур [Текст] / Н.Ф. Диденко, В.Г. Черников. - В кн.: Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Сельскохозяйственные машины и оборудование. Т. IV-XVI / И.П. Ксеневич, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др.; под ред. И.П. Ксеневича. - М.: Машиностроение, 1998. - С. 328-342. - 720 с.

21. Порфирьев, С.Г. Результаты исследования льноуборочного комбайна с очесывающим аппаратом щелевого типа [Текст] / С.Г. Порфирьев, В.Г. Мозгунов, В.И. Смирнов //Труды /ВСХИЗО. -М., 1975. Вып. 107.- С. 108... 115.

22. Порфирьев, С.Г. Результаты исследования очесывающего аппарата щелевого типа [Текст] / С.Г. Порфирьев, В.Г. Мозгунов // Комплексная механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства: //Труды /ВСХИЗО, 1978.-Вып.151.-С. 78...55.

23. Свид. на П.М. 26875 РФ, МПК7 А01Д45/06. Устройство для отделения семенных коробочек [Текст] / В.Г. Черников, Л.В. Родионов, Р.А. Ростовцев. -№ 2002120443/20; заявл. 29.07.2002; опубл. 10.01.2003, Бюл. № 1.

24. А.с. 1055393 СССР. Щелевая лопатка очесывающего аппарата [Текст] / Л. В. Родионов (СССР) - опубл. 23.11.83, Бюл. №43.

25. Пат. 2226330 РФ, МПК7 А01Д45/06. Щелевая лопатка очесывающего аппарата [Текст] / В.Г. Черников, Л.В. Родионов, Р.А. Ростовцев. - № 2002122012; заявл. 12.08.2002; опубл.

10.04.2004, Бюл. № Ю.

26. Родионов, Л.В. Обоснование основных параметров щелевого элемента динамически активного очесывающего аппарата [Текст] / Л.В. Родионов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1983. - №8. - С. 27-34.

27. Родионов, Л.В. Особенности технических решений по способам очеса стеблей сельскохозяйственных культур [Текст] / Л.В. Родионов, Б.И. Макаров // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1993. № 4. - с. 17-22.

28. Махов И.М. Исследование, создание и внедрение в производство машин для уборки льна, обмолота конопли и кенафа. Доклад, обобщающий работы, представленные на соискание ученой степени кандидата техн. наук (по совокупности). М.:ВИСХОМ, 1967. – С. 15-27.

### **Device for separating the seed pods from the stem stripper machines**

*Kruglenny VE, k.T.N., Associate Professor, Liauchuk VA assistant  
Zeit M., Assistant Professor, УО «Belarusian GSHA»*

Provides an overview and comparative analysis of the devices implemented by the department of flax seed pods from the stalks without destroying them.

Keywords: stripper header, tape flax, linen boxes, tow, carding, jamming, drawing, entanglement.



УДК 631.531.027.002.5

### **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЭЛЕКТРО-ФИЗИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ**

**Червяков А.В.**, *к.т.н., НИЭИ министерства экономики  
Республики Беларусь*

**Курзенков С.В.**, *к.т.н., УО «Белорусская ГСХА»;*

**Циркунов А.С.**, *УО «Белорусская ГСХА»*

*В статье представлен анализ существующих и альтернативных способов предпосевной обработки семян*

*Ключевые слова: обработка семян, анализ способов*

Важной задачей растениеводства сегодня является сокращение объемов применяемых искусственных минеральных удобрений и поиск новых эффективных стимуляторов роста растений [1]. В связи с этим вызывают интерес исследования, направленные на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур на основе воздействия искусственных радиофизических процессов излучения на биологические объекты. Наиболее известными являются экспериментальные и теоретические работы по облучению различных биологических объектов сверхвысокочастотным, микроволновым и лазерным излучениями. Их анализ показывает, что независимо от вида воздействия (постоянное или переменное магнитное поле, СВЧ, радиоволны, лазер и т. д.) активация семян дает практически одинаковый прирост урожая. Поэтому в выборе метода основную роль играют его доступность и экологическая чистота. Несмотря на то, что факт повышения посевных качеств семян в результате их предпосевной обработки физическими факторами аргументированы многими авторами [2-5], стабильных результатов получено не было.

Сопоставление данных полученных различными исследователями (Н.Ф. Батыгин, И.Ф. Бородин, Г.И. Цугленок, С.В. Оськин, Н.В. Ксёنز), свидетельствует, что предпосевная обработка семян физическими факторами способствует увеличению биомассы урожая, сокращению сроков денофаз, уничтожению насекомых-вредителей, обеззараживанию продукции. При этом многие авторы отмечают улучшение ее качества: содержание сахара, крахмала, масел и других веществ. Однако, отсутствие промышленного оборудования для предпосевной обработки семян физическими факторами, неизученность механизма такого воздействия на качество посевного материала, сложность определения индивидуальных режимов обработки для различных культур сдерживает использование этих видов предпосевной обработки в сельскохозяйственном производстве [6].

Уже на протяжении более 50-ти лет учёными ведутся исследования по внедрению различных физических методов воздействия на семена при предпосевной обработке [7, 8, 9, 10, 11]. В бывшем СССР применялась технологическая линия комплекса термического обеззараживания КТС-0,5 [8]. Недостатком этого комплекса было необходимость утилизации или очистки большого количества воды, используемой в процессе обработки.

Ещё одним из методов обработки является ИК-облучение.

Однако малая глубина проникновения ИК–лучей в материал затрудняло промышленное применение этого метода [8].

Применение серийной лазерной установки [10] «Львов-1М-Электроника» выявило ряд ее недостатков. Основным из них является то, что для получения оптимального стимулирующего эффекта необходимо много его циклов. Также лазеры боятся тряски и вибраций, которые могут привести к нарушению их юстировки и потери работоспособности.

Известны устройства, позволяющие проводить обработку зернового потока при прохождении его через катушку, в которой создается постоянное электромагнитное поле. Однако при этом трудно определить оптимальную напряженность поля для семян различных сельскохозяйственных культур [7].

Среди электрофизических способов обработки семян растений выделяется обработка с применением СВЧ полей [12, 13, 14, 9, 11, 15, 7, 16].

Работами ученых школы академиков Бородина И.Ф., Девяткова Н.Д. экспериментально установлены проявления нетеплового низкоэнергетического резонансного воздействия электромагнитных волн частотой  $10^{11} \dots 10^{12}$  Гц на биологические системы [2, 7, 13]. Проведенными ими исследованиями было установлено, что повышение урожайности и качества урожая происходит только при определенных параметрах электромагнитных полей, таких как длительность воздействия, частотный диапазон, плотность мощности, пространственные характеристики электромагнитного поля. Причём оптимум этих параметров зависит от физико-механических свойств зернового материала, способов его хранения и послеуборочной обработки.

Как показали исследования кандидата технических наук Г. Войнова [15], применение СВЧ обработки семян сельскохозяйственных культур уничтожает не только поверхностную инфекцию, но и уничтожает болезнетворную микрофлору внутри семян. Им установлено, что применение такой предпосевной обработки позволяет снизить на 30% количество используемых ядохимикатов, а ряде случаев полностью исключить их использование.

Обработка зернового материала СВЧ приводит к стимуляции метаболизма биоклеток семян: повышению активности ферментов (в частности, амилазы), активизации всхожести, энергии прорастания и силы роста. С увеличением доз вначале наблюдаются стрессовые явления в биоклетках, а затем их агония и некроз (гибель) [17], [9].

Установлено [11], что нагрев семян сорго в ЭМП (электромагнитное поле) СВЧ до 35...45°C не приводит к снижению их посевных качеств. Дальнейшее увеличение температуры нагрева семян влечет уменьшение этих показателей, причём особенно резко в области температур свыше 50-60°C. Первое явление объясняется термоактивацией биологических процессов в семенах, второе – необратимыми температурными изменениями (денатурацией) белков.

Способ предпосевной обработки семян, который предложил Н.В. Цугленок заключается в воздействии на предварительно увлажненные семена ЭМП СВЧ с целью уничтожения спор грибов и сухой головни. Поскольку эти споры обладают большей водопоглощательной способностью чем зерно, попадая в поле СВЧ основная часть энергии поглощается спорами, и они, интенсивно нагреваясь, гибнут. Наилучшие результаты для ячменя были получены при частоте колебаний 2450 МГц [17].

В Московском институте инженеров с.-х. производства им. В.П. Горячкина (МИИСП) разработан и испытан способ предпосевной обработки семян электромагнитным полем (ЭМП) сверхвысокой частоты (СВЧ) [19], включающий предварительное увлажнение семян пленкообразующим водным раствором микроэлементов и биологически активных веществ и их отлежку в течение 3...15 мин. Облучение электромагнитным полем удельной мощности 30 кДж/кг с предварительным увлажнением и отлёжкой позволяет снизить энергоёмкость процесса в 15...20 раз, сократить время обработки с одновременным увеличением урожайности на 15...20%.

В Республике Беларусь технологией предпосевной обработки семян СВЧ полем и разработкой соответствующего лабораторного и промышленного оборудования занимаются в НИИ «Институт ядерных проблем БГУ» [16], РУП «Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК» [16] и ООО НПП «Белама плюс» совместно с УО «БГСХА» [19].

Анализ существующих технологий и конструкций показывает, что микроволновая технология является эффективной мерой повышения урожайности широкого спектра сельскохозяйственных культур. Благоприятные режимы обработки могут обеспечивать прирост урожая в 1,1 – 1,5 раза. Однако существующее оборудование не обеспечивает необходимую равномерность СВЧ обработки в слое семян. В связи с этим необходимы дополнительные исследования для устранения этого недостатка.

### *Список литературы*

1. Справочник по защите растений. Киев, "Урожай."- 1999. -743 с.
2. Батыгин Н.Ф., Ушакова С.И., Никонова Н.Д. Комплексная оценка процесса воздействия электромагнитного поля высокой частоты на семена // Применение энергии высоких и сверхвысоких частот в технологических процессах сельскохозяйственного производства : тез. докл. – Челябинск, 1983. – С. 71.
3. Бородин И.Ф. Развитие электротехнологии в сельскохозяйственном производстве // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1983. – № 6. – С. 27–31.
4. Дульский А.В., Рубцова Е.И. Результаты лабораторных опытов по предпосевной обработке семян моркови импульсным электрическим полем (ИЭП) // СтГАУ Сборник научных статей по материалам 73 научно-практической конференции «Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве» Ставрополь. - 2009. – С. 14-17.
5. Ксенз Н.В., Качешвили С.В. Анализ электрических и магнитных воздействий на семена // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 5. – с. 30–31.
6. Оськин, С.В., Оськина Г.М. Техничко-экономическая оценка эффективности эксплуатации оборудования // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 1. – С. 2–3.
7. Курзин Н.Н. / Новые электромагнитные устройства сельскохозяйственного назначения / Н.Н. Курзин // Механизация и электрификация сел.хоз-ва. – 2004. – № 6. – С. 20 22.
8. Шахматов С.Н. / Применение ВЧ-энергии в энергосберегающих процессах сушки семян сельскохозяйственных культур при их термическом обеззараживании / С.Н. Шахматов, Н.В. Цугленок // Использование СВЧ энергии в сельскохозяйственном производстве. – ВНИПТИМЭСХ, зерноград, 1989. – С. 44-49.
9. Пахомов В. И. / Активизация посевных свойств семян СВЧ-обработкой / В. И. Пахомов, Е. В. Ионова // Механизация и электрификация сельск. хоз-ва. – 2004. – № 4. – С. 5-6.
10. Богун В.П. Об использовании лазерного и СВЧ излучений для предпосевной обработки семян/ В.П. Богун // Агрэкол. аспекты повышения эффективности с.-х. пр-ва. – Пенза. – 2001. – С. 20-22.
11. Ионова Е. В. / Влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты на посевные, биохимические и физиологические качества семян сорго и других культур : автореф. дис ... канд. с.-х.

- наук / Е. В. Ионова ; Дон. зон. НИИСХ. – пос. Рассвет, 2003. – 26 с.
12. Барышев М. Г. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процес-сы в семенах растений / М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 1. – С. 21-23.
13. Кондратьева Н. П. Предпосевная обработка семян зерновых культур / Н. П. Кондратьева // Механизация и электрификация сельск. хоз-ва. – 2002. – № 8. – С. 9-10.
14. Мартинков Р. Ю. Перспективы использования СВЧ-поля для предпосевной обработки семян / Р. Ю. Мартинков, А. С. Циркунов // Научный поиск молодежи XXI века : материалы респ. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки : БГСХА, 2012. – Ч. 1. – С. 336-339.
15. Войнов, Г. Микроволновые технологии в сельском хозяйстве / Г. Войнов // Сейбіт, 2006. – №2. – С.30-33.
16. Карпович В.А. Резонансное воздействие электромагнитных волн низкой интенсивности СВЧ-диапазона на семена овощных культур/ В.А. Карпович, В.Н. Родионова, Г.Я. Слепян, О.Т. Новикова // Международный аграрный журнал: Ежемесячный научно-производственный журнал для работников агропромышленного комплекса. – 2000. – 3. - С.8-10.
17. Червяков А. В. Предпосылки и практическая реализация технологии предпосевной обработки семян СВЧ-полем / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, А. С. Циркунов // Вест. Беларус. гос. с.-х. акад. – №2. – 2012. – С. 111-115.
18. Бородин И.Ф. / Анализ использования СВЧ-энергии в агропромышленном комплексе. / И.Ф. Бородин // Использование СВЧ энергии в сельскохозяйственном производстве. – ВНИПТИМЭСХ, зерноград, 1989. – С. 5-13.
19. Разработать и внедрить технологии предпосевной обработки семян в СВЧ-поле : отчёт о НИР / Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2009. – № ГР 20100004.

### **Analysis of seeds presowing electro- physical factors**

*Chervyakov AV, k.m.s., INAH Ministry of Economy of the Republic of Belarus;  
Kurzenkov SV, k.t.s., UO « Belarusian GSHA »; Tsirkunov AS,  
UO «Belarusian GSHA »*

The paper presents an analysis of existing and alternative proces- term seed treatment

Keywords: seed treatment , analysis methods



## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ СИДЕРАТОВ

**Шмидов Д.В.**, аспирант, **Лабух В.М.**, к.т.н., доцент,  
**Лямзин А.А.**, учебный мастер  
ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

*Приведены методика исследования скорости разложения сидератов и анализ полученных результатов.*

*Ключевые слова: сидерат, разложение, экспериментальное исследование.*

Современная система земледелия должна быть почвозащитной. Её главной задачей является предотвращение проявления эрозийных процессов, сохранение и повышение плодородия почвы.

Картофель – культура, требующая применения органических удобрений. Однако ситуация, сложившаяся сегодня в АПК Российской Федерации, не позволяет рассчитывать на применение органических удобрений, вносимых под картофель в полных нормах. Следовательно, необходимо использовать альтернативные источники органического вещества. Зеленое удобрение (сидераты) служит не только одним из таких источников, но способствует мобилизации фосфора, калия, кальция, магния из нижележащих генетических горизонтов почвы и вовлечению их в биологический круговорот. Сидеральные культуры снижают засоренность полей, выполняют фитосанитарную роль, улучшают водно–физические свойства почвы, повышают продуктивность севооборота и качество получаемой продукции [1].

Согласно, существующим технологиям возделывания картофеля, при внесении сидератов в почву их нужно измельчать. Это энергоёмкий процесс, напрямую зависящий от длины резки.

Скорость разложения растительной массы влияет на сроки проведения работ. Поэтому возникла необходимость определения зависимости скорости разложения сидератов от длины их измельчения в полевых условиях.

Известно, что скорость разложения сидерата в почве зависит от глубины его заделки. На тяжелых глинистых почвах глубина заделки должна быть не больше 0,10–0,12 м. При более глубокой за-



пашке в почве не будет достаточно воздуха для жизнедеятельности бактерий и скорость разложения сидерата значительно увеличивается. На легких песчаных и супесчаных почвах, в которых достаточно воздуха, заделывать можно на большую глубину – 0,15 – 0,18 м. Скорость разложения сидерата замедляется в условиях низкой влажности [2].

В качестве сидерата принята смесь (вика, горох, овес) в фазе бутонизации. Данная смесь разделялась на фракции: а) резалась до длины 0,05; 0,10; 0,15 м; б) без измельчения, но хорошо смятая с плущением; в) полная длина скошенных растений. Измельчение проводилось на гильотине с мерной линейкой.

Эксперимент был поставлен в условиях максимально близких к заделке органических удобрений в гребень при подготовке почвы под картофель. Опыт был заложен 1 июля на серых лесных почвах Брянской области и предполагалось, что ко времени посадки картофеля в следующем году (май) произойдет полное разложение сидератов.

Закладка подготовленной массы производилась в отрытые канавки длиной 2,50 м, шириной 0,20 м и глубиной 0,15 м под каждую нарезанную фракцию сидерата (рисунок 1).

На низ канавки вырезается и укладывается лента из нетканого материала пропускающего влагу. Поверх её распределяется слой сидератов толщиной 0,15 м. Сверху пласт сидерата так же накрывают нетканым материалом, который предотвращает смешивание почвы с сидератом, но в то же время, не изолирует пласт уложенных сидератов от микроорганизмов находящихся в почве.

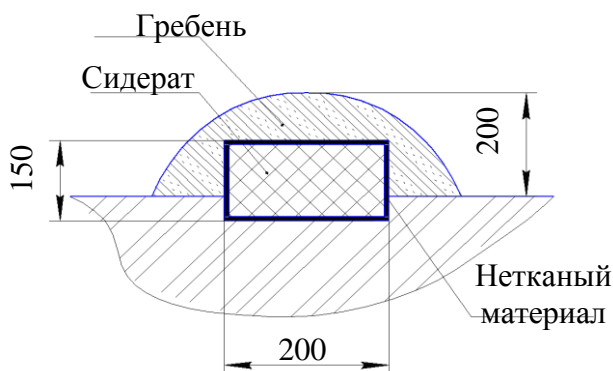


Рисунок 1 – Схема укладки сидеральной массы в гребень

Над уложенной массой формируется гребень высотой 0,20 м [3]. Длина гребня, составляющая 2,50 м, предусматривает проверку степени разложения фракции в гребне через каждые 30 дней путем изъятия образца длиной 0,5 м для дальнейшего лабораторного исследования. Последние 0,5 м каждой фракции измельченных сидератов открывается весной и исследуется.

По истечению первых 30 дней изымается пласт, высушивается от избыточной влаги и режется на квадраты размером: 0,08×0,08×0,01 м, которые помещаются в установку, состоящую из корпуса 1 и пуансона с острыми режущими кромками 2 (рисунок 2, а) и на разрывной машине Р-0,5 (рисунок 2, б) определяется усилие необходимое для разрезания пласта.

При приведении в действие разрывной машины активный захват машины действует с усилием на пуансон, свободно перемещающийся в корпусе. Пуансон, разрушая волокна образца сидератов, вырезает фрагмент цилиндрической формы, при этом фиксируется приложенное усилие. Кратность испытаний для каждой фракции равнялась десяти, полученные средние значения усилия резания представлены в таблице.



Рисунок 2 – Схема установки для определения усилия резания волокон исследуемого материала

Таблица – Усилие резания, затрачиваемое на разрушение сидератов, Н

Сроки изъятия образцов	Фракция сидерата				
	0,05 м	0,10 м	0,15 м	Полная длина	Полная длина, мятая
30 дней	42,2	49,6	60,8	62,1	19
60 дней	42	49,2	60,5	62	18,8
90 дней	41,8	49	60,1	61,3	18,2
120 дней	41	47,3	59,3	60	17,8
11 месяцев	20	26	31,3	33,8	9,6

Результаты исследования показали, что наименьшее усилие при разрушении имеют две фракции: полная длина, но хорошо смятая и измельченная до 0,05 м.

Таким образом, при подготовке почвы под картофель сидеральные культуры следует измельчать до длины 0,05 м, либо хорошо сминать и без измельчения заделывать в верхний слой почвы. Предпочтительнее второе так как на смятие тратится намного меньше энергии, чем на измельчение.

#### *Список литературы*

1. Горбачев И.В. Предпосадочная подготовка почвы при возделывании картофеля / И.В. Горбачев, В.М. Лабух // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. - №3. – С. 38-40
2. Шмидов Д.В. Машины для измельчения и заделки сидератов в почву / Д.В. Шмидов, В.М. Лабух // Вестник БГСХА. – 2014. – №3.
3. Гиляров М.С. Разложение растительных остатков в почве. / М.С. Гиляров, Б.Р. Стриганова. – М.: Наука, 1985. - 143 с.

#### **Methods examining the dependence of the rate decomposition for green manure**

*DV Shmidov graduate student, VM Labuch Ph.D., Associate Professor, AA Lyamzin educational master  
FGBOU VO "Bryansk State Agricultural University"*

The article deals with the methods examining the rate of decomposition for green manure. The analysis of the obtained results is given.  
Key words: green manure, decomposition, experimental study.



## **ВОЗМОЖНОСТИ УЧАСТИЯ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН В ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕПОЧКАХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ПЛАТФОРМ**

**Шпак А.П.**, *д.э.н., профессор*

*РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»*

**Белоусов А.В.**, *аспирант*

*ГНУ «НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

В статье приведены концептуальные основы теории платформ. Рассмотрены возможности модернизации для развивающихся стран в рамках участия в зарождающихся глобальных производственных цепочках, а также роль промышленных платформ в функционировании развивающихся рынков.

Ключевые слова: глобальные производственные цепочки, платформа, развивающиеся рынки.

Теория глобальных производственных цепочек имеет две важных предпосылки, которые в точности описывают реальную торговую ситуацию между развитыми и развивающимися странами.

Первая предпосылка состоит в том, что ведущими фирмами в глобальных производственных цепочках (ГПЦ) являются, главным образом, мультинациональные корпорации (МНК), обладающие значительными организационными способностями для осуществления НИОКР, брендинга, маркетинга и управления цепью поставок.

Для более глубокого анализа и характеристики ГПЦ в рамках теории платформ необходимо делать различие между глобальными и зарождающимися производственными цепочками (ГПЦ и ЗГПЦ).

В концепции ЗГПЦ лидирующие фирмы местного происхождения являются ключевыми игроками, несмотря на то, что они невелики по размеру и имеют мало возможностей. В случае развивающихся стран лидирующая фирма может быть ограничена нехваткой возможностей в своей попытке установить определенный тип регулирования цепочки (governance of GVC). С этой точки зрения были выявлены две переменные, а именно, «выравнивание соответствующих способностей» и «природа продуктового/производственного параметра». Возможности ведущих фирм мо-

гут быть рассмотрены как главное отличие в регулировании производственной цепочки между китайскими фирмами и фирмами из развитых стран. Далее он доказывает, что в производственных цепочках, в которых китайские фирмы являются ведущими, поставщики из развитых стран имеют обычно больше ресурсов, чем данные китайские фирмы. Поставщики часто должны предоставлять различную техническую и проектно-конструкторскую информацию для того, чтобы помочь их китайским заказчикам. Марукава называет этот тип взаимосвязи «поддерживающей» производственной цепочкой [1, с.4].

Вторая предпосылка теории ГПЦ состоит в том, что она ориентирована в основном на рынки развитых стран. Одним из ключевых выводов из исследований по производственным цепочкам является то, что доступ на рынок развитых стран становится все более зависим от участия в глобальных производственных сетях, возглавляемых фирмами, базирующимися в развитых странах. И наоборот, фирмы в ЗГПЦ нацелены главным образом на развивающиеся рынки, на которых как качество спроса, так и размеры рынков различаются по структуре [2, с.99].

Развивающиеся рынки имеют несколько особых черт. Во-первых, существует значительное препятствие в маркетинге для компаний, ориентированных на развивающиеся рынки. Развивающиеся рынки ограничены работающими потребителями с низким уровнем дохода. Так как урбанизация развита меньше, потребители на развивающихся рынках – за исключением городской бедноты – географически рассредоточены и культурно неоднородны. Стоимость обслуживания рынков в «нижней части пирамиды» может быть очень высокой, что делает получение прибыли маловероятным, особенно для крупных МНК. Несмотря на эту ситуацию, существующая теория ГПЦ, с концентрацией в сторону производства, испытывает нужду в общей концепции для анализа системы распределения стоимости.

Во-вторых, запросы развивающихся рынков постоянно меняются. В результате экономического роста требования в отношении качества на развивающихся рынках постоянно повышаются. С другой стороны, быстро расширяются размеры развивающихся рынков. Поскольку рынки в развитых странах относительно стабильны по размерам, то теория ГПЦ, таким образом, фокусируется более на качественном аспекте спроса (на сложности транзакций), не углубляясь при этом в изучение влияния быстрого расширения

рынка на промышленную организацию.

Основываясь на двух приведенных выше предпосылках, теория ГПЦ свидетельствует, что глобализация может помочь фирмам из развивающихся стран модернизироваться путем вхождения в цепочки поставок МНК. Для того чтобы соответствовать высоким стандартам качества развитых стран они должны часто обмениваться навыками и информацией с МНК, а также должны постоянно получать от них инструкции. Посредством такого процесса динамичного обучения они со временем могут улучшить свои способности в различных сегментах цепочки добавленной стоимости.

Последние исследования установили, что ГПЦ имеют только ограниченную способность к улучшению возможностей фирм. Модель организации управления между фирмами в развивающихся странах и МНК является, по большей части, кэптивной (соподчиненной, в которой фирмы находятся под контролем более крупного игрока рынка; известная также как квази-иерархическая в некоторых источниках литературы). При кэптивных отношениях фирмы могут участвовать в процессной модернизации и модернизации продуктов, но функциональная модернизация для них будет оставаться сложной. Однако в ЗГПЦ фирмы могут улучшить свои возможности и усовершенствовать различные функции, такие, как НИОКР, разработка дизайна, брэндинг и маркетинг [1, с.6].

Введение базисной теории платформы поможет решить вопросы, связанные с ограничениями существующей системы взглядов на формирование ГПЦ, обеспечивая более обоснованное понимание природы ЗГПЦ. В последние годы теория платформы стала передовым полем для исследования в промышленных организациях, стратегическом менеджменте и теории инноваций. На практике, успех Microsoft, Intel и Google вдохновил большее число МНК к принятию платформенной стратегии для приобретения доминирующего положения на рынке.

Болдуин и Вудард определяют платформу, как «множество устойчивых компонентов, поддерживающих разнообразие и способность к развитию в системе, ограничивая связи с другими компонентами» [3]. А. Гавер определил платформу как «строительные блоки, которые выступают в качестве основы, фундамента, на котором другие фирмы могут развивать комплементарные продукты, технологии и услуги» [4]. М. Маруяма описал платформу как «основание конструкции, которое определяет другие слои и компоненты в рамках отрасли промышленности или системного продукта и которое состоит из мно-

гочисленных слоев или других дополняющих компонент» [1, с.7]. Исходя из этих определений, платформа выступает в качестве наиболее устойчивой компоненты отрасли или системного продукта, которая может быть использована различными пользователями платформы и может быть использована многократно.

Существующая литература по теории платформы концентрируется на высокотехнологичных секторах развитых стран. Платформа рассматривается как стратегия по оказанию помощи сложным продуктовым системам (отраслям промышленности) в непрерывном реагировании на динамические изменения и повышенное разнообразие спроса. В противоположность этому концепция ЗГПЦ показывает, что платформа предназначена, прежде всего, для решения вопросов, связанных с дефицитом возможностей, который испытывают фирмы из развивающихся стран. Как свидетельствуют Динг и Пэн, на развивающихся рынках подавляющее большинство экономических субъектов представлено бесчисленным множеством мелких торговцев, мелких производителей и их резервной армией [5]. Эти мелкие фирмы не только испытывают дефицит в производственном оборудовании и технологических знаниях, но нуждаются также в средствах маркетинга и снабжения. В этом смысле платформы могут как раз в точности дополнить недостаточные управленческие ресурсы этих фирм и снизить для них технологические и маркетинговые барьеры [1, с.8].

С применением теории платформ в реальном мире ЗГПЦ, роль платформы в дополнении возможностей фирм в развивающихся странах может быть подразделена на три отдельных пункта.

Во-первых, посредством совместного использования платформы ее пользователи могут снизить постоянные издержки. Фирмы в развивающихся странах не имеют, как правило, достаточных средств для проведения НИОКР, дизайна или маркетинга, т.к. они нуждаются в значительных первоначальных инвестициях, но при этом предполагают непредсказуемую отдачу. Используя платформу, фирмы в развивающихся странах, выступая в качестве пользователей платформы, могут воспользоваться выгодой от результатов НИОКР, дизайна или маркетинга, порожденными поставщиками платформы, избегая, в то же время, своих собственных инвестиций в постоянные издержки.

Во-вторых, структурная конфигурация платформы может помочь фирмам в развивающихся странах справляться со сложными транзакциями. В литературе по данной тематике подчеркивается,

что платформизация ключевых компонентов или технологии превратит конфигурацию конечного продукта из интегральной в модулярную (блочно-модульную). Поскольку каждый компонент в модульном продукте имеет стандартизированный интерфейс, который облегчает подключение, то фирмам в развивающихся странах становится проще осуществлять сборку платформы и других периферийных компонентов в сложные конечные продукты.

В-третьих, платформы, в большинстве случаев, порождают сетевые эффекты (прямые или косвенные). Это помогает фирмам в развивающихся странах улучшать возможности в двух направлениях:

1. Сетевой эффект представляет собой механизм, с помощью которого участники сети совместно используют информацию и знания, образуя, таким образом, процесс обучения, который может помочь им улучшить возможности, касающиеся пользования платформой и основанных на платформе комплементарных инноваций.

2. Сетевой эффект является механизмом положительной обратной связи, посредством которого участники сети сближаются друг с другом, тем самым постоянно расширяя размер сети. Таким образом, вполне вероятно, что этот эффект поможет пользователям платформы реагировать на расширяющийся спрос, типичный для новых, динамично развивающихся рынков.

Взаимоотношения между платформами и ГПЦ остаются еще недостаточно изученными. А. Гавер выделил 4 типа платформ: 1) внутренние, 2) основанные на цепочках поставок, 3) промышленные, 4) многосторонние. Исходя из данной типологии, мы можем неявным образом установить, что модель организации управления для внутренней (встроенной) платформы является иерархия, в то время как модулярная, родственная или кэптивная характерна для платформы на основе цепочки поставки. Пользователи платформы и поставщики в случае с промышленными и многосторонними платформами могут друг друга не понять; таким образом, соответствующей моделью организации управления будет, предположительно, рыночная [1, с.9].

В заключении хотелось бы отметить, что при объединении теории платформы и литературы по ГПЦ совершенно необходимым является исследование влияния платформ на регулирование производственных цепочек.



### *Список литературы*

1. Ding, Ke. Platforms and Firm Capabilities: A Study of Emerging Global Value Chains // IDE Discussion Paper. 2013. No. 432. 50 pp.
2. Gereffi, Gary, John Humphrey and Timothy Sturgeon. "The Governance of Global Value Chains" // Review of International Political Economy, Vol.12. 2005. pp.78-104.
3. Baldwin, Carliss Y., and C.Jason Woodard. 2009. "The Architecture of Platforms: a unified view." in Platforms, Markets and Innovation, ed. Gawer, Annabelle, pp.19-44.
4. Gawer, Annabelle. 2009b. "Platform Dynamics and Strategies: From Products to Services," in Platforms, Markets and Innovation, ed. Gawer, Annabelle, pp.45-76.
5. Ding, Ke, and Jutang Pan. 2012. "Platforms, Network Effects and Small Business Dynamics in China: Case Study of the Shan-zhai Cell Phone Industry." IDE Discussion Paper, No.302.

### **Possibilities for developing countries of participating in global value chains: a view from platform theory**

*Shpak A.P., Doctor of Economics, professor  
RSUE «The Institute of System Research in Agroindustrial  
Complex of NAS of Belarus»*

*Belousov A.V., postgraduate  
SSI «Research Economic Institute of the Ministry  
of Economy of the Republic of Belarus»  
Minsk, Republic of Belarus*

This paper provides conceptual basis of platform theory. Upgrading possibilities for developing economies within participation in emerging global value chains are examined, as well as the role of industry platforms in functioning of emerging markets.

Keywords: global value chains, platform, emerging markets.



## Содержание

Кругленья В.Е., Алексеенко А.С., Коцуба В.И., ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТЕРА-ЗАГРУЗЧИКА ДЛЯ РАВНОМЕРНОЙ ЗАГРУЗКИ СУШИЛКИ ЛЬНОВОРОХОМ	3
Сакович Н.Е., Никитин А.М. АНАЛИЗ ПРИЧИН ДОРОЖНО – ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ	10
Петровец В.Р., Барыгин Н.А., СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	14
Белоусов В. А., Сысоев А. А. ПРИНЦИП РАБОТЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ОЧИСТКЕ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ	20
Блохин В.Н., Никитин В.В. К ВОПРОСУ УРОВНЕВОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ 110800 «АГРОИНЖЕНЕРИЯ», 190100 «НАЗЕМНЫЕ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ»	29
Гордеенко А.В., Понталев О.В., Астапенко И.М ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОКАЧИВАЕМОСТИ И ФИЛЬТРУЕМОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВВ ЗИМНИЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ	35
Петровец В.Р., Гаврилов И.И., Сысоев А.А. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ УДОБРЕНИЙ ВДОЛЬ ВЫБРОСНОЙ ЛОПАТКИ НА ЦЕНТРОБЕЖНОМ ДИСКОВОМ РАБОЧЕМ ОРГАНЕ	41
Козлов С.И. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ЭКСПАНДИРОВАНИЯ ЗЕРНА РЖИ	47
Козлов С.И. РОЛЬ ФИЗИКИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ	52

Карпович А.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ МАСЛА ДЛЯ КОСОЗУБЫХ И ШЕВРОННЫХ КОЛЕС	56
Захарченко Г.Д. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ДЕЙСТВЕННЫХ ДОЗИРОВОК ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ	60
Коршунов В.Я., Новиков Д.А. РАСЧЁТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ	67
Коршунов В.Я., Новиков Д.А. РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ПОД РЕМОНТНЫЙ РАЗМЕР	74
Кругленя В.Е., Алексеенко А.С., Цайц М.В., Шклярков М.И. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧЕСА КОРОБОЧЕК ЛЬНА	78
Лапик В.П., Адылин И.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЁСТКОСТИ РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЧНОЙ ЛЕНТЫ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ	83
Добышев А.С., Лукьянов Д.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ	89
Самусенко В.И., Никитин А.М. ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	95
Панова Т.В., Панов М.В., Ляхова Л.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ	99
Подшиваленко И.Л., Езапенко М.В., Бойкачев А.А., Харитонов М.Н., Кузюр В.М. НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	105

Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д.А., Васильченко М.М. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА	110
Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАВЕСНОГО ПЛУГА	116
Старовойтов С.И., Храмовских К.А. О МОДЕРНИЗАЦИИ ПЛУЖНОГО КОРПУСА	121
Варывдин В.В., Романеев Н.А., Безик Д.А., Васильченко М.М. КАК РАБОТАТЬ НА РЫНКЕ ТОВАРОВ И УСЛУГ?	126
Карташевич А.Н., Понталев О.В., Гордеенко А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА БАЗЕ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА, В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАКТОРА	128
Червяков А.В., Курзенков С.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА В РАБОЧЕМ ОРГАНЕ КАМЕРНОГО ТИПА УСТАНОВКИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРНА	133
Купреенко А.И., Кондрашова О.Н. К ВОПРОСУ ОТДЕЛЕНИЯ ОБОЛОЧКИ СЕМЯН СОИ И ЛЮПИНА	139
Христофоров Е.Н., Беззуб Ю.В. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ФИКСАЦИИ СИЛОВОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ	144
Христофоров Е.Н., Беззуб Ю.В. РАСЧЕТ ДИНАМИКИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	150

Добышев А.С., Скакун Н.И., Горностаев Ю.О. ВНЕСЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В КОРНЕОБИТАЕМУЮ ЗОНУ РАСТЕНИЙ	157
Киселева Л.С., Зуева Д.С. ВЫБОР ПОСАДОК ЭВОЛВЕНТНЫХ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ	163
Круглень В.Е., Левчук В.А., Цайц М.В. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЕННЫХ КОРОБОЧЕК ОТ СТЕБЛЕЙ-ОЧЕСЫВАЮЩИЕ АППАРАТЫ	168
Червяков А.В., Курзенков С.В., Циркунов А.С., АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЭЛЕКТРО-ФИЗИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ	178
Шмидов Д.В., Лабух В.М., Лямзин А.А. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ СИДЕРАТОВ	184
Шпак А.П., Белоусов А.В. ВОЗМОЖНОСТИ УЧАСТИЯ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН В ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕПОЧКАХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ПЛАТФОРМ	188

Научное издание

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

Инженерно-технологический факультет

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 16.07.2015 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 11,51. Тираж экз. Изд. № 3135.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ