

78798
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ СССР

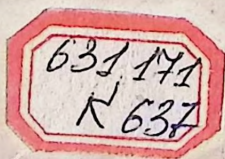
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ

Всесоюзный ордена «Знак Почета» сельскохозяйственный
институт заочного образования

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Москва 1991



78798

К

631.111:633/635/06

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ СССР

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ

Всесоюзный ордена «Знак Почета» сельскохозяйственный
институт заочного образования

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР :

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

*Серий П.Ф. (отв. ред.); / Выход. с. 1000
ин-т заочного образования.*

Республиканская научная
сельскохозяйственная библиотека

№

349877

САО ВАСХНИЛ

Москва, 1991 - 2010.

б.р. 90к 300 экз.

УДК 631.171:633/635(06)

В сборнике научных трудов приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований, связанных с вопросами механизации возделывания сельскохозяйственных культур.

Сборник предназначен для специалистов сельского хозяйства.

Редакционная коллегия: доктор технических наук Г. Ф. Серый (ответственный редактор),
кандидат технических наук Е. Г. Огнева,
кандидат технических наук В. М. Мацепуро

Рецензент: директор Владимирской МНС А. В. Шпилько

© Всесоюзный сельскохозяйственный институт заочного образования, 1991 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Серый Г. Ф., Шелковин Ю. Д., Вesselов А. Б. Высокопроизводительная очистка зерна для Нечерноземной зоны РСФСР	5
Туаев М. В., Тургиев К. А. Нагрузочные характеристики фракционно-модуля триерного блока с гибкими рабочими органами	8
Гончаров Б. И., Голубев И. К. Статистический анализ потерь зерна за очесывающим устройством	14
Бель А. И., Калинин В. И., Киришин Л. А. Травмирующие факторы при обслуживании зерноуборочных комбайнов	22
Смирнов Г. П. Предварительная очистка зернового вороха	28
Бель А. И., Широков Н. Д. Ступенчатый режущий элемент ножа жатки	31
Улитовский Б. А. Обоснование системы обслуживания техники, взятой в аренду	38
Огнева Е. Г., Шпилько А. В. Анализ зарубежных и отечественных дизельных двигателей мощностью 10...22 л. с. (7,35...16,3 кВт)	40
Иснатов В. Г. Безотвальная обработка почвы под лен	46
Порфирьев С. Г. Обоснование параметров очесывающего аппарата для льноуборочных машин	51
Федоров П. В., Смородина Т. В., Груздев В. В., Федорова Е. Н., Межеумов В. М. Математические основы расчета систем управления транспортных дизелей	61
Лопатин А. М., Сафрин А. И. Исследование процесса промерзания торфа в кузове транспортного средства	65
Огнева Е. Г., Шпилько А. В. Расчет и построение тяговой характеристики трактора «Goldoni» (серия 900 RS/DT) с двигателем 8LD665-2/L	71
Грищенко Ф. В., Загоруйко П. Н. Повысить урожайность сеяных кормовых трав	75
Бышов Н. В. К вопросу о выносной сепарации в картофелеуборочных машинах	81
Карнаузов Е. И., Поликарпов В. И., Успенский И. А. Сравнительные исследования функционирования картофелеуборочных комбайнов ККУ-2А и КПК-3	83
Порфирьев С. Г., Масленников В. А. Обоснование параметров технологического процесса очеса льна в очесывающем устройстве льнокомбайна	84

Завражнов А. И., Пимкин С. А. Экспериментальное исследование процесса влажного фракционирования зеленых кормов в ленточном прессе	53
Игнатов В. М. К построению функциональной модели процесса возделывания сельскохозяйственных культур	99
Капитонов Е. А., Орехов В. И. Теоретические предпосылки к определению оптимального угла наклона матрицы пресса-гранулятора	105
Кузьмин М. В., Смирнов Ю. Г., Барсов А. Р. Техническое обеспечение нетрадиционных технологий уборки зерновых культур	111
Лутхов Н. Н. Обоснование основных параметров подрезающих дисков картофелеуборочных машин	119
Зимин Е. М. Обоснование параметров воздухораспределительного и грузонесущего каналов аэродинамического транспортера	125
Непогодов А. В., Холин И. Н. Обоснование параметров, достаточных для контроля состояния масла в эксплуатации	132
Орешкина М. В., Ульянов В. М. Обоснование параметров камеры обезвоживания картофельной мезги	137
Ключков Н. А. Определение параметров фиксации стеблей в ленте льна	143
Балдин А. А. Пневмотранспортер вороха для льноуборочного комбайна	148
Смирнов Н. А. Результаты испытаний льнокомбайнов с измененными очесывающе-транспортирующими системами	153
Мурованный В. А. Обоснование расположения механического кондиционера в технологической линии гранулирования кормов	163
Кипарисов Н. Г. Режимы аппарата УВЧ-66 при изменении нагрузки	163
Репетов А. Н., Корячкин В. Г. Результаты разработок и испытаний коноплеподборщика	170
Некрашевич В. Ф., Бронников В. И. Результаты исследования процесса сушки перговых сотов	176
Никифорова Г. П., Фокин А. В. Оптимизация параметров рабочего процесса шнекового питателя пневмотранспортера измельченных стебельных материалов	182
Местюков В. И., Киреев В. К. Контроль водостойкости гранулированных кормов	187
Жарина О. Г. Анализ расхода топлива автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 с двигателем ЗИЛ-130 в условиях совхоза им. 1 Мая	191
Лудайбердиев Т. С. Влияние начального просвета между поршневым кольцом и стенкой цилиндра на упор картерного масла	200

УДК 631.361.2.022 : 633.18

Г. Ф. СЕРЫЙ, докт. техн. наук,
Ю. Д. ШЕЛКОВИН, инженер,
А. Б. ВЕСЕЛОВ, инженер
(ВСХИЗО)

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ЗЕРНА ДЛЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РСФСР

В конструкции современного зерноуборочного комбайна применяются классическое молотильно-сепарирующее устройство и обычно ветрорешетная очистка зерносомистого вороха.

Совершенствование сепарирующих устройств комбайна во всех странах мира, производящих зерно, достигается увеличением размеров решет и рабочей площади очистки.

В конструкции современного зерноуборочного комбайна применяется классическое молотильно-сепарирующее устройство и обычно ветрорешетная очистка зерносомистого вороха.

Совершенствование сепарирующих устройств комбайна во всех странах мира, производящих зерно, достигается увеличением размеров решет и рабочей площади очистки.

У современных комбайнов «Енисей-1200» площадь очистки составляет 2,4 м², у комбайнов фирмы «MF» (Канада) — 4 м², фирмы «FAHR» (ФРГ) и «BRAUN» (Франция) — 4,7 м², 5,7 м², у комбайнов фирмы «D. DEER» — 7,5 м² [1]. В отдельных случаях применяют дополнительные очистки, расположенные в разных частях комбайна, предназначенные для окончательной очистки зернового вороха.

Важное влияние на работу очисток оказывает равномерность воздушного потока; применяются разные конструкции вентиляторов: осевые, диаметральные, эжекторы и дифлекторы воздушного потока и др. технические решения.

Однако существующие конструкции очисток не удовлетворяют все возрастающие требования по производительности и качеству работы. Отсутствие высокопроизводительной очистки является на сегодняшний день фактором, одерживающим рост пропускной способности комбайна. Зарубежные фирмы решают эту проблему значительным увеличением площади очистки в 2—3 раза, но этот путь приводит к увеличению массы и стоимости комбайнов.

Работы ведущих научно-исследовательских и конструкторских организаций, а также вузов показывают, что возможности ветрорешетных очисток далеко не исчерпаны. Пути решения проблемы — интенсификация процесса разделения.

Во ВСХИЗО на кафедре земледельческой механики проводится работа по совершенствованию очистки комбайна для НЧЗ РСФСР. На основе лабораторных исследований и конструкторских проработок предложена комбинированная сепарирующая поверхность верхнего решета комбайна, состоящая из струнно-жалюзийной разделяющей плоскости. Это принципиально новый тип решета, сочетающий в себе положительные моменты струнных и жалюзийных поверхностей, обладающих высоким живым сечением, большим диапазоном регулирования воздушного потока. Технологический процесс разделения вороха, как показала опытная проверка, устойчив и существенно отличается от известных решений [2].

Принцип работы такой очистки в комбайне состоит в следующем. Зерносоломистый ворох попадает на грохот комбайна из-под деки основного барабана и клавиш соломотряса. Стрясая доска под действием возвратно-поступательного движения транспортирует к сепарирующим решетам зерносоломистый ворох. В процессе движения происходит перераспределение в слое вороха его составных частей, тяжелое зерно движется в нижней части слоя, более легкие — солома и солома — сверху. Сформированный таким образом ворох подается на разделяющую поверхность решета под воздействие воздушного потока, интенсивно пронизывающего его поверхность. Вентилятор отечественных комбайнов создает воздушный поток под зоной очистки в направлении половосборника в задней части комбайна. Таким образом, воздушный поток, действуя под углом, имеет в начале решета максимальное давление и интенсивно продувает первую часть решета очистки. В этой зоне применена струнная поверхность как верхнего, так и нижнего решета, что позволило интенсивно разделить компоненты вороха за счет силы тяжести и парусности его компонентов. Живое сечение струнного решета в 3...4 раза выше, чем жалюзийной поверхности, поэтому зерно беспрепятственно проходит его поверхность, солома и солома увлекаются воздушным потоком и сносятся на участок жалюзийной поверхности очистки. На жалюзийной разделяющей поверхности воздушный поток, раздробленный ячейками жалюзей, продолжает транспортирование и разделение вороха обычным способом. На первой части очистки, примерно $\frac{1}{4}$

длины верхнего решета, удастся отсепарировать значительную часть полноценного зерна. Второе решето выполняет роль окончательного каскада очистки, на котором улавливаются колоски, прошедшие первое решето очистки, и длинные соломистые примеси. Выделившееся зерно собирается в зерновом шнеке, колоски и пожнивные остатки выводятся в колосовой шнек для домолота в МСУ комбайна.

Экспериментальная проверка ветрорешетной очистки новой конструкции с применением в ней сепарирующей поверхности в виде натянутых струн с шагом 8—10 мм на длине 400—450 мм позволила установить оптимальные параметры рабочей разделяющей поверхности, установить для различных культур режим работы вентилятора и степень открытия жалюзей.

В производственных условиях комбайн СК-5, работая на полях Домодедовского и Клинского районов Московской области, показал высокую эффективность работы. Увеличение сепарации зерна на 20—30% в сравнении с серийной конструкцией, в которой использовалась только жалюзийное решето, получено при высокой чистоте бункерного зерна 97—98%.

В целом за комбайном, при использовании комбинированной разделяющей поверхности, достигнуто снижение потерь зерна 10—15% в сравнении с серийным комбайном.

В результате проведения исследований и проверки в хозяйственных условиях можно сделать вывод о высокой эффективности использования струнно-жалюзийной сепарирующей поверхности на верхнем решете зерноуборочного комбайна. Устройство защищено авторским свидетельством № 1442720 и позволяет повысить производительность и снизить потери зерна за очисткой комбайна.

Список литературных источников

1. Зерноуборочные комбайны. Агропромиздат, 1986.
2. А. С. № 1442126. Очистка зерноуборочного комбайна. Опубл. 7.12.88. Бюл. № 45.

М. В. ТУАЕВ, канд. техн. наук,
К. А. ТУРГИЕВ, инженер
(ВСХИЗО)

НАГРУЗОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРАКЦИОННОГО МОДУЛЯ ТРИЕРНОГО БЛОКА С ГИБКИМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Излагаются методика и результаты экспериментального исследования процесса разделения трехкомпонентной зерновой смеси на две фракции — полуфабрикаты в триерном модуле. Установлены нагрузочные и качественные характеристики процесса разделения в зависимости от исходного содержания компонентов в смеси и частоты вращения цилиндра; возможные условия синхронизации режимов работы очистительных модулей триерного блока или агрегата.

Традиционно триерные блоки агрегируются по признаку парности модулей: один из модулей данной пары выделяет из зерновой смеси длинную примесь, второй — короткую примесь. Для полной очистки зерна от примесей исходную смесь последовательно пропускают через оба модуля данной пары. Количество пар модулей в блоке устанавливается в зависимости от требуемой производительности поточной линии зерноочистительного пункта (агрегата, комплекса). Известны триерные блоки, содержащие 1, 2, 3, 4 пары модулей.

Схемы агрегатирования триерных блоков по этому принципу не приводят к интенсификации технологического процесса. С увеличением числа пар модулей пропорционально повышается производительность, но при этом также пропорционально возрастают масса блока, потребность в рабочих площадях, энергетические и другие затраты.

Одним из путей интенсификации процесса очистки зерна в триерных блоках является применение фракционного способа разделения зерновой смеси. Этот способ состоит в том, что исходная многокомпонентная зерновая смесь сначала разделяется на фракционном разделителе на два полуфабриката. Один из них содержит только короткую примесь и часть семян основного компонента, второй — только длинную примесь и вторую часть семян основного компонента. Затем потоки этих полуфабрикатов направляются в соответствующие

триерные очистительные модули для окончательного удаления примесей.

Для эффективной работы триерного блока по этой схеме необходимо, чтобы пропускная способность фракционного модуля соответствовала суммарной номинальной пропускной способности очистительных модулей. Это условие не может быть выполнено применением обычных цилиндрических триеров из-за низкой их удельной производительности.

Реализация фракционного способа разделения в триерных блоках становится возможной на основе триеров с гибкими рабочими органами, имеющими удельную производительность в 7—9 раз выше, чем у обычных триеров.

Целью данной работы является исследовать процесс разделения исходной трехкомпонентной зерновой смеси на фракции — полуфабрикаты. При этом ставились две задачи:

1. При фиксированном значении коэффициента подачи смеси на яценстую поверхность ($\kappa=1,2$) установить долевое распределение компонентов по выходным фракциям:

$\eta_1 = \eta_1(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ — доля короткого компонента (от первоначальной массы) в выходе длинной фракции;

$\eta_2 = \eta_2(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ — доля длинного компонента в выходе короткой фракции;

$\eta_3 = \eta_3(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ — доля семян основной культуры в выходе длинной фракции;

$\eta_4 = \eta_4(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ — доля семян основного компонента в выходе короткой фракции.

В этих выражениях $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ — соответственно долевое содержание короткой примеси, зерна и длинной примеси в исходной смеси.

2. Установить влияние нагрузки на яценстую поверхность (оцениваемая величиной κ) и частоты n вращения цилиндра на выход компонентов во фракции: $\eta_1(\kappa, n)$, $\eta_2(\kappa, n)$, $\eta_3(\kappa, n)$, $\eta_4(\kappa, n)$.

При исследовании было применено планирование эксперимента методом симплекс-решетчатого плана Шеффе [1]. Этот метод позволяет исследовать локальный участок диаграммы состав—свойство при минимальной дисперсии функции отклика и предусматривает введение псевдофакторов z_1, z_2, z_3 , связь которых с факторами $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ выражается соотношениями:

$$z_1 = z_{11} + (z_{12} - z_{11})\varphi_1 + (z_{13} - z_{11})\varphi_2;$$

$$z_2 = z_{21} + (z_{22} - z_{21})\varphi_1 + (z_{23} - z_{21})\varphi_2;$$

$$z_3 = 1 - (z_1 - z_2).$$

Для принятых начальных значений содержания компонентов в смеси величины z_{ij} определяются по формулам:

$$\begin{pmatrix} z_{11} \\ z_{12} \\ z_{13} \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} z_{21} \\ z_{22} \\ z_{23} \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix},$$

где

$$A = \begin{pmatrix} 0,06 & 0,92 & 0,02 \\ 0,015 & 0,97 & 0,015 \\ 0,02 & 0,92 & 0,06 \end{pmatrix}, \quad A^{-1} = \begin{pmatrix} 22,19 & -18,39 & -2,7997 \\ -0,3 & 1,599 & -0,3 \\ 2,8 & -18,45 & 22,22 \end{pmatrix}$$

Переход от псевдофакторов к натуральным факторам осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= 1 - (\varphi_2 + \varphi_3); \\ \varphi_2 &= 0,92 + 0,05z_2; \\ \varphi_3 &= 0,06 - 0,04z_1 - 0,045z_2. \end{aligned}$$

План эксперимента вначале формируется для полной диаграммы псевдофакторов z_1, z_2, z_3 в соответствии с решеткой точек на диаграмме, затем для всех точек решетки вычисляются соответствующие значения факторов $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$.

Опыты проводились в трехкратной повторности на экспериментальной триерной установке с ячейками эллиптической формы (длина 8,6 мм, ширина 5,2 мм, глубина 5,8 мм) и автономными электроприводами плавного регулирования частот вращения ячеистого цилиндра, ротора ускорителя и щеточного отражателя. Коэффициент подачи κ регулировался изменением ширины рабочей щели питателя-ускорителя.

В качестве разделяемого материала использовалась искусственно составленная зерновая смесь, содержащая дробленое зерно (масса 1000 частиц $m=0,012$ кг), семена пшеницы ($m=0,0493$ кг), семена овсяга ($m=0,023$ кг).

Результаты исследования представлены на рис. 1, 2, 3. Графики (рис. 1) показывают тенденцию роста функции $\eta_1(\kappa, n)$, $\eta_2(\kappa, n)$ при увеличении κ , причем с незначительной нелинейностью, поэтому они могут быть аппроксимированы следующими уравнениями регрессии:

$$\begin{aligned} \eta_1 &= 0,19398 + 2,644 \cdot 10^{-2} \kappa - 9,1 \cdot 10^{-4} n; \\ \eta_2 &= -6,022 \cdot 10^{-2} + 9,87 \cdot 10^{-3} \kappa + 3,9 \cdot 10^{-4} n. \end{aligned}$$

Зависимость $\eta_3(\kappa, n)$ (рис. 2) почти линейная, графики не обнаруживают существенного влияния величин κ и n на выход семян основного компонента в короткую фракцию. Для них справедливо уравнение регрессии:

$$\eta_3 = 0,54056 + 4,844 \cdot 10^{-2} \kappa - 1,74 \cdot 10^{-4} n.$$

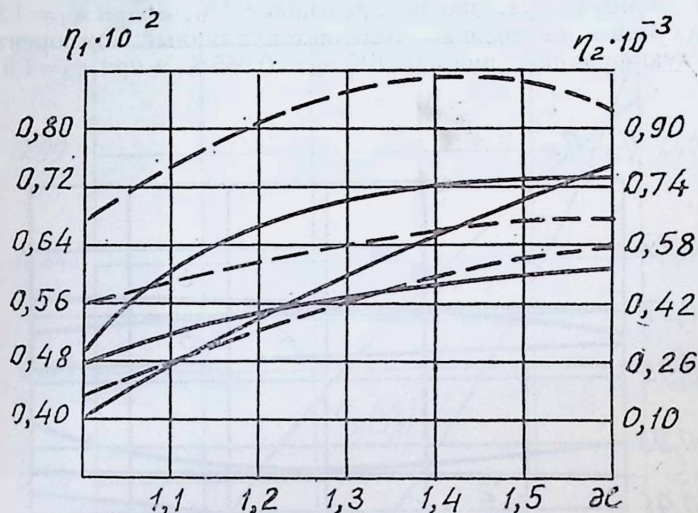


Рис. 1. Графики функций $\eta_1(\kappa, n)$, $\eta_2(\kappa, n)$:
1 — $\eta_1(n=2,33 \text{ с}^{-1})$; 2 — $\eta_1(n=2,67 \text{ с}^{-1})$; 3 — $\eta_1(n=3 \text{ с}^{-1})$; 4 — $\eta_2(n=2,33 \text{ с}^{-1})$; 5 — $\eta_2(n=2,67 \text{ с}^{-1})$; 6 — $\eta_2(n=3 \text{ с}^{-1})$

Функции $\eta_4(\kappa, n)$ показывают почти линейную зависимость, причем для малых значений κ влияние частоты вращения цилиндра мало. Оно становится существенным с увеличением коэффициента подачи и имеет максимальное расхождение при $\kappa=1,6$.

Влияние исходного содержания компонентов в разделяемой смеси на полноту их выделения во фракции характеризуется уравнениями регрессии:

$$\begin{aligned} \eta_1 &= -7,0 \cdot 10^{-4} + 0,18469\varphi_1 + 3,42 \cdot 10^{-3}\varphi_3; \\ \eta_2 &= 2,0 \cdot 10^{-5} + 3,4 \cdot 10^{-4}\varphi_1 + 1,058 \cdot 10^{-2}\varphi_3; \\ \eta_3 &= 0,49459 - 0,18453\varphi_1 + 0,81192\varphi_3; \\ \eta_4 &= 1 - \eta_3. \end{aligned}$$

Графики функций $\eta_1(\varphi_1)$, $\eta_2(\varphi_3)$ представлены на рис. 3. Они показывают, что с увеличением содержания короткого и длинного компонентов в исходной смеси возрастает их выход в соответствующие им фракции. Однако при всех начальных засоренностях зерновой смеси достигается высокая степень извлечения компонентов. Так, например, при начальном содержании в смеси короткого компонента $\varphi_1=6\%$ попадание его в длинную фракцию не превышает 1%, а при $\varphi_1=1,5-0,24\%$. Менее интенсивно выделяется длинный компонент в короткую фракцию: при $\varphi_3=6\%$ $\eta_2=0,065\%$, а при $\varphi_3=1,5\%$,

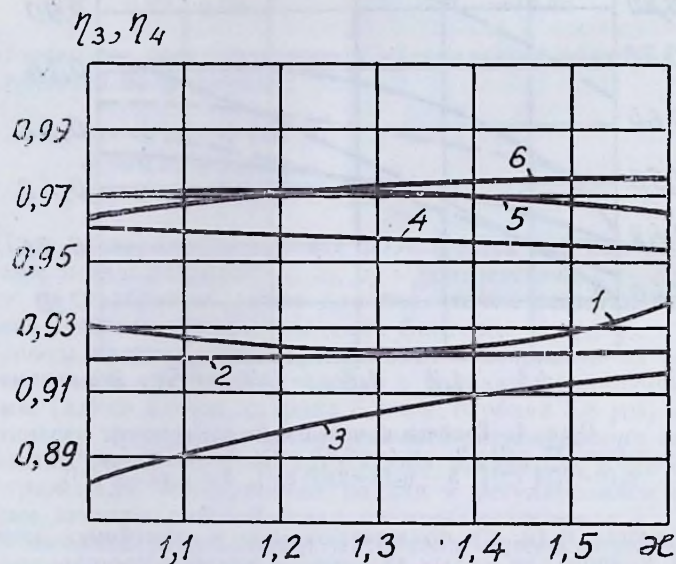


Рис. 2. Графики функций $\eta_3(x, n)$, $\eta_4(x, n)$:
1 — $\eta_3(n=2,33 \text{ с}^{-1})$; 2 — $\eta_3(n=2,67 \text{ с}^{-1})$; 3 — $\eta_3(n=3 \text{ с}^{-1})$; 4 — $\eta_4(n=2,33 \text{ с}^{-1})$; 5 — $\eta_4(n=2,67 \text{ с}^{-1})$; 6 — $\eta_4(n=3 \text{ с}^{-1})$

$\eta_2=0,013\%$, что указывает на то, что содержание длинной примеси в коротком полуфабрикате снижается около 100 раз в сравнении с его наличием в исходной смеси за один цикл разделения.

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что достигнутое массовое распределение основного компонента по

фракциям ($\eta_3 \approx \eta_4$) отвечает условиям синхронизации режимов работы трехмодульного триерного блока по схеме предварительного разделения исходной многокомпонентной смеси на полуфабрикаты с последующей очисткой их от короткой и длинной примесей в кукольном и овсюжном модулях.

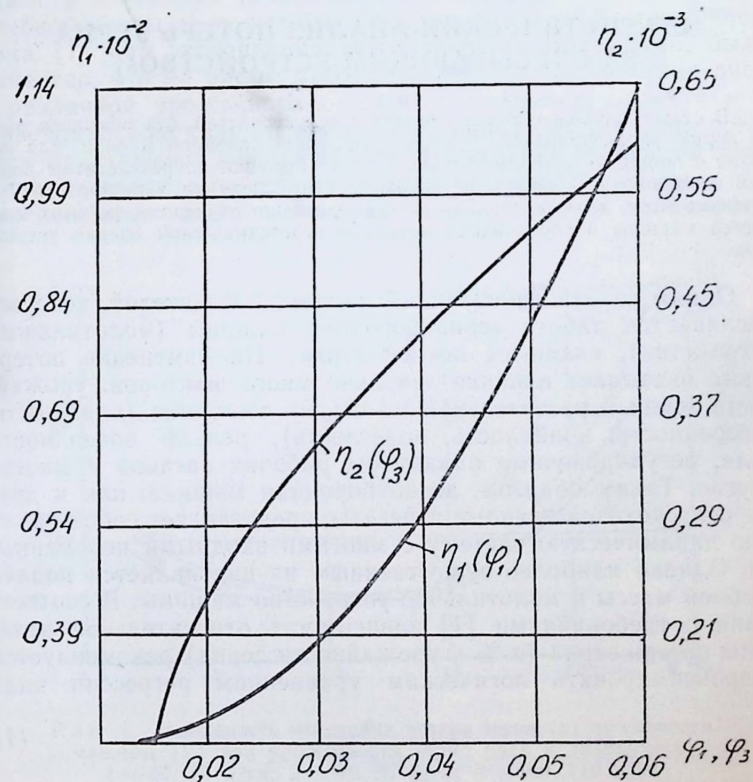


Рис. 3. Графики функций $\eta_1(\varphi_1)$, $\eta_2(\varphi_3)$

Список литературных источников

Зегдендзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М.: Наука, 1976. 400 с.

Б. И. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук,
И. К. ГОЛУБЕВ, инженер
(Мелитопольский ИМСХ)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ЗА ОЧЕСЫВАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

В статье двухбарабанное очесывающее устройство для обмолота риса на корню рассматривается в виде одномерной линейной модели, для которой с помощью методов статистической динамики по результатам полевых исследований определены основные статистические характеристики и коэффициенты демпфирования для определения диапазона рабочих скоростей машины и обоснования методики агротехнической оценки устройства.

Одним из важнейших качественных показателей, которым оценивается работа зерноуборочной машины (молотильного устройства), являются потери зерна. На изменение потерь зерна оказывает влияние довольно много факторов: урожайность зерна и растительной массы, их состояние (влажность, засоренность, пониклость, полеглость), рельеф поверхности поля, регулировочные параметры рабочих органов и многие другие. Таким образом, зерноуборочная машина, как и другие сельскохозяйственные агрегаты, представляет собой сложную динамическую систему с многими входными переменными. Однако наиболее существенным из них является подача хлебной массы в молотильное устройство машины. В соответствии с требованиями [1] зависимость относительной величины потерь зерна (в % к урожайности зерна) рекомендуется аппроксимировать логическим уравнением регрессии вида

$$q = \frac{a}{1 + be^{-cv}}, \quad (1)$$

где q — потери зерна, %;
 e — основание натуральных логарифмов;
 a, b, c — эмпирические коэффициенты;

P — подача обрабатываемого материала в молотильное устройство, кг/с.

$$P = B_p \cdot V \cdot Q, \quad (2)$$

где B_p — рабочая ширина захвата машины, м;

V — скорость машины, м/с;

Q — урожайность растительной массы (зерна), кг/м².

Очесывающее устройство [2] является молотильным устройством. Как показали его исследования, проводимые в течение ряда лет на уборке риса и зерновых культур [3], зависимость изменения потерь зерна за устройством от подачи хлебной массы не может быть аппроксимирована выражением вида (1) или экспоненциальным законом. Более того, было замечено, что во время работы устройства на участках риса с различной урожайностью зерна в Крымской области и в Краснодарском крае абсолютная величина потерь зерна остается практически неизменной при изменении скоростей движения машины в некотором диапазоне (рис. 1). То есть, при определенных условиях очесывающее устройство становилось

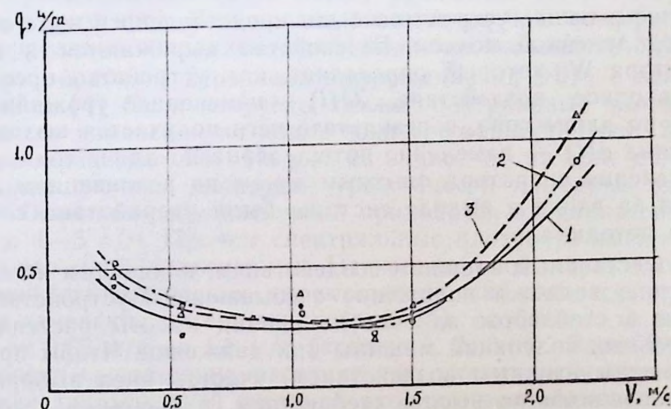


Рис. 1. Зависимость изменения потерь зерна (q) от скорости машины (V) при урожайности зерна риса в диапазонах:
1 — 60...70 ц/га; 2 — 80...90 ц/га; 3 — 100...110 ц/га

нечувствительным на изменение подачи. Это противоречило логике, согласно которой количество необмолоченного и в большей мере осыпавшегося на землю зерна после прохода машины должно было бы изменяться пропорционально количеству зерна (урожайности), находящегося на корню до прохода. Данное противоречие не позволяло объективно проводить агротехническую оценку очесывающего устройства по

стандартной методике [1] с определением относительной величины потерь зерна. Чем меньше была урожайность, тем больше были потери зерна и наоборот.

Поэтому с целью обоснования методики агротехнической оценки двухбарабанного очесывающего устройства [2] и определения допустимых режимов его работы были поставлены задачи по установлению взаимосвязи между урожайностью и потерями зерна, а также по определению его динамической характеристики.

Экспериментальная установка состояла из двухбарабанного очесывающего устройства, навешенного вместо жатки на комбайн СКГД-6 «Колос» по схеме [3]. Регулировочные параметры рабочих органов устройства в процессе экспериментов оставались постоянными. Угловые скорости очесывающих барабанов — 49 рад/с, погружение второго барабана в стеблестой — 0,45 м.

Очесывающее устройство было представлено в виде одномерной линейной модели. Ее свойства выражаются в виде оператора W , который определяет, как устройство преобразует входное воздействие, $Q(l)$ — изменение урожайности зерна по длине гона, в результате чего получается выходная величина $q(l)$ — изменение потерь зерна по длине гона. Для определения оператора опытным путем по реализациям процессов на входе и выходе системы была разработана следующая методика.

Существенным внешним воздействием, влияющим на потери зерна, является положение очесывающего устройства по высоте в стеблестое за счет изменения высоты растений и продольных колебаний машины при движении. Чтобы пренебречь этим входным воздействием, участок риса выбирался с выровненным по высоте стеблестоем, а опыты, в которых наблюдались продольные колебания машины, выбраковывались.

Выбранный участок готовился следующим образом. Через каждый метр определялась урожайность вдоль рядков и поперек их направления. Было установлено, что коэффициенты вариаций урожайности поперек рядков на расстоянии до 5 м, сопоставимом с шириной захвата устройства (4 м), не превышали 6%, а вдоль были около 20%. Поэтому направление движения машины было выбрано вдоль рядков с тем, чтобы по длине гона урожайность варьировала существенно, а по ширине захвата существенно не изменялась.

На выбранном таким образом участке перед проходом машины через каждый метр по длине гона определялась урожайность, а после прохода — потери зерна путем накладки рамок площадью 0,25 м² с последующей обработкой данных по методике [1]. Длина гона составляла 60 метров. Каждый опыт проводился на одной из шести различных скоростей движения машины: 0,3; 0,55; 1,03; 1,33; 1,5; 2,2 м/с. Опыты проводились в 1985 году на полях РГПЗ «Красноармейский» Краснодарского края.

Участок риса имел следующую характеристику. Сорт риса — «Спальчик», средняя урожайность зерна — 81,4 ц/га, влажность зерна — 18%, влажность соломы — 21%, средняя высота стеблестоя — 0,84 м, зона расположения метелок по высоте 0,34 м, густота растений — 258 шт/м².

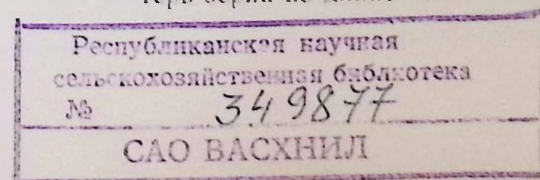
Статистическая обработка результатов опытов показала, что корреляционная связь между урожайностью и потерями зерна отсутствует. При уровне значимости 0,05 коэффициенты корреляции оказались незначимые для всех шести опытов.

При обработке первичной информации на ЭВМ с использованием [4] были получены также спектральные плотности процессов изменения по длине гона урожайности (рис. 2а) и потерь зерна (рис. 2б). Из рис. 2а видно, что на всех учетных проходах спектры дисперсий урожайности примерно одинаковы. Основная доля дисперсий приходится на диапазон частот до 4—5 1/м. Причем спектральные плотности имеют четко выраженные максимумы. Несколько иной характер протекания статистических характеристик наблюдается у процесса изменения потерь зерна (рис. 2б), особенно для скоростей от 0,55 м/с до 1,5 м/с (кривые 1, 2, 3, 4). Здесь спектр дисперсии существенно растянут, что указывает на преобразование динамической системой входного воздействия.

По спектральным плотностям входного и выходного процессов на основании [4] были вычислены значения квадрата модуля амплитудно-частотной характеристики по формуле:

$$[A(\omega)]^2 = \frac{S_q(\omega)}{S_Q(\omega)}, \quad (3)$$

где $S_Q(\omega)$, $S_q(\omega)$ — соответственно, спектральные плотности процессов изменения урожайности и потерь зерна по длине гона.



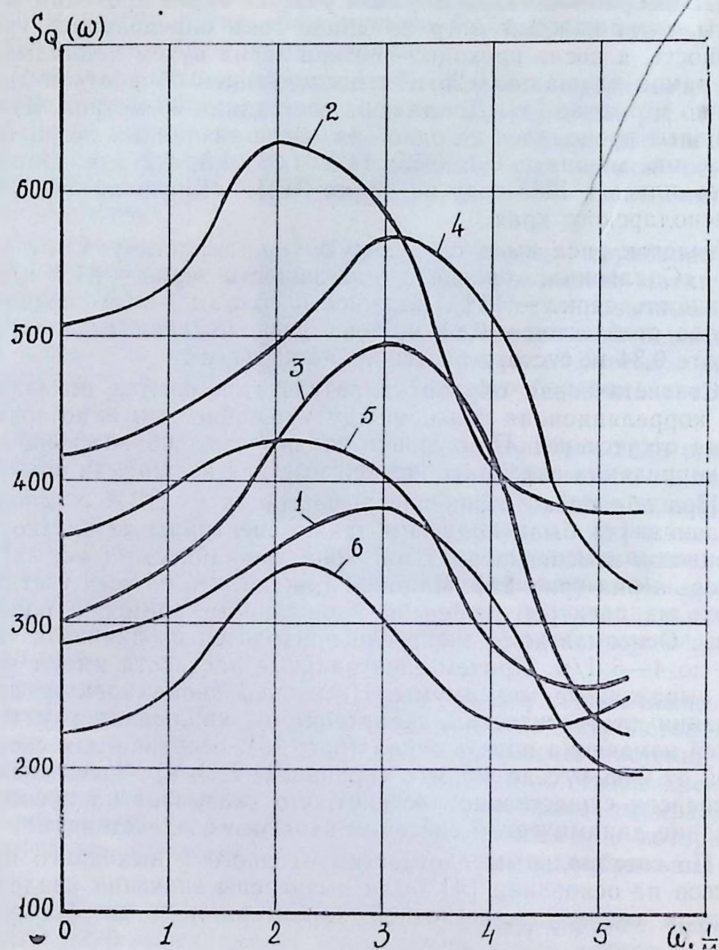


Рис. 2. Спектральные плотности процессов при работе очесывающего устройства на уборке риса: а) $S_Q(\omega)$ — изменение урожайности зерна; б) $S_q(\omega)$ — изменение потерь зерна при скоростях машины:
 1 — $V=0,3$ м/с; 2 — $V=0,55$ м/с; 3 — $V=1,03$ м/с; 4 — $V=1,33$ м/с;
 5 — $V=1,5$ м/с; 6 — $V=2,2$ м/с.

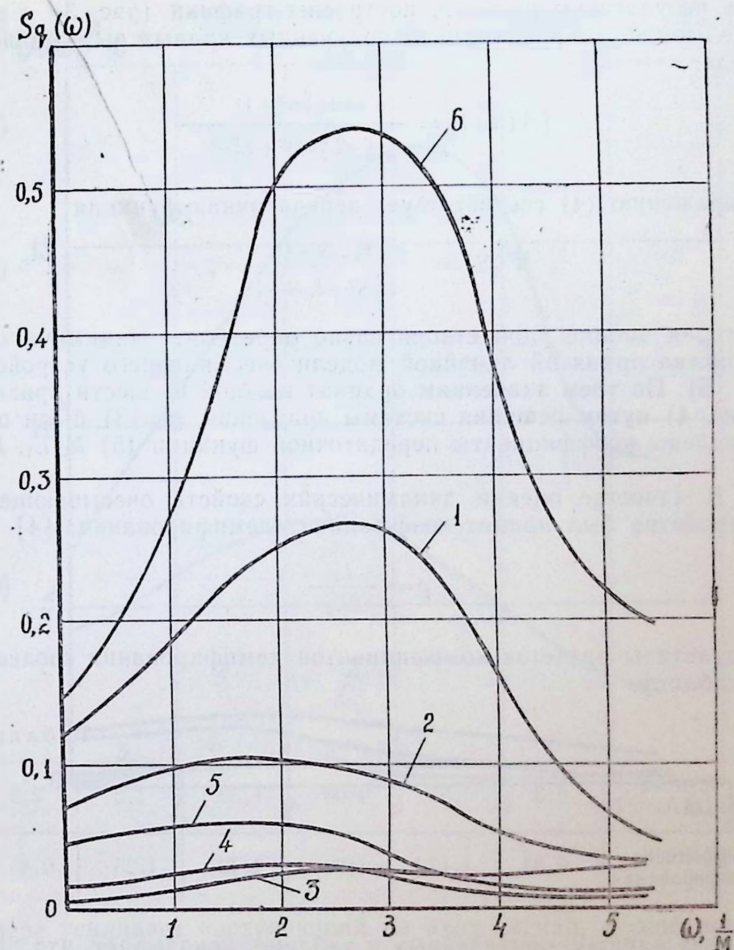


Рис. 3. Кривые квадрата модуля частотной функции $[A(\omega)]^2$ для двухбарабанного очесывающего устройства при скоростях машины:
 1 — $V=0,3$ м/с; 2 — $V=0,55$ м/с; 3 — $V=1,03$ м/с; 4 — $V=1,33$ м/с;
 5 — $V=1,5$ м/с; 6 — $V=2,2$ м/с.

По результатам расчетов построены графики (рис. 3) с последующей аппроксимацией полученных кривых выражением вида:

$$[A(\omega)]^2 = \frac{k^2(L_1^2\omega^2 + 1)}{(1 - L_2^2\omega^2)^2 + L_3^2\omega^2} \quad (4)$$

Выражению (4) соответствует передаточная функция:

$$W(S) = \frac{k(L_1 S + 1)}{L_2^2 S^2 + L_3 S + 1}, \quad (5)$$

которая вполне удовлетворительно определяет динамические свойства принятой линейной модели очесывающего устройства [5]. По трем значениям ординат каждой из шести кривых (рис. 4) путем решения системы уравнений ($n=3$) были определены коэффициенты передаточной функции (5) k , L_1 , L_2 , L_3 .

В качестве оценки динамических свойств очесывающего устройства был принят коэффициент демпфирования: [4]

$$\rho = \frac{L_3}{2L_2} \quad (6)$$

Результаты расчетов коэффициентов демпфирования сведены в таблицу.

Таблица

Скорость машины, м/с	0,3	0,55	1,03	1,33	1,5	2,2
Коэффициент демпфирования	0,83	1,12	1,24	1,42	1,25	0,48

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что при скоростях движения машины в диапазоне 0,5—1,5 м/с $\rho > 1$. Это говорит о том, что очесывающее устройство работает как апериодическая система, то есть за счет сложных динамических процессов, происходящих внутри него, осуществляется гашение колебаний поступающего на вход сигнала. При скоростях движения машины вне указанного диапазона $\rho < 1$. Это говорит о том, что при этих режимах очесывающее устройство преобразуется в колебательную систему и в какой-то

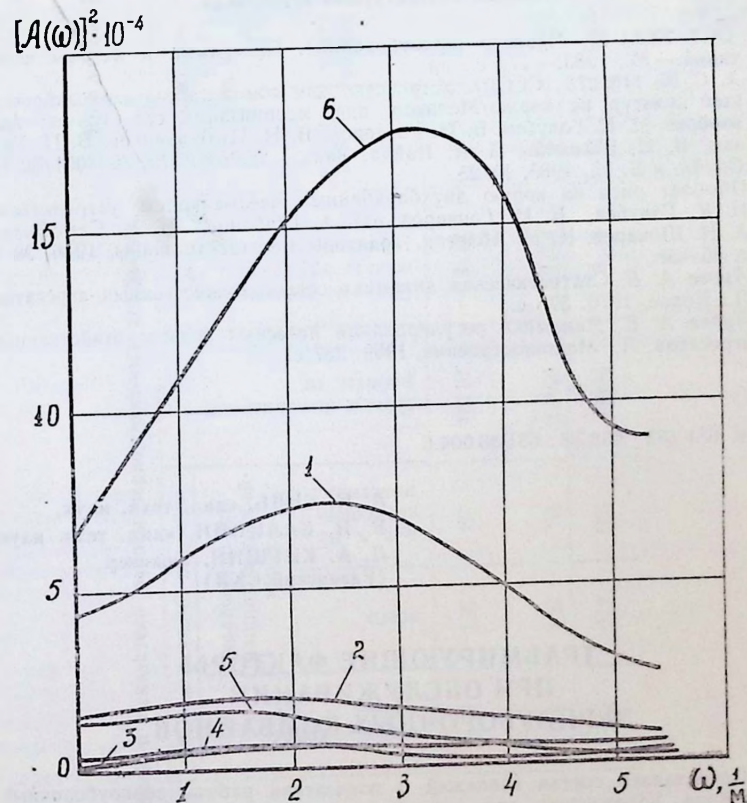


Рис. 4.

мере усиливает поступающий на вход сигнал, в особенности при скоростях более 1,5 м/с.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Агротехническую оценку очесывающего устройства целесообразно проводить не по относительной, а по абсолютной величине потерь зерна.

2. Диапазон рабочих скоростей машины, оборудованной двухбарабанным очесывающим устройством, составляет 0,5—1,5 м/с.

Список литературных источников

1. ОСТ 70.8.1-83. Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний.— М., 1983.— 172 с.: ил.
2. А. С. № 1165278 (СССР). Устройство для обмолота сельскохозяйственных культур на корню/Мелитоп. ин-т механизации сел. хоз-ва; Авт. изобрет. И. К. Голубев, Б. И. Гончаров, В. Н. Цыбульников, Б. П. Трухин, В. И. Белокоп, В. А. Найда. Заявл. 24.05.83, № 3633051/30-15; Оpubл. в Б. И., 1985, № 25.
3. Обмолот риса на корню двухбарабанным очесывающим устройством/ И. К. Голубев, Б. И. Гончаров, П. А. Шабанов, Н. К. Самофалов, А. Н. Шокарев, Н. Н. Аблогин. Тракторы и сельхозмашины, 1986, № 2, с. 35—38.
4. Лурье А. Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. Л.: Колос, 1970. 376 с.
5. Лурье А. Б. Динамика регулирования навесных сельскохозяйственных агрегатов. Л.: Машиностроение, 1969. 287 с.

УДК 631.185 : 658.38 : 631.35.004.5

А. И. БЕЛЬ, канд. техн. наук,
В. И. КАЛИНИН, канд. техн. наук,
Л. А. КИРШИН, инженер
(Рязанский СХИ)

ТРАВМИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Представлен состав экипажей и показатели работы зерноуборочных комбайнов. Установлено, что надежность их работы низкая. Для устранения отказов вынуждены в сельскохозяйственных предприяттиях вводить должность помощников комбайнеров. Даны рекомендации по совершенствованию организационных форм использования зерноуборочной техники.

Период уборки зерновых культур является наиболее напряженным и травмоопасным. На это время приходится до 43% всех несчастных случаев, происшедших за год [2]. Исследования показывают [3], что травматизм с летальным исходом у комбайнеров в 5,8 раза превышает средние показатели по сельскому хозяйству страны. Поэтому, чтобы уменьшить количество несчастных случаев вообще, первоочередное значение приобретает выявление и ликвидация причин травматизма на уборке зерновых культур. С этой целью нами

Таблица 1

Состав экипажей и показатели работы зерноуборочных комбайнов

Способ уборки	Количество хозяйств	Общее число комбайнов	Обслуживающий персонал			Объем выполненной работы, га	Затраты средств на оплату труда за 1 га руб/га	Продолжительность рабочего дня, ч	
			число комбайнеров	количество помощников комбайнеров	в т. ч. не-совершенных по летальности			средняя	максимальная
Раздельный	7	108	108	108	87	18110	4,12	9,3	16,0
Раздельный и прямое комбайнирование	11	126	126	109	93	22356	2,54	12,4	16,0
Итого	18	234	234	217	185	40466	3,33	11,2	16,0

проведено обследование работы зерноуборочных комбайнов в восемнадцати хозяйствах Рязанской и Тульской областей. Общая характеристика полученных результатов показана в таблице 1.

Из представленных материалов видно, что абсолютное большинство, или 93% всех зерноуборочных комбайнов комплектуется экипажами из двух человек: комбайнера и помощника комбайнера. Основная масса помощников комбайнера (85%) составляют подростки от 16 до 18, а иногда и меньше, лет. Средняя продолжительность рабочего дня превышает нормальную для взрослых механизаторов сельского хозяйства в среднем на 12, а максимально на 60%. Значительная часть хозяйств убирает зерновые культуры более дорогим (табл. 1) и травмоопасным [1] раздельным способом.

Таблица 2

Показатели работоспособности одного зерноуборочного комбайна «Нива»

Название показателей	Количество дней	
	в абсолютных величинах	в процентах к общему числу
Общее число дней пребывания на уборке	44	100,0
Работа с отказами	32	72,8
Работа без простоев	6	13,6
Простой по метеословиям	6	13,6

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на повышенный травматизм среди обслуживающего персонала зерноуборочных комбайнов, является, по нашему мнению, несоответствие фактического состава машинных экипажей в колхозах (совхозах) заводским инструкциям. Вместо одного человека комбайн, как правило, обслуживается двумя и это практически удваивает риск возникновения несчастного случая. Тем более, что для помощника комбайнера специальное рабочее место на машине не предусмотрено и он чаще всего располагается (при движении комбайна) в зоне повышенной опасности: на лестничном марше, бункере для сбора зерна, хлебном валке и т. д. Несмотря на это, а также невзирая на недостаток трудовых ресурсов и повышенные затраты средств, хозяйства все же стремятся укомплектовать зерноуборочные комбайны, помимо комбайнера, еще и помощником. Чтобы выяснить, почему так происходит, нами проведено фотографирование рабочего процесса зерноуборочных комбайнов в

совхозе «Чучковский» Рязанской области на протяжении всего периода уборки урожая.

Установлено, что надежность работы зерноуборочных комбайнов низкая. Только 13,6% рабочих дней (табл. 2) они функционируют безотказно, а 72,8% рабочих дней сопровождаются отказами уборочной техники по техническим и технологическим причинам.

Таблица 3

Количество отказов и трудоемкость их устранения

Наименование групп отказов	Количество на 1 комбайн	Затраты на устранение отказов		
		времени		труда, чел.-ч
		всего, ч	в т. ч. на 1 отказ, мин/отк	
Срез заклепок или поломка сегментов режущего аппарата	16	4	14	7,5
Отрыв приводных ремней, цепей, транспортеров. Деформация и поломка отдельных деталей вследствие забивания рабочих органов хлебной массой	13	8	36	15,3
Нарушение сварных и болтовых соединений	9	46	38	95,7
Выход из строя изношенных и некачественных деталей	10	31	185	58,1
Прокол колес	1	1	70	1,2
Итого	40	90	110	178,8

Устранение отказов дело трудоемкое (табл. 3). В целом простой техники на ликвидацию неисправностей за уборочный период были 90 часов, а трудоемкость выполненных при этом работ составила 178,8 человеко-часа на 1 комбайн. Если учесть, что:

— средняя продолжительность рабочего дня $T_{\text{см}}$ в обследованных хозяйствах за период уборки урожая в среднем составила 11,2 ч (табл. 1);

— число рабочих дней D_p , за исключением простоев по метеословиям, 32 дня (табл. 2);

— коэффициент использования времени смены τ с учетом потерь на ежесменное техническое обслуживание и переезд к месту работы составляет 0,95, то рассчитывая по уравнению:

$$T_{\text{общ}} = D_p T_{\text{см}} \tau, \quad (1)$$

получим общее время, затраченное на уборку зерновых культур одним комбайном $T_{\text{общ}} = 341$ ч. Учитывая, что время простоя техники на устранении отказов составляет 90 часов (табл. 3), то это выразится потерей 26,4% общего баланса времени, отведенного на уборку.

В устранении отказов принимали участие специалисты различных профилей. Кроме комбайнера и его помощника здесь использовался труд сварщика и слесаря. Принимали участие инженерно-технические работники. Вклад каждого из них в отдельности можно рассчитать по формуле:

$$T_i = \frac{\sum_1^n t_i}{\sum_1^m P_j} \cdot 100, \quad (2)$$

где T_i — общее время, затрачиваемое i -м работником на устранение отказов в процентах от суммарного времени простоя техники при ликвидации отказов;

t_i — время, затрачиваемое i -м работником на устранение одного отказа, мин;

n — число отказов, в устранении которых участвовал i -й работник;

P_j — время простоя машины, затраченное на устранение одного отказа, мин;

m — общее число отказов за исследуемый период.

Полученные результаты (табл. 4) показывают, что помощник комбайнера имеет высокую загрузку при устранении отказов. Как правило, это вспомогательные работы, без которых комбайнер не в состоянии самостоятельно выполнить основные технологические операции.

При устранении отказов зерноуборочных комбайнов имеют место случаи производственного травматизма. Основными их причинами являются следующие:

- ранение рук о сегменты режущего аппарата;
- ранение отлетающими частями заклепок при их срубании;
- падение с наклонной камеры;

- защемление рук при прокручивании рабочих органов;
- ранение рук монтируемыми узлами, агрегатами;
- падение при перемещении по скользкой поверхности машины;
- ожоги о горячие детали.

Т а б л и ц а 4

Участие механизаторов в устранении отказов

Исполнители	Затраты времени на устранение отказов, %
Комбайнер	93,9
Помощник комбайнера	78,4
Слесарь, сварщик, инженер	33,3

По выполненной работе можно сделать следующие выводы:

1. Уборка зерновых культур является одним из наиболее опасных технологических процессов в сельском хозяйстве. Этому в значительной мере способствует:

— наличие на зерноуборочных комбайнах помощников комбайнеров, что не предусмотрено их конструкцией;

— широкое использование в качестве помощников комбайнеров подростков;

— систематическое превышение длительности рабочего дня, по сравнению с предельно допустимыми, согласно санитарным нормам;

— большое количество отказов зерноуборочных комбайнов во время работы.

2. Поскольку помощники комбайнеров используются, главным образом, для устранения отказов и простоя машины по этой причине составляют 26% общего рабочего времени, то при использовании комбайнов «Нива» целесообразно формировать из них звенья по 3—4 единицы с выделением вместо 3—4 помощников комбайнера одного слесаря-ремонтника.

3. С целью обеспечения нормального режима труда и отдыха экипажей зерноуборочных комбайнов и обеспечения максимальной загрузки техники целесообразно на время уборки урожая вводить двухсменную работу комбайнеров или вахтовый метод работы.

Список литературных источников

1. Бель А. И., Калинин В. И., Троцкий Е. И. Предупреждение травматизма на зерноуборочных комбайнах//Совершенствование методов организации и использования машинно-тракторного парка: Сб. науч. тр./ Горьк. СХИ. Горький, 1985. С. 75—79.
2. Куплевацкий Н. М. Техника безопасности на уборочных работах // Техника в сельском хозяйстве. 1986. № 7. С. 7—8.
3. Русанов Н. П., Родионов М. С., Половцев Е. Л., Перевозкин Л. М. Травматизм и его профилактика в сельском хозяйстве: Сб. научн. тр./ ВНИИОТСХ. Орел, 1979. С. 8—10.

УДК 631.364.6(088.8)

Г. П. СМЕРНОВ, канд. техн. наук
(Костромской СХИ)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ЗЕРНОВОГО ВОРОХА

Описана конструкция и дано обоснование системы улавливания и отделения легкой примеси, обеспечивающей высокие качественные показатели при совместной работе аэрожелобов с машинами предварительной очистки.

В настоящее время осуществляется комплекс мероприятий, направленных на создание нормальных санитарно-гигиенических условий работы обслуживающего персонала зерноочистительно-сушильных комплексов. Важность решения аспектов этой проблемы диктуется тем, что в последние годы зерноочистительно-сушильные комплексы, зерносклады в колхозах и совхозах Нечерноземной зоны РСФСР оснащаются приемными отделениями, оборудованными аэродинамическими транспортерами конструкции Костромского СХИ [1, 2]. В этой связи для повышения эффективности очистки воздуха от пыли, места пылеобразования необходимо оборудовать пылеприемниками и аспирационной системой [3, 4].

Интенсивность пыления зависит от режима работы аэродинамического транспортера, степени опорожнения емкости закрома от зерна или зернового вороха, образования переходящего фонда мелких легких частичек органического и неорганического происхождения; начальная их доля сравнительно невелика, однако в результате систематического использования приемных отделений их количество может быть резко

увеличено. Таким образом, основные источники возможного загрязнения помещения и воздуха — это различные примеси, поступающие с полей с зерновым ворохом и, главным образом, переходящий их фонд, если примеси, поднятые в воздух, не удалены аспирационной системой. Техничко-экономическая целесообразность протекания технологического процесса зависит от принятого типа аэродинамической установки (табл.).

Т а б л и ц а

Режимы работы аэродинамических установок

Тип установки	Подача воздуха, м³/ч	Статическое давление в камере, Па	Скорость выхода воздушного потока из щели, м/с
	средняя подача зерна, кг/с		
Аэроканал (с плоским пассивным днищем)	$\frac{40000}{5,5 - 6,5}$	1800	35 - 40
Аэрожелоб с чешуйчатой перегородкой	$\frac{11000 - 13000}{3,5 - 4,5}$	1100—1300	30—35
Аэрожелоб с вогнутой жалюзийной перегородкой	$\frac{11000 - 13000}{4,5 - 5,5}$	800—1200	15—25

Из таблицы видно, что во всех случаях использования аэродинамических транспортеров скорость воздушного потока, выходящего из щели, значительно превышает скорость витания частиц легкой примеси, что определяет их подъем и возможное загрязнение помещения.

Для улавливания и увлечения легкой примеси от ворохоочистительных машин применяется комбинированного типа устройство [5], которое послужило элементом дальнейшего совершенствования и разработки.

Эффективность системы улавливания и удаления легкой примеси определяется совокупностью трех показателей: повышением эффективности работы аэродинамического транспортера, машины первичной очистки, сбором и транспортированием примеси в один приемник.

Решение этой задачи в первом приближении сводилось к разработке общей технологической схемы (рис.), внедрению в производство и проверке надежности рабочего процесса.

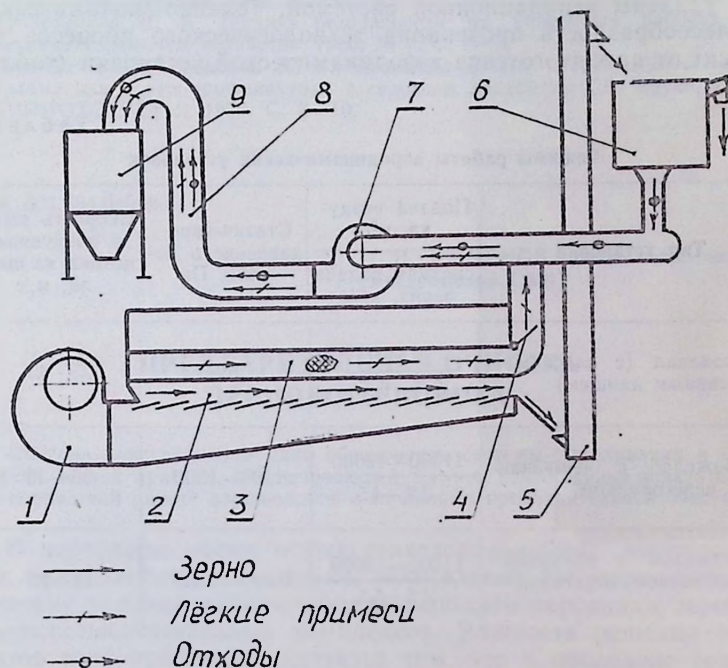


Рис. Технологическая схема работы аэрожелоба и уловителя легкой примеси. 1, 7 — вентиляторы; 2 — аэрожелоб; 3 — короб; 4 — заслонка; 5 — норня; 6 — машина предварительной очистки; 8 — пневмотрубопровод; 9 — отделитель

Из приведенной схемы технологического процесса видно, что в режиме транспортирования аэрожелобом 2 материала, легкая примесь поднимается под сетчатый короб 3 и при работе вентилятора 7 захватывается воздушным потоком, а затем транспортируется по трубопроводу 8 в отделитель 9. Частично очищенный зерновой ворох по стечному лотку подается в норню 5, который направляется в машину предварительной очистки 6. Отходы из машины предварительной очистки на-

правляются к пневмотрубопроводу и далее вентилятором 8 по трубопроводу направляются в отделитель 9.

Подобная комбинированная схема всасывающего — нагнетательного действия обеспечивает высокую стабильность ее работы и, главное, позволяет располагать отделитель 9 в удобном, достаточно удаленном месте от приемного отделения.

В случае работы аэрожелоба 6 приемного отделения или закрома склада в режиме активного вентилирования вентилятор 7 выключают из работы, а заслонкой 4 перекрывают путь воздушному потоку из-под полости короба 3 наружу. В данном варианте короб 3 способствует лучшему, равномерному распределению воздушного потока по объему зерновой насыпи.

Как показал опыт ряда хозяйств Костромской, Ярославской областей, внедрение приемных отделений, оборудованных аэрожелобами, машинами первичной очистки с системой удаления и отвода легкой примеси, позволяет повысить на 1—2% урожайные качества семян, снизить затраты ручного труда.

Список литературных источников

1. Методические рекомендации по технологии и механизации послеуборочной обработки семян зерновых культур. Л.: НИПТИМЭСХ, 1987. 33 с.
2. Приемное отделение для зернового вороха на 100 тонн с аэрожелобами: Типовой проект/Е. М. Зимин и др. Вологда; Ярослав. ЦМПИ, 1985. 33 с.
3. А. с. № 1192715 (СССР) Бункер для размещения и вентилирования зернового вороха/Е. М. Зимин. Оpubл. в Б. И., 1985, № 45.
4. А. с. № 1412652 (СССР) Устройство для вентилирования и транспортирования зернового вороха/Е. М. Зимин. Оpubл. в Б. И., 1988, № 28.
5. Зимин Е. М., Гуляев А. Н. Информационный листок № 283—79. Прием и первичная очистка зернового вороха. Кострома: ЦНТИ, 1979.

УДК 631.354

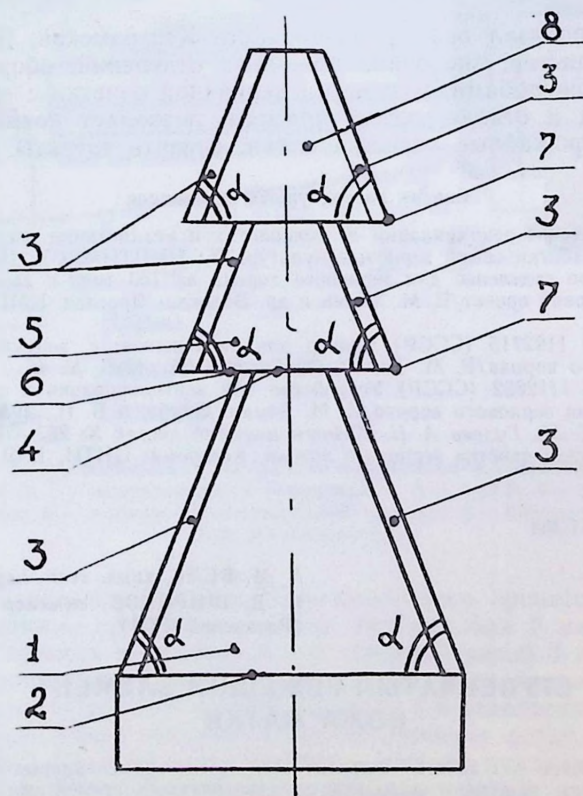
А. И. БЕЛЬ, канд. техн. наук,
Н. Д. ШИРОКОВ, инженер
(Рязанский СХИ)

СТУПЕНЧАТЫЙ РЕЖУЩИЙ ЭЛЕМЕНТ НОЖА ЖАТКИ

Излагаются результаты теоретических и экспериментальных исследований работы режущего аппарата со ступенчатыми сегментами. Дается описание конструкции, приводится обоснование выбранных пределов от

1:0,90 до 1:0,20. Доказано, что такой аппарат обеспечивает повышение качества скашивания в сравнении со стандартным на скоростях движения агрегата до 10,5 км/ч.

Современные режущие элементы жаток удовлетворительно работают при скашивании зерновых культур на сравнительно невысоких скоростях движения агрегата. В зависимости от типа режущего аппарата и конструктивных особенностей уборочной техники эти скорости не превышают 5...9 км/ч. На более высоком скоростном режиме значительно возрастает продольный отгиб растений, что ведет к резкому ухудшению качества уборки урожая и, главным образом, повышенным потерям зерна.



С целью ликвидации этого недостатка и обеспечения качественного скашивания зерновых культур на повышенных скоростях движения нами разработана конструкция режущего аппарата с удлиненными до 115 мм сегментами и соответствующими им пальцами.

На рисунке изображен общий вид режущего элемента, который состоит из нижней трапеции 1 с нижним основанием 2, к которому под углом выполнены боковые лезвия 3; верхнего основания 4 нижней трапеции 1, к которой крепится трапеция 5 своим нижним основанием 6 и к которому под углом выполнены боковые лезвия 3. Последующие трапеции выполняются аналогично. В трапециях 5 и 8 между основаниями и боковыми лезвиями образованы носки 7.

Работает рекомендуемый сегмент аналогично стандартному и производит срез растений по принципу ножиц.

Преимущество предложенного режущего элемента по сравнению со стандартным состоит в возможности изменять высоту его режущей части при постоянном угле наклона лезвий, равном 29° , за счет изменения числа ступеней (равнобоких трапеций).

Предлагаемая конструкция режущего элемента позволяет увеличить производительность жатвенных машин путем уменьшения величины продольного отгиба стеблей.

Предусматривается, что в предложенном нами сегменте соотношения между нижними основаниями отдельных трапеций выполнены в пределах от 1:0,90 до 1:0,20.

В основе предела 1:0,90 положена возможность свободного прохода стеблей зерновых культур (пшеница, рожь, овес) в межэлементное пространство.

Результаты исследований [1] размерных характеристик стеблей (табл. 1) в сравнении с технологическим процессом работы режущего аппарата показывают, что при соотношении оснований 2 и 6 трапеций 1 и 5 (см. рис.), как 1:1,00, свободное пространство для прохода растений к нижним трапециям 1 и 5 отсутствует. В этом случае скашивание осуществляется только лезвием 3 верхней трапеции 8, т. к. носки 7 трапеций 8 и 5 рядом установленных на ноже режущих элементов смыкаются.

При соотношении 1:0,98 в конструкции сегмента появляется свободное пространство между носками 7, равное 1,6 мм, однако данной величины недостаточно для пропуска стеблей пшеницы или ржи, имеющих максимальные диаметры 2,42... 2,58 мм (табл. 1).

Таблица 1
Размерные показатели растений

Культура	Количество стеблей на 1 м ² , шт	Площадь сечения стебля, мм ²		Максимальный диаметр стебля, мм
		минимальная	максимальная	
Пшеница	300...800	0,56...1,06	2,36...4,56	1,70...2,42
Рожь	455...600	1,18	5,20	2,58
Овес	270...340	—	11,24	3,80*

* По данным наших исследований.

При соотношении 1:90 свободное пространство между носками 7 режущего элемента увеличивается до 7,7 мм (табл. 2), а этого вполне достаточно для прохода растений даже с максимальным диаметром (табл. 1).

Таблица 2
К обоснованию предела 1:0,90

Соотношение оснований трапеций	Межэлементное пространство (величина свободного для прохода растений), мм
1:1,00	—
1:0,99	0,8
1:0,98	1,6
1:0,97	2,3
1:0,96	3,1
1:0,95	3,9
1:0,94	4,6
1:0,93	5,4
1:0,92	6,1
1:0,91	6,9
1:0,90	7,7
1:0,89	8,4
1:0,80	15,3

В процессе скашивания срезанию подвергаются, как правило, не один, а несколько стеблей, которые могут образовывать пучок, ширина которого определяется из выражения

$$Ш = К \cdot Д, \quad (1)$$

где Ш — ширина пучка стеблей, мм;

К — максимальное число соприкасаемых стеблей в ряду;
Д — максимальный диаметр одного растения, мм.

Допустим, что скорость движения жатвенной машины составляет 2,78 м/с (10 км/ч), а частота вращения кривошипа ножа (применительно к валковой жатке ЖВН-6) составляет 450 об/мин, то пользуясь выражением [2]:

$$h = \frac{D \cdot V_m}{n}, \quad (2)$$

где h — подача, путь жатвенной машины за один ход ножа, м;
 V_m — скорость движения машины, м/с;
 n — частота вращения кривошипа ножа, об/мин,

определим подачу на нож, которая составляет 0,185 м. При этом, из диаграммы резания получим площадь, скашиваемую одним режущим элементом, равную 0,0065 м², а приняв максимально возможную густоту стеблестоя для пшеницы 800 шт/м² (табл. 1), найдем число растений, приходящихся на всю длину лезвия режущего элемента за один ход ножа из пропорции, т. е.

$$\begin{aligned} \text{на } 1 \text{ м}^2 & \dots\dots\dots 800 \text{ шт.} \\ \text{на } 0,0065 \text{ м}^2 & \dots\dots\dots 5 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Ввиду проскальзывания при сжатии эти растения не могут разместиться на одной линии перпендикулярно движению машины, а образуют пучок, в одном ряду которого может быть не более трех стеблей. Поэтому, пользуясь выражением (1) получим ширину пучка, равную 7,26 мм, что меньше межэлементного прохода (табл. 2), соответствующего величине 7,7 мм.

Таким образом, при соотношении 1:0,90 пучок максимально возможных по диаметру стеблей пшеницы свободно проходит в межэлементное пространство.

Проведя аналогичный расчет для ржи с максимальной густотой стеблестоя 600 шт/м² и наибольшим диаметром одного растения 2,58 мм (табл. 1), получим Ш=6,45 мм, а для овса Ш=7,6 мм.

Вместе с тем, соотношение 1:0,91 недопустимо, т. к. межэлементное пространство в этом случае составляет 6,9 мм (табл. 2), что явно недостаточно для прохода пучка стеблей при скашивании овса и пшеницы.

Предел 1:0,20 дает нам возможность построения дополнительных трапеций и обеспечения достаточной прочности их крепления между собой.

В связи с тем, что стандартный сегмент имеет в своей верхней части основание шириной $a=14$ мм, которую, по данным наших исследований, можно считать достаточной для соединения с верхними дополнительными трапециями, то для получения режущего элемента с новой дополнительной трапецией необходимо иметь основание несколько большее указанной величины, или $b=15$ мм. Поскольку ширина сегмента в нижнем основании равна 76,2 мм, то

$$76,2 : 15 = 1 : 0,20.$$

При значении $b \leq a$, т. е. $b \leq 14$ мм, новые дополнительные трапеции построить практически невозможно, а поэтому отношение $1 : 0,20$ следует считать также крайним.

Конструкция аппарата с предложенными нами режущими элементами испытывалась в полевых условиях на скашивании овса «Мирный». В качестве контроля использовались стандартные сегменты. Агротехническая оценка обеих видов режущего аппарата определялась, главным образом, высотой стерни и потерями зерна при нормальных условиях состояния стеблестоя.

Основные результаты полевых исследований представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Показатели стерни при полной фазе спелости овса «Мирный»

Скорость движения, км/ч	Частота вращения кривошипа ножа, об/мин	Показатели стерни					
		опытный режущий аппарат			стандартный реж. аппарат		
		средняя высота, мм	стандарт, мм	коэффициент вариации, %	средняя высота, мм	стандарт, мм	коэффициент вариации, %
3,0	460	137	0,7	0,5	161	1,8	1,1
7,2		143	1,4	1,0	181	7,8	4,3
10,0		140	2,7	1,8	197	6,8	3,4
7,7	506	158	0,8	0,5	139	3,0	1,1
9,0		137	1,2	0,9	164	3,5	2,1
10,5		152	10,0	7,0	182	3,5	1,9

Таблица 4

Потери зерна при скашивании овса «Мирный» в фазе полной спелости

Скорость движения, км/ч	Частота вращения кривошипа ножа, об/мин	Потери зерна, кг/га	
		опытный режущий аппарат	стандартный режущий аппарат
3,0	460	2,1	13,0
7,2		1,47	5,76
10,0		5,53	8,09
7,7	506	4,1	6,9
9,0		8,96	13,0
10,5		6,65	9,79

Из представленных материалов видно, что показатели работы экспериментального режущего аппарата выгодно отличается от стандартного. Средние размеры высоты стерни, интенсивность роста стерни и потери зерна для опытного образца значительно ниже в сравнении с контролем.

Таким образом, приведенные данные подтверждают, что предложенная нами конструкция ступенчатого режущего элемента ножа жатки является работоспособной и обеспечивает уменьшенные, в сравнении со стандартными сегментами ГОСТ 158—74, потери зерна и высоту стерни, а также повышает равномерность стерни и в целом производительность при скашивании зерновой культуры.

Выводы

1. Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что уменьшить отрицательное влияние отгиба растений на качество скашивания зерновых культур возможно путем увеличения высоты режущей части сегмента. Это достигается за счет ступенчатой формы его лезвий.

2. Режущий элемент ножа жатки выполняется в виде равнобоких трапеций ступенчатым образом с общей осью симметрии, основания которых выполнены в пределах от $1 : 0,90$ до $1 : 0,20$ относительно нижнего (базового) основания 2 режущего элемента.

3. Созданный и проверенный в полевых условиях режущий аппарат со ступенчатыми сегментами показал свою ра-

ботоспособность и повышенное, в сравнении со стандартным, качество работы на скоростях движения до 10,5 км/ч.

Список литературных источников

1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. М.: Машиностроение, 1967, кн. 1, с. 651...652.
2. Бель А. И. Оптимизация между скоростями движения ножа и жатвенной машины//Тракторы и сельхозмашины. 1980, № 10, с. 21...22.

УДК 631.300

Б. А. УЛИТОВСКИЙ, докт. техн.
наук (Рязанский СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИКИ, ВЗЯТОЙ В АРЕНДУ

В статье рассматриваются в полемической форме варианты обслуживания (технического) сельскохозяйственной техники полеводства при ее использовании на арендных условиях.

Совершенно очевидно, что сельскохозяйственная техника, используемая в полеводстве, независимо от того, в каких организационных формах осуществляется ее эксплуатация, будь то бригада, отделение, коллективный или арендный подряд, базируется она в бригаде, отделении, центральной усадьбе или у механизатора, для обеспечения работоспособности должна подвергаться определенным техническим воздействиям.

Разработанная система технических обслуживаний и ремонтов, на которую ориентированы и инструкции, для современных производственных отношений, и в частности для условий арендования, допускает ряд вариантов, а именно:

- обслуживание осуществляется арендатором;
- обслуживание осуществляется специализированной службой;
- обслуживание осуществляется по смешанной системе, в которой участвуют как сам арендатор, так и некоторая специализированная служба.

Как показывает опыт развития арендных отношений, многие арендаторы из создающихся новых производственных отношений стараются извлечь возможно большую прибыль. Это естественно и логично.

В то же время такое положение дел может принять уродливую форму, когда прибыли одних могут обернуться значительным убытком другим. Причиной такого положения может послужить неправильное отношение к технике, ее обслуживанию.

Рассмотрим отдельные формы обслуживания техники, взятой в аренду. Наиболее простой формой обслуживания, в ряде случаев избираемой арендатором, является обслуживание техники самим арендатором.

Анализ такого обслуживания показывает, что его качество в значительной степени зависит от срока, на который взята машина в аренду, и от квалификации арендатора: чем меньше срок аренды, тем большая вероятность, что ресурс машины, обслуживаемой арендатором, будет меньшим. С увеличением срока аренды, при достаточно высокой квалификации арендатора, растет ресурс машины. Такая аренда машины, как показывают результаты, вызывает необходимость наблюдения за ходом ее эксплуатации представителей организации, сдающей технику в аренду. Во всяком случае в первое время, пока арендатор не зарекомендовал себя положительно, необходимо помогать арендатору в обеспечении ГСМ, запчастями, инструментом, материалами, технической, агрономической и экономической консультацией и помощью.

Обслуживание техники, взятой в аренду, специализированной службой имеет свои преимущества: арендатору не надо быть специалистом в области обслуживания и ремонта, не надо иметь специального оборудования. В особенности такое обслуживание удобно при хорошей связи и выездах такой службы к арендатору. Недостатком этого вида обслуживания является его недостаточная оперативность и сравнительно высокая стоимость. В особенности не выгоден такой вид обслуживания при проведении простых, нетрудоемких операций и устранении мелких повреждений на значительной удаленности.

Рассматривая оба этих случая как крайние, остановимся на смешанном способе обслуживания, в котором участвуют арендатор и специализированная служба обслуживания сельскохозяйственной техники. Такой вариант предусматривает как определенную техническую подготовку арендатора в об-

ласти обслуживания и ремонта, так и наличие у него некоторой базы для производства этих работ. Этот последний вариант упрощает положение дел как у владельцев службы специализированного обслуживания, так и у арендатора. В самом деле: специализированной службе нет необходимости обеспечивать мелкие работы, что позволяет ограничить ее размеры, тем более, что мелкие работы являются и наиболее срочными, т. к. простои из-за мелочей в результате оказываются наиболее дорогими.

Как показал обсчет эффективности разных вариантов и уже приобретенный и проанализированный опыт, как для арендатора, так и для организаторов службы его обслуживания, комбинированный способ для обслуживания техники современных конструкций и качества самый выгодный: при выезде к арендатору специализированной бригады (из одного-двух человек) на специально оборудованной машине (например ИЖ-2715) при радиусе обслуживания до 20—25 километров при наличии дорог.

Выводы

1. Для обслуживания арендаторов необходима специализированная служба, обладающая подвижными и стационарными средствами.
2. Специализированная служба должна быть мобильной и базироваться на передвижные средства.
3. Для эффективного взаимодействия арендатора и специализированной службы нужна связь и дороги.

УДК 621.43

Е. Г. ОГНЕВА, канд. техн. наук,
А. В. ШПИЛЬКО, канд. техн. наук
(ВСХИЗО)

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МОЩНОСТЬЮ 10...22 Л. С. (7,35...16,3 кВт)

Дизельный двигатель мощностью 10 л. с. (7,35 кВт) проектируется для мини-тракторов и мотоблоков.

Задача, поставленная разработчиками — создать дизельный двигатель с удельной массой, меньшей по сравнению с существующими отечественными и зарубежными аналогами, обеспечивая при этом требуемую надежность и уравновешенность.

Анализ зарубежных и отечественных дизельных двигателей мощностью 10...22 л. с. (7,35...16,3 кВт) по основным показателям, характеризующим их конструкцию и представленным в таблице 1, показывает:

1. Тенденция в мировой практике — проектировать короткоходные рядные дизельные двигатели ($S/D < 1,0$).
2. Предпочтение отдается высокооборотным дизельным двигателям с частотой вращения коленчатого вала от 3000 до 3600 об/мин для увеличения мощности при числе цилиндров — один или два.
3. Средняя скорость поршня, определяющая быстроходность двигателя, находится в интервале 6...9 м/с.
4. В зависимости от назначения двигателя номинальный крутящий момент находится в интервале 2...8 кгм (20...80 Н·м);
5. Сухая масса двигателей колеблется от 48 до 132 кг при удельной массе от 2,7 до 6 кг/л. с.

В высокооборотных двигателях значение S/D целесообразно снижать до определенного предела для:

- а) получения умеренной скорости поршня;
- б) повышения механического КПД;
- в) уменьшения размеров в направлении оси цилиндров;
- г) повышения жесткости коленчатого вала;
- д) увеличения перекрытия шатунных и коренных шеек;
- е) снижения износа поршневых колец.

Однако с уменьшением S/D увеличивается длина двигателя, а нередко и масса.

Снижение S/D особенно целесообразно в V-образных и многорядных двигателях.

В V-образных двигателях с низкими значениями S/D :

- а) минимальная длина двигателя, определяемая из расчета размеров коленчатого вала, примерно такая же, как и длина блока цилиндров, получаемая при его расчете;
- б) обуславливается уменьшение высоты и ширины V-образного двигателя, особенно при большом угле развала цилиндров.

При проектировании V-образных двигателей с высокими значениями S/D между осями цилиндров получаются боль-

Основные показатели, характеризующие конструкцию двигателя

Модель	RF90 ($i=1$)	МД150 ($i=2$)	RD218 ($i=2$)	MW150 ($i=2$)	MD191 ($i=2$)
1. Ход поршня, мм (S)	75	65	75	65	75
2. Частота вращения, об/мин (n_d)	3000	3000	2000	3000	3600
3. Мощность, кВт (л. с.) (N_e)	7,4(10)	10(13,6)	9,4(12,8)	10(13,6)	14(19)
4. Средняя скорость поршня, м/с (G_n)	7,5	6,5	5,0	6,5	9,0
5. Диаметр цилиндра, мм (D)	90	80	90	80	85
6. S/D	0,83	0,81	0,83	0,81	0,88
7. Номинальный крутящий момент, M_n (n_d), кгм (Н·м)	2,38(23,8)	3,24(32,4)	4,58(45,8)	3,24(32,4)	3,78(37,8)
8. Максимальный крутящий момент, M_{max} (n_d), кгм (Н·м)	2,5(25/2000)	3,3(33/2400)	5,0(50/500)	3,3(33/2400)	4,05(40,5/2400)
9. Масса сухая, кг	43	50	78	65	53

Продолжение

Модель	RD210 ($i=2$)	RD278 ($i=2$)	RP328 ($i=2$)	LDW502 FOGS ($i=2$)	12LD435-2 ($i=2$)	12LD 475-2 ($i=2$)
1	75	85	95	62	75	75
2	3000	2000	2000	3000	3000	3000
3	15(20,5)	13(17,7)	16,5(22,4)	8,3(11)	14(19)	15,8(21,5)
4	7,5	5,66	6,33	6,2	5,5	7,5
5	90	95	100	72	86	90
6	0,83	0,89	0,95	0,86	0,87	0,83
7	4,89(43,9)	6,33(63,3)	8,02(80,2)	2,62(26,2)	4,54(45,4)	5,13(51,3)
8	5,0(50/2600)	6,4(64/1800)	8,2(82/1800)	2,9(29/2400)	4,9(49/2000)	5,7(57/2100)
9	78	96	132	60	80	80

Модель	8LD665-2/L (i=2)	Разработки г. Владимира			
		МДЗ (i=1) карбюр.	НИКТИД (i=1)	НИКТИД (i=2)	НИКТИД (i=2)
1	94	50	71	71	80
2	2200	3600	3000	3000	3000
3	16,3(22)	2,2(3)	3,6(5)	7,4(10)	11,7(16)
4	6,89	6,0	7,1	7,1	8,0
5	95	62	76	76	76
6	0,98	0,8	0,93	0,93	1,05
7	7,16(71,8)	0,59(5,9)	1,19(11,9)	2,38(23,8)	3,82(38,2)
8	7,3(73/1800)				
9	132				

шие расстояния, и значительная часть общего объема двигателя не используется.

Для дизельных двигателей рациональные значения S/D близки к единице и не должны быть менее 0,8 даже при очень жестких требованиях к размерам двигателя:

а) вследствие уменьшения высоты камеры сгорания из-за короткого хода поршня и ухудшения условий смесеобразования и сгорания, что скажется на снижении экономичности двигателя;

б) вследствие того, что значения сил, действующих на узлы, определяются диаметром цилиндра, а не ходом поршня. Частота вращения коленчатого вала определяет:

а) Мощность двигателя при определенных значениях S/D , p_e , i и D :

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_h \cdot i \cdot n}{900}; \quad (1)$$

б) крутящий момент двигателя

$$M = 716,2 \frac{N_e}{n}; \quad (2)$$

в) среднюю скорость поршня

$$G_n = \frac{S \cdot n}{30}. \quad (3)$$

Увеличение частоты вращения приводит к снижению размеров двигателя, его массы, повышению мощности, снижению крутящего момента, повышению средней скорости поршня.

Снижение крутящего момента двигателя ведет к уменьшению касательной силы тяги на колесах трактора, а значит, и силы тяги на крюке.

Увеличение средней скорости поршня приводит:

а) к повышению тепловой напряженности деталей двигателя (в первую очередь поршневой группы);

б) к увеличению числа циклов изменяющихся нагрузок, нагружающих детали кривошипно-шатунного механизма;

в) к увеличению износа подшипников вала и гильз цилиндров;

г) к уменьшению срока службы двигателя;

д) к увеличению скорости газов во впускном и выпускном трактах механизма газораспределения, что приводит к повышению сопротивления в них.

Частоту вращения коленчатого вала и среднюю скорость поршня выбирают при проектировании с учетом назначения двигателя.

В связи с тем, что проектируемые дизельные двигатели предназначены для мини-тракторов и мотоблоков, необходимо, в качестве примера, рассмотреть тяговую характеристику итальянского трактора «Goldoni» (серия 900 Rs/DT) с двигателем 8LD 665-2L.

Это позволит правильно подойти к выбору частоты вращения коленчатого вала и средней скорости поршня, исходя из регуляторной характеристики двигателя и тягово-сцепных свойств трактора.

УДК 631.51:633.5

В. Г. ИГНАТОВА, канд. техн. наук
(Костромской СХИ)

БЕЗОТВАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЛЕН

Рассматриваются двухлетние результаты полевого опыта применения различных видов бесплужной осенней обработки почвы под лен в условиях Костромской области.

Современные требования к поиску энерго-, ресурсо- и почвосберегающих технологий заставляют пересмотреть подходы к определению перечня операций при подготовке почвы под лен.

Исследования Костромского сельскохозяйственного института по минимализации обработки почвы для возделывания льна, выполненные в 1980...1984 гг. показали рациональность отказа от проведения зяблевой вспашки под посев льна по озимым зерновым предшественникам.

Широкое внедрение интенсивных технологий возделывания озимых культур характеризуется двукратным увеличением нагрузки механизированных работ на почву, следствием чего является ее существенное уплотнение.

Начиная с осени 1985 года в научно-исследовательской лаборатории по возделыванию льна проводились исследования по применению в основной обработке почвы под лен плоскорезных орудий и игольчатых борон, как средств минимализации, с целью изучения влияния различных сочетаний по-

верхностных и плоскорезных обработок на рост и развитие льна, его урожай и качество.

Опытом предусматривалось выполнение двух осенних обработок и двух весенних, причем ранневесенняя культивация выполнялась на всех вариантах культиватором КПС-4,2 с пружинными лапами на глубину 5—6 см, а предпосевная — агрегатом РВК-3.

Первая осенняя обработка включала варианты — лущение лущильником ЛДГ-5 и поверхностное рыхление игольчатой бороной БИГ-3А. По фону этих обработок проводились глубокие рыхления культиватором-плоскорезом КПП-2,2 на глубину 20—22 см, культивация культиватором КПШ-5 на глубину 10—12 см.

Рассматривались также и нулевые варианты — отсутствие обработки в первом или втором осеннем цикле.

Первые осенние обработки проводились через 20 дней после уборки озимой пшеницы в 1985 году, в 1986 году — через 1—2 дня. Вторые обработки — через 15—20 дней в зависимости от погодных условий.

В качестве контроля взято сочетание осеннего лущения ЛДГ-5 и зяблевой осенней вспашки ПН-3-35.

Наблюдения за физическим состоянием почвы и развитием льна выполнялись согласно методике ВНИИЛ.

Критическим этапом в жизни льняного растения с позиций запасов воды в почве считается период быстрого роста вместе с фазой бутонизации.

Влагообеспеченность оказывает существенное влияние на развитие льна, при этом в начальный период развития растений большое значение играет содержание влаги в слое 0—10, а в фазе быстрого роста — в слое 10—20. Известно, что плоскорезная обработка почвы способствует накоплению влаги в пахотном слое (Моргун Ф. Т., Шидула Н. К., 1984).

Наблюдения за динамикой влажности по горизонтам различных вариантов обработки показали, что в зависимости от сложившихся погодных условий 1986 года влажность почвы по горизонтам в контроле практически была одинаковой, в то время как в вариантах с плоскорезной и нулевой обработками более влажным сохранялся нижний горизонт (10—20 см). Выравнивание влажности в этих вариантах произошло лишь через 2 месяца от начала полевых работ. В 1987 году, в результате систематически выпадавших осадков заметных отклонений в уровнях влажности в течение периода вегетации по вариантам и горизонтам не наблюдалось.

Контроль изменения твердости почвы в течение вегетационного периода по горизонтам и вариантам показал зависимость твердости от видов и сочетаний обработок, при наложении на общий фон уровня, связанного с влагообеспеченностью.

Качество разделки поверхностных слоев пахотного горизонта проявляет себя через полевую всхожесть семян, глубину их заделки. По данным двух лет наблюдений установлено, что полевая всхожесть семян была невысокой и составила от 68,4% (в нулевом варианте) до 78,4% в контроле, при этом отмечается разброс по средней глубине заделки семян, особенно в 1986 году, что объяснимо более сухой и рыхлой почвой.

Вариант «нулевой» обработки почвы как в 1986, так и в 1987 году, характеризовался наименьшей густотой стеблей перед уборкой, которая составила соответственно 74,4 и 96,6% от контроля.

Наблюдения за густотой стояния стеблей перед уборкой показали, что в зависимости от влажностно-температурных условий одни и те же сочетания способов обработки дают различный результат. Например, в варианте «лущение+КПШ-5» в 1986 г.—90,2%, а в 1987—109,0% (к контролю), «БИГ-3А+КПГ-2,2» соответственно 79,2 и 102,1%.

Влажным летом 1987 года просматривается влияние способа обработки на уровень выпадения растений за период вегетации, что объясняется заболеваниями льна. Минимальные потери растений наблюдались в варианте «лущение+нулевая обработка».

Засоренность льняного поля зависит как от общей культуры земледелия, соблюдения севооборота, так и от системы обработки почвы: осенней и весенней. Учитывая, что семена сорных растений сохраняют свою жизнеспособность до 20 и более лет, а обработка почвы способна стимулировать их послойно к прорастанию, следует учитывать, что для истощения сорняков в слое 0—15 см допустима неоднократная обработка указанного слоя, без подъема семян сорняков к поверхности с глубины пахотного слоя.

Возможно предположить, что система неоднократных поверхностных обработок в сочетании с активными химическими препаратами должна сократить засоренность. В 1986 году отмечалась высокая засоренность посевов льна перед уборкой по всем вариантам, что связано с запаздыванием осенней обработки почвы.

Таблица
Засоренность и урожайность соломы, семян льна и его качество

Осенняя обработка	первая	вторая	Урожайность соломы, т/га		Засоренность соломы, %	Номер соломы	Урожайность семян, т/га		Всхожесть, %		Затраты на обработку 1 га, руб.
			1986 г.	1987 г.			1986 г.	1987 г.	1986 г.	1987 г.	
Лущение		ПН-3-35 (контроль)	5,87	5,98	10,2	1,5	1,20	1,10	96	91	12,14
		КПШ-2	4,61	6,77	9,1	1,5	1,01	1,18	98	95	6,85
		КПГ-2,2 нулевая	4,54	6,55	9,5	1,5	0,87	1,20	95	96	6,57
БИГ-3А		КПШ-5	4,50	6,32	6,6	1,75	1,14	1,10	97	97	6,82
		КПГ-2,2 нулевая	4,36	6,26	6,9	1,5	1,01	1,15	98	93	7,04
		нулевая	4,26	5,73	10,4	1,5	1,22	0,86	97	96	2,25
Нулевая		КРШ-5	4,17	5,86	7,8	1,5	0,93	1,13	98	96	4,57
		КПГ-2,2 нулевая	4,42	5,97	13,4	1,5	1,11	1,02	96	95	4,80
		нулевая	4,11	5,80	12,9	1,25	1,05	1,00	97	96	0

Явно выражена в 1987 году тенденция снижения засоренности в вариантах безотвальных обработок почвы при проведении первой своевременной обработки почвы. Снижение засоренности на 3,6% отмечалось в варианте «обработка БИГ-3+КПШ-5».

Качество льносырья существенно зависит от засоренности льна перед уборкой. Лучший номер льняной соломы 1,75 получен при обработке почвы игольчатой бороной БИГ-3 и культивации КПШ-5.

Анализ величины урожая соломы (табл.) показал, что отмечается тенденция к увеличению урожая в 1987 году в вариантах «лущение+КПШ-5», «лущение+КПГ-2,2» и «боронавание БИГ-3+КПШ-5».

В конкретных погодно-климатических условиях 1986... 1987 гг. урожайность семян по вариантам колебалась от 0,86 т до 1,29 т/га.

Сопоставляя по годам, следует отметить стабильность урожая семян в варианте «БИГ-3А+КПШ-5», «лущение+нулевая», который составил 1,13 т/га в 1986 году и 1,10 т/га в 1987 году.

Проверка семян на энергию прорастания и всхожесть показала четко выраженную тенденцию увеличения всхожести семян на 2—5% во всех вариантах безотвальной обработки почвы под лен по сравнению с контролем.

При проведении безотвальных обработок почвы под лен снижается стоимость обработки 1 га на 42...48%.

Применение различных систем безотвальной обработки почвы под лен требует дальнейшего изучения.

Выводы

1. Запаздывание с поверхностными безотвальными обработками почвы приводит к увеличению засоренности посевов, снижению урожая и качества льна-долгунца, что произошло в 1986 году.

2. Своевременно проведенные безотвальные обработки почвы под лен-долгунец (1987 г.) способствовали повышению урожайности соломы на 0,18—0,79 т/га, семян на 0,05—0,15 т/га, лучшего качества в сравнении с обработкой почвы, состоящей из лущения стерни и зяблевой вспашки.

УДК 631.358.025 : 633.521.001.5

С. Г. ПОРФИРЬЕВ, канд. техн. наук
(Костромской СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОЧЕСЫВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ЛЬНОУБОРОЧНЫХ МАШИН

Дано теоретическое обоснование параметров щелевого очесывающего аппарата и представлены результаты лабораторно-полевых испытаний опытных льнокомбайнов, показана целесообразность использования теребильно-очесывающих секций при создании нового льноуборочного комбайна.

Основным технологическим процессом льноуборочных комбайнов является отделение семенных коробочек от стеблей, от совершенства которого зависят потери семян и соломы, выход и качество волокна, состав получаемого льняного вороха, а также затраты на его транспортировку, сушку и переработку.

При работе льнокомбайна на слой стеблей, сформированный теребильной частью, с определенной частотой и скоростью многократно воздействуют гребни очесывающего барабана, зубья которых пронизывают и разделяют слой на полоски, отрывают семенные коробочки, удаляют их из массы стеблей, расчесывая и параллелизуя последние.

Из-за наличия механических связей между стеблями, иногда превосходящих прочность самих стеблей, вследствие их спутанности и сцепленности семенных коробочек в слое, гребни очесывающего барабана интенсивно повреждают и разрушают их. Поэтому количество поврежденных стеблей повреждениями, влияющими на выход и качество длинного волокна, как правило, очень велико и превышает допустимую агро-требованиями норму (5%) более чем в 5—10 раз.

В результате, как показывают данные испытания льнокомбайнов ЛК-4Т и ЛК-4А на МИС, отход стеблей в путанину составляет 3,8 и 2,75% и может достигнуть соответственно 17,8 и 29,3%. Вместе с тем, несмотря на такой жесткий режим работы очесывающего барабана, общие невозвратимые потери семян, при среднем значении 7,45 и 6,63%, могут достигать соответственно 30,7 и 24,2%, основную часть которых

(30—50%) составляют потери от недоочеса и выноса с лентой из камеры очеса [1, 2].

Отмеченные недостатки диктуют необходимость создания очесывающего аппарата, обладающего более высокой технологической эффективностью отделения семенных коробочек от стеблей при меньшем повреждении стеблей и отходе их в пугану.

Одним из путей повышения качества работы льноуборочных комбайнов может быть исключение многократного прочесывания стеблевого слоя гребнями за счет применения щелевого очесывающего аппарата, в котором стебли льна очесываются в рабочем зазоре, образуемом рабочими элементами, не проникающими между стеблями во внутрь самого слоя в виде очесывающих цепей специальной конструкции [3, 4].

Показатели качества работы щелевого очесывающего аппарата зависят, главным образом, от величины установочного очесывающего зазора и линейной плотности очесываемой ленты льна.

Величина установочного очесывающего зазора Δ_0 может быть определена расчетным путем на основе закона распределения диаметра семенных коробочек в стеблестое льна.

Установлено (рис. 1), что распределение диаметров семенных коробочек с вероятностью согласия $P(\chi^2)=0,860$ не про-

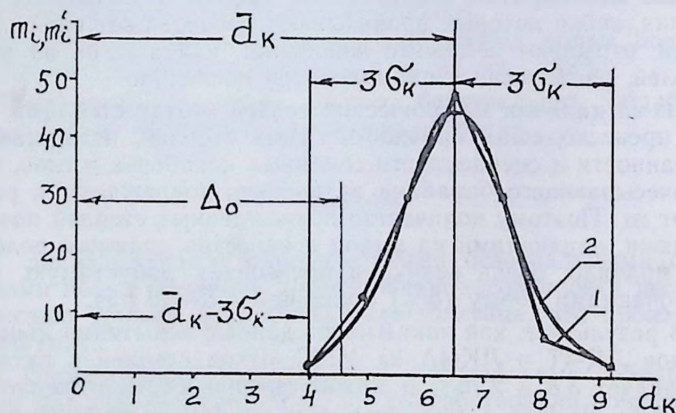


Рис. 1. Статистическое (1) и теоретическое (2) распределение диаметров семенных коробочек

тиворечит нормальному закону с параметрами $d_k=6,43$ и $G_k=0,76$ мм.

Тогда, используя известную теорему о вероятности попадания случайной величины в заданный интервал и приравнявая эту вероятность численному значению допустимых агротребованиями потерь семян от недоочеса, находим [5]:

$$P(d_k - 3\sigma_k < d_k < \Delta_0) = \Phi\left(\frac{\Delta_0 - \bar{d}_k}{\sigma_k}\right) - \Phi\left(\frac{\bar{d}_k - 3\sigma_k - \bar{d}_k}{\sigma_k}\right), \quad (1)$$

где $\Phi(x)$ — интегральная функция Лапласа;

$\bar{d}_k$ — средний диаметр семенной коробочки, мм;

σ_k — среднее квадратическое отклонение, мм;

Δ_0 — установочное значение очесывающего зазора, мм.

$$|H| = \Phi\left(\frac{\Delta_0 - \bar{d}_k}{\sigma_k}\right) - \Phi(-3) = \Phi\left(\frac{\Delta_0 - \bar{d}_k}{\sigma_k}\right) + \Phi(3), \quad (2)$$

При $H=0,02$ [6] и $\bar{d}_k > \Delta_0$ имеем

$$0,02 = \Phi(3) - \Phi\left(\frac{\bar{d}_k - \Delta_0}{\sigma_k}\right) \quad (3)$$

Решая (3) относительно Δ_0 , находим,

$$\Phi\left(\frac{\bar{d}_k - \Delta_0}{\sigma_k}\right) = 0,49865 - 0,02 = 0,47865$$

или

$$\Phi(2,02) = 0,47865.$$

Тогда величина установочного очесывающего зазора, обеспечивающего допустимые агротребованиями потери семян от недоочеса при квазистатическом отрыве единичных коробочек, будет равна:

$$\Delta_0 = \bar{d}_k - 2,02\sigma_k. \quad (4)$$

Прямая подстановка параметров распределения дает $\Delta_0 = 4,9$ мм.

При очесе реального, непрерывно движущегося, неравномерного по толщине слоя, условия отрыва семенных коробочек от стеблей будут существенно отличаться от условий квазистатического отрыва единичной коробочки в щелевом уст-

ройстве с неподвижными рабочими элементами. При этом возможны случаи протаскивания через рабочий зазор семенных коробочек, защемленных в слое между стеблями, особенно коробочек меньшего диаметра, а также увеличения размеров установочного зазора под действием упругих свойств очесываемого слоя и вибрации рабочих элементов. С учетом отмеченного принимаем $\Delta_0 = 4,0$ мм.

Вторым важным вопросом является выбор технологической схемы льнокомбайна и определение числа устанавливаемых на нем щелевых очесывающих устройств.

На прицепном льнокомбайне с традиционной схемой технологического процесса может устанавливаться один (рис. 2а) или два (рис. 2б) щелевых очесывающих аппарата, а при использовании теребильно-очесывающих секций (рис. 2в) число очесывающих аппаратов равно числу теребильных секций [2, 3].

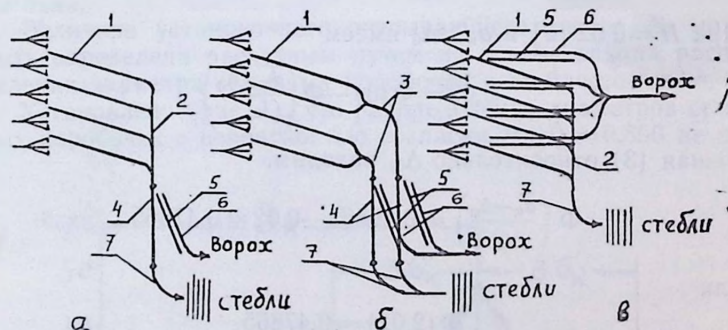


Рис. 2. Технологические схемы льнокомбайнов с одним (а), двумя (б) и четырьмя (в) щелевыми очесывающими аппаратами:
1 — теребильная часть, 2 — поперечный транспортер, 3 — выводящее устройство, 4 — зажимный транспортер, 5 — очесывающий ручей, 6 — пневмотранспортер, 7 — растилочное устройство.

Ранее было показано, что с повышением линейной плотности очесываемой ленты льна и скорости очеса качество работы щелевых очесывающих аппаратов снижается [2, 6, 7, 8]. Установлено, что при плотности ленты $i = 1200$ ст/м работа их становится неустойчивой, а при $i \geq 1600$ ст/м они практически утрачивают свою работоспособность.

В реальных условиях производства у серийного льнокомбайна и у макета, выполненного по схеме (рис. 2а) при ширине захвата теребильной части $B = 1,52$ м, скорости движения агрегата $v = 1,5 - 2,5$ м/с и зажимного транспортера соответственно $v_{зт} = 1,54$ м/с и $v_{зт} = 3,1$ м/с на льне с густотой стеблестоя $m = 800 - 2000$ ст/м² линейная плотность очесываемой ленты будет изменяться в пределах $i = 1200 - 5000$ ст/м и $i = 600 - 2500$ ст/м. У макетов, выполненных по схемам (рис. 2б, в), щелевые аппараты которых очесывают лен, поступающий соответственно от двух и от одной теребильных секций захватом $b = 0,38$ м при $v_{зт} = 3,1$ м/с, линейная плотность очесываемой ленты будет изменяться в пределах $i = 300 - 1225$ ст/м и $i = 150 - 612$ ст/м. Поэтому исполнение льнокомбайна по схеме (рис. 2а), видимо, нецелесообразно, поскольку это вызывает необходимость повысить скорость очеса минимум в два—три раза, что, в свою очередь, существенно снизит показатели качества его работы.

В связи с этим покажем, что для щелевых очесываемых аппаратов более эффективно разделение очесываемого слоя льна на два или даже на четыре потока.

Объясняется это тем, что суммарные потери семян от недоочеса и выноса с лентой из камеры очеса у щелевого очесывающего аппарата описывается в общем виде показательной функцией:

$$P = P_0 e^{\xi q}, \quad (5)$$

где P_0 — потери семян при минимальной подаче;

ξ — коэффициент интенсивности, с/кг;

q — подача стеблей льна, кг/с.

Подача q равна $\bar{q} = i v_{зт} \bar{g}_{ст}$, (6)

где $v_{зт}$ — скорость ремней зажимного транспортера, м/с;

$\bar{g}_{ст}$ — средняя масса одного стебля с семенными коробочками, кг.

Допустим, что общая подача q разделена на два потока (рис. 2б) с подачами q_1 и q_2 , т. е.

$$q = q_1 + q_2. \quad (7)$$

Пусть при этом имеет место соотношение

$$q_1 = a q. \quad (8)$$

Тогда

$$q_2 = (1 - a) q. \quad (9)$$

Аналогично (7) можем записать, что

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2, \quad (10)$$

где Π_1 — потери семян при подаче q_1 ;

Π_2 — потери семян при подаче q_2 .

Принимая во внимание (5), (8) и (9) имеем

$$\Pi_1 = \Pi_0 e^{\xi q_1} = \Pi_0 e^{\xi a q} \text{ и } \Pi_2 = \Pi_0 e^{\xi q_2} = \Pi_0 e^{\xi(1-a)q}$$

или с учетом (10)

$$\Pi = \Pi_0 (e^{\xi a q} + e^{\xi(1-a)q}) \quad (11)$$

Определим такое соотношение q_1 и q_2 , при котором (11) имеет минимальное значение. Для чего найдем первую производную от Π по переменной «а».

$$\frac{d\Pi}{da} = \Pi_0 (\xi q e^{\xi a q} - \xi q e^{\xi(1-a)q}) = \Pi_0 \xi q \left[(e^{\xi q})^a - \frac{e^{\xi q}}{(e^{\xi q})^a} \right] \quad (12)$$

Полагая $e^{\xi q} = z$, запишем

$$\frac{d\Pi}{da} = \Pi_0 \xi q \left(Z^a - \frac{Z}{Z^a} \right) \quad (13)$$

Приравнявая первую производную к нулю, получим

$$\Pi_0 \xi q \left(\frac{Z^{2a} - Z}{Z^a} \right) = 0$$

Поскольку

$$\Pi_0 \neq 0; \xi \neq 0; q \neq 0 \text{ и } \Pi_0 \xi q \neq 0,$$

то

$$Z^{2a} - Z = Z(Z^{2a-1} - 1) = 0.$$

Так как $Z \neq 0$, то $Z^{2a-1} - 1 = 0$ или $Z^{2a-1} = 1$. Следовательно, $2a - 1 = 0$ и $a = 1/2$.

Исследуя (11) на экстремум, находим, что при $a = 1/2$ функция (11) имеет минимальное значение. Для чего найдем вторую производную от Π по a .

$$\frac{d^2\Pi}{da^2} = \Pi_0 \xi^2 q^2 (e^{\xi q} + e^{\xi(1-a)q}) > 0$$

Так как $\Pi_0 \xi^2 q^2 > 0$, $e^{\xi q} > 0$ и $e^{\xi(1-a)q} > 0$, то, следовательно, при $a = 1/2$ функция потерь (11) имеет минимум.

Таким образом очес, вытеребленного теребильной частью, льна не в одном очесывающем ручье (рис. 2а), а в двух (рис. 2б) или, еще лучше, в четырех ручьях (рис. 2в) позволит снизить потери семян и существенно улучшить другие показатели качества работы комбайна.

Для проверки указанного положения были разработаны и испытаны в полевых условиях опытные льнокомбайны с условными марками ЛК-4-Щ2 и ЛК-4-Щ4, изготовленные соответственно по схеме (рис. 2б) на заводе «Бежецксельмаш» и по схеме (рис. 2в) в Костромском СХИ.

Льнокомбайн ЛК-4-Щ2 включает теребильную часть 1, выводящие устройства 3, зажимные транспортеры 4, щелевые очесывающие ручки 5 с пневмотранспортером 6 и расстилочное устройство 7.

Отличительной особенностью льнокомбайна ЛК-4-Щ4 является то, что он состоит из теребильно-очесывающих секций, в которых функции зажимных транспортеров выполняют теребильные секции теребильной части 1, над которыми под углом α установлены очесывающие ручки 5.

Комбайны работают следующим образом. Вытеребленный теребильной частью 1 лен выводящими устройствами 3 двумя потоками направляется в зажимные транспортеры 4. При этом верхушечная часть стеблей вводится в рабочие зазоры очесывающих ручьев 5 и последовательно очесывается в струе воздушного потока пневмотранспортера 6 путем протаскивания через этот рабочий зазор. Семенные коробочки отрываются от стеблей в самом слабом месте стебля — цветоножке. Продукты очеса пневмотранспортером вороха 6 подаются в тракторный прицеп, а очесанные стебли через очесывающий зазор выходят из очесываемого аппарата, подаются на расстилочное устройство 7 и расстилаются на поле в ленту.

У льнокомбайна ЛК-4-Щ4 стебли очесываются непосредственно в теребильно-очесывающих секциях и уже очесанные подаются в поперечный транспортер 2, которым выводятся на расстилочное устройство 7 и также расстилаются на поле.

Полевые испытания опытных льнокомбайнов в сравнении с производственным льнокомбайном ЛК-4Т проведены на полях совхоза «Гридинский» Красносельского района Костромской области.

Характеристика культуры при лабораторно-полевых испытаниях и показатели качества работы сравниваемых машин представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Характеристика культуры при испытании льноуборочных комбайнов

Показатели	Значение показателей
1. Сорт льна	Т-9
2. Урожай, кг/га	3550
— соломы,	416
— семян	1688
3. Густота стеблестоя, шт/м ²	1,23
4. Средний диаметр стеблей, мм	
5. Средняя длина стебля, см	72,56
— общая	61,63
— техническая	
6. Среднее количество коробочек на стебле, шт	1,9
7. Зрелость коробочек (по семенам), %	5
— зеленые	2
— желтые	93
— бурые	
8. Зрелость стеблей, %	15
— зеленые	73
— желтые	12
— бурые	
9. Влажность, %	53,19
— стеблей	31,65
— коробочек	
10. Полегание стеблей, балл...	4—5

Испытания показали, что при одинаковой чистоте тербления, чистота очеса у сравниваемых машин отличается незначительно и находится на уровне агротехнических требований. Общие потери семян и потери по вине очесывающего аппарата наименьшие у макета ЛК-4-Щ4. Они почти на 20% меньше, чем у серийного комбайна ЛК-4Т и на 35% по сравнению с макетом ЛК-4-Щ2.

Указанные потери у опытных комбайнов можно, как показывают исследования, снизить еще на 35—45% продувкой очесанных стеблей, если пневмотранспортер дополнительно оборудовать продувочным устройством [2].

Наряду с отмеченным у макета ЛК-4-Щ4 меньше также повреждение и отход стеблей в путанину. Количество поврежденных стеблей повреждениями, влияющими на выход длинного волокна, у него почти в 2 раза, а содержание путанины в ворохе в 3 раза меньше, чем у комбайна ЛК-4Т, причем по всем показателям качество работы у макета ЛК-4-Щ4 выше, чем у ЛК-4-Щ2.

Лабораторно-полевые испытания опытных льнокомбайнов с очесывающими аппаратами щелевого типа подтверждают результаты проведенных ранее лабораторных исследований и показывают, что более перспективной является технологическая схема комбайна с использованием тербильно-очесывающих секций. Полученные результаты могут быть использованы при создании нового льноуборочного комбайна.

Таблица 2

Показатели качества работы комбайнов

Показатели	ЛК-4-Щ2	ЛК-4-Щ4	ЛК-4Т
1	2	3	4
Скорость движения, км/ч	6,8	6,7	6,7
Чистота тербления, %	99,8	99,8	99,8
Чистота очеса, %	99,54	99,27	99,66
Потери семян: всего, %	7,64	5,74	5,81
под тербильной частью, %	2,16	2,16	1,37
по вине очесывающего аппарата (с лентой), %	5,43	3,58	4,47
в т. ч. от недоочеса	0,46	0,73	0,21
в ленте	0,44	0,83	0,11
под лентой	4,58	2,02	3,81
Состав вороха по весу, %			
а) целые семенные коробочки	55,43	57,47	43,82
в т. ч. семена из них	19,55	21,27	13,66

Окончание

1	2	3	4
б) битые семенные коробочки	13,71	18,06	12,83
в т. ч. семена из них	1,59	2,57	0,8
в) свободные семена	10,62	9,23	8,52
Прочие примеси	19,24	15,24	34,83
в т. ч. путанина	9,73	7,31	21,74
сорняки	0,81	0,44	0,94
сор	1,62	2,30	2,22
Выход вороха, кг/га	544	532	652
Всего семян в ворохе, %	31,77	33,08	22,98
Всего поврежденных стеблей, %	62,0	66,2	76,0
в т. ч. повреждениями, влияющими на выход длинного волокна	25,6	23,9	43,6
Стоимость волокна (из 1 т соломы), руб.		341,21	321,55

Список литературных источников

1. Быков Н. Н., Ковалев М. М. Результаты исследований по снижению потерь семян в льноуборочных комбайнах//Экономика, механизация и первичная обработка льна: Сб. научн. тр./Всес. научн.-исслед. институт льна Торжок, 1985.
2. Порфирьев С. Г. Снижение потерь семян при использовании пневмотранспортера вороха на льноуборочном комбайне//Повышение производительности и качества работы сельскохозяйственных машин в условиях Нечерноземной зоны РСФСР: Тр./ВСХИЗО. М., 1985.
3. Порфирьев С. Г., Мозгунов В. Г. и др. Льноуборочный комбайн. Автор. свид. № 350424. Б. И., 1972, № 29.
4. Порфирьев С. Г., Мозгунов В. Г. и др. Очесывающий аппарат льноуборочной машины. Автор. свид. № 671777, Б. И., 1979, № 25.
5. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969.
6. Порфирьев С. Г., Мозгунов В. Г. К обоснованию оптимальных параметров щелевого очесывающего аппарата льноуборочного комбайна//Совершенствование эксплуатации машинно-тракторного парка: Тр./ВСХИЗО, вып. 99. М., 1975.
7. Порфирьев С. Г., Мозгунов В. Г. и др. Изыскание и исследование рабочих органов для очеса и плющения стеблей льна к универсальному льноуборочному агрегату: Научн. отчет/Костромской СХИ. Кострома, 1976.

8. Мозгунов В. Г. Повышение качества работы щелевого очесывающего устройства льнокомбайна//Повышение производительности и качества работы сельскохозяйственных машин в условиях Нечерноземной зоны РСФСР: Тр./ВСХИЗО. М., 1985. С. 59.

УДК 621.436—52.0015

П. В. ФЕДОРОВ, канд. техн. наук,
Т. В. СМОРОДИНА, канд. техн. наук,
В. В. ГРУЗДЕВ, канд. техн. наук,
Е. Н. ФЕДОРОВА, инженер,
В. М. МЕЖЕУМОВ, инженер
(ВСХИЗО)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

В статье рассмотрены основы принципиально нового подхода к формальному описанию функционирования систем управления транспортных дизелей. В основу подхода положены кибернетические методы, базирующиеся на понятиях пространства состояний, управляемости и наблюдаемости процессов и объектов.

Современный транспортный дизель представляет собой энергетическую установку с высокой удельной мощностью, функционирующую, как правило, в условиях непрерывно меняющихся стохастических воздействий. При этом эффективность работы дизеля в значительной мере определяется степенью совершенства его системы управления.

Задачей системы управления дизелем — сложным динамическим объектом — является обеспечение наилучших показателей качества, характеризующих режимы его работы. К таким показателям относят предельно достижимые для каждого режима и условий работы дизеля топливную экономичность, низкую токсичность отработавших газов, стабильность частоты вращения коленчатого вала, оптимальное время процессов регулирования, быструю адаптацию к изменению внешних и внутренних условий работы.

Наиболее общим подходом к формальному описанию функционирования систем управления является метод, базирующийся на понятиях пространства состояний, управляемо-

сти и наблюдаемости процессов или объектов. В общем случае динамической системой будем считать совокупность заданных на упорядоченном множестве моментов времени T : множества состояний x , множества мгновенных значений входа u , переходной функции состояния и выходного отображения y . Предполагается, что множества, определяющие состояние системы, мгновенные значения входа, переходной функции состояния Φ являются топологическими пространствами, т. е. для них существуют понятия предела, окрестности и непрерывности. Система, удовлетворяющая перечисленным ограничениям, называется гладкой.

n — мерный вектор состояния x , определяющий состояние системы управления в момент времени t , несет минимальную информацию о системе, необходимую для определения ее эволюции в будущем, если также известны приложенные к системе воздействия.

Систему управления транспортным двигателем в режиме нормального функционирования (без отказов) можно описать векторно-матричным уравнением, характеризующим движение объекта:

$$\dot{\bar{x}}(t) = \bar{A}(t)\bar{x}(t) + \bar{B}(t)\bar{U}(t) + \bar{G}(t)\bar{W}(t),$$

где $\bar{x}(t)$ — n -мерный вектор состояния системы, образующий пространство состояния системы в момент времени t ;

$\bar{A}(t)$ — квадратная матрица коэффициентов дифференциального уравнения процесса n -го порядка;

$\bar{B}(t)$ — переходная матрица управления, размера $n \times p$;

$\bar{U}(t)$ — p -мерный вектор управления (вектор входа), образующий пространство входа системы в момент времени t ;

$\bar{W}(t)$ — случайный m -мерный вектор шумов возмущений;

$\bar{G}(t)$ — переходная матрица шумов возмущений размера $n \times m$.

Двигатель будем считать полностью управляемым, если он может быть переведен из некоторого начального состояния $\bar{x}(t_0)$ в желаемое состояние равновесия за конечный интервал времени $\tau (t_0 \leq t \leq t)$.

Для вектора выхода системы $\bar{y}$, образующего пространство выхода в момент t в условиях стохастической наблюдаемости, уравнение наблюдений представим в виде:

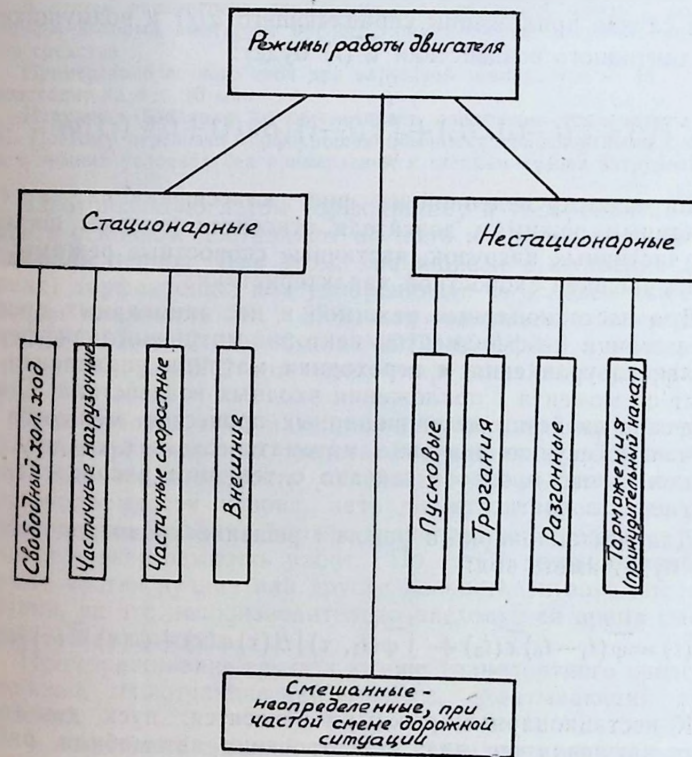
$$\bar{y}(t) = \bar{H}(t)\bar{x}(t) + \bar{E}(t)\bar{u}(t) + \bar{F}(t)\bar{v}(t),$$

где $\bar{v}(t)$ — k -мерный стохастический вектор шумов наблюдений;

$\bar{H}(t)$ — матрица наблюдений системы размера $s \times n$;

$\bar{E}(t)$, $\bar{F}(t)$ — матрицы системы размера $s \times p$ и $s \times k$ соответственно.

На рис. режимы работы двигателя представлены в наиболее общем виде.



Стационарность режима означает, что преобразование входных воздействий $u(t)$ и $W(t)$ инвариантно относительно сдвига во времени данных воздействий, а реакция системы (вектор выхода $y(t)$ и все вероятностные характеристики про-

цессов) не зависят от момента приложения входного воздействия (или от начала отсчета времени).

Для стационарной динамической системы множество входных воздействий замкнуто относительно оператора сдвига $p^\tau: u \rightarrow u'$, определяемого отношением $u' = u(t_0 + \tau)$ при всех τ и t . Переходная функция для стационарной системы (матрица перехода процесса) запишется как $\varphi(t - t_0) = \exp A(t - t_0)$.

Решением уравнения состояния для стационарного режима в случае приложения управляющего $\bar{u}(t)$ и возмущающего аддитивного воздействий $\bar{W}(t)$ будет:

$$\bar{x}(t) = \bar{\varphi}(t - t_0) \bar{x}(t_0) + \int_{t_0}^t \bar{\varphi}(t - \tau) [\bar{B} \bar{u}(\tau) + \bar{G} \bar{W}(\tau)] d\tau.$$

Согласно приведенной на рис. классификации, к стационарным режимам двигателя относятся режимы постоянных частичных нагрузок, частичные скоростные режимы, режимы внешней скоростной характеристики.

Для нестационарных режимов и нестационарных процессов матрица коэффициентов векторно-матричного дифференциального уравнения и переходная матрица управления зависят от момента t приложения входных воздействий. Статистические свойства нестационарных процессов меняются во времени. Текущее значение математического ожидания нестационарного процесса связано с текущим распределением плотности вероятности.

Для нестационарного режима решение уравнения состояния будет иметь вид:

$$\bar{x}(t) = \bar{\varphi}(t_1 - t_0) \bar{x}(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} \bar{\varphi}(t_1 - \tau) [\bar{B}(\tau) \bar{u}(\tau) + \bar{G}(\tau) \bar{W}(\tau)] d\tau.$$

К нестационарным режимам относятся: пуск двигателя, разгон коленчатого вала при трогании автомобиля, работа двигателя при разгоне автомобиля, при принудительном холостом ходе.

Смешанные режимы, непрерывно сочетающие стационарные и нестационарные стадии работы двигателя, имеют место в условиях интенсивного городского движения.

А. М. ЛОПАТИН, канд. техн. наук,
А. И. САФРИН, инженер
(Рязанский СХИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОМЕРЗАНИЯ ТОРФА В КУЗОВЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В статье рассмотрено промораживание торфяной массы с помощью прибора, который имитирует процесс, происходящий в кузове транспортного средства.

Промерзание первого слоя при наружной температуре — 15...—20°C происходит за 4...10 мин.

Наружная изоляция не обеспечивает повышение температуры выше 0°C. Поэтому перевозка торфокрошки обычными транспортными средствами в зимних условиях без примерзания к стенкам кузова затруднена.

Заготовленную летом торфокрошку и удобрения на ее основе в основном доставляют на поля и другим потребителям в зимний период. При этом, хранящиеся в штабелях (караванах) торфокрошка или удобрения на ее основе имеют в основном влажность 50...57%, заготавливаемую в соответствии с ГОСТом 12102—66 или МРТУ-46 № 313 и температуру внутри +3...+5°C при низких наружных температурах воздуха.

При вывозке этих материалов происходит их намерзание на кузов транспортных средств. Это в значительной мере снижает производительность вследствие уменьшения полезной грузоподъемности кузова, затрудняется процесс разгрузки, наблюдается поломка бортов транспортных средств и увеличивается энергоемкость работ. По этой причине требуется также частая ручная или другая доочистка кузова после разгрузки, на что непроизводительно расходуется время смены и труд механизаторов.

Промораживание груза в кузове транспортного средства — сложный теплотехнический процесс, охватывающий группу явлений:

- выделение скрытой теплоты плавления на границе промерзания;
- скачкообразное изменение агрегатного состояния системы;
- постоянное изменение физических и теплофизических характеристик торфокрошки и воды, связанной с ней;

— приток тепла к границе промерзания и к смежным с нею охлажденным слоям [1, 2].

Папазов В. Г. [3], исследуя процесс замораживания грунтов, отмечает, что скорость промораживания или скорость перемещения нулевой изотермы, или интенсивность протекающего процесса, зависит от ряда факторов:

— гранулометрического состава, физико-механических свойств (пористость, объемный и удельный вес, плотность, влажность, пластичность);

— тепловых свойств груза и материала кузова (величина теплопроводности, теплоемкость замороженных и непромороженных слоев);

— температур окружающего воздуха и перевозимого груза;

— продолжительности контакта груза с кузовом транспортного средства.

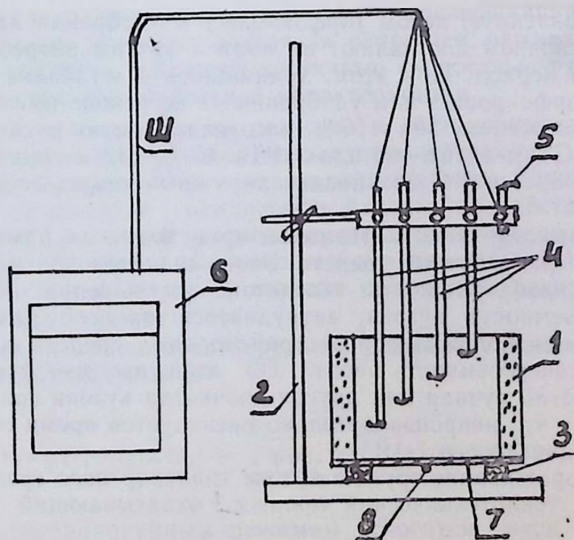


Рис. 1. Схема прибора для изучения процесса промерзания груза: 1 — коробка-имитатор; 2 — штатив; 3 — деревянный изолятор; 4 — датчики измерения температуры торфокрошки; 5 — датчик измерения температуры воздуха; 6 — потенциометр КСП-4; 7 — металлическое дно; 8 — датчик температуры дна; III — шлейф проводов для присоединения датчиков

Скорость промораживания торфяной массы изучалась в лабораторных условиях под воздействием отрицательных температур в диапазоне $-5^{\circ}\text{C} \dots -30^{\circ}\text{C}$.

Для проведения опытов нами изготовлен специальный прибор (рис. 1).

Основной частью прибора является коробка-имитатор, боковые стенки которой из пенопласта высотой 140 мм и толщиной стенок 28 мм, что обеспечивает теплоизоляцию изучаемого слоя. Дно коробки-имитатора выполнено из листовой стали, как и большинство транспортных средств, имеющих металлические кузова, толщиной 3 мм.

В качестве датчиков 4, 5, 8 использовались термодатчики хромель—капель. Спай их располагается в горизонтальной плоскости по четырем слоям торфокрошки с интервалом 5 мм. Термодатчики соединялись с шестиканальным КСП-4 потенциометром 6. Пять датчиков (термодатчики) закреплялись на штативе. Коробка-имитатор устанавливалась на два изолятора 3 из дерева.

Такая схема прибора полностью имитирует процесс промораживания, происходящий в кузове транспортного средства и позволила получить картину изменения температур в динамике и освобождает экспериментатора от постоянных наблюдений.

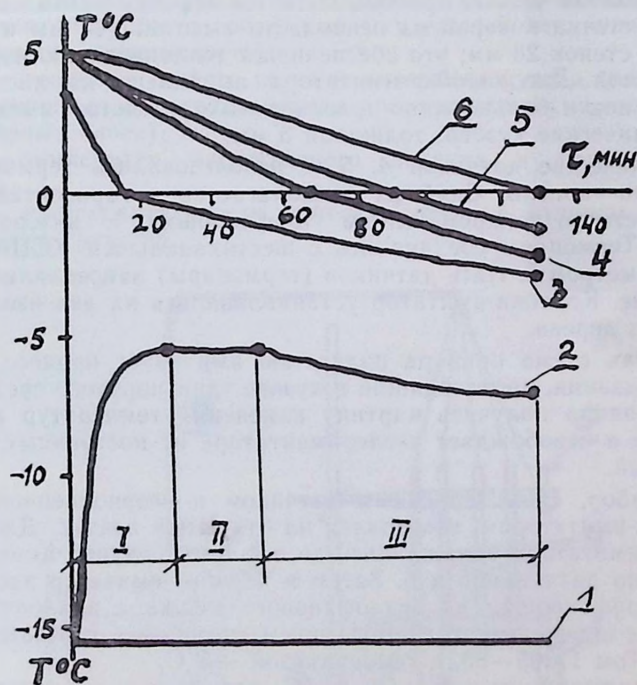
Прибор, с выставленным датчиком и незаполненной коробкой-имитатором, помещался на открытый воздух. Дно коробки-имитатора охлаждалось до его температуры. Контроль велся по датчикам 5 и 8. Затем в коробку-имитатор засыпалась торфокрошка из целлофанового мешка с влажностью, заранее определенной термовесовым способом в соответствии с ГОСТом 11305—83, и температурой $+5^{\circ}\text{C}$.

Охлаждение проводилось до тех пор, пока в слое, удаленном на 20 мм от дна (т. е. четвертый слой), температура не достигла 0°C .

В результате эксперимента была получена серия термограмм, записанных на складывающуюся диаграммную ленту (рис. 2).

Из полученных термограмм видно, что после заполнения коробки-имитатора торфокрошкой температура дна изменяется по сложной зависимости, на которой можно выделить три участка. Первый участок характеризуется значительным повышением температуры, второй — ее стабилизацией, третий — незначительным понижением.

Таблица 1



Изменение температуры дна коробки-имитатора и слоев торфокрошки

№ п. п.	Наружная температура, °C	Дно коробки-имитатора				время ста- бильной тем- пературы $\tau_{\text{стаб}}, \text{мин}$	Время достижения 0°C слоями торфокрошки, мин			
		максималь- ная темпера- тура, °C	изменения температу- ры		время повы- шения темпе- ратуры $\tau_{\text{пов}}, \text{мин}$		I	II	III	IV
			°C	%						
1	-6,2	-2	-4,2	67,7	6	18	27,8	71,2	90	—
2	-12,0	-5,8	-6,2	51,7	7,2	4,8	7,2	33,6	60	85,2
3	-13,6	-6,6	-7,0	51,4	8,4	3,6	10,8	36,0	66,6	97,2
4	-16,6	-8,2	-8,4	50,6	9,6	6,0	9,6	36,0	62,4	—
5	-20,6	-9,5	-11,1	53,8	9,6	7,2	6,0	31,2	51,6	86,4
6	-23,5	-9,2	-14,3	60,9	10,8	10,8	6,0	34,8	46,8	70,4
7	-30,0	-13,4	-16,6	55,3	12,0	10,8	4,8	52,8	42,0	67,2

69

мальной во время опытов соответственно составляла 18 мин и 10,8 мин.

В торфяной массе выделяются два характерных участка. На первом участке наблюдается резкое понижение температуры слоев до 0°C по одной закономерности, которая связана с замораживанием воды и остыванием органической части. На втором участке — незначительное понижение температуры, связанное с дальнейшим остыванием массы до температуры окружающего воздуха. При этом резкие изменения температуры происходят в первом 5-миллиметровом слое. При температуре окружающего воздуха $-6,2^{\circ}\text{C}$ температура первого слоя понизилась до 0°C за 27 мин, а при -30°C — 4,8 мин. Такая закономерность наблюдается во всех слоях, но с увеличенными интервалами времени, т. е. примерзание первого слоя торфа при температуре $-15^{\circ}\text{C} \dots -20^{\circ}\text{C}$ происходит за 4...10 мин, что практически не позволяет произвести погрузку, транспортировку и разгрузку торфокрошки.

Возникает вопрос, можно ли увеличить время повышения температуры дна с помощью наружной теплоизоляции?

Для этого на дно коробки-имитатора был нанесен слой пенополиуретана толщиной 8 мм и проводились опыты по описанной выше методике. Изоляция дна позволила в среднем увеличить участки повышения и стабилизации в 1,5...2 раза. Однако, как и в первом случае, температура дна также не повысилась до 0°C и примерзание первого слоя происходило через 4,8...56,4 мин (рис. 3).

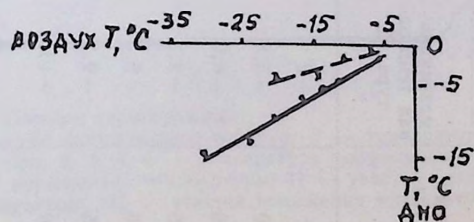


Рис. 3. Изменение максимальной температуры дна:
1 — при неизолированном дне; 2 — при изоляции дна пенополиуретаном

Выводы

1. Масса торфокрошки позволяет повысить температуру дна на 50...60%, не достигнув 0°C .
2. Промерзание первого слоя произошло за короткий период времени; около 4...10 мин при наружной температуре $-15^{\circ}\text{C} \dots -20^{\circ}\text{C}$.
3. Нанесение теплоизоляционного слоя позволяет увеличить температуру дна на $1,5^{\circ}\text{C} \dots 3,0^{\circ}\text{C}$, при этом она всегда остается ниже 0°C .
4. Перевозка торфокрошки в зимних условиях обычными транспортными средствами затрудняется из-за постоянного примерзания ее к стенкам кузова.

Список литературных источников

1. Долматов Б. И., Ласточкин В. С. Искусственное засоление грунтов в строительстве. Л.-М.: Стройиздат (Лен. отдел), 1966. 132 с.
2. Маньковский Г. Н. Теоретические исследования процесса замораживания горных пород. М.: Углетехиздат, 1956. 27 с.
3. Папазов В. Г. Исследование процесса замораживания грунтовых пород. М. — Харьков: Углетехиздат, 1951. 208 с.

УДК 631 : 372 : 629. 114.2

Е. Г. ОГНЕВА, канд. техн. наук,
А. В. ШПИЛЬКО, канд. техн. наук
(ВСХИЗО)

РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ТЯГОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОРА «GOLDONI» (СЕРИЯ 900 RS/DT) С ДВИГАТЕЛЕМ 8LD665-2/L

Впервые обоснование частоты вращения коленчатого вала и крутящего момента проектируемого двигателя мощностью от 10 до 22 л. с. (7,35...16,3 кВт) производится на основе анализа тяговой характеристики трактора.

В основу расчета тяговой характеристики трактора «Goldoni» положена регуляторная характеристика двигателя 8LD665-2/L в функции крутящего момента. Этот способ изображения регуляторной характеристики приходится применять

потому, что оказывается возможным, с одной стороны, выразить в зависимости от крутящего момента M_d обороты двигателя, а значит и скорости движения трактора; с другой стороны, выразить через крутящий момент двигателя тяговые усилия.

Таким образом, посредством крутящего момента устанавливается зависимость скорости движения трактора от тягового усилия.

Исходные данные для построения регуляторной характеристики двигателя 8LD665-2/L:

1. $n_{х.х.} = 2380$ об/мин; $M_d = 0$; $N_e = 0$; $G_h = 0,6$ кГ/ч.
2. $n_n = 2200$ об/мин; $M_{дн} = 7,16$ кГм; $N_e = 22$ л. с.; $G_h = 3,93$ кГ/ч.
3. $n(M_{\max}) = 1800$ об/мин; $M_{\max} = 7,3$ кГм; $N_e = 18,5$ л. с.; $G_h = 3,25$ кГ/ч.

Мини-трактор серии 900RS/ДТ имеет 6 скоростей переднего хода и 3 — заднего хода. Размер баллона — $8,25 \times 16''$.

Исходя из скорости, необходимо определить $i_{тр}$ -передаточное число трансмиссии для каждой из шести передач согласно формуле:

$$i_{тр} = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_d}{V} \quad (1)$$

Тогда

$$a) \text{ при } V_1 = 1,2 \text{ км/ч } i_{т1} = \frac{0,377 \cdot 0,371 \cdot 2200}{1,2} = 256,42;$$

$$б) \text{ при } V_2 = 2,6 \text{ км/ч } i_{т2} = \frac{0,377 \cdot 0,371 \cdot 2200}{2,6} = 118,34;$$

$$в) \text{ при } V_3 = 5,2 \text{ км/ч } i_{т3} = 59,17;$$

$$г) \text{ при } V_4 = 6,8 \text{ км/ч } i_{т4} = 45,25;$$

$$д) \text{ при } V_5 = 14,2 \text{ км/ч } i_{т5} = 21,66;$$

$$е) \text{ при } V_6 = 28 \text{ км/ч } i_{т6} = 10,99.$$

$$r_k = 25,4 \cdot \left(\frac{d}{2} + 0,8 \text{ В} \right) = 25,4 \cdot \left(\frac{16}{2} + 0,8 \cdot 8,25 \right) = 370,84 \text{ мм} = 0,371 \text{ м}.$$

Во втором квадрате строим зависимости теоретической скорости передвижения трактора для каждой из 6 передач от крутящего момента двигателя.

Для I-й передачи

$$V_{т1} = 1,29 \text{ км/ч } (P_{кр1} = 0; n_d = 2370 \text{ об/мин});$$

Для II-й передачи

$$V_{т2} = 2,76 \text{ км/ч } (P_{кр2} = 0; n_d = 2340 \text{ об/мин});$$

Для III-й передачи

$$V_{т3} = 5,48 \text{ км/ч } (P_{кр3} = 0; n_d = 2320 \text{ об/мин});$$

Для IV-й передачи

$$V_{т4} = 7,1 \text{ км/ч } (P_{кр4} = 0; n_d = 2300 \text{ об/мин});$$

Для V-й передачи

$$V_{т5} = 14,46 \text{ км/ч } (P_{кр5} = 0; n_d = 2240 \text{ об/мин}).$$

При $n_d = 0$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V_5 = 0.$$

В четвертом квадрате строим зависимости силы тяги на крюке трактора от крутящего момента двигателя:

$$P_{кр} = P_k - P_i, \quad (2)$$

где P_k — касательная сила тяги,

$$P_k = \frac{M_d \cdot i_{мр} \cdot r_{мр}}{r_k} \quad (3)$$

P_i — сила сопротивления трактора самопередвижению.

$$P_i = f \cdot G. \quad (4)$$

$G = 1240$ кГ; $f = 0,18$ (свежевспаханное поле); $\eta_{тр} = 0,9$.

$$P_{кр} = \frac{0,9}{0,371} \cdot M_d \cdot i_{тр} - 223,2.$$

Для $M_{дн} = 7,16$ кГм;

$$P_{кр1} = 4320,62 \text{ кГ};$$

$$P_{кр2} = 1832,43 \text{ кГ};$$

$$P_{кр3} = 804,61 \text{ кГ};$$

$$P_{кр4} = 562,77 \text{ кГ};$$

$$P_{кр5} = 152,86 \text{ кГ}.$$

В третьем квадрате строим зависимость буксования трактора от силы тяги на крюке $P_{кр}$.

Параметр относительной силы тяги на крюке трактора:

$$P = \frac{P_{кр}}{\varphi \lambda G}, \quad (5)$$

где $\varphi \lambda G = P_{к \max}$ — максимальная касательная сила тяги, которую могут создать двигатели при «допустимом» буксовании.

$$P_{кр} = P \cdot \phi \lambda G. \quad (6)$$

В таблице 1 приведены значения δ и $P_{кр}$ в зависимости от P .

Таблица 1

P	0	0,4	0,6	0,65	0,7	0,8
δ	0	0,084	0,136	0,152	0,18	0,27
$P_{кр}$	0	277,76	416,64	451,36	486,08	535,52

$\phi = 0,7$ (коэффициент сцепления движителей с почвой на вспаханном поле);

$\lambda = 0,8$ (отношение сцепного и полного веса трактора).

Расчет тяговых показателей мини-трактора серии 900RS/ДТ при работе на первой передаче по вспаханному полю.

Таблица 2

$P_{кр},$ кГ	δ	$1-\delta$	$V_{т},$ км/ч	$V_{д},$ км/ч	$N_{кр},$ л. с.	$G_{т},$ кГ/ч	$g_{кр},$ г/л.с.ч	$N_{с},$ л. с.	$\gamma_{тяг}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	1	1,29	1,29	0	0,75	∞	1,5	0
436,08	0,18	0,82	1,25	1,02	1,845	1,2	650,4	4,0	0,46

На второй передаче

Таблица 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	1	2,76	2,76	0	1,0	∞	3,0	0
436,08	0,18	0,82	2,7	2,214	3,985	1,76	441,6	7,6	0,52

На третьей передаче

Таблица 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	1	5,48	5,43	0	1,35	∞	5,0	0
436,08	0,18	0,82	5,4	4,428	7,971	2,95	370,09	15,8	0,50

На четвертой передаче

Таблица 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	1	7,1	7,1	0	1,55	∞	7,0	0
436,08	0,18	0,82	6,8	5,576	10,038	3,7	358,6	20,5	0,489

Зависимости тяговых показателей от силы тяги на крюке строятся в третьем квадрате.

Исходя из значения максимальной касательной силы тяги $P_{кр} = 709,28$ кГ при допустимом буксовании $\delta = 18\%$, устанавливаем

Для I-й передачи

$$M_{д1} = 1,15 \text{ кГм}, n_{д1} = 2360 \text{ об/мин};$$

Для II-й передачи

$$M_{д2} = 8,5 \text{ кГм}, n_{д2} = 2300 \text{ об/мин};$$

для III-й передачи

$$M_{д3} = 5 \text{ кГм}, n_{д3} = 2240 \text{ об/мин};$$

для IV-й передачи

$$M_{д4} = 6,5 \text{ кГм}, n_{д4} = 2220 \text{ об/мин}.$$

Анализ показывает, что при работе мини-тракторов в диапазоне скоростей 5...7 км/ч следует проектировать двигатель с частотой вращения коленчатого вала — 2200 об/мин и крутящим моментом от 3 до 7 кГм соответственно для мощности от 10 до 20 л. с.

УДК 631.331.5

Ф. В. ГРИЩЕНКО, докт. с.-х. наук,
П. Н. ЗАГОРУЙКО, инженер
(Рязанский СХИ)

ПОВЫСИТЬ УРОЖАЙНОСТЬ СЕЯНЫХ КОРМОВЫХ ТРАВ

В статье представлены материалы производственных испытаний зерно-травяной сеялки, созданной в Рязанском сельскохозяйственном институте, в сравнении со стандартными сеялками СЗУ-3,6 и СЗТ-3,6.

Дано подробное описание отличительных особенностей экспериментальной сеялки от применяемых в настоящее время в сельском хозяйстве образцов.

Сено, полученное из сеяных трав, представляет весьма ценный корм для домашних животных. Особенно ценным является сено, полученное из таких трав, как клевер, люцерна, костер безостый, овсяница луговая, ежа сборная, мятлик и некоторые другие.

Семена вышеперечисленных трав имеют незначительные размеры, в связи с чем нормы высева их на один гектар составляют всего лишь 10...20 кг. Современные сеялки высевать семена в чистом виде с такими малыми нормами не могут. Работники сельского хозяйства на местах для получения удовлетворительного качества посева применяют различные наполнители (добавки). В качестве наполнителей используются песок, опилки, торфяная крошка, гранулированные удобрения и др. Однако даже после тщательного перемешивания семян с добавками желаемого качества посева не получается. Причиной этому является то, что семена и наполнители резко отличаются между собой и по размерам, и по форме, и по массе. В связи с чем при севе происходит разделение их на исходные компоненты. Такое разделение семян и добавок приводит к резкому ухудшению равномерности распределения семян в почве. Если же иметь в виду, что и катушечные высевальные аппараты, применяемые в настоящее время на зернотравяных сеялках, подают семена в семяпроводы порциями, то неравномерность распределения их еще более ухудшается.

Имея вышесказанное в виду, в Рязанском сельхозинституте создано устройство, которое при установке на зерновых сеялках во время посева семян трав полностью устраняет вышеперечисленные недостатки современных зернотравяных сеялок. Устройство включает в себя:

- ворошитель-нагнетатель семян;
- роторно-лопастной высевальной аппарат;
- пальчиковый выравниватель потока семян, поступающих в семяпровод.

Ворошитель-нагнетатель расположен внутри семенного ящика сеялки над окнами в днище, через которые в корпуса роторно-лопастных высевальных аппаратов поступают семена.

Если семена текучие, как например семена клевера, то в этом случае ворошитель-нагнетатель не требуется и он отключается. Если же семена нетекучие (семена костра безостого, овсяницы луговой и др.), то ворошитель-нагнетатель должен быть включен в работу.

Конструкция ворошителя-нагнетателя проста. Она включает в себя вал, на котором закреплено по две лопасти над каждым окном под углом одна относительно другой равным 180° . Наружные концы лопастей загнуты по ходу вращения вала по параболическим кривым. Если каждая из лопастей при вращении вала производит ворошение семян, то наружные концы их, при прохождении над окнами в днище ящика, нагнетают семена в корпуса роторно-лопастных высевальных аппаратов (рис. 1).

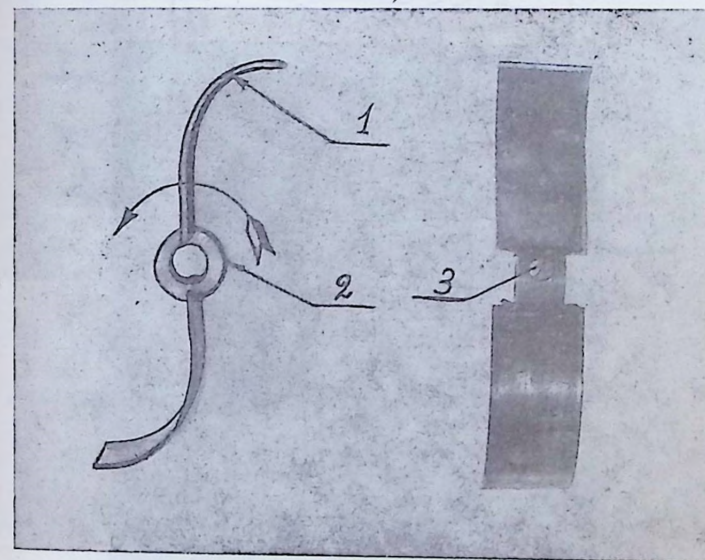


Рис. 1. Ворошитель-нагнетатель семян:
1 — лопасти; 2 — втулка; 3 — стопорный болт

Основными частями роторно-лопастного высевального аппарата (рис. 2) являются ротор с четырьмя лопастями, расположенными одна относительно другой под углом 90° (на рис. 2 он не показан), правая боковина (также на рис. 2 не показана), 1 — задняя часть днища корпуса, 2 — левая боковина, 3 — высевное окно, 4 — направляющие регулировочной заслонки, с помощью которой производится регулирование нормы высева, 5 — регулировочная заслонка, 6 — пальчиковый

вый выравниватель потока семян, 7 — втулка выравнивателя потока семян, 8 — вал ротора, 9 — подшипник вала ротора.

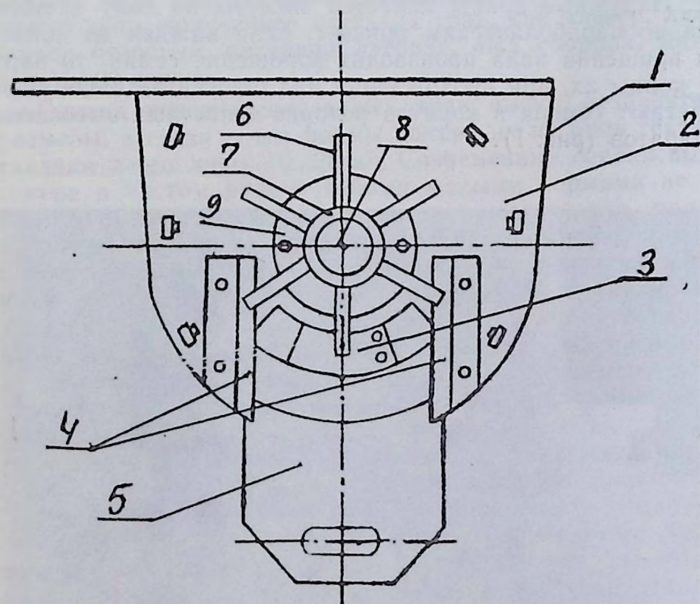


Рис. 2. Роторно-лопастной высевальной аппарат и пальчиковый выравниватель потока семян (вид с левой стороны): 1 — задняя часть днища корпуса; 2 — левая боковина; 3 — высевное окно; 4 — направляющие регулировочной заслонки; 5 — регулировочная заслонка; 6 — пальчик выравнивателя потока семян; 7 — втулка выравнивателя потока семян; 8 — вал ротора; 9 — подшипник вала ротора

Этот аппарат в 1985 году демонстрировался на ВДНХ СССР и был удостоен бронзовой медали. В том же году он демонстрировался на выставке в ВНИМе. В 1986 году в журнале «Техника в сельском хозяйстве» № 3 была помещена наша статья «Высевальной аппарат для овощных культур».

в которой представлена и схема роторно-лопастного аппарата.

В текущем году, уже не аппарат, а устройство в целом, также демонстрировалось на ВДНХ СССР. Оценка экспоната пока еще не известна.

Пальчиковый выравниватель потока семян состоит из втулки и шести пальчиков (рис. 3). Место его установки — это пространство между левой боковиной корпуса высевального аппарата и отбортованной верхней частью регулировочной заслонки.

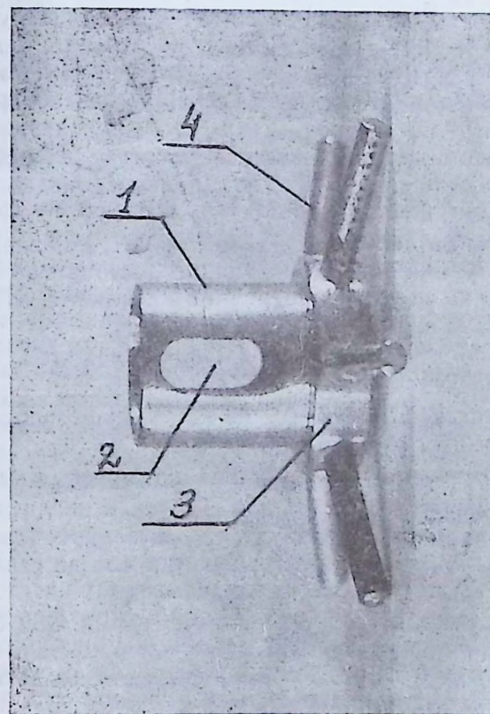


Рис. 3. Пальчиковый выравниватель потока семян: 1 — втулка выравнивателя; 2 — отверстие для регулирования положения пальчикового выравнивателя в пространстве между левой боковиной корпуса высевального аппарата и отбортованной верхней частью регулировочной заслонки; 3 — утолщенная часть втулки, в которой крепятся пальчики; 4 — пальчик

В 1986 году вышеописанное устройство было установлено на сеялке СЗУ-3,6. Поскольку весной в учхозе травы не высеивались, было решено переоборудованной сеялкой посеять ячмень. Посев производили на поле, площадь которого равнялась 100 га. 50 гектар засеяли экспериментальной сеялкой и 50 — сеялкой СЗУ-3,6 (узкорядной). Осенью собрали урожай. На опытно-производственных посевах он был собран по 39,45 центнера с каждого гектара, на контрольных по 34,7 ц/га.

По завершении сева ячменя в учхозе института экспериментальная сеялка сразу же была перевезена в совхоз «Павловский» Рязанского района, специализирующийся на семеноводстве трав. Там ею было засеяно коостром безостым 40 гектар и овсяницей луговой 50 гектар. На такой же площади сеялкой СЗТ-3,6 были произведены контрольные посевы.

На посевах коостра безостого урожай зеленой массы на опытных посевах был выше, чем на контрольных, на 20%, а на посевах овсяницы луговой — на 23%.

В процессе проведения лабораторных и полевых исследований были установлены следующие достоинства экспериментальной сеялки перед зернотравяной сеялкой (СТЗ-3,6) и узкорядной (СЗУ-3,6).

1. Роторно-лопастные высевающие аппараты не повреждают семена.

2. При посеве насыпных семян трав не требуется применение наполнителей (добавок).

3. Диапазон высева семян без применения наполнителей от 4 до 400 кг/га.

4. Равномерность высева семян как зернобобовых культур, так и трав, в 2...3 раза выше, чем при посеве сеялками с катушечными высевающими аппаратами.

5. У современных зернотравяных сеялок СЗТ-3,6 установлено по два рабочих органа: один — ворошитель семян, второй — нагнетатель. На сеялке Рязанского сельхозинститута обе операции выполняются одним рабочим органом — ворошителем-нагнетателем.

УДК 631.356.46

Н. В. БЫШОВ, инженер
(Рязанский СХИ)

К ВОПРОСУ О ВЫНОСНОЙ СЕПАРАЦИИ В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ

В статье рассмотрены рабочие органы картофелеуборочных машин с различными принципами сепарации и необходимость усовершенствования картофелеуборочного комбайна КПК-3 методом выносной сепарации.

Одной из наиболее трудоемких работ при возделывании картофеля является уборка, на которую приходится до 70% общих затрат, связанных с производством данной культуры. Наиболее перспективным способом уборки является комбайновый, которым в настоящее время убирается до 50% всех площадей, занятых под этой культурой. Однако опыт эксплуатации картофелеуборочных комбайнов в различных районах страны выявил и их недостатки при работе в тяжелых почвенных условиях из-за несовершенства, главным образом, сепарирующих рабочих органов.

В современных картофелеуборочных машинах применяются следующие виды сепарирующих рабочих органов:

а) рабочие органы, работающие на принципе отсеивания (прутковые элеваторы, грохоты, ротационные сепараторы);

б) рабочие органы, работающие на принципе выносной (транспортной) сепарации. К ним относятся сепарирующие горки, транспортеры со шнековым клубнеотражателем и другие. Эти рабочие органы получают все большее распространение в картофелеуборочных комбайнах, так как в отличие от первых на них отделяются не только почва, но и растительные остатки (ботва, сорняки);

в) комбинированные рабочие органы, которые применены в картофелеуборочном комбайне КПК-3, где при помощи установок шнекового клубнеотражателя под прутковым элеватором осуществляется сепарация почвы по двум признакам: просевному и выносному.

Однако, как показала практика, применение картофелеуборочного комбайна КПК-3 в условиях Рязанской и других областях Нечерноземной зоны РСФСР, имеющиеся в комбайне сепараторы не обеспечивают полного отделения клубней. В частности, наблюдалось высокое поступление растительных

остатков (столонов, корней, сорняков) вместе с клубнями в бункер-накопитель, что, естественно, значительно влияет на увеличение затрат ручного труда при послеуборочной обработке. Наличие растительных остатков в клубневой массе заметно сказывается на качестве и длительности хранения клубней при временном буртировании.

Исследования технологических схем современных картофелеуборочных машин как отечественного, так и зарубежного производства, привели к тому, что перед транспортировкой клубней в бункер-накопитель в КПК-3 необходим дополнительный рабочий орган, который бы исключил возможность попадания растительных остатков в клубни.

Простейшим устройством такого типа может служить пальчиковая горка, аналогичная применяемой в картофелеуборочных комбайнах ККУ-2А.

Для повышения эффективности отделения под горкой необходимо установить либо шнековый клубнеотражатель, либо колеблющуюся клубнеотражающую гребенку [2], либо щеточный барабан. Последний вариант описанного устройства — так называемая лента Пейса — патент № 1160682 (ФРГ) [1].

Таким образом, применение в картофелеуборочном комбайне КПК-3 дополнительного сепарирующего рабочего органа предложенной выше конструкции позволит:

- значительно снизить, а в некоторых случаях полностью исключить поступления в бункер-накопитель растительных остатков и комков почвы;

- уменьшить затраты ручного труда при послеуборочной доработке;

- повысить длительность хранения и качество клубней в период временного буртирования.

Список литературных источников

1. Петров Г. Д. Картофелеуборочные машины. М.: Машиностроение, 1984. С. 320.
2. Сорокин А. А., Кривошеев В. Ю. Определение оптимальной скорости полотна сепарирующей горки картофелеуборочного комбайна // Тракторы и сельхозмашины. 1984. № 4. С. 39.

Е. И. КАРНАУХОВ, канд. техн. наук,
В. И. ПОЛИКАРПОВ, канд. техн. наук,
И. А. УСПЕНСКИЙ, канд. техн. наук
(Рязанский СХИ)

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ККУ-2А и КПК-3

Приведены результаты исследований функционирования картофелеуборочных комбайнов в тяжелых почвенно-климатических условиях. Даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию комбайновой уборки картофеля.

В связи с расширением применения интенсивных технологий возделывания картофеля возникает необходимость его механизированной уборки в различных климатических зонах страны. По сравнению с картофелекопалем применение комбайнов сокращает потери клубней в 3—5 раз, а потребность в рабочей силе с 40—45 до 8—10 человек на гектар. Однако в настоящее время комбайнами фактически убирают не более 50% площадей, занятых под картофелем. Это объясняется тем, что культура возделывается на тяжелосуглинистых и среднесуглинистых почвах, имеющих к моменту уборки урожая повышенную или пониженную влажность. Поэтому при осуществлении уборочных операций приходится иметь дело с пластичным клубнеосным пластом или твердыми почвенными комками, что в одинаковой мере затрудняет процесс сепарации.

С целью проверки надежности функционирования картофелеуборочных комбайнов ККУ-2А и КПК-3 в тяжелых почвенно-климатических условиях в 1987—1988 годах кафедрой «Сельскохозяйственные машины» Рязанского сельскохозяйственного института на полях колхоза «40 лет Октября» Рязанского р-на проводились исследования этих машин по ОСТ 70.8.5.74.

Характеристика участков посадок картофеля, на которых проводились исследования: тип почвы — тяжелый суглинок, твердость почвы на глубине 25 см — 170 н/см², абсолютная влажность на глубине 25 см — 30%, количество сорняков на

1 м² — 50 шт., предшественник — яровая пшеница, вид посадки — гребневой, биологическая урожайность — 102 ц/га. Комбайны агрегатировались с трактором МТЗ-82. За период испытаний комбайном КПК-3 было убрано 31,2 га, а ККУ-2А 19,3 га.

По эксплуатационным и экономическим показателям картофелеуборочный комбайн КПК-3 имеет преимущество перед ККУ-2А. Производительность трехрядной машины оказалась в 1,6 раза выше, чем у двухрядной. Показатели работы картофелеуборочного комбайна улучшились бы при агрегатировании с более мощным трактором. Установлено также, что комбайн КПК-3 допускает меньше потерь клубней на 20...25%, но в то же время увеличивает на 20...30% все виды повреждений картофеля.

Это происходит в значительной степени из-за ненадежной работы шнеков-интенсификаторов, объясняемой нарушением их геометрической схемы и недостаточным диапазоном регулирования. Сравнительные исследования функционирования картофелеуборочных комбайнов в сложных почвенно-климатических условиях показали в целом более надежное выполнение технологического процесса картофелеуборочным комбайном КПК-3.

Повышение эффективности уборки картофеля может быть достигнуто не только за счет совершенствования конструкций комбайнов, но и применением технологий возделывания, обеспечивающих получение, по сравнению с традиционной, меньшей плотности почвы в зоне роста клубней и, соответственно, более высокой урожайности.

УДК 631.358 : 633.521

С. Г. ПОРФИРЬЕВ, канд. техн. наук
(Костромской СХИ),

В. А. МАСЛЕННИКОВ, инженер
(Ивановский СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧЕСА ЛЬНА В ОЧЕСЫВАЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ ЛЬНОКОМБАЙНА

В статье дан анализ технологического процесса очеса семенных коробочек льна-долгунца аппаратом с поступательно-круговым движением гребней, выявлены его существенные недостатки, предложена конструкция

нового универсального комбинированного битерно-гребневого очесывающего аппарата и приведены результаты их сравнительных испытаний.

Технологический процесс очесывания льна-долгунца гребневым очесывающим аппаратом можно условно разделить на ряд последовательных фаз: разделение слоя стеблей зубьями на элементарные полосы, их уплотнение, расчесывание стеблей и отрыв или разрушение семенных коробочек, вынос коробочек, семян и путанины зубьями из ленты [1]. Качественные показатели этого процесса: чистота очеса, повреждаемость стеблей, отход их в путанину и потери семян выносом с лентой определяются не только параметрами конструкции и режимом работы аппарата, но и в существенной степени зависят от величины подачи и состояния ленты льна. Так, работая на прямостоящем, неярском льне аппарат обеспечивает высокую производительность и показатели качества на уровне агротехнических требований. При работе на длинно-стебельном, полеглом, спутанном льне, с высокой коробчатостью процесс расчесывания слоя стеблей и отрыва семенных коробочек значительно затрудняется и сопровождается многократным повышением их повреждаемости, отхода в путанину и потерь семян.

Следовательно, качество работы гребневого очесывающего аппарата может быть существенно улучшено, если осуществить предварительную подготовку слоя льна — параллелизовать стебли, нарушить связи между ними и частично очесать семенные коробочки. Это может быть достигнуто, например, установкой перед гребневым очесывающим аппаратом пары расположенных друг над другом с рабочим зазором и под острым углом к зажимному транспортеру битеров. Выполнение этого условия приводит к появлению универсального комбинированного битерно-гребневого очесывающего устройства, реализующего новый способ очеса льна, сущность которого заключается в следующем [2]. Лента льна, подаваемая зажимным транспортером в камеру очеса, в которой последовательно расположены пара битеров и гребневой очесывающий аппарат, очесывается в два приема. Битеры, захватывая в зазор между бичами ленту, за счет мгновенных сил трения натягивают и параллелизуют стебли, нарушают связи между ними и частично очесывают семенные коробочки. Гребневой аппарат, работая в условиях предварительно подготовленного и частично очесанного слоя, доочесывает ленту с минимальной повреждаемостью стеблей, отходом их в путанину и по-

терями семян. Битерный и пребневой аппараты имеют индивидуальные регулируемые приводы.

Однако совмещение в одном универсальном комбинированном устройстве двух очесывающих аппаратов, каждый из которых способен обеспечить не только требуемую чистоту очеса, но и другие показатели качества работы, нецелесообразно. Указанное противоречие может быть устранено путем изменения параметров конструкций, режимов работы аппаратов и рационального распределения функций между ними.

Известно [3], что битерные очесывающие аппараты обеспечивают минимальную повреждаемость и отход стеблей в путанину при чистоте очеса до 80—92%. Задаваясь чистотой очеса первой ступени устройства, равной 80%, определим число зубьев гребней, обеспечивающих полное выделение семенных коробочек и семян из ленты льна на второй ступени [1]:

$$Z = \frac{200 \cdot \pi \cdot Q \cdot V_T}{\omega \cdot Z_0 \cdot Z_r}, \quad (1)$$

где Q — интенсивность очеса, зуб/см;

V_T — скорость зажимного транспортера, м/с;

ω — угловая скорость барабана, рад/с;

Z_0 — число барабанов;

Z_r — число гребней на барабане.

Принимая в расчетах $Q=1,5$ зуб/см [4], $V_T=1,58$ м/с; $\omega=29,6$ рад/с; $Z_0=1$ и $Z_r=4$, получим число зубьев, обеспечивающих выделение оставшихся 20% семенных коробочек и семян из слоя — $Z=13$.

Для определения оптимальных параметров универсального комбинированного битерно-гребневого очесывающего устройства проведены лабораторные исследования. При этом в качестве переменных факторов были выбраны: частота вращения битеров — n , зазор между биллами — δ и линейная плотность подачи стеблей — i . С помощью метода оптимального планирования эксперимента изучалось их влияние на показатели качества работы устройства: чистоту очеса, повреждаемость и отход стеблей в путанину, потери семян выносом с лентой. Для решения поставленной задачи был выбран центральный композиционный ротатбельный план, который, как известно, при числе факторов $K=3$ является наиболее целесообразным [5, 6]. При этом описание функций откликов производилось квадратичными моделями вида:

$$Y_1 = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^n b_{ij} x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} \cdot x_i^2 \quad (2)$$

Для проведения экспериментов устанавливались следующие значения величин и интервалов варьирования факторов.

Таблица 1

Факторы и их варьирование

Уровни варьирования факторов	ФАКТОРЫ		
	n , мин ⁻¹	δ , мм	i , тыс. шт/м
1. Основной уровень	550	6,00	4,000
2. Верхний уровень	700	8,00	6,000
3. Нижний уровень	400	4,00	2,000
4. Интервал варьирования	150	2,00	2,000
5. Звездные точки	300	2,64	0,656
	800	9,36	7,364

Задаваясь доверительной вероятностью $\alpha=0,9$ и допустимой ошибкой ϵ , выраженной в долях среднеквадратического отклонения σ , равной 2,0 определяли число повторностей опытов $m=3$ [6]. С целью исключения влияния внешних факторов с использованием таблицы случайных чисел проводилась рандомизация опытов. Кодирование факторов выполняли по известным зависимостям.

В результате реализации матрицы ротатбельного плана Бокса получены результаты, которые были подвергнуты математической обработке по методике, изложенной в [8]. При этом проводился расчет коэффициентов моделей и оценивалась их статистическая значимость по t -критерию Сьюдента. После раскодирования факторов были получены следующие модели процесса:

$$Y_1 = 97,82512 + 3,28024 \cdot 10^{-3} \cdot n + 0,13500 \cdot \delta + 0,11286 \cdot i - 1,54167 \cdot 10^{-4} \cdot n \cdot i - 1,48622 \cdot 10^{-6} \cdot n^2 - 0,01544 \cdot \delta^2, \quad (3)$$

$$Y_2 = 27,95862 + 2,02730 \cdot 10^{-2} \cdot n - 2,24248 \cdot \delta + 2,25541 \cdot i - 1,94583 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot \delta + 0,26687 \cdot \delta^2 - 0,19003 \cdot i^2, \quad (4)$$

$$Y_3 = 1,86540 + 14,49668 \cdot 10^{-4} \cdot n - 3,72800 \cdot 10^{-2} \cdot \delta - 40,78467 \cdot 10^{-2} \cdot i + 6,66667 \cdot 10^{-5} \cdot n \cdot i - 2,38578 \cdot 10^{-6} \cdot n^2 + 6,90750 \cdot 10^{-3} \cdot \delta^2 + 5,37450 \cdot 10^{-2} \cdot i^2. \quad (5)$$

$$Y_4 = 3,92201 - 12,01446 \cdot 10^{-3} \cdot n + 0,20086 \cdot \delta - 0,14742 \cdot i - 7,20833 \cdot 10^{-4} \cdot n \cdot \delta + 0,03656 \cdot \delta \cdot i + 1,32427 \cdot 10^{-5} \cdot n^2 + 1,39525 \cdot 10^{-2} \cdot \delta^2 + 2,27900 \cdot 10^{-2} \cdot i^2, \quad (6)$$

где Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 — соответственно значения чистоты очеса, повреждаемости стеблей, отхода стеблей в путанину и потерь семян с лентой, %.

Полученные модели проверялись на адекватность и воспроизводимость по критериям Фишера и Кохрена [6, 8].

С целью определения оптимальных параметров комбинированного битерно-гребневого очесывающего устройства, соответствующих экстремальным значениям Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 , был разработан алгоритм (см. рисунок), на основе которого составлена программа решения задач на ЭВМ ЕС-1033. Результаты расчетов по ней представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оптимизации по частным критериям

Критерий оптимизации	Величина критерия, %	Значения факторов		
		n мин ⁻¹	δ , мм	i , тыс. шт./м
1. Чистота очеса, $Y_{1 \max}$	99,762	800	4,20	0,636
2. Повреждаемость стеблей, $Y_{2 \min}$	27,850	300	5,20	0,636
3. Отход стеблей в путанину, $Y_{3 \min}$	0,860	800	2,80	3,200
4. Потери семян с лентой, $Y_{4 \min}$	0,503	800	2,64	0,636

Оптимальные параметры комбинированного очесывающего устройства по компромиссному критерию определялись по формулам [9]

$$n_{\text{opt}} = \frac{\sum_{j=1}^m n_j}{m}; \delta_{\text{opt}} = \frac{\sum_{j=1}^m \delta_j}{m}; i_{\text{opt}} = \frac{\sum_{j=1}^m i_j}{m}, \quad (7)$$

где m — число критериев оптимизации;

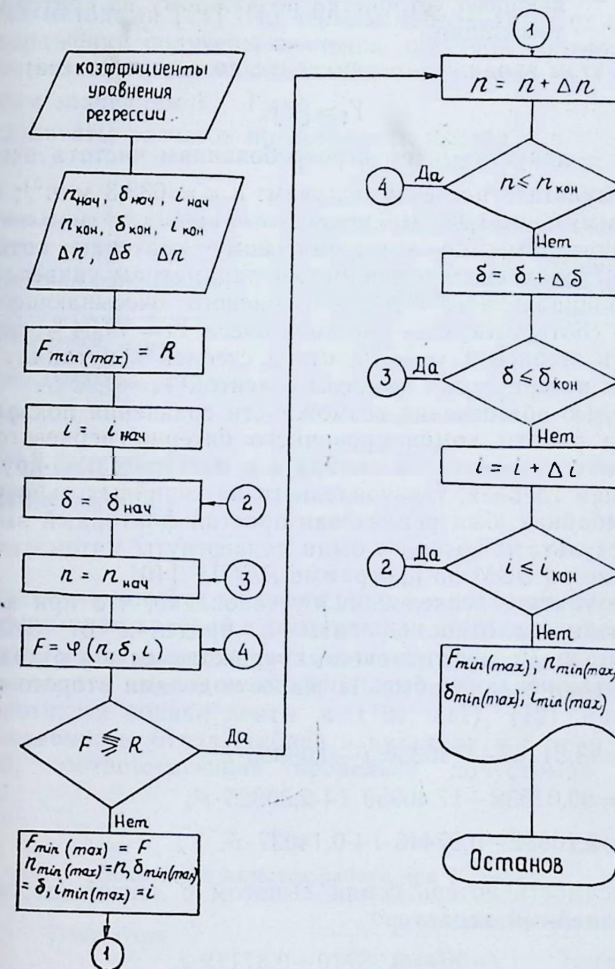


Рис. Блок-схема алгоритма определения оптимальных параметров универсального комбинированного очесывающего устройства

n_j, δ_j, i_j — оптимальные параметры комбинированного очесывающего устройства по каждому из критериев оптимизации.

При этом вводилось ограничение по чистоте очеса:

$$Y_1 \geq [Y], \quad (8)$$

где $[Y]$ — допустимая по агротребованиям чистота очеса.

В результате расчетов получим: $n_{орт} = 633,3 \text{ мин}^{-1}$; $\delta_{орт} = 3,55 \text{ мм}$; $i_{орт} = 1,49 \text{ тыс. шт./м}$.

Рассчитанным по компромиссному критерию оптимальным конструктивным и режимным параметрам универсального комбинированного битерно-гребневого очесывающего устройства соответствуют: — чистота очеса $Y_1 = 99,54\%$, повреждаемость стеблей $Y_2 = 34,76$, отход стеблей в путанину $Y_3 = 1,36$ и потери семян выносом с лентой $Y_4 = 0,92\%$.

С целью обеспечения возможности сравнения показателей качества работы комбинированного битерно-гребневого очесывающего устройства и аппарата с поступательно-круговым движением гребней, установленного на серийных льноуборочных комбайнах, был реализован простой факторный эксперимент, результаты которого были подвергнуты математической обработке на ЭВМ по программе REGIF [10].

В результате исследований установлено, что при изменении линейной плотности ленты в пределах от 0,636 до 7,364 тыс. шт/м, чистота очеса, повреждаемость и отход стеблей в путанину могут быть описаны моделями второго порядка вида:

$$Y'_1 = 98,81767 + 0,40356 \cdot i - 0,08365 \cdot i^2; \quad (9)$$

$$Y'_2 = 60,01532 - 17,46959 \cdot i + 2,30325 \cdot i^2; \quad (10)$$

$$Y'_3 = 2,70882 - 0,97416 \cdot i + 0,14037 \cdot i^2. \quad (11)$$

Зависимость потерь семян выносом с лентой от подачи имеет линейный характер:

$$Y'_4 = 0,78710 + 0,37112 \cdot i. \quad (12)$$

Средняя абсолютная и максимальная относительная ошибки при расчете по формулам (9) — (12) не превышали соответственно 0,17 и 1,4%, а величины корреляционных отношений и коэффициент корреляции варьировали в пределах 0,86...0,93.

Полученные модели исследовались на экстремум классическими методами [11]. По первым производным от полученных выражений получены значения линейной плотности ленты, соответствующие максимуму чистоты очеса Y'_1 и минимальным значениям Y'_2, Y'_3, Y'_4 .

Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3
Оптимальные показатели работы гребневого очесывающего аппарата

Критерий оптимизации	Величина критерия, %	Оптимальная плотность ленты, тыс. шт/м
1. Чистота очеса, $Y'_{1\max}$	99,30	2,41
2. Повреждаемость стеблей, $Y'_{2\min}$	23,89	3,79
3. Отход в путанину, $Y'_{3\min}$	1,03	3,47
4. Потери семян, $Y'_{4\min}$	1,02	0,636

Ограничив чистоту очеса аппарата с поступательно-круговым движением гребней в соответствии с (8), подставив в (9) $Y'_1 = 98\%$ и решив его, получим величину предельной для данного аппарата подачи стеблей. Подставив полученное значение плотности подачи ленты в (10), (11), (12), определим повреждаемость, отход стеблей в путанину и потери семян с лентой, соответствующие предельно допустимой чистоте очеса.

Таблица 4
Показатели качества работы при $Y'_1 = [Y]$

Показатели	Тип очесывающего аппарата	
	комбинированный	гребневой
1. Чистота очеса, %	99,45	93,00
2. Повреждаемость стеблей, %	33,50	33,52
3. Отход стеблей в путанину, %	1,54	3,95
4. Потери семян выносом с лентой, %	1,62	3,03

Подстановка значения предельной плотности подачи ленты в (3—6) дает следующие значения показателей качества работы универсального комбинированного битерно-гребневого очесывающего устройства (табл. 4).

Результаты исследований показывают, что при практически одинаковой повреждаемости стеблей универсальный комбинированный битерно-гребневый очесывающий аппарат обеспечивает, по сравнению с гребневым аппаратом, при максимальной для него подаче повышенные чистоты очеса на 1,48%, снижение отхода стеблей в путанину на 61 и потерь семян выносом с лентой на 46,54%. При одинаковых показателях качества работы новый рабочий орган будет иметь производительность на 22—25% выше по сравнению с серийным.

Список литературных источников

1. Хайлис Г. А., Быков Н. Н., Бухаркин В. Н., Васильев Г. К., Можаров Б. П. Льюнборочные машины. М.: Машиностроение, 1985.
2. Порфирьев С. Г., Масленников В. А. и др. Способ отделения семенных коробочек от стеблей льна и устройство для его осуществления. Положительное решение Госкомизобретений от 29.09.87 по заявке № 4170344/30—15(183630) от 30.12.86.
3. Бухаркин В. Н., Пытченко Р. В. Роторный очесывающий аппарат//Лен и конопля. 1986. № 1, с. 30—31.
4. Можаров Б. П. Исследование, обоснование и разработка аппарата для обмолота льна-долгунца: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.: ВНСХОМ, 1968.
5. Тихомиров В. Н. Планирование и анализ эксперимента. М.: Легкая индустрия, 1974, с. 92.
6. РТМ 23.236—73. Основы планирования эксперимента в сельскохозяйственных машинах. М.: 1974.
7. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Рошин П. М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1980.
8. Зедгинидзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М.: Наука, 1976.
9. Рывкин А. А., Рывкин А. З., Хренов Л. С. Справочник по математике. М.: Высшая школа, 1964.
10. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ. Пакет научных программ. Руководство для программиста: Ч. 6. Вып. 10. Изд. второе, исправленное// Институт математики. Минск, Изд. АН БССР, 1979, с. 116—119.
11. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. М.: Наука, 1985, с. 152—166.

УДК 631.363.28

А. И. ЗАВРАЖНОВ, канд. техн. наук,
С. А. ПИМКИН, инженер
(Флодоовощной институт
им. И. В. Мичурина)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЛАЖНОГО ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ КОРМОВ В ЛЕНТОЧНОМ ПРЕССЕ

Представлены результаты экспериментальных исследований механического обезвоживания зеленой массы люцерны и ботвы сахарной свеклы на установке, являющейся точной копией участка ленточного пресса, разработанного авторами.

Процесс влажного фракционирования в ленточном прессе еще мало исследован. В отечественной литературе нет сведений о работоспособных конструкциях такого типа. Обезвоживание растительного материала в сужающемся прессовальном канале ленточного пресса происходит с параметрами, близкими к идеальному компрессионному процессу. Энергоемкость процесса, ввиду отсутствия трения между отжимаемой массой и поверхностью лент, минимальна по сравнению с прессами других типов. Поэтому исследования процесса механического обезвоживания в установке такого типа актуальны.

Исследование зависимости выхода сока при механическом обезвоживании в ленточном прессе разработанной нами конструкции [1], от целого ряда конструктивных и технологических параметров, проводилось на гидравлической разрывной машине, в устройстве, являющейся точной моделью участка пресса, выполненного в натуральную величину.

Перечень исследуемых факторов, влияющих на процесс механического обезвоживания, определялся из опубликованных в печати работ по данной тематике. В ходе предварительных опытов, выполненных по однофакторному плану, определялись степень влияния каждого фактора на эффективность обезвоживания и характер отклика параметра оптимизации. На основе этого устанавливались существенность каждого фактора и экономически оправданные диапазоны их варьирования.

Эффективным методом исследования, позволяющим получить эмпирические формулы — функции одновременного влияния многих факторов при минимальном числе опытов, является метод использования комбинационного квадрата при рациональном планировании эксперимента. Планирование эксперимента по данной методике проводится таким образом, чтобы ни в одной строке и ни в одном столбце полного комбинационного поля не было повторных сочетаний, и для каждого уровня одного из факторов другие уровни факторов встречались с одинаковой частотой.

Поэтому нами по данной методике был спланирован и затем осуществлен эксперимент по выявлению совместного влияния четырех факторов, каждый из которых может принимать пять различных значений, на процесс механического обезвоживания люцерны и ботвы сахарной свеклы.

При обезвоживании люцерны этими факторами были: давление прессования (P), время выдержки отжимаемой массы под постоянным давлением (t), длина резки растительной зеленой массы (L), удельная загрузка нижней фильтрующей перегородки (q). Для ботвы сахарной свеклы фактор времени (t) был заменен количеством повторных прессований (n), выполняемых с промежуточным перемешиванием отжимаемого растительного материала. Диапазоны варьирования факторов следующие:

- давления — 1,0...5,0 МПа;
- времени — 10...60 с;
- длины резки 1...9 см;
- удельной загрузки — 0,5...2,5 г.ЗМ/см² (для люцерны);
— 1,0...5,0 г ЗМ/см² (для ботвы);
- количества прессований — 1...5.

Полученные в ходе эксперимента данные обрабатывались на ЭВМ ЕС 1035. В результате обработки были получены уравнения множественной регрессии второго порядка. При обезвоживании люцерны полное уравнение регрессии имеет вид:

$$\Delta W_{\text{л}} = 27,4 - 1,27P + 0,15t - 0,003t^2 + 0,23L - 0,079L^2 - 1,595q^2 + 0,006Pt + 0,155PL + 1,199Pq + 0,002tL + 0,037tq + 0,013Lq.$$

Для ботвы сахарной свеклы:

$$\Delta W_{\text{б}} = 3,3 + 8,89P - 1,94L + 0,057L^2 + 18,14n - 1,791n^2 - 0,12q^2 - 0,276PL - 0,591Pn + 0,065Pq + 0,291Ln + 0,389Lq - 0,615nq.$$

Произведем статистический анализ полученных уравнений и проверим адекватность представления результатов опытов полиномом второго порядка, значимость коэффициентов регрессии и их взаимосвязь.

Табличное значение F -критерия для нашего случая при $\alpha = 0,05$ равно 1,78, расчетное в опытах по обезвоживанию люцерны равно 3,869 и ботвы сахарной свеклы — 44,152. Так как в обоих случаях $F_p > F_{\alpha}$, то предположение об адекватности математических моделей процесса механического обезвоживания люцерны и ботвы сахарной свеклы, исходя из особенностей программы расчетов F -критерия на ЭВМ, верно.

Определяем значимость полученных коэффициентов исходя из того, что коэффициенты регрессии по абсолютному значению должны превышать их доверительные интервалы.

Уравнения принимают вид:

$$\Delta W_{\text{л}} = 27,4 - 1,27P - 1,595q^2 + 1,199Pq;$$

$$\Delta W_{\text{б}} = 3,3 + 8,89P - 1,94L + 18,14n - 1,791n^2 - 0,276PL - 0,591Pn + 0,291Ln + 0,389Lq - 0,615nq.$$

Затем производим уточнение величины коэффициентов регрессии, осуществляя для этого их перерасчет. Перерасчет коэффициентов осуществляем поэтапно, отсеивая на каждом отдельном этапе только один, наименее значимый по t -критерию Стьюдента, коэффициент из всех имеющих меньшее значение от табличного. Табличное значение при числе степеней свободы, равное 50, составляет $t_{0,05} = 2,009$. Уравнения регрессии в результате осуществления вышеперечисленных математических операций принимают вид:

$$\Delta W_{\text{л}} = 27,8 - 1,04q^2 + 1,06Pq;$$

$$\Delta W_{\text{б}} = 9,8 + 5,93P + 12,1n - 1,145n^2.$$

Расчетное значение F -критерия для полученного уравнения обезвоживания люцерны равно 2,77, а для ботвы сахарной свеклы оно составляет 16,46. То есть, опять в обоих случаях $F_p > F_{\alpha}$, а это подтверждает адекватность математической модели процесса механического обезвоживания люцерны и ботвы сахарной свеклы со статистически значимыми коэффициентами. Незначимость коэффициентов при остальных членах уравнений объясняет их слабое, в пределах ошибки опыта, влияние на процесс влажного фракционирования.

Полученные результаты изображаем графически в виде поверхности регрессии $\Delta W_{\text{л}}$ по P и q (рис. 1) и $\Delta W_{\text{б}}$ по P и

n (рис. 2), которая дает наглядное представление о форме зависимости результирующего признака от совмещенного действия двух переменных. Плоскость регрессии (см. рис. 1 и рис. 2) имеет вид гиперболической поверхности. Выход влаги находится в прямолинейной зависимости от величины давления прессования (см. рис. 1 и рис. 2) и в криволинейной от величины удельной загрузки фильтрующей перегородки (см. рис. 1) и количества повторностей прессования (см. рис. 2).

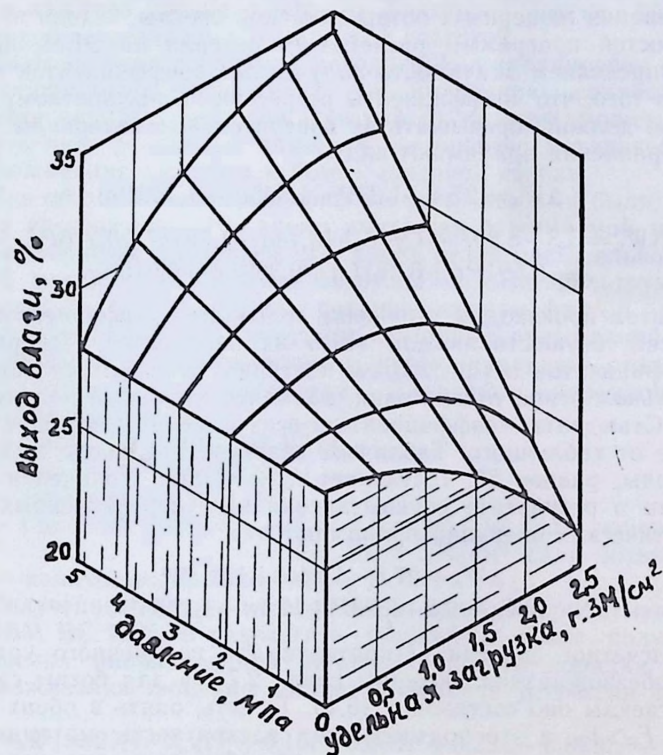


Рис. 1. Зависимость выхода влаги люцерны при механическом обезвоживании $\Delta W = 27,8 - 1,04q^2 + 1,06Pq$

Совмещенное влияние величины давления и удельной загрузки неравнозначно на выход влаги (см. рис. 1). При значительной нагрузке, например, отрицательное действие удель-

ной загрузки фильтрующей перегородки проявляется в меньшей степени, чем при минимальном по условиям опыта давлении. А начиная с некоторого уровня нагрузки она уже принимает положительное действие. Оптимум процесса обезвоживания находится на верхней границе изменения определяющих факторов P и q . Влияние на процесс сокоотделения величины давления и количества повторностей прессования

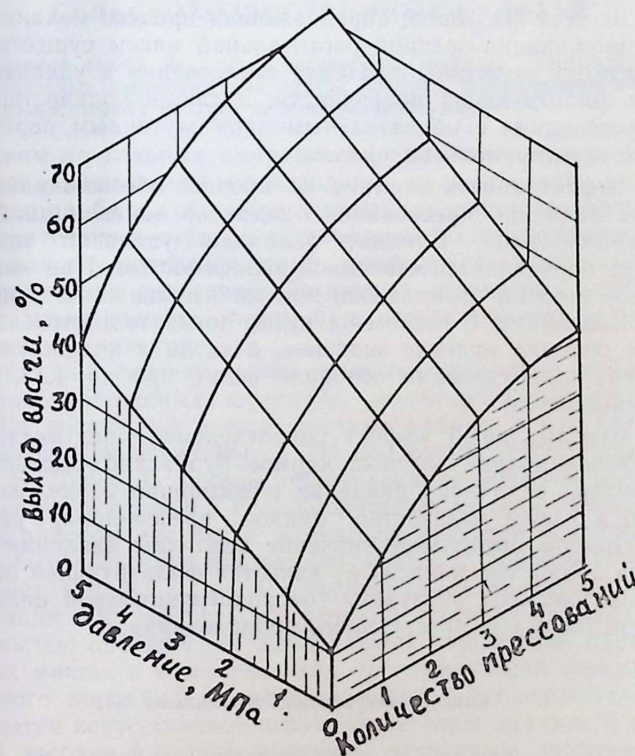


Рис. 2. Зависимость выхода влаги ботвы сахарной свеклы при механическом обезвоживании $\Delta W = 9,8 + 5,93p + 12,1n - 1,145n^2$

обезвоживаемой массы одного порядка значимости. Эффективность сокоотделения увеличивается как с ростом давления прессования, так и с ростом числа циклов нагружение—перемешивание. Рост параметра оптимизации от величины давления прессования имеет линейный характер, а от n — криволинейный. Оптимум сокоотделения также находится на верхней границе изменения определяющих факторов P и n .

Выводы:

— из всех факторов, определяющих процесс механического обезвоживания зеленой растительной массы существенными являются величины давления прессования и удельной загрузки фильтрующей поверхности, а также количество циклов прессования с обязательным промежуточным перемешиванием отжимаемого материала;

— эффективность влияния на процесс обезвоживания величины давления прессования одинакова во всем диапазоне его варьирования. Влияние величины удельной загрузки фильтра определяется степенной зависимостью. При этом показатель степени отрицателен при минимальных по условиям опыта давлениях. С ростом нагрузки показатель степени принимает сначала нулевое значение, а затем и положительное. Градиент сокоотделения особенно велик при $n=1...3$, затем он уменьшается;

— максимальный эффект сокоотделения при механическом обезвоживании зеленых кормов будет наблюдаться при наибольших величинах давления прессования и удельной загрузки, а также количестве циклов прессования, равного трем. Причем предельное значение величины давления прессования полностью зависит от качества фильтрующей перегородки, а удельной загрузки — от конструкционной целесообразности размеров прессующего оборудования.

Список литературных источников

1. Авторское свидетельство СССР № 1333594. Пресс для фракционирования высоковлажной растительной массы / С. А. Пимкин, А. И. Завражнов. Заявл. 18.04.86. № 4072411; Оpubл. в Б. И., 1987, № 32; МКИ В30В9/06.

УДК 631.3

В. М. ИГНАТОВ, канд. техн. наук
(Костромской СХИ)

К ПОСТРОЕНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В данной статье на основе логического анализа рассматриваются функциональные взаимодействия внутри процесса выращивания и уборки сельскохозяйственных культур на примере зерновых.

Одним из главных направлений развития современного сельскохозяйственного производства является его интенсификация на базе ускорения научно-технического прогресса. Применительно к отрасли растениеводства существенное значение для его интенсификации приобретает автоматизация и электронизация сельскохозяйственных агрегатов, выполняющих технологические операции по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Анализу и синтезу технологических процессов мобильных сельскохозяйственных агрегатов, моделированию процессов на ЭВМ посвящены многие научные работы, в том числе сотрудников Ленинградского СХИ под руководством профессора А. Б. Лурье. В данной работе сделана попытка использовать метод построения функциональной модели, освоенной в Ленинградском институте, к анализу процесса возделывания отдельных сельскохозяйственных культур, например, яровых зерновых, с целью выбора в последующем критериев его оптимизации. Потребность в подобном подходе вызвана необходимостью определения оптимальных параметров парка уборочных машин и комплекса для послеуборочной переработки зернового вороха. В большинстве работ исследователей наблюдается искусственное ограничение зоны анализа и поиска одной операцией, одной машиной, отдельным рабочим органом. Это заложено, определено также и узкой специализацией ученых, первичных научных коллективов и целых институтов. В практике же наблюдается, что постоянное количественное возрастание парка зерноуборочных комбайнов с увеличением их единичной производительности не приводит к сокращению сроков уборки и потерь зерна. Наращивание мощностей зерносушильно-сортировальных комплексов

(КЗС) удорожает производство зерна, требует повышенного расхода топлива, что не отвечает требованиям поиска ресурсо- и энергосберегающих технологий.

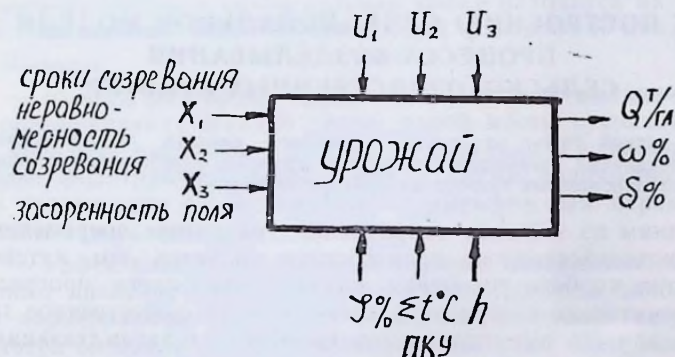


Рис. 1

Рассматривая производство, выращивание зерна как технологический процесс, предлагаем оценивать его выход (рис. 1) урожайностью Q т/га, влажностью зернового вороха $\omega\%$ и потерями зерна $\delta\%$, как определяющими функциями для выбора параметров и режимов для КЗС, производительность, мощность и стоимость которого находятся с ними в функциональной зависимости. Входными величинами, влияющими на указанные выходные параметры, можно назвать сроки созревания X_1 , неравномерность, пестрота созревания X_2 , засоренность хлебов X_3 . В качестве внешних условий, воздействующих на процесс, следует выделить температурно-влажностные климатические показатели: сумма положительных температур $\Sigma t^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха $\varphi\%$, количество осадков h мм (природно-климатические условия ПКУ). Управляющими факторами, зависящими от исполнителя, будут: выбор способа уборки U_1 , начала сроков уборки U_2 , технологическая настройка зерноуборочных машин U_3 . Но если погодные условия не зависят от человека, от ранее выполненных технологических операций, то входные и управляющие воздействия можно считать функциями предыдущей человеческой деятельности, приводящей как к снижению, так и повышению результата. Проанализируем эти величины. Сроки созревания хлебов X_1 , казалось бы, не подвластны че-

ловеку, но для каждой культуры и ее сортов специалистам известен период вегетации, а следовательно, еще до посева возможно прогнозирование потенциальных календарных сроков созревания, и, исходя из этого, сроков начала уборки. При этом специалистом должна проявляться управляющая оперативность, а в зависимости от конкретных погодных условий, сроков созревания почвы, зависящих от системы осенней и весенней обработок, выбрать культуру, сорт и предельно возможный срок ее посева с тем, чтобы начало уборки пришлось на наиболее благоприятный в погодно-климатическом отношении по среднегодовым данным период. Для фактора X_1 можно выделить погодные условия весны и лета как внешние воздействия; входными параметрами — система обработки почвы C_n , срока сева D_1 , вегетационный период данного сорта D_2 в качестве управляющих функций — творческая работа специалиста U_T (возможность выбора сорта; замены позднеспелой культуры на раннюю и т. п.), система операций по воздействию на растения U_4 (система подкормок, применение ускорителей роста, десикантов, гербицидов и т. п.) (рис. 2).

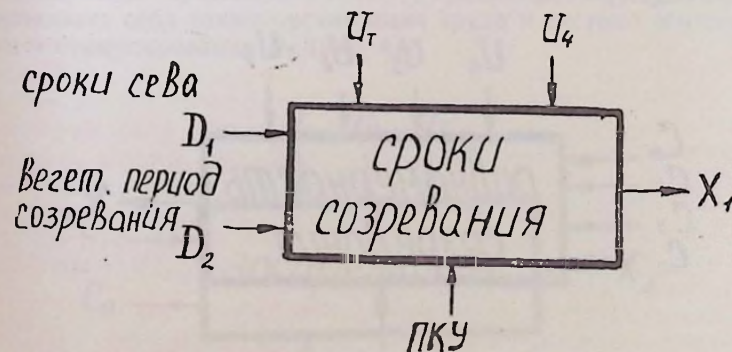


Рис. 2

Пестрота (неравномерность) созревания зерновых культур X_2 является функцией как биологических, так и технологических, и организационных факторов. При этом следует иметь в виду, что неравномерность созревания возможна в колосе, метелке, между колосьями одного растения, между

растениями. Но если биологическая неравномерность созревания в колосе составляет 1...2 дня, то между колосьями и растениями она может достигать двух-трех фаз спелости (зеленая—полная). Причиной этого следует назвать: качество подготовки семян, их выравнивание C_4 , систему обработки почвы и ее качество $C_п$, систему внесения удобрений и качество их распределения, равномерность внесения $C_у$ и качество сева (распределение семян по глубине заделки и в рядах) $C_с$.

Управляющими воздействиями на равномерность созревания могут быть: система операций по воздействию на растение U_4 , выбор машин для качественного выполнения операций U_5 , организация, система оплаты и стимулирование труда механизаторов U_6 (в качестве негативного примера можно рассмотреть материальное поощрение механизатора за максимальную дневную производительность на севе, что заставляет его работать на повышенных скоростях, а это приводит к разбросу по глубине заделки от 0 до 12 см со всеми последствиями в развитии растений), контроль специалистами качества выполнения входных операций U_7 , внешней характеристикой следует считать исходный уровень плодородия данного поля $П_{исх}$ (рис. 3).

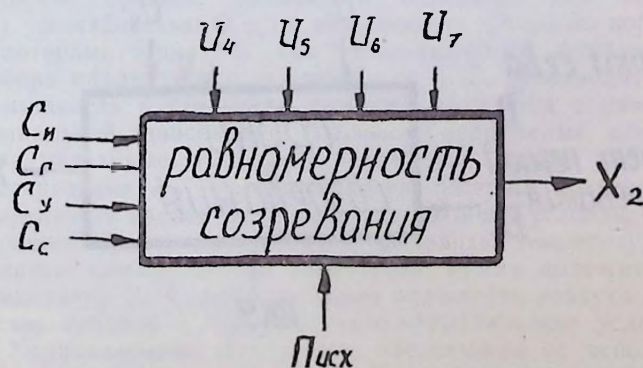


Рис. 3

Засоренность хлебов X_3 проявляется при уборке как нежелательный компонент зернового вороха. Наличие семян сорных растений, их соцветий, плодов, частей растений существенно увеличивает влажность вороха, ухудшает сыпучесть, вентилируемость, воздухопроницаемость вороха, требу-

ет срочной очистки на ворохоочистительных машинах. Но при отсутствии должного контроля, при наличии системы оплаты труда комбайнера за намолот в «бункерном» исчислении, а не амбарный урожай, при наличии отчетности хозяйства по «бункерному» урожаю наблюдается искажение в подходах к качеству уборки. Искусственное увеличение намолотов требует повышенного расхода топлива, энергии на переработке вороха, и приводит к потере части урожая из-за остановки комбайнов вследствие перегрузки КЗС.

Степень засоренности хлебов — результат направленности комплекса технологических операций по борьбе с сорняками; зависит от C — системы севооборотов, наличия чистого пара, правильного выбора чередования культур; $C_п$ — системы обработки почвы, видов обработок осенью и весной, соблюдение временных интервалов между обработками, обоснованного выбора почвообрабатывающих орудий; U_4 — системы применения гербицидов на основе видового состава сорняков, U_8 — применяемого способа уборки незерновой части урожая предшествующей культуры. Параметрами, характеризующими исходное состояние поля по засоренности, являются $K_с$ — количество семян сорных растений на 1 м² и $K_в$ — видовой состав после предшественника. Управляющим параметром проявляет себя также организация труда и система его оплаты и стимулирования U_6 (рис. 4).

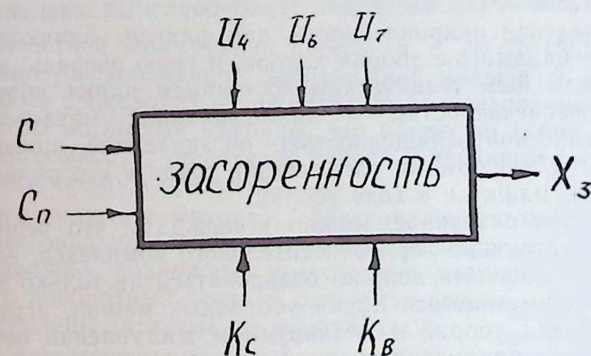


Рис. 4

Анализируя логически содержание управляющих факторов, отмечаем, что каждый из них проявляет себя как функ-

ция определенных параметров. Так, выбор способа уборки зависит от $K_{мп}$ — наличия соответствующего парка машин, $K_{оп}$ — опыта работы коллектива по различным технологиям и традиций в хозяйстве, U_t — творческого подхода специалистов к определению способа уборки, их оперативности, стиля и метода хозяйствования. В качестве примера можно назвать необоснованное волевое внедрение раздельной уборки хлебов во всех зонах страны, в наши дни наблюдается неоправданное и также необоснованное в Нечерноземье монополизирование прямого комбайнирования. Погодно-климатические условия зоны, однако, требуют наличия вариантности технологий, включая бескомбайновую.

Выбор срока уборки и ее начала продолжительности зависит как от субъективных факторов, так и от технологических, ранее рассмотренных. Внешними условиями для этого параметра являются погодные-климатические условия, продолжительность вегетационного периода данной культуры и сорта, календарные сроки сева; в качестве входных параметров следует назвать техническую готовность парка уборочной техники (исправность, обеспеченность ГСМ, укомплектованность кадрами и их квалификация), надежность уборочного комплекса, уровень производительности КЗС. Управляющими параметрами проявляют себя формы организации и оплаты труда U_6 , стиль и методы руководства в определении начала уборки U_9 .

Технологическая настройка зерноуборочных машин, ее качество, целевая направленность, как фактор, влияющий на конечные параметры уборки хлебов, в свою очередь, определяется исходным техническим состоянием парка уборочных машин, обеспеченностью и квалификацией механизаторов $K_{мк}$, технической оснащенностью, организацией инженерной службы — U_{10} , формами организации труда и его оплаты при подготовке машин и в ходе уборки.

Суммируя сказанное, можно утверждать, что решение о выборе конструкции зерноочистительного комплекса, его пропускной способности должно базироваться не только на возможностях имеющегося парка уборочных машин, агротехнических сроках уборки и планируемом поступлении вороха с предельными параметрами, но и с учетом качественного выполнения технологического процесса, взаимосвязи и взаимозависимости, внутри которого отражены в виде организационно-функциональной модели, вариант построения которой нами рассмотрен в данной статье.

УДК 631.363.28.001

Е. А. КАПИТОНОВ, инженер,
В. И. ОРЕХОВ, инженер
(Рязанский СХИ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА МАТРИЦЫ ПРЕССА-ГРАНУЛЯТОРА

Рассмотрен вопрос распределения прессуемого материала по рабочей поверхности прессующих узлов прессов-грануляторов при горизонтальном и вертикальном расположении матриц, при подвижных и неподвижных матрицах, указаны недостатки существующих расположений прессующих органов, обоснован угол расположения прессующих органов прессов-грануляторов.

Исследованиями установлено, что при подаче материала в прессующий узел универсальных прессов с подвижными и неподвижными матрицами наблюдается неравномерное распределение его по внутренней поверхности матриц, при этом гранулы получают с различными качественными показателями, нарушается режим работы пресса, уменьшается производительность, происходит неравномерный износ внутренних поверхностей матриц и рабочих поверхностей прессующих вальцов.

В известной конструкции пресса (а. с. № 518180) с горизонтально расположенной неподвижной кольцевой матрицей при работе происходит неравномерное распределение прессуемой массы по высоте матрицы, что влечет за собой повышение энергоемкости, увеличение износа и неравномерную плотность получаемого продукта.

Пресс включает матрицу, представляющую собой отдельные прессовальные камеры и расположенную горизонтально и неподвижно, подвижные прессующие ролики, загрузочную воронку, поворотный диск, на плоскости которого концентрично закреплены загнутые вверх штифты.

Так как матрица неподвижна, то прессуемая масса, разбрасываемая диском со штифтами и роликами, осыпается у стенок матрицы под углом естественного откоса, ведь на каждую частицу у стенки матрицы действует сила тяжести, она то и обуславливает перечисленные выше недостатки.

В прессах с вертикально расположенной вращающейся матрицей неравномерность распределения массы вызвана другими причинами.

Рассмотрим конструкцию пресса по а. с. № 284496. Пресс состоит из лотка, направляющего материал в распределительный конус с лопатками, трех прессующих валцов, свободно установленной на них матрицы, соединенной со шкивом, обмывателя гранул, направляющей пластины, отводящего готовый продукт лотка, и электродвигателя с клиноременной передачей.

На каждую частицу материала, подаваемую в пресс, действует сила тяжести, Кориолисова сила инерции, центробежная и тангенциальная сила инерции. Суммарная сила трех из них (центробежной, тангенциальной и силы Кориолиса) для каждой точки, равноудаленной от центра, направлена к внутренней поверхности матрицы, а сила тяжести для всех точек направлена вниз, что обуславливает скопление материала в нижней части матрицы.

Неравномерная подача массы под вальцы влечет за собой увеличение энергоемкости, износа и снижение качества гранул.

Выпускаемые в настоящее время прессы: ОГМ-0,8; ОГМ-0,8А; ОГМ-1,5, а также пресс по а. с. № 284497 с вертикальной вращающейся матрицей и двумя вальцами, расположенными по горизонтальной оси матрицы, обладают тем же недостатком, что и предыдущий рассмотренный и так же требуют наличия подающего и распределительного устройства, что увеличивает энергоемкость прессования.

Пресс (а. с. № 685684) с двумя горизонтальными вращающимися матрицами позволяет снизить энергоемкость прессования, однако вопрос равномерности распределения массы эта конструкция не решает. Подача материала в этот пресс осуществляется под действием сил гравитации, т. е. самотеком, из-за чего наблюдается неравномерное распределение массы по высоте матрицы, что влечет за собой неодинаковую плотность, а, следовательно, и крошимость гранул, полученных из верхних и нижних рядов матрицы.

В прессе (а. с. № 1192708) для кормов с вращающейся вертикальной кольцевой матрицей, внутри которой расположены в вертикальной плоскости вальцы, подача материала под нижний и верхний вальцы равномерна, однако в связи с тем, что подача осуществляется сбоку, масса падает на матрицу и под нижний валец, с одной стороны (ближе к загруз-

очному шнеку) попадает ее больше, чем с другой, что приводит к неравномерному росту гранул в левой и правой части матрицы, что снижает качество гранул и увеличивает их крошимость.

В предлагаемой конструкции, с целью снижения энергозатрат, упрощения конструкции и улучшения качества гранул вращающаяся кольцевая матрица, к кожуху которой подсоединен питатель, выполнена под углом естественного откоса прессуемого материала относительно горизонтали, при этом питатель выполнен в виде патрубков, которые соединены с нижней частью кожуха слева и справа от нижнего вальца.

На рисунке 1а показана схема сил, действующих на частицу «М» в наклонной вращающейся матрице в нижней части,

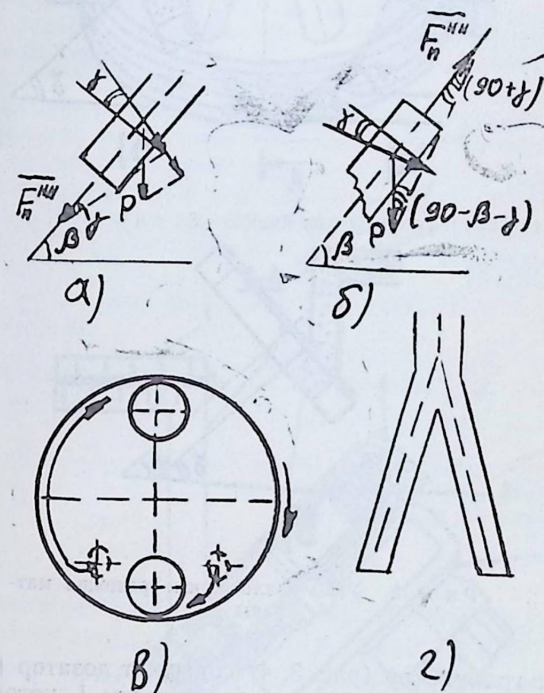


Рис. 1. Схема сил (а, б) и подачи прессуемого материала (в, г)

на рисунке 1б — в верхней части, на рисунке 1в показана схема подачи прессуемого материала в пресс, на рисунке 1г показан питатель, выполненный в виде патрубков, на рисунке 2 — углы наклона оси вращения матрицы, где γ — угол естественного откоса материала, ψ — угол наклона центральной оси матрицы, на рисунке 3 изображен общий вид пресса-гранулятора, на рисунке 4 — сечение пресса-гранулятора по «А—А».

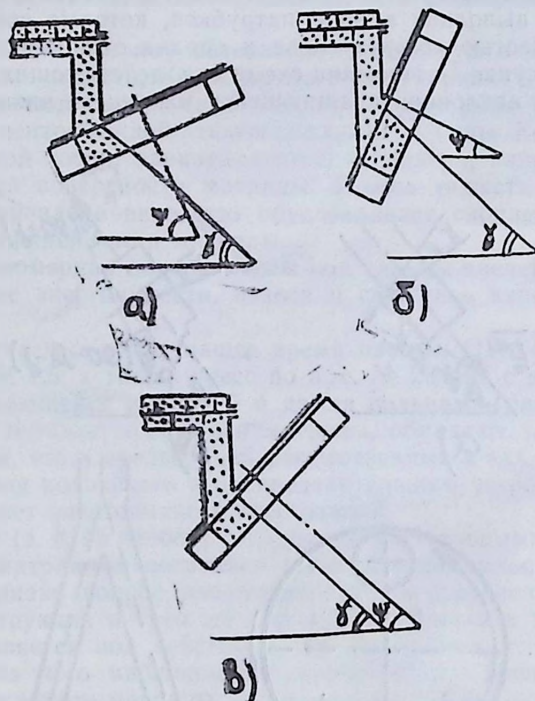


Рис. 2. Углы наклона оси вращения матрицы

Пресс-гранулятор (рис. 3, 4) содержит дозатор (на рисунке не показан) соединенный со смесителем 1, который питателем 2 соединен с кожухом 3, закрывающим вращающуюся матрицу 4, внутри которой расположены вальцы 5, нож 6

для обламывания гранул, установленный на ограждении (на рисунках не показано) вращающейся матрицы, и привод 7.

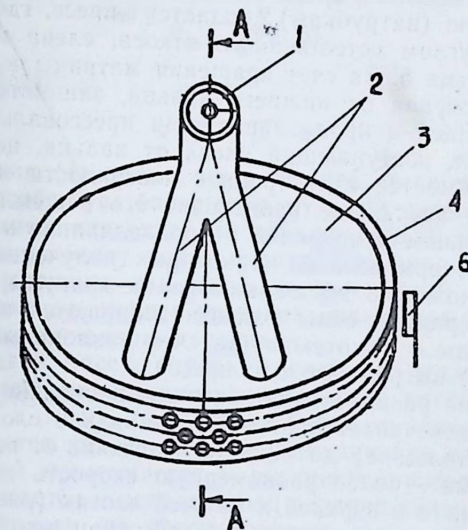


Рис. 3. Общий вид пресса-гранулятора

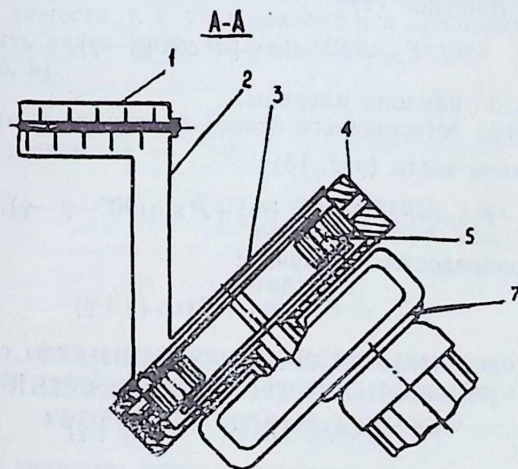


Рис. 4. Сечение пресса-гранулятора

Работает пресс следующим образом. Материал дозируют и подают в смеситель 1, где он увлажняется водой или паром и по питателю (патрубкам) 2 подается в пресс, где, падая, ложится под углом естественного откоса, слева и справа от нижнего вальца 5. За счет вращения матрицы материал, находящийся справа от нижнего вальца, защемляется между ней и матрицей и продавливается в прессовальные каналы ее. Материал, поступающий слева от вальца, центробежной силой прижимается к внутренней поверхности матрицы 4 и поднимается вверх, где происходит его защемление между верхним вальцом и матрицей и продавливание в прессовальные каналы, при выходе из которых полученные столбики материала ножом 6 обламываются на гранулы, которые за счет сил инерции и силы тяжести собираются под ограждением матрицы и самотеком (за счет наклона матрицы и ее ограждения) выгружаются из пресса.

Наклонное расположение матрицы в отличие от горизонтального обеспечивает полное выравнивание слоя материала по высоте (толщине) матрицы, а в отличие от вертикального расположения — более равномерную скорость выравнивания слоя материала в верхней и нижней частях (рис. 1а, б).

В нижней части матрицы под действием центробежной силы F_n^{III} и силы тяжести возникает сила $F_{дв}$, выравнивающая материал (рисунок 1а):

$$F_{дв} = F_n^{III} \sin \gamma + P \cos (\beta - \gamma), \quad (1)$$

где β — угол наклона матрицы;

γ — угол естественного откоса материала в матрице.

В верхней части (рис. 1б):

$$F_{дв1} = F_n^{III} \sin (90^\circ + \gamma) + P \sin (90^\circ - \beta - \gamma),$$

после преобразования получим:

$$F_{дв1} = F_n^{III} \sin \gamma + P \cos (\beta + \gamma) \quad (2)$$

При горизонтальном расположении матрицы сила выравнивающая материал по ширине матрицы будет равна:

$$F_{дв} = F_n^{III} \sin \gamma + P \cos (\beta + \gamma). \quad (3)$$

Как видно из выражения (3), сила тяжести препятствует выравниванию материала.

При вертикальном расположении матрицы выравнивающая сила будет равна в нижней части:

$$F_{дв} = F_n^{III} + P. \quad (4)$$

В верхней части:

$$F_{дв} = F_n^{III} - P. \quad (5)$$

Из выражения (4) видно, что в нижней части матрицы сила тяжести способствует более скорому выравниванию материала, а в верхней, как видно из выражения (5), сила тяжести препятствует процессу выравнивания. При наклонном же расположении матрицы, как видно из выражений (1 и 2), как в верхней, так и в нижней части матрицы, сила тяжести способствует выравниванию материала.

При подаче массы справа и слева от нижнего вальца обеспечивается равномерное распределение массы с помощью питателя, т. к. масса, падающая справа от вальца (рис. 1 б, в), затягивается под него, а масса, падающая слева, центробежной силой прижимается к внутренней поверхности матрицы, поднимается и попадает под верхний валец.

Таким образом, из рассмотренного выше можно сделать вывод, что угол наклона матрицы должен быть таков, чтобы материал, попадающий на матрицу, выравнивался под действием силы тяжести, т. е. угол наклона оси вращения матрицы должен быть равен углу естественного откоса материала (рис. 2 а, б, в).

УДК 631.361.2.022 : 633.18

М. В. КУЗЬМИН, канд. техн. наук,
Ю. Г. СМЕРНОВ, канд. техн. наук,
А. Р. БАРСОВ, инженер
(ВСХИЗО)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В работе рассмотрен вопрос о технических средствах, при помощи которых возможна реализация нетрадиционных способов уборки зерновых культур. За основу анализа тенденций развития этих технических средств

выбраны устройства, отраженные в описаниях патентных документов. Установлено, что СССР занимает ведущее место по разработке способов уборки урожая с обработкой его на стационаре.

В настоящее время перед сельским хозяйством стоит задача — увеличить сбор зерна не только за счет повышения урожайности зерновых культур, сколько за счет уменьшения его потерь.

Известно, что при уборке урожая и его транспортировании на перерабатывающие предприятия теряется 20 и более процентов зерна. При исключении потерь страна может дополнительно получать до 30...40 млн. тонн зерна.

Нетрадиционные технологии уборки урожая с его обмолом и обработкой на стационаре при соответствующем техническом обеспечении позволяют решить эту задачу [1].

К основным техническим средствам, используемым при нетрадиционных способах уборки урожая, можно отнести следующие устройства: валковые жатки; подборщики (барабанные, транспортерные, пневмомеханические); пресс-подборщики (рулонные, тюкообразующие, образующие рулон при перекачивании хлебной массы по поверхности почвы); подборщики тюков; измельчители (роторные, дисковые, шнековые); устройства для подготовки хлебной массы для обработки на стационаре (разделители тюков, устройства для разматывания рулонов, питатели молотилок); молотильно-сепарирующие устройства (тангенциальные, аксиальные, тангенциально-аксиальные, транспортерные, пневмоннерционные и вибрационные); устройства для обмолота зерновых культур на корню; колосоуборочные машины.

Информационной базой для анализа развития указанных устройств приняты описания патентных документов, которые содержат не только проверенную информацию об интересующем объекте, но и являются носителями новейшей технической мысли. Кроме того, патентная документация содержит сведения о наличии альтернативных технических решений, что позволяет с достаточной точностью определить количество конкурирующих групп и учесть тенденции развития мировой науки и техники.

Ретроспективный поиск патентных документов за 1973—1988 гг. по интересующей тематике был приведен по фондам СССР, США, ФРГ, Великобритании, Франции, ГДР, Дании, Финляндии, Швеции.

Для выявления изобретательской активности по всем видам устройств (кроме МСУ) использовано уравнение прямой

$$y = a + bt, \quad (1)$$

где

y — значение точек линии регрессии;
 a — ордината пересечения прямой с осью координат;
 b — угловой коэффициент прямой;
 t — время.

Коэффициент b характеризует изобретательскую активность, т. е. чем больше его значение, тем активность выше, и наоборот. Знак минус будет характеризовать снижение во времени изобретательской активности.

По валковым жаткам за указанный период было выявлено и проанализировано 146 патентных документов. Из них СССР — 112 (76,7%), США — 25 (17,1%), ГДР — 8 (5,5%) и ФРГ — 1 (0,7%).

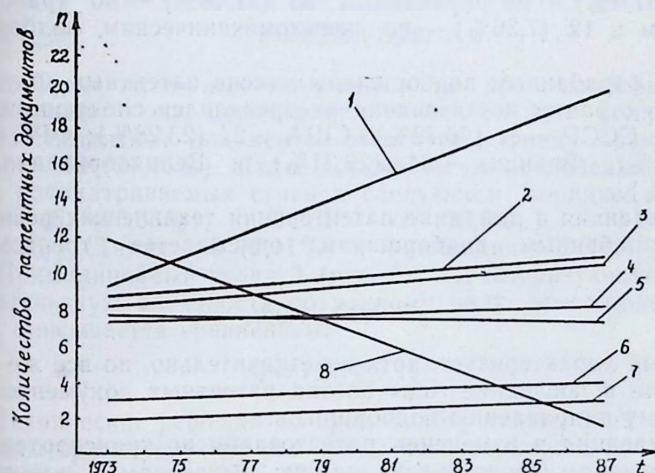


Рис. 1. Тренды изменения потоков патентной информации: 1 — рулонных пресс-подборщиков (по всем странам); 2 — валковых жаток (по всем странам); 3 — тюкообразующих пресс-подборщиков (по всем странам); 4 — барабанных подборщиков (по всем странам); 5 — валковых жаток в СССР; 6 — измельчителей в СССР; 7 — транспортерных подборщиков (по всем странам); 8 — измельчителей за рубежом

Динамика патентования технических решений по валковым жаткам в общем по выявленному массиву представлена на рис. 1 трендом 2:

$$y = 8,48 + 0,16t. \quad (2)$$

Изобретательская активность в СССР по валковым жаткам описывается прямолинейным трендом 5 (рис. 1).

$$y = 7,7 - 0,03t \quad (3)$$

Коэффициент b имеет знак минус, что показывает незначительное, но снижение защиты технических решений по валковым жаткам в СССР.

Анализ ретроспективного фонда по подборщикам позволил выявить следующие основные направления в их разработке: подборщики барабанные, подборщики транспортные и пневмомеханические подборщики.

Всего было выявлено 163 патентных документов, из них 116 (61,6%) — по барабанным, 35 (21,48%) — по транспортным и 12 (7,36%) — по пневмомеханическим подборщикам.

По барабанным подборщикам массив патентных документов по странам патентования распределился следующим образом: СССР — 31 (26,72%); США — 27 (23,28%); ФРГ — 15 (12,83%), Франция — 34 (29,31%) и Великобритания — 9 (7,76%).

Тенденция в динамике патентования технических решений по барабанным подборщикам описывается трендом 4 (рис. 1):

$$y = 7,36 + 0,05t, \quad (4)$$

который характеризует, хотя и незначительно, но все же увеличение в последние годы потока патентных документов по данному направлению подборщиков.

Тенденция в изменении патентования по транспортным подборщикам представлена на рис. 1 трендом 7, имеющим уравнение $y = 1,76 + 0,07t$.

Характер динамики патентования этого вида подборщиков аналогичен характеру патентования барабанных подборщиков.

Пневмомеханические подборщики патентуются в основном только в СССР — за указанный период выявлено 11 технических решений.

Пресс-подборщики в нетрадиционных технологиях используются для формирования скошенной хлебной массы в прямоугольные тюки или цилиндрические рулоны.

Используемые пресс-подборщики можно разделить на следующие типы: 1 — рулонные, 2 — образующие тюк, 3 — пресс-подборщики, образующие рулоны при перекачивании массы по земле.

По данному виду устройств было выявлено 373 патентных документа. Из них по рулонным пресс-подборщикам 225 (60,32%), по пресс-подборщикам, образующим тюки, — 142 (38,07%) и по пресс-подборщикам, образующим рулоны при перекачивании массы поверхности почвы, — 6 (1,61%).

Из 225 патентных документов по рулонным пресс-подборщикам приходится на СССР 24 (10,67%), США — 6 (2,67%), ФРГ — 96 (42,67%), Францию — 42 (18,67%), Великобританию — 51 (22,67%) и Данию — 6 (2,67%).

Изобретательская активность во всех странах характеризуется прямолинейным трендом:

$$y = 9,38 + 0,76t \quad (6)$$

Выборка патентных документов по пресс-подборщикам, образующим тюки, показывает, что наибольшее количество из 142 патентных документов относится к фонду Великобритании — 39 (27,46%). Далее документы распределены по фондам рассматриваемых стран в следующем порядке: Франция — 36 (25,35%), СССР — 32 (22,56%), ФРГ — 30 (21,13%), Дания — 3 (2,11%) и Финляндия — 2 (1,4%).

Прямолинейный тренд 3 (рис. 1), характеризующий изобретательскую активность по данному виду пресс-подборщиков, описывается уравнением:

$$y = 7,95 + 0,19t. \quad (7)$$

Технические решения по пресс-подборщикам, образующим рулоны при перекачивании массы по поверхности почвы, патентуются только в ФРГ (3 шт.), Франции (1) и Великобритании (2).

По измельчителям за исследуемый период было выявлено 150 патентных документов, анализ которых позволил выделить следующие типы измельчителей: 1 — роторные, 2 — дисковые, 3 — шнековые. Наибольшее количество патентных документов по измельчителям выявлено по фонду ФРГ — 63 (42,2%), но при этом патентование ведется только первых

двух направлений. На втором месте находится СССР — 51 документ (34,6%). В СССР патентной проработке подвержены все три направления измельчителей. В остальных странах наличие патентных документов незначительное и только лишь по первому направлению. Динамика патентования измельчителей общая по всем трем направлениям и характеризуется трендом типа:

$$y = 12,7 - 0,346t, \quad (8)$$

показывающего снижение изобретательской активности в разработке измельчителей.

Это снижение характерно для зарубежных стран, что видно из прямолинейного тренда 8 (рис. 1):

$$y = 12,58 - 0,75t. \quad (9)$$

В СССР наблюдается небольшая, но все же активность в разработке измельчителей (рис. 1, тренд 6):

$$y = 2,89 + 0,06t. \quad (10)$$

Все три типа измельчителей могут быть использованы или в стационарных условиях для измельчения хлебной массы при подаче ее на обмолот, или в схеме мобильной самоходной машины, производящей скашивание и измельчение хлебной массы в поле с погрузкой ее в прицепную тележку или быстросъемный контейнер.

К устройствам для подготовки хлебной массы для обработки на стационаре отнесены разделители тюков, устройства для разматывания рулонов и питатели молотилок с забором массы из стогов и копен.

По разделителям тюков технические решения отражены в патентных документах только трех стран: СССР — 5, Великобритании — 3 и ФРГ — 5.

Устройства для разматывания рулонов и питатели молотилок патентуются только в СССР (12 патентных документов).

Анализ патентных документов по молотильно-сепарирующим устройствам (МСУ) показал наличие их в фондах рассматриваемых стран в количестве 536 штук: тангенциальные МСУ — 262 (48,9%), аксальные — 226 (42,2%), тангенциально-аксальные — 23 (4,3%), транспортные — 13 (2,4%), пневмоннерционные — 8 и вибрационные — 4 штуки.

Все без исключения указанные группы молотильно-сепарирующих устройств могут быть использованы для обработки хлебной массы в стационарных условиях.

Из 262 патентных документов по тангенциальным МСУ на долю СССР приходится 163, или 62,21%, США — 36 (13,74%), Великобритании — 26 (9,92%), ФРГ — 23 (8,78%), ГДР — 12 (4,6%) и Швеции — 2 (0,76%).

Динамика патентования тангенциальных МСУ по всем странам описывается уравнением параболы:

$$y = a + bt + ct^2 \quad (1)$$

и имеет вид (тренд 1, рис. 2):

$$y = 7,95 + 2,12t - 0,09t^2 \quad (12)$$

Как видно, в последнее время наблюдается некоторое снижение патентования технических решений по данному типу МСУ. То же самое можно отнести и к СССР, где их динамика патентования характеризуется трендом 2 (рис. 2):

$$y = 2,82 + 2,04t - 0,1t^2 \quad (13)$$

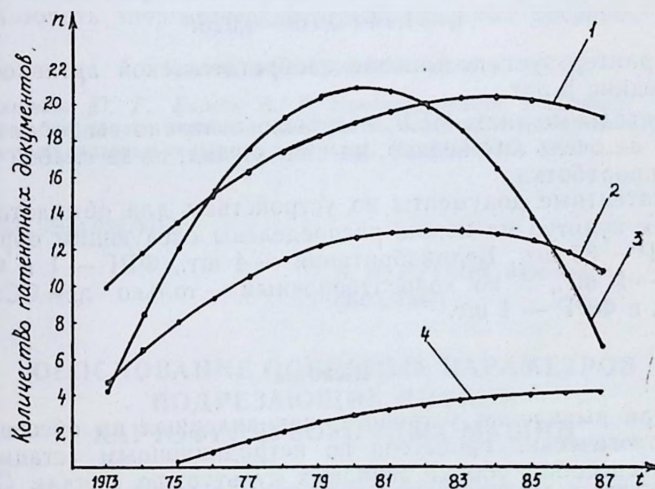


Рис. 2. Тренды изменения потоков патентной информации молотильно-сепарирующих устройств: 1 — тангенциальных по всем странам; 2 — тангенциальных в СССР; 3 — аксальных по всем странам; 4 — аксальных в СССР

Некоторое снижение изобретательской активности по данному типу МСУ можно объяснить все возрастающим интересом к аксиальным МСУ.

Из 226 выявленных по этому типу патентных документов 74, или 32,74%, находится в фонде США, 55 (24,34%) — Великобритании, 49 (21,68%) — ФРГ и только 35, или 15,4% — СССР. В исследуемый период интенсивная защита аксиальных МСУ в СССР приходится на 1982 — 1985 гг. — 24 из 35 авторских свидетельств. В США основная масса патентов (49 из 74) была выдана до 1982 года. Такая же ситуация наблюдается в Великобритании — 53 из 56 и ФРГ — 32 из 49.

Динамика патентования аксиальных МСУ по всем странам описывается уравнением (тренд 3, рис. 2):

$$y = 0,866 + 5,3t - 0,32t^2, \quad (14)$$

а без СССР

$$y = 0,38 + 4,74t - 0,3t^2 \quad (15)$$

В СССР динамика патентования аксиальных МСУ характеризуется трендом 4 (рис. 2):

$$y = 1,14 + 0,76t - 0,028t^2 \quad (16)$$

и характеризует повышение изобретательской активности в последние 5 лет.

Остальные типы МСУ, как было показано выше, патентуются не очень интенсивно, на наш взгляд, из-за слабой научной проработки.

Патентные документы по устройствам для обмолота зерновых культур на корню распределены следующим образом: СССР — 35 шт., Великобритания — 4 шт., ФРГ — 1 и Франция — 1 шт., а по колосоуборочным — только по СССР — 7 шт. и ФРГ — 1 шт.

Выводы

При выявлении устройств, направленных на обеспечение технологических процессов по нетрадиционным (стационарным) способам уборки зерновых культур, по фондам СССР, США, Великобритании, ФРГ, ГДР, Швеции, Дании, Финляндии и Франции было подвергнуто статистическому анализу 1438 технических решений, отраженных в описаниях к авторским свидетельствам, патентам и опубликованным заявкам.

Из числа рассмотренных патентных документов 560, или 38,9%, приходится на фонд СССР. Из них наибольшее количество патентных документов относится к молотильно-сепарирующим устройствам — 230 (41,1%), к валковым жаткам — 112 (20,0%). Из других направлений следует отметить технические решения по подборщикам — 56 (10,0%), по пресс-подборщикам — 56 (10,0%), по измельчителям — 51 (9,1%), по устройствам для обмолота зерна на корню — 35 (6,25%).

В то же время необходимо отметить интенсивную защиту в СССР по сравнению с зарубежными странами таких направлений, как валковые жатки — 112 документов из 146, или 76,7%, устройства для разматывания рулонов и питатели стационарных молотилок — 12 (100%), молотильно-сепарирующие устройства — 230 (42,9%), устройства для обмолота растений на корню — 35 (87,5%), колосоуборочные машины — 7 (77,78%).

Такое положение объясняется тем, что СССР занимает ведущее место по разработке нетрадиционных способов уборки урожая с обработкой его на стационаре. Такие способы по сравнению с общепринятыми комбайновыми позволяют значительно сократить потери урожая и более рационально использовать энергетические и материальные ресурсы.

Список литературных источников

Смирнов Ю. Г., Барсов А. Р. Прогнозирование тенденций развития способов уборки зерновых культур по патентным материалам // Комплексная механизация сельского хозяйства. М.: ВСХИЗО, 1990.

УДК 631.356.4.022.001.2

Н. Н. ЛУТХОВ, инженер
(ВСХИЗО)

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДРЕЗАЮЩИХ ДИСКОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Приведено определение оптимальных геометрических параметров и формы отрезающих дисков картофелеуборочных машин: представлено определение диаметра дисков; из условия перерезания наибольшего количества растительных остатков дается уравнение кривой для режущей кромки зуба; определено минимально необходимое количество зубьев диска для прорезания всей поверхности поля без пропусков.

Диски нашли широкое применение в различных сельскохозяйственных машинах. В последние годы подкапывающие рабочие органы с дисковыми ножами часто используют в корнеклубнеуборочных машинах. Ими оснащены новейшие картофелеуборочные комбайны КПК-3, КСК-4А/1 (СССР), Е-684, Е-686, Е-689 (ГДР); комбайны фирмы «Гримме», «Нивинер», «Трестер» (ФРГ), «Юоко» (Финляндия), «АВР и Моро» (Франция) и др. При проектировании выкапывающих органов данного типа важным является вопрос правильного выбора геометрических параметров и формы диска.

Основным параметром диска, определяющим эффективность его работы, является диаметр.

Обоснованием диаметра дисков занимался ряд авторов [1, 2, 3, 4, 5].

По их рекомендациям диаметр днака следует выбирать из условий обеспечения требуемой глубины обработки и экономии металла. Г. Н. Синеоковым [2] отмечается также, что диаметр диска должен быть минимальным из допустимых по условиям работы, так как с его увеличением резко возрастает нагрузка, необходимая для заглубления дисков в почву. Им предлагается следующая формула для определения минимального размера диаметра D диска:

$$D = 2h + d + e, \quad (1)$$

где h — глубина хода лезвия в почве;

d — диаметр фланца втулки;

e — зазор между фланцем и поверхностью поля.

Аналогичный подход у Н. П. Крутикова [3]. Минимальный радиус диска высчитывается по выражению:

$$R_{\min} = h + b_n + \Delta m. \quad (2)$$

где h — глубина хода лезвия в почве;

b_n — величина вспучивания почвы при подкапывании;

Δm — запас на микрорельеф поля.

Для картофелеуборочных машин, наряду с обеспечением требуемой глубины выкапывания, к дискам предъявляется еще ряд требований: не препятствовать движению подкопанного пласта, предохранять пласт от разваливания; разрезать корни и стебли ботвы и сорняков.

Однако при работе отрезающих дисков, подсчитанных по формулам (1) и (2), наблюдаются случаи, когда стебли не защемляются между диском и поверхностью поля и не перере-

заются диском. Это приводит к перемещению стеблей по лезвию впереди диска, а, следовательно, к забиванию подкапывающего органа ботвой, сгуживанию почвы на лемехе, нарушению технологического процесса и потере клубней.

Теоретические выкладки показывают, что добиться полного перерезания растительных остатков, используя диск минимального (определяемого по формулам (1) и (2)) диаметра, можно, в случае изготовления диска с вырезами на лезвии. Причем, режущую кромку полученных зубьев необходимо выполнять по кривой, обеспечивающей при вращении постоянство угла защемления γ на поверхности поля и тем самым позволяющей осуществлять резание со скольжением. Значение угла γ берется оптимальным исходя из условия резания со скольжением.

Уравнение такой кривой в полярных координатах имеет следующий вид:

$$\Theta = \gamma \cdot \ln \frac{\sqrt{\rho^2 - a^2} - a \operatorname{tg} \gamma}{\sqrt{R_0^2 - a^2} - a \operatorname{tg} \gamma} + \arctg \frac{\sqrt{\rho^2 - a^2}}{a}, \quad (3)$$

где γ — угол защемления;

R_0 — радиус расположения вершин вырезов (точек в основании зубьев);

ρ — радиус-вектор текущей точки режущей кромки ρ изменяется от R_0 до R ;

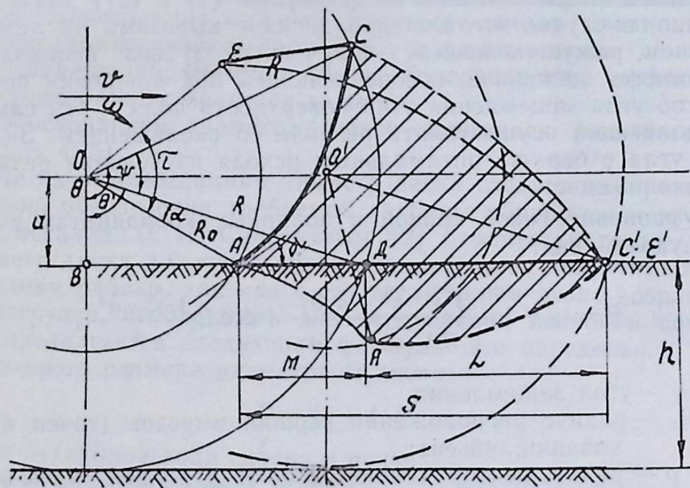
$a = R - h$ — расстояние от центра диска до поверхности поля.

Для вырезного (зубчатого) диска важным является вопрос о количестве режущих элементов (зубьев). Чтобы поверхность поля прорезалась без пропусков, необходимо такое количество режущих элементов на диске, которое обеспечивало бы перекрытие зон резания соседними элементами. Количество элементов зависит от их размеров и соотношения между скоростью движения машины и окружной скоростью диска.

Рассмотрим схему прорезания поверхности поля диском с предлагаемой формой режущих зубьев.

На рис. приняты следующие обозначения: R — радиус диска; R_0 — радиус расположения точек в основании зубьев; h — глубина хода лезвия диска в почве; V — скорость поступательного движения; ω — угловая скорость вращения диска; τ — угол между точками в основании соседних режущих

элементов; φ — угол, соответствующий углу поворота для полного прорезания зубом поверхности поля; α — угол между радиус-векторами точек А и Д диска на поверхности поля; θ' — текущий угол радиус-вектора точки Д; θ — текущий угол радиус-вектора точки С (вершины зуба).



Р и с. Схема прорезания поверхности поля криволинейным зубом

Необходимое количество режущих элементов на диске определяем из условия, что длина S' полосы, прорезаемой одним элементом на поверхности поля в направлении движения, не меньше величины перемещения S ножа при повороте его на угол τ — угол между точками в основании соседних режущих элементов. То есть при движении основание следующего режущего элемента должно войти в зону резания предыдущего элемента.

Количество режущих элементов, равномерно расположенных на поверхности диска, равно:

$$N = -\frac{2\pi}{\tau} \quad (4)$$

Следовательно, задача сводится к определению угла τ .

Рассмотрим свободно вращающийся диск. Налагаемое условие:

$$S \leq S', \quad (5)$$

где S — перемещение диска при повороте на угол τ ;

S' — длина полосы, прорезаемой одним элементом:

Имеем:

$$S = V \cdot t = V \cdot t \cdot \frac{\omega}{\omega} = R \cdot \tau. \quad (6)$$

Длина прорезаемой полосы:

$$S' = M + L, \quad (7)$$

где L — расстояние, проходимое ножом при повороте на угол ψ (вершина зуба оказывается на поверхности поля);
 M — расстояние между точкой A на радиусе в основании режущих элементов и точкой D на радиусе вершин режущих элементов.

Исходя из схемы (рис.):

$$M = (BД) - (BA) \quad (8)$$

Из прямоугольных треугольников АОВ и ДОВ:

$$(ВД) = \sqrt{R^2 - a^2} \quad (9)$$

$$(BA) = \sqrt{R_o^2 - a^2} \quad (10)$$

Тогда для M имеем:

$$M = \sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R_0^2 - a^2} \quad (11)$$

Расстояние, проходимое диском в результате полного погружения режущего элемента в землю:

$$S' = V \cdot t' = V \cdot t' \cdot \frac{\omega}{\omega} = R \cdot \psi \quad (12)$$

Из схемы (рис.) видим, что

$$\psi = 0 - \theta' = 0 - \arctg \frac{\sqrt{R^2 - a^2}}{a} \quad (13)$$

Используя выражение (3) для θ при $\rho=R$, получаем, преобразуя равенство (13):

$$\psi = \operatorname{tg} \gamma \cdot \ln \frac{\sqrt{R^2 - a^2} - a \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\sqrt{R_0^2 - a^2} - a \cdot \operatorname{tg} \gamma} \quad (14)$$

В общем виде формула для определения угла τ имеет следующий вид, исходя из выражения (7):

$$R \cdot \tau \leq \sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R_0^2 - a^2} + R\psi \quad (15)$$

или

$$\tau \leq \frac{\sqrt{R^2 - a^2}}{R} - \frac{\sqrt{R_0^2 - a^2}}{R} + \psi \quad (16)$$

Окончательно:

$$\tau \leq \operatorname{tg} \gamma \cdot \ln \frac{\sqrt{R^2 - a^2} - a \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\sqrt{R_0^2 - a^2} - a \cdot \operatorname{tg} \gamma} + \frac{\sqrt{R^2 - a^2}}{R} - \frac{\sqrt{R_0^2 - a^2}}{R} \quad (17)$$

При проектировании τ следует принимать несколько меньшим определяемого по выражению (17).

Для принудительно вращающихся дисков:

$$S = V \cdot t = V \cdot t \cdot \frac{\omega}{\omega} \cdot \frac{R}{R} = \frac{V}{V_0} \cdot R \cdot \tau = \frac{R \cdot \tau}{\lambda}, \quad (18)$$

где $\lambda = \frac{V_0}{V}$ — отношение окружной скорости диска к поступательной скорости машины. (19)

$$S' = V \cdot t' = V \cdot t' \cdot \frac{\omega}{\omega} \cdot \frac{R}{R} = \frac{R \cdot \psi}{\lambda} \quad (20)$$

Расстояние M остается тем же, что при свободно вращающемся диске.

В общем виде выражение (5) запишется так:

$$\frac{R \cdot \tau_0}{\lambda} \leq M + \frac{R \cdot \psi}{\lambda} \quad (21)$$

или

$$\tau_0 \leq \frac{M}{R} \cdot \lambda + \psi \quad (22)$$

Очевидно, что значение τ_0 , определяемое по выражению (22), больше значения τ , определяемого по выражению (17).

Следовательно, количество режущих элементов свободно вращающегося диска, определенное по выражению (17), будет достаточным для прорезания всей поверхности поля без пропусков при переводе его в активный режим с приданием окружной скорости, большей поступательной:

$$V_0 > V. \quad (23)$$

Анализ изложенного материала приводит к следующим выводам:

1. Наиболее рациональной формой отрезающего диска, обеспечивающей полное перерезание растительности за счет постоянства оптимального угла защемления, является зубчатый диск. Причем, режущая кромка зубьев выполнена по логарифмической кривой.

2. Необходимое количество режущих зубьев следует определять, рассматривая пассивный режим работы диска.

Список литературных источников

1. Горлякин В. П. Собр. соч. Т. 3. М.: Колос, 1965.
2. Синекоков Г. Н. Дисковые рабочие органы почвообрабатывающих машин. М., Машгиз, 1949.
3. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Т. 2/ Н. П. Крутиков и др. М.: Машгиз, 1951.
4. Родин К. И. Изыскание и исследование подкапывающих органов картофелеборочных машин для работы на торфяных почвах: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Рязань, 1968.
5. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Под ред. проф. Г. Е. Листопада. М.: Агропромиздат, 1986.
6. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления: М.: Наука, 1985.

УДК 621.867.8 (088.8)

Е. М. ЗИМИН, канд. техн. наук
(Костромской СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО И ГРУЗОНЕСУЩЕГО КАНАЛОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТЕРА

Показано, что в режиме транспортирования, помимо основного звена воздушного потока через щели грузонесущей перегородки, необходим дополнительный ввод воздуха в начальную часть транспортного канала.

Предложена методика расчета основных параметров аэродинамического транспортера.

Анализ работы различных аэродинамических устройств для активного вентилирования зернового вороха [1] и подачи зерна из одного объекта в другой [2] показал, что наиболее эффективными в настоящее время являются устройства, в которых параметры рабочих органов обеспечивают равномерное распределение воздушного потока по длине и ширине транспортного и воздухораспределительного каналов.

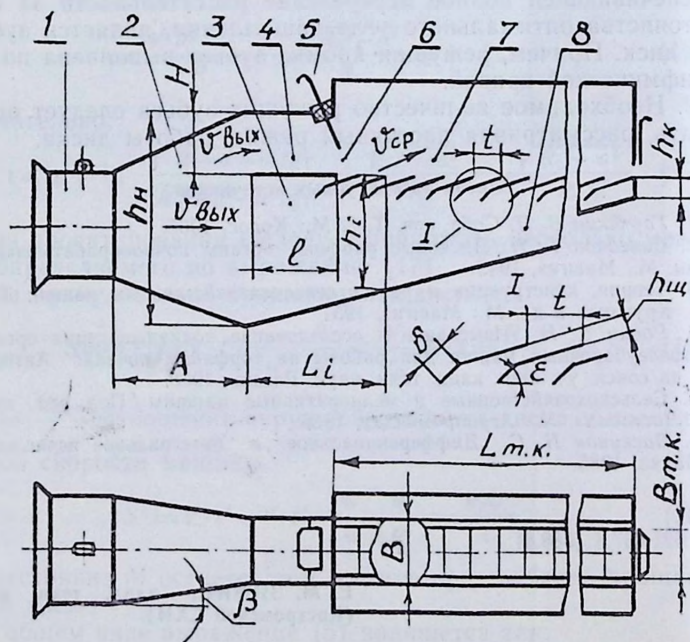


Рис. Технологическая схема аэродинамического желоба:
1 — вентилятор; 2 — патрубок; 3 — нижняя камера; 4 — верхняя камера; 5 — заслонка; 6 — окно; 7 — транспортный канал; 8 — воздухораспределительный канал

Как показано в работе [3], на начальную высоту h_n входного отверстия воздухораспределительного канала сказывается влияние коэффициент живого сечения ψ и длина ка-

нала L , и размер ее определяется как $h_n = L \cdot \psi + h_k$, где h_n , h_k — соответственно начальная и конечная высота канала, а в работе [4] указано, что воздухораспределительный канал сооружается клиновидной формы с примерными значениями высоты канала: в начале $h_n = 400 \dots 600$ мм, а в конце $h_k = 100 \dots 200$ мм. К серьезному недостатку такого подхода к рекомендации выбора начальных параметров следует отнести то, что аэродинамические транспортеры не могут качественно работать с различными типами и марками вентиляторов, поскольку резко возрастает гидравлическое сопротивление входного окна воздухораспределительного канала. Это связано с тем, что в зависимости от выполняемой технологической операции требуется постановка вентилятора, обеспечивающего необходимую подачу воздуха и давление, что определяет по данному вентилятору площадь выхлопной коробки, в связи с чем для каждого вновь выбранного вентилятора требуется строго соответствующая эквивалентная площадь входного отверстия воздухораспределительного канала. Работоспособность аэродинамических устройств зависит не только от правильного выбора начальных параметров, но и от выбора объемов верхней камеры 4 и нижней камеры 3 (рис.), а также оказания влияния на протекание технологического процесса с учетом возможного перехода при транспортировании от одного вида материала к другому, т. е. от изменения физико-механических свойств материала.

Следовательно, размеры входного окна 6 воздухораспределительного канала 8, которые не оказывают влияния на возрастание сопротивления воздушному потоку, могут быть определены на основе известного уравнения Дарси для определения потерь скоростных давлений в переходном патрубке от выхлопной коробки вентилятора к входному отверстию воздухораспределительного канала и распределяются по формуле:

$$h_n = \frac{U}{2} - B, \quad (1)$$

где U — периметр выхлопной коробки вентилятора, м;
 B — ширина воздухоподводящего канала, м.

На основании уравнения баланса расхода воздушного потока вдоль транспортного канала, выявляется зависимость текущего размера h_i канала по его высоте от скорости воздушного потока, выходящего из отверстий, v_{cp} и скорости $v_{вых}$

воздушного потока, выходящего из выпускной коробки вентилятора, принимает вид:

$$h_1 = h_n - \frac{L_1 \cdot h_{\text{щ}} \cdot B_{\text{т.к}} \cdot V_{\text{ср}}}{l \cdot B \cdot V_{\text{вых}}}, \quad (2)$$

где L_1 — текущий размер длины воздухораспределительного канала, м;

$h_{\text{щ}}$ — высота отверстия в грузонесущей перегородке, м;

$B_{\text{т.к}}$ и B — соответственно ширина транспортного и воздухо-распределительного каналов, м;

l — шаг между отверстиями в перегородке, м.

Согласно предложенной методике расчета потерь давления при сужении потока в переходном патрубке по И. Е. Идельчику [5], в частном случае, если допустить, что объем соединительного патрубка достаточно большой, а коэффициент потерь местного сопротивления ξ в сужающей части $\xi \rightarrow 1$, имеем:

$$A = \frac{h_n}{2lg\beta}, \quad (3)$$

где A — длина патрубка, м;

β — угол сужения боковин патрубка.

Чтобы получить выражение, характеризующее максимальную возможную длину L_{max} транспортного канала 7, в зависимости от расхода Q воздушного потока и давления p_d , развиваемого вентилятором, введем ограничение давления p_d при котором материал будет перемещаться вдоль транспортного канала со случайными отрывами, получим:

$$L_{\text{max}} = \frac{V_{\text{ср}}^2 (1 + \mu C^2)}{2\mu g (\sin \alpha + f_2 \cos \alpha)}, \quad (4)$$

где μ — коэффициент массовой концентрации, $\mu = 4 \dots 6$ кг/кг;

C — коэффициент, показывающий отношение скорости v_m смещения материала к скорости $v_{\text{ср}}$ выхода воздушного потока из щели. Для пневмотранспортера $C = 0,85$, а для аэрожелобов $C = 0,4 \dots 0,6$; меньшее значение — для транспортных каналов с чешуйчатыми перегородками, большее — для жалюзийных перегородок;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

α — угол наклона жалюзи или отгиба чешуй, град;

f_2 — коэффициент трения скольжения. Учитывая, что $f_2 = f(v_{\text{рс}})$, значение f_2 может быть найдено в [6].

Для того чтобы при частично или полностью оголившейся рабочей поверхности перегородки в транспортном канале аэрожелоб не снижал подачу материала, необходимо гидравлическое сопротивление воздушному потоку в верхней камере 4 сделать как можно меньше. А с целью снижения пыления материала или исключения резкого увеличения его начальной скорости необходимо изменить заслонкой 5 количество дополнительно вводимого воздуха из камеры 4 через окно 6 в начальную часть транспортного канала 7.

Следовательно, необходимое условие, обеспечивающее сдвиг материала от передней стенки аэрожелоба, наблюдается, если напор воздушного потока в камере 4 равен потере давления оголившейся части перегородки, должно определяться по формуле:

$$H = \frac{h_{\text{щ}}^3 \cdot l \cdot B_{\text{т.к}}}{n \cdot \Delta l \cdot l^2 \cdot \psi^2 \cdot B_{\text{т.к}} - h_{\text{щ}}^3 l}, \quad (5)$$

где $h_{\text{щ}}$ — зазор между лопатками-жалюзи, м;

H, l — соответственно искомые размеры высоты и длины верхней камеры, м;

$B_{\text{т.к}}$ — ширина транспортного канала, м;

Δl — перекрытие лопатки-жалюзи, м;

l — шаг между отверстиями, м;

ψ — коэффициент живого сечения в долях единицы;

n — принятое практикой число возможных оголений рабочей поверхности транспортного канала, $n = (1/0,8 \dots 1/0,75)$.

Надежность протекания технологического процесса аэро-желоба характеризуется значением величины перекрытия — нахлеста пластин Δl , зазора между пластинами $h_{\text{щ}}$, в зависимости от которых определяется скорость выхода воздушного потока $v_{\text{ср}}$ из щели. Согласно Н. П. Черняеву, наиболее предпочтительными размерами можно считать $\Delta l = 2,2 \dots 20$ мм; $h_{\text{щ}} = 0,27 \dots 1,88$ мм; $v_{\text{ср}} = 30 \dots 40$ м/с в диапазоне подачи зерна от 10 до 25 т/ч [7]. Учитывая резкое возрастание сопротивления перегородки от 100 до 600 Па при возрастании скорости воздушного потока от 22 до 65 м/с, рассмотрим ра-

бочий процесс, при котором потери давления перегородки находятся в пределах 80...150 Па и составляют не более 6% от общих потерь. При этом величина зазора между лопатками-жалюзи находится в пределах эквивалентного диаметра d_3 -частиц перемещаемого материала, а скорость воздушного потока $v_{cp}=15...30$ м/с.

С учетом приведенного, величина перекрытия лопаток-жалюзи запишется в виде:

$$\Delta l = \frac{0,24 d_3^2 \rho_m g (f_2 \cos \alpha + \sin \alpha)}{\lambda k_m \rho v_{cp}} \quad (6)$$

Учитывая гидравлические свойства воздушного потока для улучшения процесса забора крошкой лопатки-жалюзи отдельно взятой струи воздушного потока и исключения возможной деформации, отогнем кромку под углом ϵ , шириной δ , определяемой по формуле:

$$\delta = \frac{h_{ш}}{\sin \epsilon} \left(\frac{v_{cp}}{v_{вых}} - 1 \right), \quad (7)$$

где $v_{вых}$ — скорость воздушного потока при выходе из выпускной коробки вентилятора м/с. Для исключения завихрений и торможений струй воздушного потока $\epsilon=15...30^\circ$.

Форма транспортного канала оказывает существенное влияние на процессы транспортирования материала и активность вентилирования. Наименьшее сопротивление оказывают каналы, образованные вогнутой поверхностью грузонесущей жалюзийной перегородки [8]. В данном варианте лопатки-жалюзи изогнуты по окружности радиуса и образуют криволинейную форму транспортного канала с охватом материала воздушным потоком с боковых сторон и снизу, что способствует концентрации материала вдоль осевой линии аэрожелоба, сводит до минимума вредные сопротивления у боковин. Воздухоподводящая щель имеет уменьшающуюся от центра к краям высоту. Тем самым создаются условия, при которых в зону с большим содержанием транспортируемого материала подается и большее количество сжатого воздуха.

Зависимость $R=f(G)$ описывается уравнением вида:

$$R = \frac{2G}{\pi l \rho_m v_m l g \alpha}, \quad (8)$$

где G — подача аэрожелобом материала, кг/с;

l — шаг между отверстиями, м;

ρ_m — плотность материала, кг/м³;

v_m — возможная скорость смещения материала, м/с;

α — угол наклона лопаток-жалюзи, град.

Подставим в выражение 8 числовые значения подачи: $G=5,5$ кг/с; $l=0,05$ м; $\rho_m=600...740$ кг/м³; $v_m=3$ м/с имеем $R=0,15$ м. При разработке промышленных образцов и серийном выпуске секций данное значение R было принято за основу.

Процесс работы различного типа воздухораспределительных перегородок и проведение по ним сравнительного анализа с учетом энергозатрат: на перемещение материала и преодоление сопротивлений при проходе воздушного потока через щели в перегородке, может быть оценен коэффициентом полезного действия:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{K_m \lambda \cdot \Delta l \cdot \rho \cdot v_{ф}^2 \cdot l^2}{4 h_{ш}^3 \cdot d_3 \cdot \rho_m g (f_2 \cos \alpha + \sin \alpha)}}, \quad (9)$$

где K_m — коэффициент силы лобового сопротивления;

λ — коэффициент трения, $\lambda=f(Re)$;

Δl — перекрытие лопаток-жалюзи, м;

ρ — плотность стандартного воздуха, кг/м³;

$v_{ф}$ — скорость фильтрации, м/с;

l — шаг между отверстиями;

$h_{ш}$ — высота отверстия в перегородке, м;

d_3 — эквивалентный диаметр зерна, м;

ρ_m — плотность материала, кг/м³;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

f_2 — коэффициент трения;

α — угол наклона лопатки, отгиба чешуйки, град.

Многолетние производственные исследования аэродинамических транспортеров, устанавливаемых на зернотоках колхозов и совхозов, полностью подтвердили правильность выбора параметров аэрожелобов по приведенной методике и их расчета.

Выводы

При использовании аэродинамических транспортеров целесообразно изменить не только форму транспортного канала, но и учитывать падение сопротивления воздушному потоку

при оголении рабочей поверхности перегородки и, соответственно, иметь возможность регулирования дополнительной подачи воздушного потока в зону с пониженным расходом воздуха, что важно при транспортировании материалов, отличающихся по физико-механическим свойствам.

Список литературных источников

1. Зими́н Е. М. Технология приема и обработки зернового вороха // Внедрение достижений науки и передового опыта в сельскохозяйственное производство Ярославской области. Ярославль, 1986. с. 67...69.
2. Зими́н Е. М., Смирнов Г. П. // Транспортная галерея. Сельское хозяйство Нечерноземья. 1982. № 9. С. 46...47.
3. Киреев М. В., Подоплелов С. А. Расчет основных параметров аэродинамических установок для перемещения зерна // Повышение эффективности технологических процессов и совершенствование рабочих органов сельскохозяйственных машин. Л., 1982. С. 61—67.
4. Мельник Б. Е. Активное вентилирование зерна: Справочник. М.: Агропромиздат, 1986. 157 с.
5. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Госэнергоиздат, 1960.
6. Зими́н Е. М. Отделения приема вороха семян зерновых культур на послеуборочную обработку // Техника в сельском хозяйстве. 1987. № 9. С. 16...17.
7. Черняев Н. П. Аэротранспортеры с направленным выходом воздуха для перемещения зернопродуктов: М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1974. С. 68.
8. А. с. 1341128 (СССР) Жалюзийная перегородка аэродинамического желоба для транспортирования сыпучих материалов / Костромской СХИ, авт. изобрет. Зими́н Е. М. — заявл. 24.02.86 № 4070723/29-П. Оpubл. в Б. И. 1987, № 36.

УДК 621.892.004.65

А. В. НЕПОГОДЬЕВ, инженер,
И. Н. ХОЛИН, инженер
(Рязанский СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ДОСТАТОЧНЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ МАСЛА В ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье посредством статистического корреляционного анализа произведен выбор и обоснование параметров, достаточных для контроля состояния масла в эксплуатации. В качестве исходного материала для расчета использованы результаты выборочного обследования состояния масла в двигателях тракторов Рязанской области.

Выбор минимума параметров, необходимых и достаточных для объективной оценки состояния масла, — неотъемлемая часть исследований по установлению рационального срока смены масла. При этом принятые для контроля физико-химические параметры должны быть независимы друг от друга, а в комплексе давать более высокую связь, таким образом предупреждается дублирование анализов и гарантируется высокая объективность контроля.

На основе обзора опубликованных материалов было проведено предварительное обоснование возможного сочетания параметров состояния, которые, по мнению ряда авторов [1], наиболее объективно отражают работоспособность масла и его влияние на двигатель: вязкость, щелочное число, загрязненность нерастворимыми частицами, диспергирующая способность, содержание воды. Из названных показателей некоторые в первую очередь служат диагностике технического состояния двигателя на момент проверки масла (вязкость, содержание воды), другие помогают прогнозировать перспективное состояние двигателя (вязкость, щелочное число, загрязненность масла, диспергирующая способность). В совокупности они отражают текущее качество работавшего масла.

Абстрагируясь от группы параметров, связанной с техническим состоянием двигателя, сосредоточили свое внимание на показателях, которые эволюционно изменяются во времени и обуславливают старение масла: вязкость, щелочное число, содержание нерастворимых загрязнений, диспергирующая способность. В качестве исходного материала использовали результаты выборочного обследования состояния масла в двигателях тракторов основных сельскохозяйственных марок [2], подвергнув его корреляционному анализу. Для этого рассчитали простые и множественные коэффициенты корреляции для следующих троек параметров масла:

- 1) вязкость, щелочное число, содержание нерастворимых загрязнений;
- 2) вязкость, щелочное число, диспергирующая способность — по формулам [3, 4].

$$r_{12} = \frac{\sum_{i=1}^N x_{1i} x_{2i} - \frac{\sum_{i=1}^N x_{1i} \sum_{i=1}^N x_{2i}}{N}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^N x_{1i}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_{1i})^2}{N} \right) \left(\sum_{i=1}^N x_{2i}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N x_{2i})^2}{N} \right)}}$$

$$r_{1,23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}},$$

$$r_{2,13} = \sqrt{\frac{r_{21}^2 + r_{23}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{13}^2}},$$

$$r_{3,12} = \sqrt{\frac{r_{31}^2 + r_{32}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{12}^2}},$$

где x_{11}, x_{21}, x_{31} — исследуемые параметры масла;

N — общее количество наблюдаемых значений в выборке;

r_{12}, r_{13}, r_{23} — простые коэффициенты корреляции, соответственно, между x_1 и x_2 , x_1 и x_3 , x_2 и x_3 ;

$r_{1,23}, r_{2,13}, r_{3,12}$ — множественные коэффициенты корреляции как мера тесноты линейной связи случайной величины с двумя другими величинами.

Результаты расчета проверили на достоверность, вычислив для коэффициентов корреляции доверительные интервалы при уровне значимости 0,95 и числе степеней свободы $v_1 = N - 1$ [4], и значимость, рассчитав критерий Стьюдента t при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы $v_2 = N - 2$ с помощью выражения:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{N-2}$$

где r — проверяемый коэффициент корреляции.

Проведенная проверка коэффициентов на достоверность и значимость есть проверка статистической гипотезы об отсутствии корреляции. С надежностью 95% отрицали наличие корреляционной связи между проверяемыми параметрами. Если доверительный интервал включал в охватываемое поле значений коэффициент корреляции, равный нулю, и расчетное значение критерия t было меньше табличного.

Полученные результаты расчета и статистического анализа представлены в таблицах 1—3.

Парные коэффициенты корреляции имеют значение от 0,01 до 0,5. Большинство взаимодействий между вязкостью, щелочным числом и загрязненностью оцениваются коэффициентом корреляции 0,2—0,3. Говорить о функциональной зави-

симости при таких значениях не приходится, скорее это случайное совпадение. Для тракторов К-700 и К-701 высокие значения r_{12} и r_{13} можно объяснить обнаруженным значительным разжижением масла топливом. Попадание топлива разбавляет масло, понижая щелочное число, и стимулирует образование нерастворимых продуктов. Высокая корреляция между щелочным числом и содержанием нерастворимых частиц отмечалась ранее и другими исследователями [5], некоторые говорили почти о функциональной зависимости. По нашим результатам в пробах со всех марок тракторов устойчиво наблюдается отрицательная корреляция между щелочным числом и загрязненностью со средним значением 0,3, т. е. существует определенное взаимодействие, вместе с тем по величине коэффициентов нельзя сказать, что эти параметры состояния дублируют друг друга и по величине одного можно судить о значении другого.

Таблица 1

Статистики корреляции, рассчитанные по результатам обследования*

Марка трактора	Простые коэффициенты корреляции			Множественные коэффициенты корреляции		
	r_{12}	r_{13}	r_{23}	$r_{1,23}$	$r_{2,13}$	$r_{3,12}$
МТЗ-80	0,1449	0,1377	-0,2894	0,2371	0,3443	0,3416
МТЗ-50	0,1700	-0,3335	-0,2500	0,3911	0,2658	0,4269
ЮМЗ-6М	-0,1583	0,1430	-0,2244	0,1929	0,2581	0,1021
ДТ-75	0,1790	0,5096	-0,2637	0,6044	0,4497	0,6244
Т-150К	0,0511	0,0123	-0,1218	0,0544	0,1326	0,1226
К-700	0,2104	0,2519	-0,3489	0,4059	0,4655	0,4075
К-701	0,2844	0,0326	-0,3459	0,3321	0,4622	0,3844

* В таблицах 1—3 обозначено: 1 — вязкость проб моторного масла; 2 — щелочное число проб; 3 — загрязненность нерастворимыми частицами.

Проведенный в таблицах 2 и 3 анализ коэффициентов корреляции показал следующее. Доверительные интервалы охватывают широкое поле значений. Многие включают в свои границы нулевое значение коэффициента корреляции, т. е. отрицать, что между анализируемыми параметрами отсутствует корреляция, нельзя. Дополнительная проверка коэффициентов корреляции на значимость с помощью статистики t

подтвердила сделанное предположение, случайные величины параметров масла в общей совокупности являются некоррелированными. В единичных случаях расчетное значение превышало табличное t , только в этом случае предположение о некоррелированности случайных величин в общей совокупности является необоснованным.

Таблица 2

Доверительные интервалы коэффициентов корреляции

Марка трактора	Простые коэффициенты корреляции		
	r_{12}	r_{13}	r_{23}
МТЗ-80	--0,0415; 0,3215	--0,0488; 0,3149	--0,4500; --0,1090
МТЗ-50	--0,0158; 0,3444	--0,5678; --0,1628	--0,4160; --0,0679
ЮМЗ-6М	--0,3338; 0,0278	--0,0434; 0,3198	--0,3933; --0,0407
ДТ-75	--0,0064; 0,3526	0,3562; 0,6349	--0,4281; --0,0824
Т-150К	--0,1153; 0,2148	--0,1535; 0,1773	--0,2817; --0,0445
К-700	0,0465; 0,3632	0,0902; 0,4007	--0,4862; --0,1946
К-701	0,1508; 0,4079	--0,7740; 0,2004	--0,1143; --0,3764

Таблица 3

Проверка значимости простых коэффициентов корреляции

Марка трактора	Простые коэффициенты корреляции					
	r_{12}		r_{13}		r_{23}	
	Коэффициент Стьюдента t					
	расч.	табл.	расч.	табл.	расч.	табл.
МТЗ-80	1,29	2,0	1,23	2,0	2,67	2,0
МТЗ-50	1,20	2,02	2,88	2,62	1,79	2,02
ЮМЗ-6М	1,42	2,0	1,23	2,0	2,02	2,0
ДТ-75	1,61	2,0	5,23	2,0	2,41	2,0
Т-150К	0,51	2,0	0,12	2,0	1,22	2,0
К-700	2,13	2,0	2,57	2,0	3,68	2,0
К-701	3,18	1,98	0,73	1,98	3,03	1,98

Множественные коэффициенты корреляции отражают тесноту связи одной величины с двумя другими. По их значениям можно сделать вывод, что в совокупности все параметры выражают более высокую связь, нежели парные зависимости.

Большинство из множественных коэффициентов находится в пределах от 0,3 до 0,5.

Аналогичные значения парных и множественных коэффициентов корреляции получены и для трех параметров масла в другом сочетании: вязкость, щелочное число, диспергирующая способность.

Таким образом, проведенный статистический анализ показал:

— выбранные параметры состояния масла (вязкость, щелочное число, загрязненность нерастворимыми и диспергирующей способностью) можно принять в качестве критериев оценки работоспособности масла, т. к. они независимы между собой и, следовательно, оценивают качество масла с нескольких сторон;

— ввиду сравнительно высокой корреляции одной величины с двумя другими в рассмотренных тройках параметров можно считать достаточным количество контролируемых параметров для объективной оценки качества масла.

Список литературных источников

1. Резников В. Д., Шипулина Э. Н. Химмотологические аспекты анализа работавших дизельных масел. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982. 60 с.
2. Улитовский Б. А., Холин И. Н., Поляков С. В. Повышение эксплуатационных показателей тракторов на основе контроля масла // Анализ работы и пути повышения эффективности использования тракторов и автомобилей в условиях с.-х. производства: Тр. / Горький: Горьк. СХИ, 1986. 26—29 с.
3. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971. 576 с.
4. Применение программируемых калькуляторов для инженерных и научных расчетов / Л. Ю. Астахин и др. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 176 с.
5. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей: Справочник / С. А. Арабян и др. М.: Машиностроение, 1984. 208 с.

УДК 631.363.28 : 636.087.22

М. В. ОРЕШКИНА, канд. техн. наук,
В. М. УЛЬЯНОВ, инженер
(Рязанский СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАМЕРЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГИ

Предложено техническое решение на обезвоживатель картофельной мезги, имеющий камеру двухстороннего сжатия.

Дано теоретическое обоснование силовых и конструктивных параметров камеры с учетом физико-механических свойств мезги.

Из конструктивных схем прессов-обезвоживателей материалов растительного происхождения — наибольшее распространение получили шнековые прессы с осевым выходом отжатого материала [1]. Главное их преимущество — непрерывность процесса и простота обслуживания. Существенным недостатком таких прессов является некачественное обезвоживание материалов с большим содержанием влаги. Это происходит из-за частого срыва «пробки» из отжатого материала, в связи с чем выход сухих веществ снижается.

Экспериментальными исследованиями установлено, что процентный выход сухих веществ можно увеличить применением обезвоживателя, имеющего камеру двухстороннего сжатия с радиальным выходом спрессованной мезги.

На стабильность процесса обезвоживания влияют технологические, конструктивные параметры, физико-механические свойства картофельной мякоти и их взаимодействие.

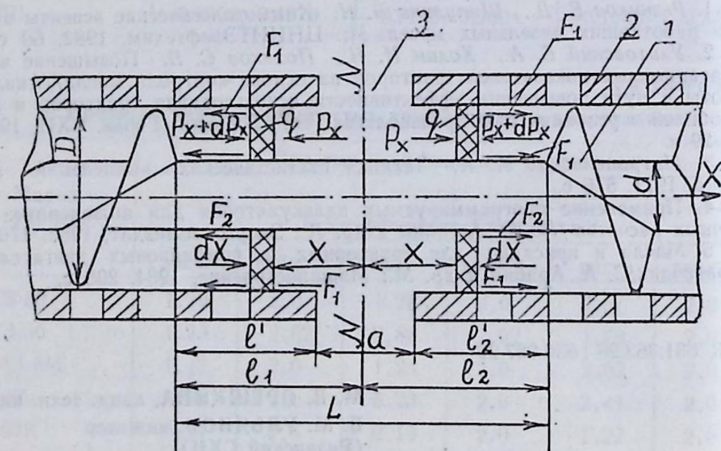


Рис. 1. Схема к расчету длины камеры двухстороннего сжатия:

- 1 — шнек;
2 — перфорированный цилиндр;
3 — выходное окно

Определим длину камеры двухстороннего сжатия и давление прессования мезги (рис. 1). Учитывая, что камера симметрична относительно оси $N-N$, считаем, что в этом сечении имеется условная перегородка, справа и слева от которой приложено давление P_v .

Рассмотрим равновесие элементарного слоя мезги толщиной на расстоянии X от оси $N-N$. На элементарный слой действуют следующие силы:

1. Нормальные давления P_x и $(P_x + P_x)$ на расстоянии X и $(X + dX)$ от оси $N-N$.
2. Боковые давления на наружной поверхности слоя мезги $q_{хн}$ и по его внутренней поверхности $q_{хв}$, примем их значения равными и обозначим q_x .
3. Силы трения по наружной поверхности слоя и внутренней поверхности камеры F_1 и по наружной поверхности вала шнека и по внутренней поверхности слоя мезги F_2 .

Уравнение равновесия запишется в виде:

$$P_x \omega - (P_x + dP_x) \cdot \omega + F_1 + F_2 = 0$$

$$\text{или } P_x \omega - (P_x + dP_x) \cdot \omega + q_x \int_1 S_H dx \int_2 S_B dx = 0, \quad (1)$$

где $\omega = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$ — площадь поперечного сечения элемен-

тарного слоя мезги, м²;

$S_{\text{н}} = \pi d$ — периметр слоя мезги по внутренней поверхности перфорированной камеры, м;

$S_B = \pi d$ — периметр слоя по наружной поверхности вала шнека, м;

D и d — соответственно внутренний диаметр камеры и наружный диаметр вала шнека, м;

f_1 и f_2 — коэффициенты трения мезги, соответственно по внутренней поверхности камеры и наружной поверхности вала шнека.

После необходимых замен и преобразований уравнение (1) примет вид:

$$\frac{4\mu(f_1 D + j_2 d)}{D^2 - d^2} x,$$

$$P_x = P_B l, \quad (2)$$

где μ — коэффициент бокового давления.

По уравнению (2) определяется давление в произвольном сечении на расстоянии X от оси $N-N$. Подставляя вместо P_x

и X значения соответственно P (максимальное давление прессования на последнем витке шнека) и длину левой части камеры l_1 и решая относительно l_1 , уравнение (2) примет вид:

$$l_1 = \frac{(\ln P - \ln P_0)(D^2 - d^2)}{4\mu(f_1 D + f_2 d)} \quad (3)$$

Учитывая, что правая часть камеры симметрична левой, то длина l_2 также определяется по выражению (3). Полная длина камеры двухстороннего сжатия равна:

$$L = l_1 + l_2 = \frac{(\ln P - \ln P_0)(D^2 - d^2)}{2\mu(f_1 D + f_2 d)} \quad (4)$$

Однако выражение (4) не учитывает параметры выходного окна. Поэтому точное значение длины камеры двухстороннего сжатия с радиальным выходом мезги определится по формуле:

$$L = l'_1 + a + l'_2, \quad (5)$$

где l_1, l_2 — соответственно длина левой и правой частей, где мезга движется в осевом направлении, м;

a — длина выходного окна, м.

Выражая l_1, l_2 и a через параметры, входящие в уравнение (2), после преобразований выражение (5) примет вид:

$$L = \frac{(\ln P - \ln P_0)(D^2 - d^2) + 2\mu a(f_1 D + f_2 d)}{2\mu(f_1 D + f_2 d)}, \quad (6)$$

где P_0 — осевое давление в сечении на расстоянии 0,5а от оси $N-N$, Па.

Ввиду того, что обезвоженная мезга выходит радиально на участке длиной «а», где слой спрессованной мезги движется по мезге, то необходимо учесть коэффициент внутреннего трения. Давление прессования регулируется размерами выходного окна, то есть уменьшая или увеличивая P_0 , соответственно изменяется боковое давление на выходе из окна. По величине бокового давления контролируют давление прессования P . Поэтому необходимо связать размер «а» и q_0 с давлением на последнем витке шнека. Зная эту зависимость, можно регулировать давление прессования.

Для определения необходимой зависимости рассмотрим равновесие элементарного слоя толщиной dr в момент сдвига

его в направлении выходного окна (рис. 2). Примем следующие допущения: 1. Материал за счет бокового давления движется радиально (перпендикулярно осевому давлению); 2. Высота элементарного слоя равна длине окна «а» в любом сечении.

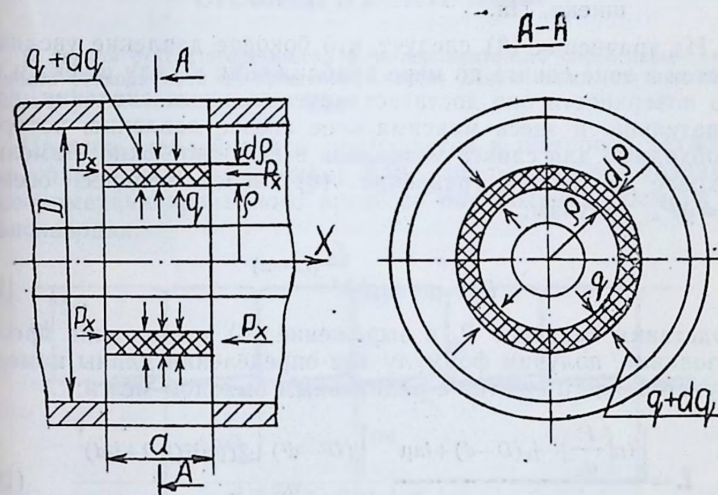


Рис. 2. Схема к расчету действующих сил в зоне сдвига

При действии сил, возникающих в процессе прессования осевых давлений P_x , боковых давлений слева q_x и справа $(q_x + dq_x)$ уравнение равновесия элементарного слоя можно представить в виде:

$$q_x \omega - (q_x + dq_x) \omega - 2F_{тр} = 0$$

$$\text{или } q_x \omega - (q_x + dq_x) \omega - 2f_b P_x l dr = 0, \quad (7)$$

где $\omega = 2\pi r a$ — площадь поперечного сечения элементарного слоя мезги, m^2 .

$l = 2\pi r$ — периметр поперечного сечения слоя, м;

f_b — коэффициент внутреннего трения картофельной мезги.

После преобразований уравнение (7) примет вид:

$$q_0 = q_b l^{\frac{f_n}{\mu B}} (D-d), \quad (8)$$

где q_0 — боковое давление на наружную поверхность вала шнека, Па.

Из уравнения (8) следует, что боковое давление увеличивается в зоне сдвига по мере приближения к валу шнека и на его поверхности оно достигает максимального значения, следовательно, и здесь максимальное осевое давление, которое необходимо для сдвига материала в выходное окно. Заменим боковое давление в уравнении (8) через среднее осевое $q_0 = \mu P_a$, получим:

$$P_a = \mu^{-1} q_b l^{\frac{f_n}{\mu a}} (D-d) \quad (9)$$

Подставим значение P_a в выражение (6) и выполнив преобразования, получим формулу для определения длины камеры двухстороннего сжатия с радиальным выходом мезги:

$$L = \frac{\left[\ln \left(\frac{P}{q_b} \right) - f_n (D-d) + \ln \mu^{\frac{\mu a}{\mu a}} \right] (D^2 - d^2) + 2(\mu a)^2 (f_1 D + f_2 d)}{2\mu^2 a (f_1 D + f_2 d)} \quad (10)$$

Решая уравнение (10) относительно P , получим:

$$P = q_b \exp \frac{\mu a [2\mu (f_1 D + f_2 d) (L-a) - (D^2 - d^2) \ln \mu] + f_n (D-d)^2 (D+d)}{(D^2 - d^2) \mu a} \quad (11)$$

Предложенная формула позволяет определить давление прессования на последнем витке шнека при известной величине бокового давления мезги на выходе из окна.

Таким образом, полученные выражения (10, 11) можно использовать при расчете силовых и геометрических параметров обезживателей с камерой двухстороннего сжатия шнекового типа и при регулировании технологических режимов во время их эксплуатации, а также при проектировании новых моделей.

Список литературных источников

Прессы пищевых и кормовых производств / Под ред. А. Я. Соколова. М.: Машиностроение, 1973. 288 С.

Н. А. КЛОЧКОВ, канд. техн. наук,
(Костромской СХИ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФИКСАЦИИ СТЕБЛЕЙ В ЛЕНТЕ ЛЬНА

В данной статье теоретически и экспериментально определены зависимость расхода нити на прошивку, влияние длины стежка на неровноту ленты и рациональная длина стежка.

Прошив стеблей ленты применяется в шатровой технологии уборки льна [1] и может быть использован для создания высококоординированного процесса обработки льносырья на льнозаводах.

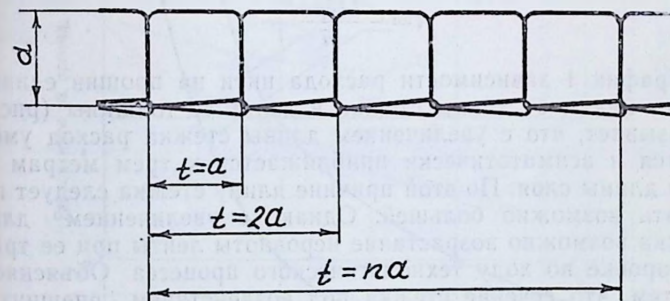


Рис. 1. Строчка однониточного цепного стежка

Основным параметром строчки при прошиве стеблевой ленты является длина стежка t . Ее выбор обуславливается минимальным расходом нити при сохранении ровноты сформированной ленты в ходе технологического процесса. Для нахождения зависимости расхода нити рассмотрим ленту толщиной a (рис. 1). При прошиве однониточной цепной строчкой с длиной стежка, кратной толщине ленты, и допущении, что сечение, заключенное стежком, имеет форму прямоугольника, длина нити на один стежок P в зависимости от длины стежка определяется геометрической прогрессией.

$$\begin{aligned} \text{При } t=a; 2a; 3a; \dots na, \\ P=5a; 8a; 11a; \dots a(3n+2), \end{aligned} \quad (1)$$

где $n=t/a$.

Количество стежков N на прошитом участке:

$$N=L/na, \quad (2)$$

где L — длина прошитого слоя, м.

Тогда длина нити l , затраченная на прошив, будет:

$$l=N \cdot P = \frac{L(3n+2)}{n} \quad (3)$$

Если нить имеет некоторое натяжение, то сечение стежка принимает округлую форму. При этом длина нити в стежке уменьшается. Учтем это уменьшение коэффициентом $\varphi < 1$. Тогда:

$$l = \frac{\varphi L(3n+2)}{n} \quad (4)$$

График 1 зависимости расхода нити на прошив единицы длины ленты от длины стежка в долях ее толщины (рис. 2) показывает, что с увеличением длины стежка расход уменьшается и асимптотически приближается к трем метрам на метр длины слоя. По этой причине длину стежка следует принимать возможно большей. Однако с увеличением длины стежка возможно возрастание неровноты ленты при ее транспортировке по ходу технологического процесса. Объясняется это тем, что сечение стежка под воздействием внешних и внутренних сил стремится приобрести форму круга, площадь которого является наибольшей по сравнению с другими сечениями при том же периметре. Поэтому неровнота будет тем больше, чем больше отношение площади круга к площади прямоугольника при равных периметрах. При высоте прямоугольника a и основании na (см. рис. 1) радиус R круга с длиной окружности, равной периметру прямоугольника, определяется зависимостью:

$$R = \frac{a(n+1)}{\pi} \quad (5)$$

Тогда отношение их площадей будет:

$$K = \frac{(n+1)^2}{\pi n} \quad (6)$$

где K — отношение площади круга к площади прямоугольника при равных периметрах.

График 1 этой зависимости (рис. 3) показывает, что при $n=1$ величина отношения является минимальной и равной $4/\pi$. При значениях n больше или меньше единицы величина отношения увеличивается и особенно быстро при $n < 1$. С учетом того, что расход нити на прошив должен быть минимальным, интерес представляют значения $n > 1$.

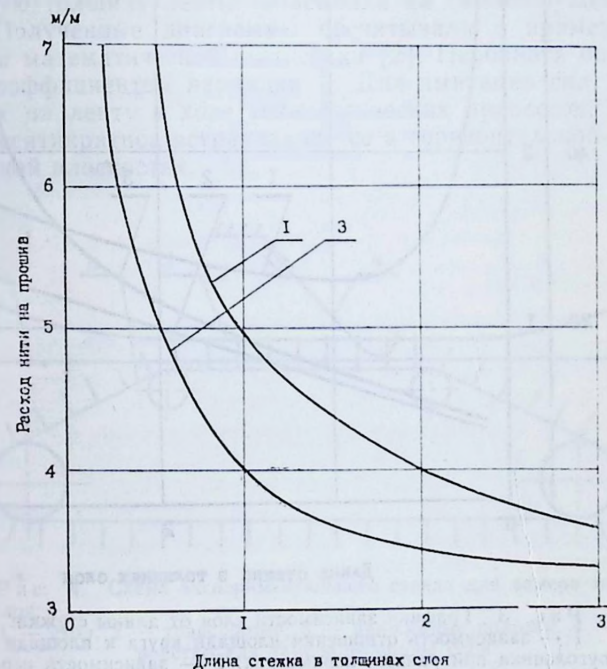


Рис. 2. Графики зависимости расхода нити на прошив от длины стежка:

1 — теоретическая зависимость; 2 — экспериментальная зависимость

Для подтверждения теоретических расчетов нами были проведены эксперименты по определению расхода нити на прошив и неровноты ленты в зависимости от длины стежка. Расход нити определяли распусканием строчки. График 2

(см. рис. 2) зависимости расхода нити на прошив от длины стежка расположился почти эквидистантно графику 1. Проверка по критерию Фишера показала, что теоретическая зависимость адекватна экспериментальной. Следовательно, теоретический расчет расхода нити с учетом коэффициента натяжения ϕ подтвердился.

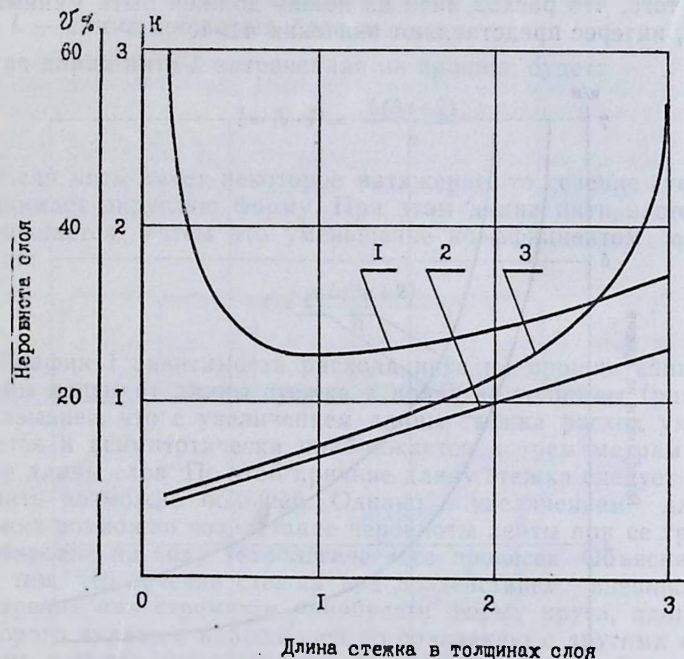


Рис. 3. Графики зависимости слоя от длины стежка:
1 — зависимость отношения площади круга к площади прямоугольника при равных периметрах; 2 — зависимость неровности исходной ленты от длины стежка; 3 — зависимость неровности ленты от длины стежка после встряхиваний

Эксперимент по определению неровности ленты, возникающей в ходе технологических процессов, проводили на специальном стенде с устройством для осуществления замера и записи колебаний толщины слоя. Основными узлами стенда (рис. 4) являются: стол 1, пальчиковые транспортеры 2, прижимные ползки 3 и устройство для осуществления замера 4.

Прошитую стеблевую ленту подавали на стол и продвигали к пальчиковым транспортерам. Транспортеры захватывали слой и продвигали в зону, где установлено устройство для замера толщины ленты. Прижимные ползки установлены для того, чтобы лента во время прокола конусными пальцами не поднималась. Для осуществления замеров толщины ленты использовались датчики электрического сопротивления, наклеенные на стальную балочку, скользящую по слою. Замеренную толщину ленты записывали на самопишущем приборе. Полученные диаграммы обсчитывали с применением методов математической статистики [2]. Неровнота оценивалась коэффициентом вариации V . Для имитации сил, действующих на ленту в ходе технологических процессов, проводили десятикратное встряхивание ее в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

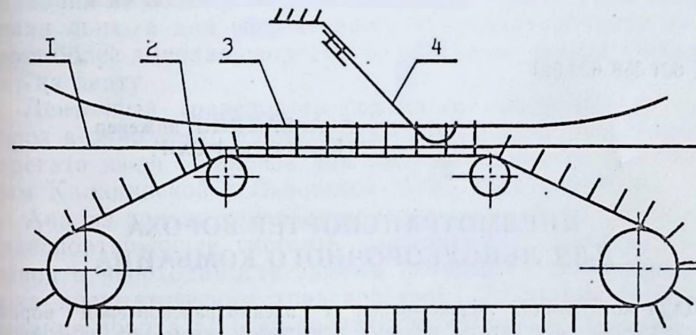


Рис. 4. Схема экспериментального стенда для замера толщины слоя:
1 — стол; 2 — транспортер; 3 — прижимные ползки; 4 — устройство для замера толщины слоя

График 2 (см. рис. 3) показывает полученную экспериментально зависимость неровности исходной прошитой ленты от длины стежка, а график 3 — неровноту ленты после встряхивания.

Анализ графиков 1, 2, 3 в интервале $n > 1$ показывает, что между отношением площадей стежков и неровнотой ленты существует определенная зависимость. Корреляционное отношение неровноты исходной ленты и ленты после встряхиваний соответственно равно 0,99 и 0,98.

Проведенный расчет квадратической ошибки корреляционного отношения дает основание утверждать о наличии корреляционной связи.

Анализируя графики рисунков 2 и 3 видно, что для сокращения расхода нити нужно, чтобы длина стежка была по возможности большей, а для сохранения ровноты слоя не больше двух толщин слоя.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований сделан вывод, что рациональной длиной стежка при прошиве ленты из стеблей льна является длина, равная двум ее толщинам.

Список литературных источников

1. Можаров Б. П., Броцман А. И. Уборка льна в Западной Европе // Лен и конопля. 1985. № 1. С. 37...39.
2. Иванов В. М., Калинина В. Н., Нешумова Л. В. и др. Математическая статистика. М.: Высшая школа, 1981. С. 368.

УДК 631.358 633.521

А. А. БАЛДИН, инженер
(Костромской СХИ)

ПНЕВОТРАНСПОРТЕР ВОРОХА ДЛЯ ЛЬНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Дана конструкция льнокомбайна с пневмотранспортером вороха. Представленные результаты полевых испытаний указывают на снижение потерь семян из камеры очеса.

Согласно агротребованиям, общие невозвратимые потери семян льна-долгунца льнокомбайнами не должны превышать 5%, а по данным испытаний льноуборочных комбайнов ЛК-4А и ЛВК-4А на МИС они в среднем составляют 6...8%, причем при неблагоприятных условиях уборки достигали 24,2% [1].

Повышенные потери семян обусловлены несовершенством конструкции очесывающе-транспортирующей системы комбайна и ее рабочих режимов, не обеспечивающих полный сбор и надежное транспортирование продуктов очеса из камеры на транспортер вороха и далее в прицеп. Ворох в существующих льнокомбайнах на ленточный транспортер подается бараба-

ном за счет швыркового эффекта и под действием воздушного потока, создаваемого его гребнями и лопастями.

Однако, как показала многолетняя практика использования льноуборочных комбайнов, барабан обладает слабой транспортирующей способностью и не все семена и семенные коробочки подает из камеры очеса на транспортер вороха. Часть их, оторванных, но находящихся внутри слоя очесанных стеблей, вместе с лентой выносятся из камеры на землю. Другая часть семенных коробочек и значительная доля свободных семян не захватывается гребнями и лопастями барабана, оседает на днище камеры, накапливается и нижней частью ленты выносятся на землю. Также на землю выносятся и часть семян, которые ложатся на ленту сверху. Это семена и коробочки, попавшие внутрь барабана при перекладке их с одной лопасти на другую, и семена, недолетевшие до окна выхода вороха. Так как окружная скорость лопастей барабана не более 9 м/с, что на уровне критической скорости семян льна, а для эффективного транспортирования необходима более высокая скорость, то семена по задней стенке сходят на ленту.

Ленточный транспортер серийного льнокомбайна подает ворох в одно место прицепа, поэтому простои льноуборочного агрегата из-за остановок для разравнивания вороха, по данным Калининской и Львовской МИС, составляют 18...20%.

Анализ причин неудовлетворительной работы очесывающе-транспортирующей системы льнокомбайна позволил сделать вывод о необходимости замены ленточного транспортера вороха пневматическим транспортером. Улучшить транспортирование вороха за счет увеличения скорости движения гребней и лопастей барабана не представляется возможным, т. к. в этом случае резко возрастут повреждения стеблей и семян льна.

Для полного транспортирования льняного вороха пневматический транспортер был впервые применен на экспериментальном льноуборочном комбайне ЛК-4М в 1960...1961 годах [2], который был выполнен по всасывающе-нагнетательной схеме. На госиспытаниях данной конструкции выяснилось, что при проходе семенных коробочек любой спелости через вентилятор большая часть их разбивается, освобождая семена. Количество свободных семян в ворохе достигало 94% в желтой спелости и 99% в полной спелости [3]. Жесткое воздействие лопастей вентилятора на свободные семена, не защищенные оболочкой коробочки, увеличивает их повреждае-

мость и, как следствие, снижает посевные качества [4]. Кроме того, отмечалось образование грязевых наростов на лопастях и стенках отводов и постоянное забивание входа в вентилятор очесанным ворохом. При уборке влажного, засоренного и полеглого льна забивание вентилятора-швырялки происходило более интенсивно, что снижало технологическую надежность процесса транспортирования и производительность комбайна, поэтому данная схема пневмотранспортирования не нашла применения.

В льнокомбайне с щелевым очесывающим аппаратом был применен пневмотранспортер нагнетательного типа с отдельными участками, выполненными в виде диффузора, который при технологической надежности процесса транспортирования вороха имел высокие показатели качества [5]. Однако данная конструкция не применима для серийного комбайна, имеющего барабанный очесывающий аппарат. Кроме того, ворох

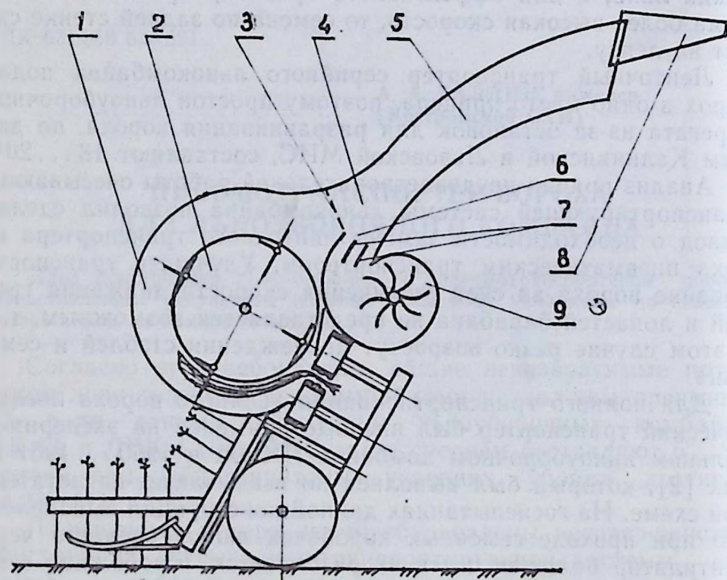


Рис. Схема льноуборочного комбайна с пневмотранспортером вороха:

1 — камера очеса; 2 — барабан; 3 — выходное окно; 4 — приемник; 5 — материалопровод; 6 — сопло; 7 — делители; 8 — козырек; 9 — вентилятор

от очесывающего аппарата щелевого типа поступает равномерно и в нем содержится путанины в 2...3 раза меньше, чем после очеса гребневым барабаном.

Учитывая изложенное, для серийного льнокомбайна с барабанным очесывающим аппаратом была разработана оригинальная конструкция пневмотранспортера нагнетательного типа с эжектором, создающим дополнительный воздушный поток, направленный из камеры очеса в материалопровод [6].

Предлагаемая схема (рис.) реализована в экспериментальном льноуборочном комбайне, изготовленном в лаборатории льна Костромского СХИ. Первый вариант льнокомбайна был разработан совместно с ГСКБ завода «Бежецксельмаш».

Вместо ленточного транспортера вороха в нем установлен пневмотранспортер, включающий вентилятор 9, сопло 6 с делителями воздушного потока 7, приемник 4 и материалопровод 5 с козырьком 8.

Материалопровод 5 выполнен расширяющимся, его начало расположено напротив сопла 6 и имеет большее сечение. Переход камеры очеса 1 в приемник 4 и материалопровод 5 осуществлен плавно. Пневмотранспортер оборудован механизмом балансировки рычажного типа, позволяющим, независимо от высоты теребления льна, направлять ворох к заднему борту прицепа.

Очесанный ворох барабаном 2 и эжекционным воздушным потоком, создаваемым вентилятором 9, подается через выходное окно 3 камеры очеса 1 в приемник 4, где подхватывается нагнетательным воздушным потоком от вентилятора 9 и по материалопроводу 5 транспортируется в прицеп. Делители 7 равномерно распределяют воздушный поток от вентилятора 9 по сечению сопла 6 и направляют его через приемник 4 в материалопровод 5, исключая отдув его в камеру 1. Кроме того, делители 7 предотвращают попадание стеблей вороха в вентилятор 9 при остановке комбайна, когда резко падает скорость воздушного потока от вентилятора 9, а барабан 2, обладая высокой инерционностью, некоторое время подает ворох в приемник 4 и на сопло 6 вентилятора 9.

Разработанная схема транспортирования исключает пропуск продуктов очеса через рабочие органы вентилятора и образование завалов.

Сравнительные полевые испытания серийного льнокомбайна и льнокомбайна с пневмотранспортером вороха проведены по ОСТ 70.8.9—74 «Испытания сельскохозяйственной техники».

Машины для уборки льна» в колхозе им. Советской Армии Красносельского района на льне сорта П-359 с урожайностью соломы 3860 кг/га, семян 764 кг/га, густотой стеблестоя 1040 шт/м², засоренностью сорняками 1,1%, общей длиной стеблей 73 см.

Испытания показали, что производительность, чистота тербления, чистота очеса и потери стеблей у сравниваемых машин находятся на одном уровне и не зависят от способа транспортирования вороха. Пневмотранспортер, при высокой технологической надежности, лучше распределении вороха и более плотной его укладке в прицепе, снижает потери семян. Так, потери семян, выносимых с лентой из камеры очеса, в среднем по двум передачам составили у макета 2,98%, у ЛК-4А — 7,3% (см. таблицу).

Пневмотранспортер не оказал влияния на посевные качества семян. Так, по данным трех лет у серийного льнокомбайна всхожесть свободных семян составила 95,9%, энергия прорастания 95,4%, у макета с пневмотранспортером соответственно 96,1% и 95,3%.

Показатели качества работы льноуборочных комбайнов

Показатели	ЛК-4А		Макет (пневмотранспортер)	
	передачи		передачи	
	3	5	3	5
Скорость движения агрегата, км/ч	5,75	8,23	5,70	8,21
Чистота тербления, %	99,94	99,91	99,87	99,92
Потери стеблей — всего, %	6,77	8,55	5,89	7,53
в т. ч. отход стеблей в путанину (при очесе)	6,71	8,46	5,76	7,45
Потери семян выносимых из камеры очеса, %	4,88	9,72	3,23	2,73
Выход сырого льновороха, т/га	2,43	2,45	1,97	2,67
Состав вороха по массе, %				
семена	28,64	30,64	27,03	33,1
путаница	26,45	31,91	23,90	23,44
сорняки	1,51	3,83	2,21	2,62
прочие примеси	43,40	33,62	46,86	40,84

Список литературных источников

1. Быков Н. Н. Сохранение урожая семян льна при комбайновом способе уборки: Рекомендации. Торжок. 1984.
2. Болотов И. Н. и др. Комплексная механизация льноводства. Л.-М.: Сельхозиздат, 1962, с. 116, 117.
3. Калининская МИС: Протокол № 12—61 государственных испытаний льноуборочных комбайнов ЛК-4М, ЛКВ-4М и ЛК-5.
4. Баранов И. В. О движении льняного вороха и семян льна в пневмотранспортных трубопроводах//Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1964. № 3.
5. Порфирьев С. Г., Мозгунов В. Г., Смирнов В. И. Результаты исследования льноуборочного комбайна с очесывающим аппаратом щелевого типа//Тр. Вып. 107/ВСХИЗО. М.: 1975.
6. А. С. № 1456050 (СССР) Льноуборочный комбайн/С. Г. Порфирьев и А. А. Балдин. — Оpubл. в Б. И. № 5, 1989.

УДК 631.358 : 633.521

Н. А. СМЕРНОВ, канд. техн. наук
(Костромской СХИ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛЬНОКОМБАЙНОВ С ИЗМЕНЕННЫМИ ОЧЕСЫВАЮЩЕ- ТРАНСПОРТИРУЮЩИМИ СИСТЕМАМИ

В статье приведены результаты испытаний льноуборочного комбайна с продувкой камеры очеса воздухом от дополнительного вентилятора, комбайна с полным пневмотранспортированием вороха и барабаном, имеющим диск с зубьями для предварительного расчесывания стеблей и ступенчато-винтовую расстановку зубьев в гребнях, а также комбайна с продувкой камеры и указанным барабаном в сравнении с серийным комбайном ЛК-4А.

При работе льноуборочных комбайнов отход стеблей в путаницу и потери семян часто превышают установленные агротехническими требованиями нормы. Указанные показатели в основном зависят от конструкции очесывающе-транспортирующей системы комбайна. В льнокомбайнах ЛК-4А и ЛКВ-4А очесывающе-транспортирующая система состоит из зажимного транспортера, камеры с очесывающим барабаном и ленточного транспортера вороха, причем барабан выполняет задачу как очеса стеблей, так и перемещения продуктов очеса в камере на ленточный транспортер, а последний транспортирует ворох в прицепленную к комбайну тележку.

Для изыскания путей уменьшения отхода стеблей в путанину и потерь семян в Костромском СХИ разработали и испытали в полевых условиях три экспериментальных макета льноуборочного комбайна с измененными очесывающе-транспортирующими системами.

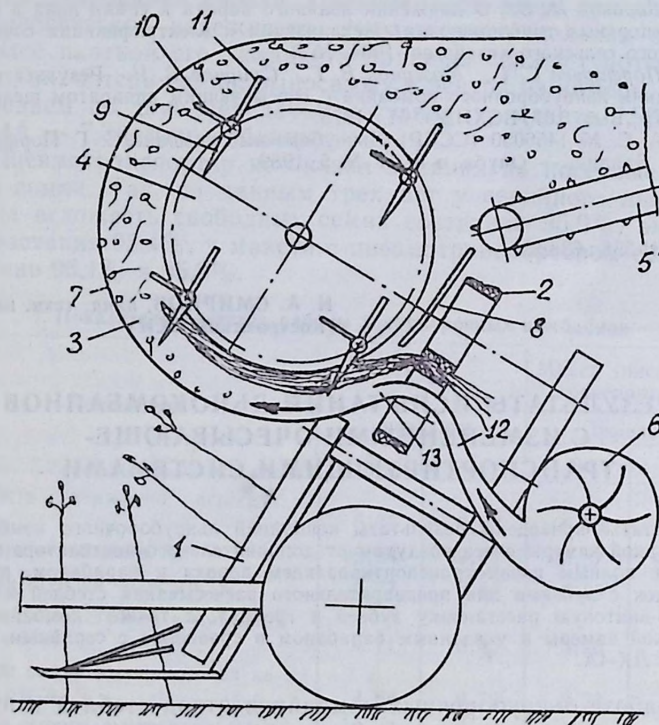


Рис. 1. Схема экспериментального макета льноуборочного комбайна с продувкой камеры очеса от дополнительного вентилятора

На рис. 1 показана схема экспериментального макета льноуборочного комбайна с продувкой камеры очеса от дополнительного вентилятора [1], изготовленного в 1985 г. — макет А. Комбайн состоит из теребильного аппарата 1 с поперечным транспортером, зажимного транспортера 2, камеры 3

с очесывающим барабаном 4, транспортера 5 вороха и вентилятора 6. Камера 3 имеет обечайку 7, заднюю стенку 8 и бочки. Очесывающий барабан 4 имеет гребни 9 и лопасти 10 и 11 (он не отличается от очесывающего барабана серийного льнокомбайна). К вентилятору 6 присоединен нагнетательный воздуховод 12 с шелевидным соплом 13, которое расположено так, что воздушный поток из него в камере направлен в сторону движения гребней 9 по обечайке 7. Сечение сопла 450×30 мм, скорость выхода воздуха из него 25—31 м/с.

При работе макета А льнокомбайна стебли льна поступают из теребильного аппарата 1 в зажимной транспортер 2 и, зажатые в нем, очесываются гребнями 9 барабана 4. Полученный при очесе ворох перемещается гребнями 9 и лопастями 10 и 11, а также воздушным потоком, создаваемым ими и вентилятором 6, по внутренней поверхности обечайки 7 камеры на транспортер 5 вороха.

Коробочки и семена, находящиеся под очесываемым слоем стеблей на обечайке, незахваченные гребнями, выдуваются воздушным потоком, поступающим от вентилятора через сопло 13, также на транспортер вороха. Благодаря тому, что воздушный поток постоянно удаляет коробочки и семена из поддона, уменьшается вынос их из камеры нижней стороной ленты. Проникая в слой стеблей снизу, воздушный поток протряхивает его и одновременно параллелизует стебли, способствуя уменьшению отхода их в путанину и потерь семян.

На рис. 2 изображена схема экспериментального макета льноуборочного комбайна с полным пневмотранспортированием вороха в прицепленную к льнокомбайну тележку [2], изготовленного в 1985 г. — макет Б. Комбайн содержит теребильный аппарат 1, зажимной транспортер 2, камеру 3 с очесывающим барабаном 4, вентилятор 5 с нагнетательным воздуховодом 6 и соплом 7, обечайку 8, крышку 9 камеры, разделитель вороха, выполненный в виде вальца 10 и ворохопровод, состоящий из патрубка 11 и патрубка 12, к которому присоединен козырек 13. Патрубок 12 крепится к раме 14 очесывающего аппарата при помощи шарнира 15 и опирается на стойку 16, связанную со сницей 17 машины.

Очесывающий барабан 4 макета Б льноуборочного комбайна представлен на рис. 3. Барабан состоит из вала 18, входного 19 и выходного 20 дисков, эксцентрика 21 и гребней 22. Зубья в гребнях 22 установлены по отношению к плоскости торцов шкивов зажимного транспортера 2 (рис. 2)

тремя группами под углом, уменьшающимся по ходу движения стеблей [3]. Последняя группа зубьев наклонена к указанной плоскости под таким же углом, как и плоскости гребней серийного комбайна, предпоследняя (средняя) — под уг-

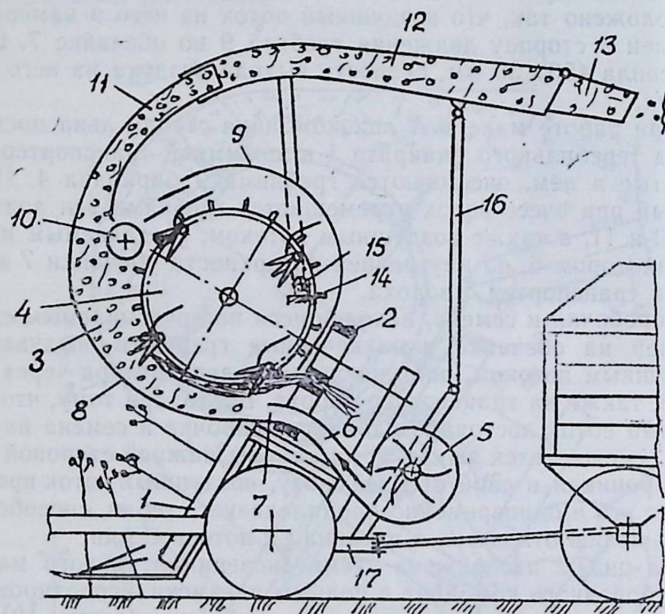


Рис. 2. Схема экспериментального макета льноуборочного комбайна с полным пневмотранспортированием вороха

лом на 15 и первая — на 30 градусов большим. Первая группа зубьев в гребне имеет пять зубьев, средняя четыре и третья (последняя) — одиннадцать. На каждом гребне 22 закреплена лопасть 23, криволинейная в сечении, перпендикулярном оси его вращения [4]. На валу 18 барабана перед входным диском 19 посажен на подшипниках дополнительный диск 24, имеющий привод от вала 18 через цепной контрпривод 25 [5] (на виде сбоку контрпривод 25 не показан). Звездочки контрпривода подобраны такими, что частота вращения диска 24 равна 125 об/мин. На дополнительном диске 24 закреплены два кольца — первое 26 по ходу стеблей радиуса

525 мм и второе 27, охватывающее входной диск 19 барабана, радиуса 685 мм. Первое кольцо 26 имеет двадцать зубьев 28 длиной 114 мм, второе также двадцать зубьев 29 длиной 85 мм. Зубья на обоих кольцах отклонены от радиуса диска на 30° в сторону, противоположную вращению.

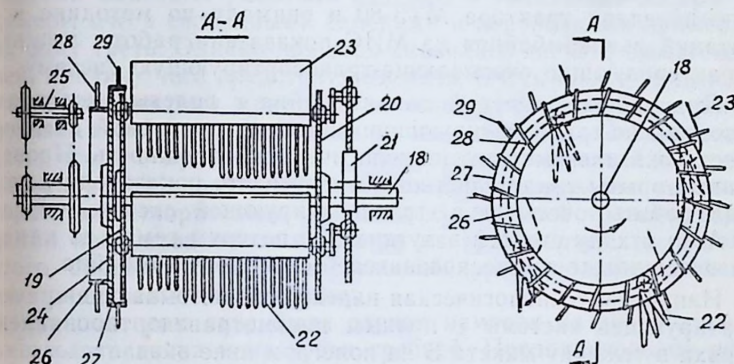


Рис. 3. Очесывающий барабан, работающий с предварительным расчесыванием и последовательным очесом стеблей

При работе льнокомбайна вытеребленные аппаратом 1 стебли перемещаются зажимным транспортером 2. Они сначала попадают под воздействием зубьев 28 первого кольца, которые предварительно расчесывают верхушечную часть стеблей, а затем зубьев 29 второго кольца, расчесывающих стебли еще раз, но уже на большей длине. Предварительно расчесанные и сортированные стебли подаются транспортером 2 в зону действия гребней 22. При этом зубья первых их групп, установленные под большим углом к плоскости торцов шкивов зажимного транспортера, очесывают коробочки ближе к вершинам, зубья вторых групп увеличивают зону очеса, а последних — полностью очесывают стебли на всей зоне очеса. Полученный при очесе ворох отбрасывается на обечайку 8 и попадает в воздушный поток, создаваемый вентилятором 5. Воздушный поток транспортирует продукты очеса в камеру и по патрубкам 11 и 12. Вращающийся валец 10 отсекает частицы вороха от барабана 4 в патрубок 11. Козырек 13 направляет вылетающий из патрубка 12 ворох в тележку, прикрепленную к комбайну.

Макеты А и Б в 1985 году испытывали на опытном поле Костромского СХИ, а в 1986 на опытном поле и в колхозе им. Советской Армии Красносельского района. Характеристика льна в лабораторно-полевых опытах представлена в таблице 1, результаты опытов приведены в таблице 2. Опыты проводили на льне сорта Псковский 359 в полной спелости. При проведении опытов использовали третью, пятую и седьмую передачи трактора МТЗ-80 и снимали по методике испытаний льнокомбайнов на МИС показатели работы машины, характеризующие очесывающе-транспортирующую систему.

При работе макета А льнокомбайна в полевых условиях очесывающе-транспортирующая система с продувкой камеры очеса показала высокую технологическую надежность. Проведенные опыты свидетельствовали о том, что показатели качества работы очесывающе-транспортирующей системы макета А по отходу стеблей в путанину и потерям семян из камеры очеса также лучше показателей серийного комбайна.

Напротив, технологическая надежность очесывающе-транспортирующей системы с полным пневмотранспортированием вороха в тележку макета Б на полеглом льне оказалась очень низкой по причине намоток на валец 10, и забиваний ворохом патрубков 11 и 12. Кроме этого, из-за недостаточной работоспособности пневмосистемы и избыточного давления воздуха в камере очеса макет Б допускал потери семян в 3—5 раз большие, чем серийный комбайн ЛК-4А. В то же время усовершенствованный очесывающий барабан макета Б, имеющий устройство для предварительного расчесывания стеблей и ступенчато-винтовую расстановку зубьев в гребнях для последовательного очеса льна уменьшал отход стеблей в путанину в среднем на четверть.

Таким образом, макеты А и Б льнокомбайна показали в 1985 и 1986 годах свои положительные и отрицательные стороны. Для устранения отрицательных сторон к сезону 1987 года разработали и изготовили макет В льнокомбайна, в камеру очеса которого установили очесывающий барабан с макета Б, имеющий диск с зубьями для предварительного расчесывания стеблей и ступенчато-винтовую расстановку зубьев в гребнях для последовательного очеса льна. Для транспортирования продуктов очеса в камеру в помощь барабану применили воздушный поток от дополнительного вентилятора, а из камеры в тележку — ленточный транспортер, проявившие себя положительно в макете А.

В 1987 году макеты А и В льнокомбайна испытывали также на опытном поле КСХИ и в колхозе им. Советской Армии. Характеристика исходного материала в опытах представлена в таблице 1, результаты опытов — в таблице 2.

В этом году, как и ранее, очесывающе-транспортирующая система макета А работала надежно и уменьшала потери из камеры очеса свободными семенами и коробочками примерно на одну треть. Однако при этом снизилась чистота очеса стеблей, причину чего предстоит выяснить. Очесывающе-транспортирующая система макета В по технологической надежности показала себя на уровне серийного комбайна. Следует сказать, что и с применением криволинейных лопастей на гребнях барабана воздушный поток от дополнительного вентилятора удовлетворительно справлялся с задачей транспортирования продуктов очеса в камеру на транспортер, а кроме этого, способствовал распределению вороха по длине тележки, прицепленной к комбайну.

На полеглом льне были случаи намоток на зубья дополнительного диска и на зубья гребней. Предварительное расчесывание и последовательное очесывание стеблей снизило отход льна в путанину примерно на одну четверть, чистота очеса и потери свободных семян остались на уровне серийного комбайна.

В заключение можно сказать следующее:

- транспортирование продуктов очеса в камере барабана в сочетании с воздушным потоком от дополнительного вентилятора отличается достаточной технологической надежностью и снижает потери из камеры свободными семенами и коробочками примерно на одну треть;

- предварительное расчесывание стеблей зубьями на дополнительном диске,двигающимися с уменьшенной скоростью, в единстве с последовательным их очесом уменьшает отход льна в путанину в среднем на одну четверть;

- следует продолжать работу над повышением технологической надежности очесывающего барабана с предварительным расчесыванием стеблей и последовательным очесыванием их зубьями со ступенчато-винтовой расстановкой последних в гребнях на полеглом льне.

Список литературных источников

1. Авт. св. № 701572. Льноуборочный комбайн / Смирнов Н. А. и др. Б. И. № 45. 1979.
2. Авт. св. № 1242037. Льноуборочный комбайн / Смирнов Н. А. и др. Б. И. № 25. 1986.

3. Авт. св. № 648258. Лыноуборочный комбайн / Смирнов Н. А. и др. Б. И. № 7. 1979.
 4. Авт. св. № 1071260. Лыноуборочный комбайн / Смирнов Н. А. и др. № 5. 1984.
 5. Авт. св. № 1077594. Очищающий аппарат лыноуборочной машины / Смирнов Н. А. и др. Б. И. № 9. 1984.

Т а б л и ц а 1
 Характеристика лына при лабораторно-полевых
 испытаниях макетов лынокомбайнов

Наименование показателей	Значение показателей			
	1985 г.	1986 г.	1987 г.	
	Опытное поле	Опытное поле	к-з им. Советской Армии	Опытное поле
				к-з им. Советской Армии
Урожайность, кг/га	4765	3579	4112	4727
сономы	741	724	525	818
Густота стеблей, шт/м ²	1190	1336	1095	1566
Общая длина стеблей, м	0,81	0,59	0,81	0,74
Среднее количество коробочек на стебле, шт.	3,43	2,4	3,4	2,4
Влажность, %				
стеблей	63,15	45,0	25,1	65,0
коробочек	25,04	28,0	17,65	32,9
Естественные потери семян, %	0,41	1,92	4,17	—
Подгание стеблей, балл	5	5	5	3,8
				2,1

Т а б л и ц а 2
 Показатели работы макетов лынокомбайнов при лабораторно-полевых испытаниях

Наименование показателей	Передача трактора	Значение показателей												
		1985 г.			1986 г.					1987 г.				
		Опытное поле			Опытное поле			к-з им. Советской Армии		Опытное поле			к-з им. Советской Армии	
		Мак. А	Мак. Б	ЛК-4А	Мак. А	Мак. Б	ЛК-4А	Мак. А	ЛК-4А	Мак. А	Мак. Б	ЛК-4А	Мак. А	ЛК-4А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Чистота очеса, %	3							98,2	99,5	99,2	99,6	99,8	91,8	98,1
	5	99,0	97,2	98,3	98,3	99,3	99,6	98,4	99,6	97,7	99,4	99,3	90,4	95,6
	7		98,3		99,3	99,1	99,5	96,8	97,5	97,5	93,7	98,9	94,9	
Отход стеблей в путанину, %	3							2,50	4,55	2,96	5,60	7,44	5,59	13,61
	5	1,45	1,24	2,20	2,3	2,1	2,37	2,13	2,59	5,77	2,88	3,84	6,44	12,59
	7		1,40		1,8	2,2	2,64	2,69	2,68	2,29	3,52	3,64	4,84	
Потери из ка- меры очеса свободными семенами и коробочками, %	3							0,80	1,22	1,05	1,17	1,70	1,51	4,88
	5	1,83	3,52	6,15	1,18	5,27	1,25	0,96	1,44	1,5	2,7	2,36	1,71	9,72
	7		3,8		1,53	4,91	1,22	1,24	1,91	1,99	5,83	3,1	2,30	
Состав вороха по весу, %														

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16
— целые ко- робочки	3 5 7	61,2	61,1 59,4	65,0	49,8 70,3	66,6 68,8	49,7 57,6	67,7 87,0 85,3	83,4 86,0 65,1	56,4 59,2 65,8	52,4 57,3 61,7	52,5 61,4 64,8	61,2 54,6 60,2	50,7 50,4
— свободные семена	3 5 7	31,1	30,5 29,1	19,3	32,6 17,2	22,7 19,9	34,1 27,2	4,4 5,6 5,5	2,5 4,9 22,0	16,8 8,5 9,2	14,4 13,3 8,5	14,2 10,6 5,9	6,9 5,7 2,7	5,4 2,5

В. А. МУРОВАННЫЙ, канд. техн.
наук
(Рязанский СХИ)

ОБОСНОВАНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО КОНДИЦИОНЕРА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ КОРМОВ

Изложены методика и результаты по обоснованию рационального расположения механического кондиционера в технологической линии по производству гранулированных кормов. В результате проведенного эксперимента установлено, что наиболее эффективно кондиционер располагать после охладительной колонки гранул.

На кафедре механизации животноводческих ферм Рязанского СХИ были выявлены причины образования крошки при транспортировании кормовых гранул [1]. Установлено, что основная масса крошки образуется в результате обламывания острых кромок, которые имеют место на торцевых поверхностях гранул. Следовательно, для снижения крошимости гранул необходимо в процессе их изготовления удалять острые кромки с торцов спрессованного материала. Устройством для осуществления этой операции может служить механический кондиционер [2].

Для производства гранулированных кормов отечественная промышленность выпускает оборудование типа ОГМ и ОПК. Это оборудование представляет из себя поточные технологические линии с набором машин, установленных в определенной последовательности. Задачей данной работы являлось обоснование расположения механического кондиционера в этих технологических линиях.

Исследования проводили на технологической линии гранулирования кормов, оснащенной оборудованием ОГМ-0,8 и бункером-накопителем готовой продукции. Эффективность работы механического кондиционера проверяли в трех точках технологической линии: после пресс-гранулятора, после охладительной колонки и после бункера-накопителя гранул.

Испытания механического кондиционера, установленного за пресс-гранулятором, дали отрицательный результат. Это объясняется тем, что выходящие из пресса гранулы имеют повышенную температуру и обладают очень низкими проч-

ностными свойствами. В связи с этим происходит значительное разрушение гранул при обработке их в кондиционере.

Дальнейшие исследования проводились в оставшихся двух точках технологической линии. Основным критерием эффективной работы механического кондиционера является интенсивность снятия острых кромок с торцов гранул, определяемая по формуле:

$$U = K_1 - K_2,$$

где K_1 — крошимость гранул до попадания в механический кондиционер, %;

K_2 — крошимость гранул, прошедших через механический кондиционер (кондиционные гранулы), %.

Крошимость гранул определялась по стандартной методике на приборе ППГ-2.

Опыты проводились по следующей методике. При установленном режиме работы технологической линии гранулы, прошедшие охлаждающую колонку, направлялись в механи-

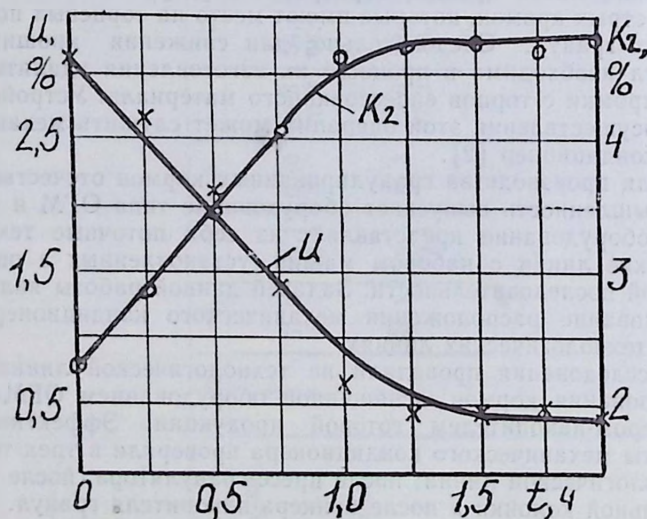


Рис. Зависимость интенсивности (U) снятия острых кромок с торцов гранул и крошимости (K_2) кондиционных гранул от времени их выдержки (t) после охлаждения

ческий кондиционер. При этом отбирались пробы гранул до механического кондиционера и после него. Затем из этих проб делались навески по 0,5 кг и определялась крошимость гранул.

Точно также поступали, когда механический кондиционер устанавливали после бункера-накопителя. Только для этого случая крошимость гранул определялась после выдержки в бункере-накопителе, с интервалом в 15 минут. Опыты проводились в пятикратной повторности.

Результаты исследований представлены на рисунке. Полученные зависимости показывают, что наибольшая интенсивность обламывания острых кромок на торцах гранул происходит тогда, когда они выходят из охлаждающей колонки ($U=3,1\%$), а крошимость кондиционных гранул самая наименьшая (0,75%). Интенсивность обламывания острых кромок на торцах гранул снижается по мере увеличения времени их пребывания в бункере-накопителе, а крошимость кондиционных гранул соответственно возрастает.

Такое поведение кривых можно объяснить тем, что гранулы после охлаждения имеют температуру на 5° — 6°C выше температуры окружающей среды. Они имеют необходимую прочность, чтобы не разрушаться при прохождении через механический кондиционер. В то же время острые кромки не достаточно прочно соединены с монолитом гранул, что приводит их к интенсивному обламыванию.

В результате выдержки гранул в бункере-накопителе их температура постепенно приближается к температуре окружающей среды, при этом обламывание острых кромок в кондиционере происходит не полностью. Это сказывается на увеличении крошимости кондиционных гранул.

Таким образом, механический кондиционер в технологической линии гранулирования кормов следует устанавливать после охлаждающей колонки гранул.

Список литературных источников

1. Мураваный В. А. Крошение кормовых гранул в процессе транспортировки // Совершенствование сельскохозяйственной техники, применяемой в животноводстве: Тр. Т. 134 / Горьк. СХИ. Горький, 1979, с. 3—5.
2. Мураваный В. А. Исследование процесса механического кондиционирования кормовых гранул // Проблемы разработки технологии и оборудования индустриального кормопроизводства. Вильнюс, 1981, с. 172—174.

Н. Г. КИПАРИСОВ, инженер
(Рязанский СХИ)

РЕЖИМЫ АППАРАТА УВЧ-66 ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАГРУЗКИ

Исследованы режимы работы серийного медицинского физиотерапевтического аппарата УВЧ-66 на длинный несимметричный коаксиальный кабель, необходимый для безопасного лечения животных в условиях животноводческих помещений.

Разработаны электрические схемы терапевтического тракта, приведены результаты численных и натурных экспериментов.

Наилучшим генератором для УВЧ-терапии является транзисторный генератор ЛПДА-2УВЧ. Использование серийных медицинских генераторов (УВЧ-66) без переделки облучательной системы и питающих их фидерной линии невозможно.

Исследование вопроса применения генератора УВЧ-66 и схожих с ним медицинских генераторов для нужд ветеринарии в настоящее время не закончено.

В целях электробезопасности подвод энергии от генератора к облучателю необходимо производить по длинному коаксиальному кабелю. При прямом включении кабеля в выходное устройство генератор УВЧ-66 не работает вообще или работает с большими потерями в кабеле.

Результаты измерений показывают, что для современных коаксиальных кабелей с волновым сопротивлением 75 Ом на стандартной частоте для УВЧ-терапии (40,68 МГц) минимальные потери в согласованном режиме составляют величину 0,11—0,12 дБ/м. Расчеты показывают, что для кабеля длиной до 4—5 м коэффициент бегущей волны (КБВ) в фидере не должен быть менее 0,3, то есть кабель должен работать в согласованном режиме [1], при КБВ, близком к единице.

Для подключения генератора УВЧ-66 к коаксиальному кабелю разработано переходное устройство, схема которого представлена на рис. 1. Устройство содержит два конденсатора $C1$ и $C2$ и трансформатор Рутрофа $T1$. Первый конец кабеля подключается к выходу переходного устройства, а второй конец подключается к настроенному в резонанс облучателю с входным сопротивлением 75 Ом на частоте

40,68 МГц. Подбор емкостей $C1$ и $C2$ осуществляют по максимальной мощности, отдаваемой генератором в облучатель, и по минимальному потенциалу на входе 2 трансформатора Рутрофа. Экспериментально доказано, что КПД такого устройства вместе с кабелем длиной 4—5 м составляет 95%.

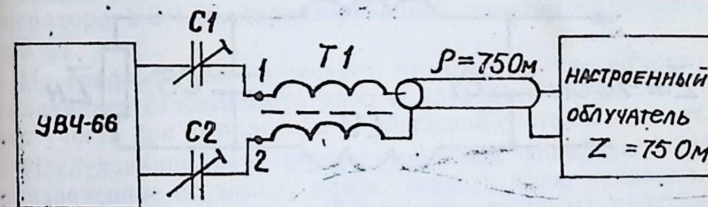


Рис. 1

Исследование режимов работы аппарата УВЧ-66 с таким устройством показало, что таким образом решается задача эффективного отбора мощности генератора в нагрузку, что делает эту схему пригодной для работы в условиях животноводческих помещений.

Применение такой схемы позволило повысить стабильность частоты генератора, устранить скачки частоты, составлявшие со штатным комплектом облучателей 180 кГц. При настройке генератора, нагруженного на активную широкополосную нагрузку 75 Ом, диапазон рабочих частот изменялся от 40,75 МГц до 40,68 МГц без скачков при любой длине кабеля (от 2,4 м до 5 м).

При работе на настроенный в резонанс облучатель для лечения эндометрита у коров с частотой настройки 40,68 МГц обнаружен эффект дополнительной стабилизации частоты генератора резонансной системой облучателя. При включении облучателя частота генератора с 40,76 МГц переходила на 40,68 МГц. Установлено, что это эффект проявляется для кабеля с длиной, равной половине длины волны в кабеле (2,4 м). При иных длинах эффект стабилизации проявляется меньше. Это связано с влиянием характера входного сопротивления кабеля на автогенератор аппарата УВЧ-66 [2, 3].

При облучателе, извлеченном из организма животного, частота работы генератора изменялась от 40,68 МГц до 40,89 МГц, а КБВ уменьшался до величины 0,1, при этом уменьшалась величина генерируемой мощности и создавались

местные повышения напряжения в кабельном тракте. Это явление свидетельствует о высоком КПД кабельной линии, выполненной по предложенной схеме.

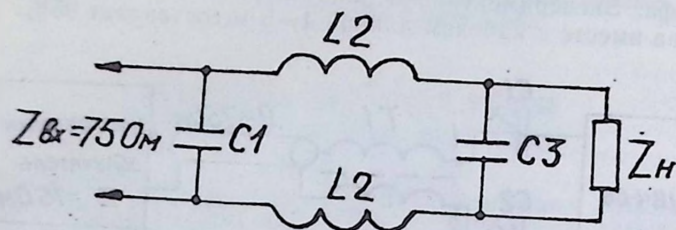


Рис. 2

На режим работы генератора УВЧ-66 сильно влияет резонансная система облучателя, в частности, модуль и фаза импеданса терапевтических пластин, наложенных на животное. Исследованная схема резонансной системы облучателя представлена на рис. 2 и содержит реактивные элементы $C1$,

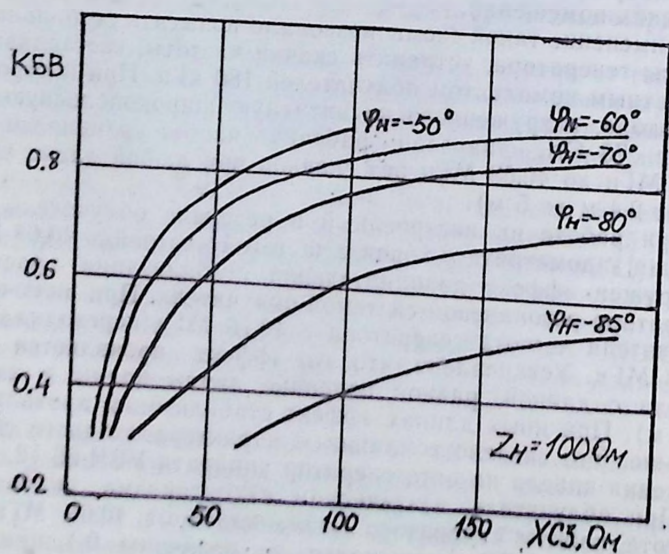


Рис. 3

$C3$, $L2$ и сопротивление Z_H . Для реальных нагрузок с модулем $Z_H = 100$ Ом и фазой нагрузки $\varphi_H = -50^\circ \div -85^\circ$ проведены вычислительные эксперименты, показавшие, что выбор конденсатора $C3$ устройства облучателя существенно влияет на режим работы кабельной линии при нестабильной частоте генератора УВЧ-66, гарантированной заводом-изготовителем ($\pm 2\%$).

Из графиков рис. 3 следует, что уменьшение емкости $C3$ увеличивает стабильность работы кабельной линии, что следует учесть при выполнении резонансной системы облучателя.

Исследование паразитного излучения аппарата УВЧ-66, произведенное по замеру напряженности поля, показало, что мощность излучения от штатных облучательных пластин генератора почти на два порядка больше мощности излучения согласованного кабеля.

Выводы

1. Исследован генератор УВЧ-66 при работе на кабельную линию при лечении маститов и эндометритов у коров и показана возможность его применения.
2. Установлен эффект стабилизации частоты генератора УВЧ-66 резонансной системой облучателя для лечения эндометритов у коров.
3. Исследована возможность работы на кабель генератора УВЧ-66 для различных нагрузок в области нестабильности частоты $\pm 2\%$.
4. Разработана схема устройства включения аппарата УВЧ-66 на кабельную коаксиальную линию любой длины.
5. Исследован уровень паразитного излучения от согласованного кабеля.

Список литературных источников

1. Косиков К. М., Мититель Б. Ф., Модел А. М. и др. Инженерно-технический справочник по электросвязи. Том 8. Радиосвязь. М.: Связь-издат, 1958. 500 с.
2. Гонимовский Н. С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радиосвязь, 1986. 512 с.
3. Лиансон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М.: Медицина, 1981. 344 с.

А. Н. РЕПЕТОВ, канд. тех. наук,
В. Г. КОРЯЧКИН, инженер
(Курский СХИ)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТОК И ИСПЫТАНИЙ КОНОПЛЕПОДБОРЩИКА

В настоящее время в коноплеводческих хозяйствах страны на подборе стеблей конопли из лент растила применяются коноплеподборщики ПКВ-1 с вязкой снопов одним перевязом. Однако подбирающий барабан ПКВ-1, имеющий только одну секцию самоубирающихся пальцев, повреждает стебли, снижается качество продукции. В связи с этим возникла необходимость в улучшении конструкции коноплеподборщика.

При совершенствовании коноплеподборщика исходили из потребностей коноплеводческих хозяйств и теоретических предпосылок, являющихся основой научно-технического нововведения.

При подборе тресты подача ее не должна превышать пропускную способность барабана коноплеподборщика (Q , кг/с). Выполнение этого условия возможно при соотношении:

$$Q \geq b V U \tau,$$

где b — ширина ленты растила, м;

V — скорость движения агрегата, м/с;

U — масса конопли на одном квадратном метре, кг/м²;

τ — коэффициент использования времени смены агрегата.

Производительность барабана коноплеподборщика предлагается нами определять по формуле:

$$Q = \frac{\pi m b h n \gamma (V l + R \sin \phi n t)}{30 (2\pi - \phi)},$$

где m — количество рядов пальцев;

h — толщина ленты растила, м;

γ — плотность одного погонного метра неслежавшейся ленты растила, кг/м³;

n — частота вращения барабана, мин⁻¹;

t — время воздействия пальца на стебли конопли от начала отрыва, подгребания, подъема их и выхода пальцев из ленты растила, с;

R — расстояние от конца пальца до оси вала барабана, м;

ϕ — угол поворота барабана, за который происходит отрыв, подгребание, подъем и сброс тресты с пальцев, рад/с.

Чтобы обеспечить нормальную работу коноплеподборщика, теоретически была обоснована производительность ременных транспортеров его (Q_p , кг/с), т. е.

$$Q_p = b h \gamma V_p K_v,$$

где V_p — скорость движения ременных транспортеров, м/с;

$K_v = \frac{V_r}{V_p}$ — скоростной коэффициент, характеризующий отставание скорости движения тресты (V_r , м/с) от скорости движения ленты ременных транспортеров (V_p , м/с). Он уменьшается с увеличением угла наклона транспортеров и снижает их производительность.

Для подтверждения справедливости теоретических предпосылок на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка Курского сельскохозяйственного института была изготовлена имитационная модель технической идеи, пригодная для лабораторных исследований. Она состоит из барабана с пятью секциями самоубирающихся пальцев, установленного по спирали, двух ременных транспортеров, деревянного настила, ведущего барабана, смонтированных на специально изготовленной раме, вала приводного, редуктора, электродвигателя постоянного тока с мощностью 2,2 кВт, регулятора напряжения, электродвигателя с мощностью 2,2 кВт, многоступенчатого редуктора для привода ленточного транспортера длиной шесть метров. Привод транспортеров осуществляется с помощью цепных передач. Частота вращения барабана изменялась с помощью регулятора напряжения от 50 до 250 мин⁻¹. Радиус барабана принимали 100, 110, 120, 130, 140 и 150 мм.

Скорость движения ременных транспортеров находилась в пределах 1,2...3 м/с, ленточного транспортера — 1...2 м/с. Количество рядов пальцев изменялось от 1 до 4, ширина ленты растила определялась длиной стеблей, толщина равнялась 10, 15, 20, 25 и 30 мм.

Лабораторные исследования проводились на обыкновенной конопле с прямым стеблем со средневзвешенной длиной 1,28 м, с диаметром стеблей 5,5 мм и средневзвешенной массой стебля 5,6 г. Влажность стеблей 16%. Качество тресты определялось в соответствии с ГОСТ 6729—60.

Повторность опытов, установленная по помограмме достаточно больших чисел, трехкратная.

Анализ опытных данных показал, что производительность барабана возрастает с увеличением частоты вращения его, радиуса барабана (рис. 1) и количества рядов пальцев (рис. 2). Производительность барабана с четырьмя рядами пальцев возрастает с увеличением частоты вращения его по

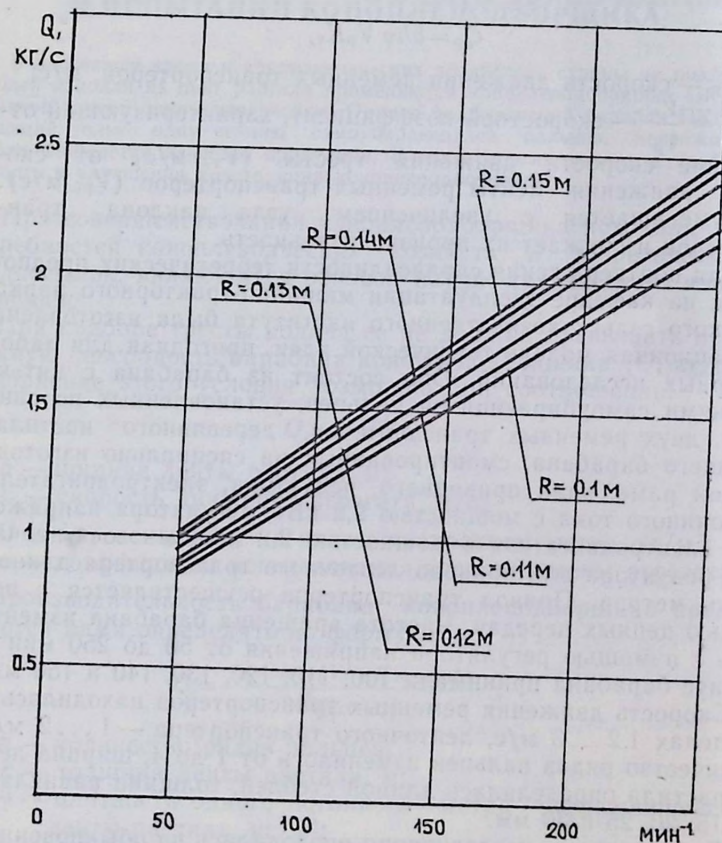


Рис. 1. Зависимость производительности барабана (Q , кг/с) от частоты вращения его (n , мин⁻¹) при разном радиусе барабана (R , м)

параболе. Однако увеличение скорости движения ленточного транспортера, с 1,75 до 2 м/с при частоте вращения барабана 250 мин⁻¹ снижает его пропускную способность на 20%. При частоте вращения барабана 50; 100; 150; 200 мин⁻¹ и увеличении скорости движения ленточного транспортера с 1,75 до 2 м/с снижается производительность барабана на 4...16,4%. Это объясняется резким ударом стеблей конопля о барабан, торможением их, движением стеблей вверх и после этого

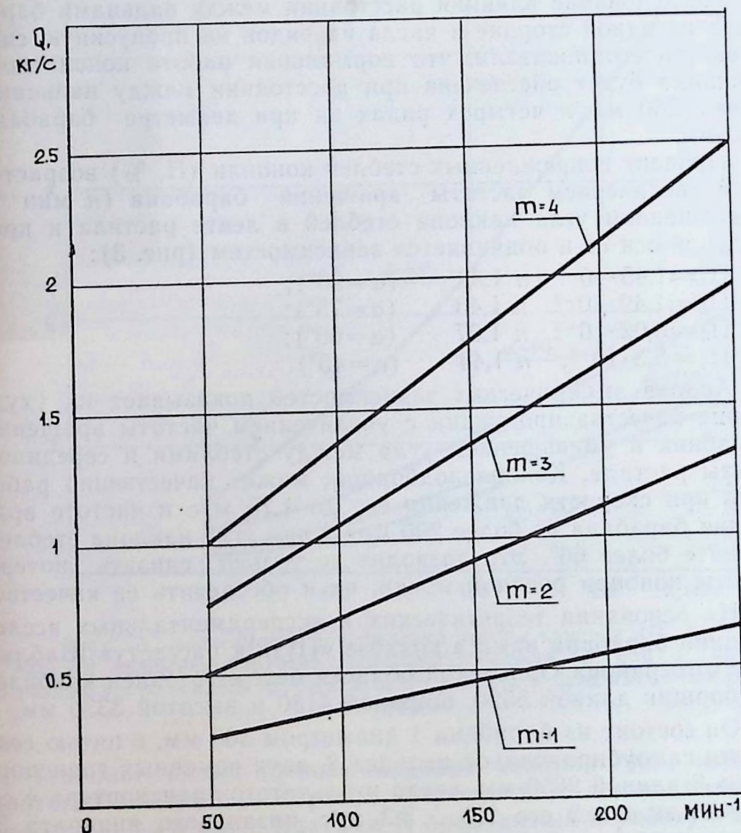


Рис. 2. Зависимость производительности барабана (Q , кг/с) от частоты вращения его (n , мин⁻¹) при разном количестве рядов самоубирающихся пальцев (m)

стебли конопли пальцами барабана подаются на ременные транспортеры.

Анализ зависимостей производительности барабана от скорости движения ленточного транспортера показывает, что оптимальное значение ее равно 1,75 м/с. При разработке новой конструкции коноплеподборщика производительность его барабана экономически выгоднее, увеличение за счет повышения частоты вращения барабана проще, чем за счет его радиуса, который не должен превышать 150 мм.

Исследование влияния расстояния между пальцами барабана на одной стороне и числа их рядов на пропускную способность его показали, что нормальная работа коноплеподборщика будет обеспечена при расстоянии между пальцами 250...260 мм и четырех рядах их при диаметре барабана 300 мм.

Процент поврежденных стеблей конопли (Π , %) возрастает с увеличением частоты вращения барабана (n мин⁻¹), уменьшением угла наклона стеблей в ленте растила к продольной оси ее и подчиняется зависимостям (рис. 3):

- 1) $\Pi_1 = 1,45 \cdot 10^{-3} n^{1,43}$ ($\alpha = 90^\circ$);
- 2) $\Pi_2 = 1,49 \cdot 10^{-3} n^{1,43}$ ($\alpha = 75^\circ$);
- 3) $\Pi_3 = 6,02 \cdot 10^{-3} n^{1,67}$ ($\alpha = 60^\circ$);
- 4) $\Pi_4 = 5,3 \cdot 10^{-3} n^{1,44}$ ($\alpha = 45^\circ$).

Анализ эмпирических зависимостей показывает на ухудшение качества продукции с увеличением частоты вращения барабана и уменьшением угла между стеблями и серединой ленты растила. Коноплеподборщик может качественно работать при скорости движения его до 1,75 м/с и частоте вращения барабана не более 200 мин⁻¹ при угле наклона стеблей в ленте более 60° . Это позволит не только снизить потери тресты конопли росистой мочки, но и обеспечить ее качество.

На основании теоретических и экспериментальных исследований барабана нами в колхозе «Путь к рассвету» Шаблинского района Орловской области был изготовлен коноплеподборщик длиной 5520, шириной 4130 и высотой 3330 мм.

Он состоит из барабана 1 диаметром 300 мм, с пятью секциями самоубирающихся пальцев 2, двух ременных транспортеров 3 длиной 2650 мм, стола игольчатого транспортера 4 со скоростью цепей его 2,2...3,3 м/с, вязального аппарата 5, транспортера подбойки 6, игольчатого транспортера 7, спицы с главной передачей 8 и пневматических спаренных ходовых колес 9.

Коноплеподборщик агрегатировали с трактором МТЗ-80. Привод рабочих органов осуществляется через главную передачу от вала отбора мощности трактора. Обслуживает его тракторист и машинист. В 1988 году коноплеподборщик работал в колхозе «Путь к рассвету».

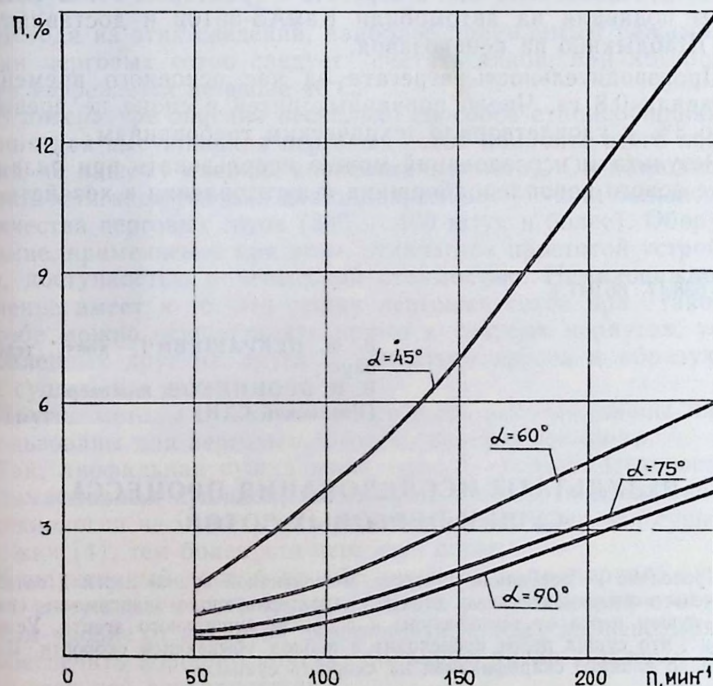


Рис. 3. Зависимость повреждений тресты конопли (Π , %) от частоты вращения барабана коноплеподборщика (n , мин⁻¹) при разных углах наклона стеблей в ленте растила к продольной оси ее (α , град.)

Технологический процесс подбора конопли на зеленец протекал следующим образом. Агрегат двигался по полю со скоростью 4—6 км/ч. Барабан 1, приводимый в работу двумя ременными транспортерами 3, с помощью самоубирающихся пальцев 2 поднимает стебли из одного ряда со стилища. Ре-

менные транспортеры перемещают их к столу игольчатого транспортера 4. Игольчатый транспортер перемещает стебли к вязальному аппарату 5 и подпрессовывает их. Выравнивание стеблей по комлям осуществляется транспортером подбойки 6. Вязальный аппарат, после связывания стеблей в снопы одним перевязлом, сбрасывает их на поле.

Погрузчиком ПКУ-0,8, в агрегате с трактором ЮМЗ-6АЛ, снопы подавали на автомобили КамАЗ-55102 и доставляли в п. Шаблыкино на пенькозавод.

Производительность агрегата за час основного времени составила 0,8 га. Число порванных нитей в снопе не превышало 3% и удовлетворяло техническим требованиям.

Результаты исследований можно использовать при разработке нового коноплеподборщика и изготовлении в хозяйстве.

УДК 638.17 : 66.047.1

• В. Ф. НЕКРАШЕВИЧ, докт. техн. наук,
В. И. БРОННИКОВ, инженер
(Рязанский СХИ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ПЕРГОВЫХ СОТОВ

Проведено исследование процесса конвективной сушки перги в сотах. Получены экспериментальные данные, характеризующие зависимость скорости сушки перги от температуры и окорости сушильного агента. Установлено, что сушка перги происходит в период убывающей скорости. Исследовано влияние скарификации на скорость сушки.

Влажность перги в сотах нередко составляет двадцать и более процентов, а для успешной переработки перговых сотов механизированным способом необходимо высушивать ее до влажности 14...15%. Сушка перги должна осуществляться в условиях, предотвращающих возникновение в ней необратимых изменений, которые могут привести к ухудшению качества продукта. Эти изменения в большей мере связаны с процессами денатурации белков, инактивации ферментов, обусловленными нагреванием перги в ходе сушки. По имеющимся в литературе данным, сушку цветочной пыльцы проводят при

температуре от 37 до 45°C [5, 6, 7, 8]. Некоторые исследователи рекомендуют и более высокие температуры — 50°C [9], 95...105°C [10], $120^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ [4]. Большинство авторов все же считают допустимой температурой нагрева 40°C, что примерно соответствует тому естественному тепловому режиму, при котором пыльца в процессе приготовления перги пчелами в условиях улья подвергается воздействию температуры 35...40°C [5].

Исходя из этих сведений, наиболее приемлемым режимом сушки перговых сотов следует считать такой, при котором перга нагревается не выше 40°C.

В литературе описано несколько способов сушки обножки. Из них для высушивания перговых сотов наиболее всего подходит, по нашему мнению, конвективный метод. Он позволяет создать «мягкие» условия для одновременной сушки большого количества перговых сотов (300...400 штук и более). Оборудование, применяемое при этом, отличается простотой устройства, доступностью и невысокой стоимостью. Немаловажное значение имеет и то, что сушку перговых сотов при таком способе можно осуществлять прямо в ульевых корпусах, установленных друг на друга в несколько ярусов и образующих сушильные каналы.

Другие методы сушки не могут быть рекомендованы или использованы для перговых сотов по разным причинам.

Так, лиофильная сушка из-за низкой производительности сублимационных сушилок, высокой их стоимости и сложности технологии не может быть рекомендована даже для сушки обножки [4], тем более для перговых сотов.

Кондуктивный способ не обеспечивает равномерного нагрева высушиваемого материала из-за расположения его на разном уровне от нагретой поверхности, к тому же невозможно обеспечить хороший контакт большого числа перговых сотов с греющей поверхностью.

Радиационная сушка солнечными лучами не может быть использована для пыльцы и перги [5, 7], а сушка инфракрасными лучами, как показали исследования [4], приводит к карамелизации содержащихся в пыльце сахаров, а также потере ею своей питательной ценности [9].

Таким образом, конвективная сушка перговых сотов является наиболее приемлемой для промышленного использования.

Известно, что качество высушиваемого материала при обдувании его сушильным агентом и интенсивность процесса

сушки в конечном счете определяются параметрами теплоносителя: температурой, скоростью и относительной влажностью [3]. Так как в реальных условиях сушка перги будет осуществляться подогретым атмосферным воздухом, то практический интерес представляет изучение влияния первых двух факторов на процесс сушки.

Как и многие материалы растительного происхождения, перга является коллоидным капиллярно-пористым телом. Установлено, что для большинства таких материалов в процессе сушки наблюдается два характерных периода — период постоянной и период падающей скорости сушки. Известно, что при сушке материала в период постоянной скорости его температура равна температуре мокрого термометра, поэтому с целью интенсификации процесса температуру сушильного агента можно повысить без опасения перегрева материала. В этой связи предстояло выяснить характер нагрева перги и по методу Лыкова А. В. [3] определить, имеет ли место период постоянной скорости при сушке перговых сотов.

Как объект сушки, перга представляет собой гранулы, заключенные в ячейки сотов и закрытые с трех сторон воском. Открытая поверхность перги, через которую происходит влагоотдача в ходе сушки, пропитана медом и образует слой, непроницаемый для воздуха [1]. По нашему предположению, скорость сушки перги будет лимитироваться проницаемостью этого слоя. В целях интенсификации процесса сушки нами было предложено нарушать целостность пропитанного медом слоя методом его скарификации. Суть метода заключается в том, что поверхностный слой перги, пропитанный медом, прорезается (процарапывается) в каждой ячейке сота на глубину своего формирования. При этом повышается проницаемость слоя, а также образуются новые поверхности испарения в виде бороздок на поверхности перги, что должно интенсифицировать процесс сушки перговых сотов.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований предстояло выяснить:

- 1) как влияет температура и скорость сушильного агента на процесс сушки перговых сотов;
- 2) характер изменения температуры перги в ходе сушки;
- 3) эффективность скарификации поверхностного слоя перги, пропитанного медом.

Опыты по сушке перги в сотах проводили на лабораторной сушильной установке, которая позволяла изменять в необходимых пределах температуру и скорость сушильного агента.

Для снятия термограммы при сушке перги использовали полупроводниковое макротермосопротивление МТ-54 конструкции Карманова В. Г. с измерительным мостом и миллиамперметром, предварительно протарированным по лабораторному термометру ТЛ-2 ГОСТ 215-73 с пределом измерений от 0 до плюс 100°C.

Для проведения опытов отбирали соты с одинаковой начальной влажностью перги, которую определяли согласно ТУ 46 РСФСР 205—80. Соты разбивали на три участка, один участок скарифицировали вдоль сота, второй — вдоль и поперек, третий участок не скарифицировали. В перговый сот внедряли микротермосопротивление на расстоянии 4...5 мм от боковой поверхности перги. Включали в работу сушильную установку и выводили ее на заданный режим, затем помещали в сушильную камеру исследуемый перговый сот.

В ходе сушки периодически определяли указанным выше методом влажность перги на каждом участке сота, а по показанию миллиамперметра определяли ее температуру.

Опыты проводили при разных значениях температуры и скорости сушильного агента. Для сокращения времени на опыты пергу в сотах подсушивали на 2% и затем, для каждого опыта, определяли среднее значение скорости сушки по формуле [2]:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{W_{\text{н}} - W_{\text{к}}}{\tau},$$

где $\omega_{\text{ср}}$ — средняя скорость сушки в опыте, %/ч;

$W_{\text{н}}$ — начальная влажность перги, %;

$W_{\text{к}}$ — конечная влажность перги, %;

τ — время сушки, ч.

По полученным значениям средних скоростей построили зависимости в координатах $\omega_{\text{ср}} = f(t)$ и $\omega_{\text{ср}} = f(v)$ (рис. 1), где t — температура воздуха, v — скорость воздуха. Для получения кривых сушки пергу в сотах высушивали до 15%-ной влажности и строили зависимости в координатах $W = f(\tau)$ — рис. 2, где W — влажность перги, τ — время сушки.

Анализируя полученные зависимости, можно указать на следующее.

Температура перги в ходе сушки плавно повышается, достигая величины, близкой по значению к температуре сушильного агента.

Термограмма и кривые сушки свидетельствуют о том, что перга относится к таким материалам, сушка которых происходит в период убывающей скорости.

На процесс сушки наибольшее влияние оказывает температура сушильного агента, величина которой не должна превышать 40...42°C, так как от нее, в свою очередь, зависит температура нагрева перги.

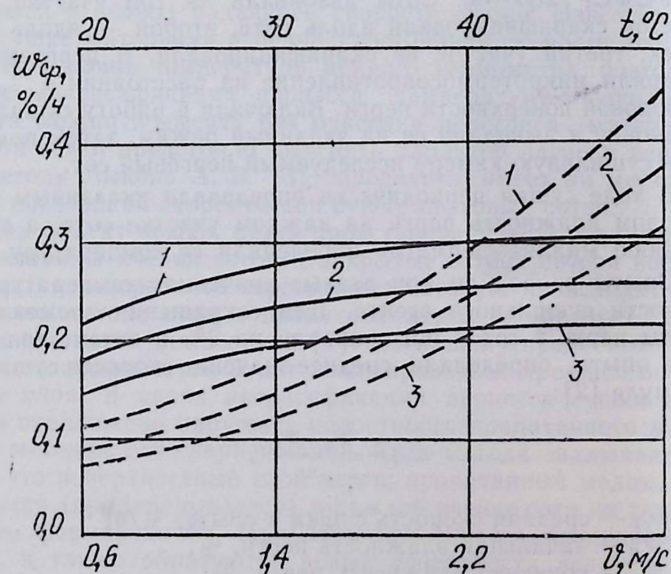


Рис. 1. Зависимость средней скорости сушки перги в сотах от температуры (---, $V=1,8$ м/с и скорости (—, $t=40^\circ\text{C}$) сушильного агента:

1 — соты, скарифицированные в двух направлениях; 2 — соты, скарифицированные в одном направлении; 3 — нескарифицированные соты

Зависимость процесса сушки от скорости воздуха наиболее существенно проявляется примерно до значения 1,8...2,0 м/с. Дальнейшее увеличение скорости сушильного агента практически не влияет на скорость сушки перги.

Скарификация поверхности перги интенсифицирует процесс сушки. Наиболее эффективна скарификация в двух пер-

пендикулярных направлениях — время сушки по сравнению с нескарифицированными сотами сокращается более чем на 30%; скарификация в одном направлении сокращает время сушки примерно на 16%.

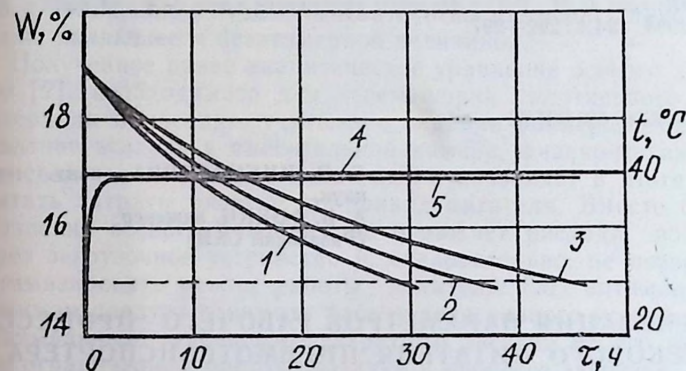


Рис. 2. Кривые сушки и термограмма при сушке перги в сотах ($v=1,8$ м/с, $t=40^\circ\text{C}$):

1 — соты, скарифицированные в двух направлениях; 2 — соты, скарифицированные в одном направлении; 3 — нескарифицированные соты; 4 — температура воздуха; 5 — температура перги

Таким образом, сушку перговых сотов следует проводить подогретым до 40...42°C воздухом, при этом скорость его движения в сушильных каналах должна быть равной 1,8...2,0 м/с. Для интенсификации процесса перговые соты перед сушкой необходимо скарифицировать в двух направлениях — вдоль и поперек сота с каждой его стороны.

Список литературных источников

1. Аветисян Г. А. Пчеловодство. М.: Колос, 1975. 296 с.
2. Жидко В. И., Атаназевич В. И. Лабораторный практикум по зерносушению. М.: Колос, 1982. 96 с.
3. Лыков А. В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 472 с.
4. Мадзгарашвили Г. Д., Никурадзе Д. И., Цитлидзе Б. С., Вахонина Т. В. Сушка и хранение цветочной пыльцы//Пчеловодство. 1982. № 1, с. 29—30.
5. Мачекас А. Ю., Кадзьяускене К. В. О хранении пыльцы//Пчеловодство. 1987. № 2, с. 29—30.
6. Подольский М. С., Котова Г. Н., Буренин Н. Л. Промышленное пчеловодство. Минск: Высш. шк., 1984. 286 с.

7. Фалалеев Н., Саенко Ю. Обножки цветочной пыльцы — ценный продукт пчеловодства: Сб. научн. трудов Казахской оп. станции пчеловодства. Алма-Ата, 1980, с. 93—100.

8. Чудаков В. Г. Технология продуктов пчеловодства. М.: Колос, 1979.

9. Lepissier M. Le pollen — recolte et sechage. — L'abeille de France, 1978, 616 : 205—207.

10. Olstrom J. M. Pollen trapping experiences some do's and don't's. Am Bee J. 1984, 124,4 : 292—297.

УДК 631.374 : 621.867.82

Г. П. НИКИФОРОВА, канд. техн. наук,
А. В. ФОКИН, инженер
(Рязанский СХИ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ШНЕКОВОГО ПИТАТЕЛЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТЕРА ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ СТЕБЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты обработки на ЭМВ данных экспериментального исследования шнекового питателя пневмотранспортера измельченных стебельных кормов. Полученные уравнения регрессии для вычисления удельных энергозатрат и скорости фильтрации позволяют определить значения оптимальной длины насадки, при которых затраты энергии на привод питателя являются минимальными.

Пневматические транспортеры успешно применяют в различных отраслях сельскохозяйственного производства для перемещения разнообразных грузов. Однако используемые в них барабанные шлюзовые затворы (питатели) неудовлетворительно работают на подаче измельченных стебельных материалов, что наряду с большими утечками сжатого воздуха снижает эффективность их применения [1].

С целью устранения перечисленных недостатков в Рязанском СХИ для пневмотранспортеров измельченных стебельных материалов разработано загрузочное устройство напорно-фильтрационного типа со шнековым рабочим органом. Прототипом его являются винтовые питатели установок пневмотранспорта сыпучих материалов.

Работа шнекового питателя пневмотранспортера характеризуется двумя основными показателями: удельными затратами энергии на привод и утечками сжатого воздуха через

загрузочное устройство. Эти показатели непосредственно зависят от геометрических параметров насадки и для насадок цилиндрической формы, объединяемых отношением длины к ее диаметру. Указанное отношение геометрических параметров в дальнейшем будем называть относительной длиной насадки, являющееся безразмерной величиной.

Полученное ранее аналитическое уравнение осевого давления [2], необходимого для перемещения уплотненного слоя материала в насадке, учитывает влияние размеров насадки, давление воздуха в смесительной камере, физико-механические свойства материала в насадке и позволяет в итоге подсчитать затраты энергии на привод питателя. Вместе с тем уравнение осевого давления не отражает расхода воздуха через загрузочное устройство и, следовательно, не позволяет оптимизировать режим работы питателя. Под оптимальным режимом следует понимать работу загрузочного устройства с минимальными удельными затратами энергии на его привод при ограниченном расходе воздуха в процессе загрузки.

Величина предельного расхода воздуха, определяемая площадью поперечного сечения насадки и скоростью фильтрации, для каждого вида стебельного материала обосновывается соответствующими расчетами [3]. Устойчивая работа питателя обеспечивается при скорости фильтрации меньше предельной.

Для оптимизации режима работы питателя нами использовалась методика планирования эксперимента, которая позволяет получить зависимости удельных затрат энергии на привод и расхода воздуха от длины насадки L (X_1) и давления воздуха в смесительной камере P_v (X_2). Проведенные исследования по определению перечисленных зависимостей опытным путем показали, что полученные однофакторные зависимости имеют криволинейный характер (рис. 1 а, б). На основании этого и литературных источников [4] в качестве плана для достижения поставленной цели был выбран трехуровневый композиционный план 3^k для двух факторов ($k=2$).

Опыты проводились на специально изготовленной установке при постоянной производительности загрузочного устройства с трехкратной повторностью. При проведении опытов мощность, потребляемая двигателем привода питателя, записывалась на ленту самопишущего ваттметра $H=348$, давление воздуха в смесительной камере контролировалось по показаниям манометра со шкалой измерений 0—60 кПа, ско-

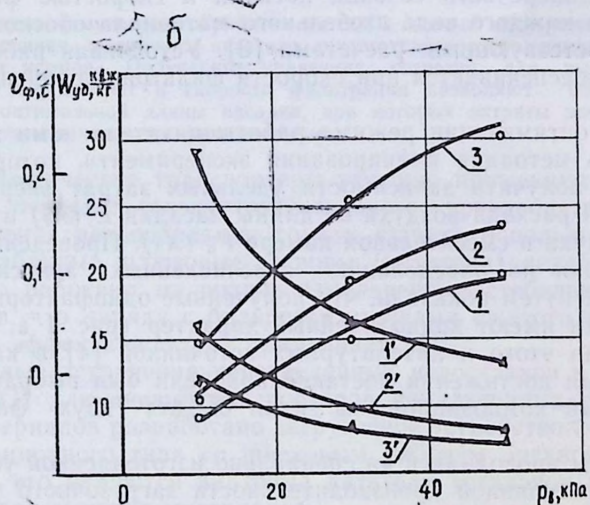
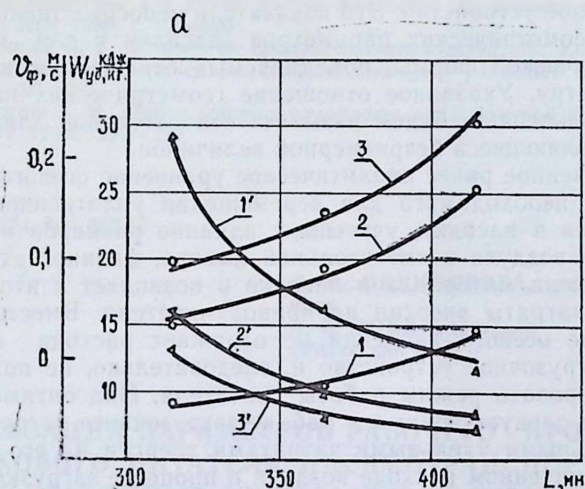


Рис. 1. Изменение удельных затрат энергии (1—3) и скорости фильтрации (1'—3') в зависимости: а — от длины насадки L (1— $P_b=10$ кПа, 2— $P_b=30$ кПа, 3— $P_b=50$ кПа); б — от давления воздуха в камере P_b (1— $L=315$ мм, 2— $L=365$ мм, 3— $L=415$ мм)

рость фильтрации подсчитывалась по динамическому напору на контрольном участке всасывающего трубопровода с применением микроманометра ММН-240 и пневмометрической трубки Пито—Прандтля. В качестве растительного материала для исследований использовалась измельченная солома влажностью $W_m=20,8\%$. Уровни варьирования факторов X_1 , X_2 в кодах — 1, 0, +1 с изменением длины насадки от 315 до 415 мм с интервалом 50 мм при внутреннем диаметре насадки $D=204$ мм и давления воздуха в смесительной камере P_b — от 10 до 50 кПа с интервалом 20 кПа.

После обработки результатов эксперимента на ЭВМ «ДВК-2М» были получены следующие уравнения регрессии для определения: удельных затрат энергии на привод питателя

$$W_{уд} = e^{2,93} + 0,24X_1 + 0,38X_2 + 0,05X_1^2 - 0,168X_2^2$$

и расхода воздуха при загрузке, исходя из скорости фильтрации

$$V_{\phi} = \ln(0,96 - 0,074X_1 - 0,067X_2 + 0,044X_1^2 + 0,046X_1X_2 + 0,042X_2^2).$$

Проведенный статистический анализ с полученным экспериментальным материалом показал, что уравнения регрессии адекватно описывают исследуемый процесс и могут быть использованы для оптимизации параметров рабочего процесса шнекового питателя на подаче измельченной соломы.

Для реализации второй части исследований — отыскания длины насадки X_1 при различных значениях давления воздуха X_2 , которой соответствует работа питателя с минимальными удельными энергозатратами и ограниченными утечками воздуха, — использовался метод перебора (метод сеток). Реализация этого метода с помощью ЭВМ позволила определить значения фактора X_1 , при которых выполняются перечисленные условия. Результаты машинной обработки после раскодирования и замены длины насадки ее относительной величиной представлены в графической форме (рис. 2) при двух наиболее вероятных ограничениях по скорости фильтрации.

Анализ полученных графических зависимостей, близких к линейным, показывает, что с увеличением давления воздуха в смесительной камере оптимальная длина насадки уменьшается. С изменением давления воздуха в камере от 10 до 50 кПа, величина которого зависит преимущественно от дли-

ны пневмотрассы, оптимальная длина насадки уменьшается с $1,3D$ до D при скорости фильтрации $V_{\phi}=0,4$ м/с и с $1,4D$ до $1,1D$ — при $V_{\phi}=0,3$ м/с.

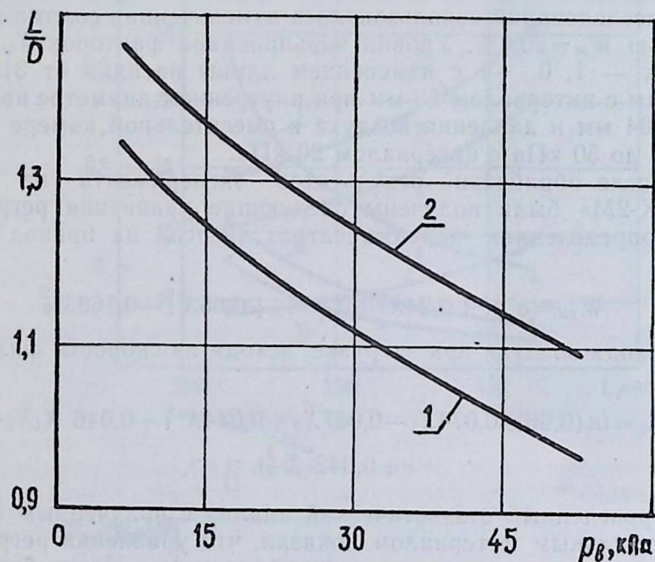


Рис. 2. Зависимость оптимальной длины насадки питателя от давления воздуха в смесительной камере:
1— $V_{\phi}=0,4$ м/с; 2— $V_{\phi}=0,3$ м/с

Таким образом, результаты решения поставленной задачи позволяют путем выбора оптимальной длины насадки обеспечить работу шнекового питателя на подаче измельченной соломы с минимальными затратами энергии на привод загрузочного устройства при различном давлении воздуха в смесительной камере пневмотранспортера.

Список литературных источников

1. Зуев Ф. Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. М.: Колос, 1976, с. 195—211.
2. Красников В. В., Фокин А. В. Теория сопротивлений перемещению фильтрующего слоя в насадках шнековых питателей пневмотранспортеров // Научно-технический бюллетень по электрификации сельского хозяйства, вып. 2(41) / ВИЭСХ, М., 1980, с. 21—25.

3. Фокин А. В. Определение расхода воздуха через шнековый питатель пневмотранспортера для стебельчатых кормов // Вопросы механизации, технологии и строительства в животноводстве: Тр. Т. 10/ ВНИПТИМЖ. Подольск, 1977, с. 94—97.

4. Мельников С. В., Алешкин В. Р., Роцин П. М. Планирование эксперимента в исследовании сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1980.

УДК 636.085.62

В. И. МЕСТЮКОВ, канд. техн. наук,
В. К. КИРЕЕВ, инженер
(Рязанский СХИ)

КОНТРОЛЬ ВОДОСТОЙКОСТИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ

Проанализированы недостатки существующего способа определения водостойкости гранулированных кормов для рыб. Предложен новый метод определения водостойкости, позволяющий повысить точность контроля и уменьшить время проведения исследований.

Гранулированные комбикорма, применяемые в прудовом рыбоводстве, должны обладать определенной водостойкостью, т. е. способностью гранул, помещенных в водную среду, сохранять питательные вещества и форму определенное время.

В настоящее время водостойкость гранулированных комбикормов для рыб определяется с помощью прибора марки VI-ДОВ согласно ОСТ 8-21-80. Данный стандарт дает определение показателя водостойкости как время, в течение которого гранулы под действием колеблющейся воды теряют 25% своей первоначальной массы.

Для определения водостойкости исследуются три навески гранул, которые разрушаются в цилиндрических емкостях до тех пор, пока осевшие частицы гранул не достигнут определенного уровня на индикаторных трубках прибора.

Однако этот способ имеет ряд существенных недостатков. 1. Значительная ошибка в измерениях.

Причина ее в том, что комбикорма разных рецептов значительно отличаются как по количественному, так и по качественному составу входящих в них компонентов и поэтому имеют различные физико-механические свойства, в частности объемную массу. Следовательно, одинаковые по массе навески

ки гранул разных рецептов после их разрушения будут занимать разные объемы.

Кроме того, в процессе испытаний достижение столбиками осевших частиц комбикорма намеченного рабочего уровня в индикаторных трубках происходит неодновременно. Поэтому визуальный контроль за каждым уровнем по каждой индикаторной трубке осуществляется индивидуально при колеблющемся основании прибора, что также влияет на точность измерений.

2. Проведение испытаний по определению показателя водостойкости гранул по ОСТ 8-21-80 требует значительных затрат по времени.

ОСТом предусмотрено только через 15 минут работы прибора определить положение столбиков осевших частиц комбикорма в индикаторных трубках относительно ближайшего верхнего уровня и наметить из них рабочий. Однако достижение данного рабочего уровня по 3-м индикаторным трубкам происходит в основном за 30—40 минут.

Для устранения отмеченных недостатков был разработан новый метод, который позволяет после 15 минутной работы

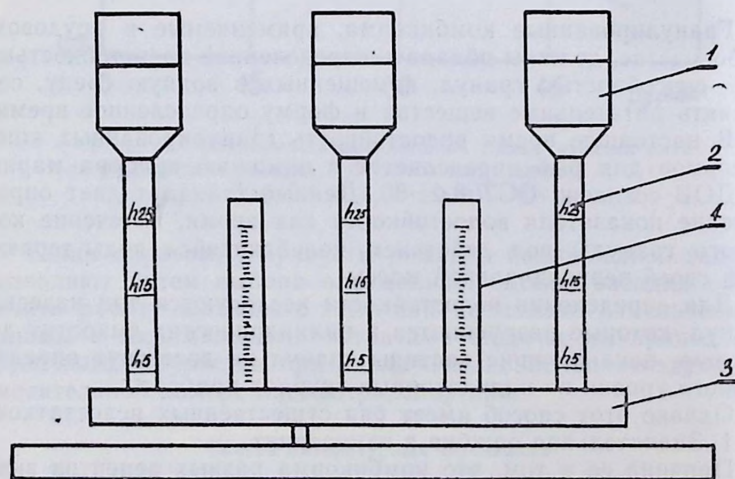


Рис. 1. Устройство для определения водостойкости гранулированных комбикормов для рыб:

1 — стакан; 2 — индикаторная трубка; 3 — основание; 4 — шкала контроля

прибора определить водостойкость испытуемой партии гранул с учетом их рецептурного состава.

Новый способ предусматривает определение водостойкости следующим образом.

Три навески исследуемых гранул комбикорма массой $3 \pm 0,1$ г помещают в стаканы устройства (рис. 1), доливают до метки воды, включают прибор и начинают отсчет времени (согласно ОСТ 8-21-80). Под действием колеблющейся воды происходит разрушение гранул. Отделившиеся частицы оседают в индикаторных трубках. Разрушение гранул проводят в течение 15 минут. Этого времени вполне достаточно для того, чтобы определить водостойкость испытуемой партии гранул. Как показали экспериментальные данные, разрушение гранул (потеря массы) разных рецептов в начальный момент носит неустойчивый характер (криволинейный участок зона I — рис. 2). Поэтому в этот момент нецелесообразно, зафиксировав время, проводить расчет водостойкости. Только по истечении 15 минут разрушение гранул для всех рецептов стабилизируется и проходит практически по прямой (зона II — рис. 2).

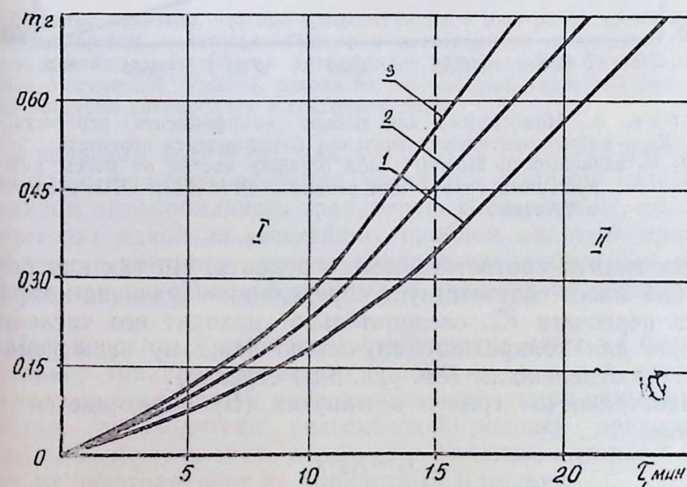


Рис. 2. Зависимость массы разрушенных гранул m от времени t . Рецепты: 1—ПК-С; 2—ОПК-1; 3—РГМ-8В

После этого устройство выключают и по шкале контроля осевших частиц определяют высоту слоя в каждой трубке. По среднеарифметическому значению уровня с помощью заранее построенных номограмм (рис. 3) определяют массу разру-

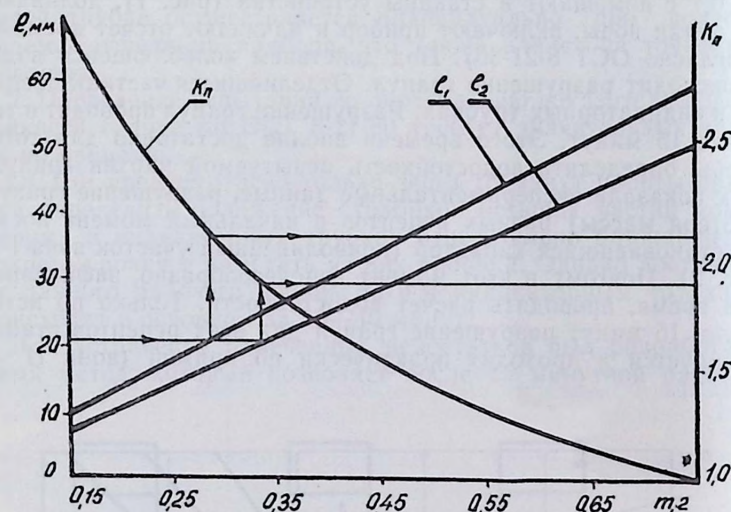


Рис. 3. Номограммы для выбора коэффициента пересчета:
 K_n — экспериментальные значения коэффициента пересчета;
 l_1, l_2 — зависимости высоты слоя осевших частиц от массы разрушенных гранул для рецептов РГМ-8В и ОПК-1 соответственно

шенных гранул соответствующего рецепта. Но так как определенной массе соответствует определенное значение коэффициента пересчета K_n , следовательно находят его численное значение для конкретного случая по каждому испытываемому рецепту в отдельности (см. рис. 3 по стрелке).

Водостойкость гранул в минутах (B) определяется по формуле:

$$B = K_n \cdot \tau,$$

где K_n — коэффициент перерасчета для соответствующего уровня отдельно по рецептам, найденный с помощью номограмм.

τ — время проведения опыта ($\tau = 15$ мин).

Проведенные исследования показали, что применение предложенного способа позволяет сократить время для определения показателя водостойкости гранул до 15 минут. А также повысить точность, т. к. при определении водостойкости учитывается рецептурный состав кормов и измерение высоты слоя осевших частиц проводится при неработающем устройстве.

УДК 631.372 : 629.114.2

О. Г. ЖАРИНА, инженер
 (ВСХИЗО)

АНАЛИЗ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЯ ЗИЛ-ММЗ-554 С ДВИГАТЕЛЕМ ЗИЛ-130 В УСЛОВИЯХ СОВХОЗА им. 1 МАЯ

В статье показано, что при существующих в настоящее время автомобильных дорогах желательно быстро и своевременно произвести расчеты экономических характеристик автомобилей хозяйствами Балашихинского района Московской области, исходя из нагрузочных характеристик двигателей загрузки автомобилей и состояния дорог.

В сельском хозяйстве, как и в других отраслях народного хозяйства, большое значение уделяется вопросу снабжения топливом автомобильного транспорта. В хозяйствах, колхозах и совхозах одной из важнейших проблем является правильный учет и контроль расхода топлива автомобильным транспортом при внутрихозяйственных и внешних перевозках грузов.

При переходе к рыночным отношениям цены на бензин и дизельное топливо повышаются, поэтому, в целях снижения накладных расходов на производство продукции сельского хозяйства, руководители сельскохозяйственных предприятий должны конкретно знать количество топлива, которое потребляет их автотранспорт на конкретный маршрут.

Как принято в хозяйствах, при выдаче топлива руководствуются линейными нормами расхода топлива на 100 км пробега для определенных марок и моделей автомобилей. В руководстве по нормированию расхода топлива приводятся слу-

чан, когда эти линейные нормы можно увеличить: при работе в зимнее время до 10%, в черте города до 10%, при работе на дорогах со сложным планом до 10%, при работе в карьерах, по полю (сельхозработы), при вывозке леса до 20%, в период сезонной распутицы, снежных или песчаных заносов до 35% не более одного месяца и т. д. Запрещается применение различных добавок на одном и том же маршруте. Но для сельского хозяйства эти правила носят рекомендательный характер. В основном применяют только зимнюю надбавку. Однако ни в каких правилах, руководствах и рекомендациях нет оговорок, как меняются линейные нормы расхода топлива в зависимости от загрузки автомобилей и категории дорог. Эти изменения четко видны в экономической характеристике автомобиля.

При существующих в настоящее время автомобильных дорогах желательно быстро и своевременно произвести расчет экономических характеристик автомобилей всеми хозяйствами Нечерноземной зоны РСФСР, исходя из нагрузочных характеристик двигателей, загрузки автомобилей и состояния дорог. Это необходимо в целях контроля расхода топлива и обеспечения его экономии.

Первые шаги в этом направлении были сделаны в хозяйствах Суздальского района. Работы в этой области показали, что максимальный расход топлива отмечается на внутрихозяйственных перевозках. Это происходит потому, что внутренние дороги представляют собой зачастую укатанную земляную поверхность или улучшенную гравийным покрытием. И в период дождей, особенно весенне-осеннюю распутицу, такие дороги становятся непроходимыми, продвигаться по ним можно лишь с помощью трактора. Поэтому необходимо наращивать темпы строительства автомобильных дорог, особенно тех, которые связывают центральные усадьбы колхозов и совхозов с производственными центрами хозяйств, а также с административными центрами районов.

В таблицах 1—6 представлены результаты расчетов экономических характеристик автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554, полностью груженого, груженого наполовину и порожнего при передвижении по асфальтированному шоссе ($\psi=0,015$), гравийно-щебеночной дороге ($\psi=0,025$), грунтовой сухой дороге ($\psi=0,03$), грунтовой дороге после дождя и укатанной снежной дороге ($\psi=0,04$). $A\psi V$ — затраты мощности на преодоление дорожных сопротивлений, BV^3 — затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха.

В одном из хозяйств Балашихинского района Московской области (с-з им. 1 Мая) был изучен расход топлива автомобилями ЗИЛ-ММЗ-554 с двигателем ЗИЛ-130 при передвижении на участке, протяженностью 100 км и дороге внутрихозяйственного значения протяженностью 5 км. Было рассмотрено несколько вариантов.

В первом варианте изучался расход топлива автомобилем ЗИЛ-ММЗ-554 на дороге протяженностью 100 км, включающей участки с асфальтовым покрытием, гравийным и сухим грунтовым. Для полностью груженого автомобиля перерасход составил от 5 до 15 литров на 100 км; для автомобиля, груженого наполовину, — до 8—10 литров, для порожнего автомобиля в зависимости от состояния дорожного покрытия экономия бензина составила от 1 до 10 литров.

Во втором варианте изучался расход топлива автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 на частично обледелой укатанной снежной дороге протяженностью 100 км. В таких условиях линейная норма расхода топлива увеличивается на 10% в соответствии с руководством по нормированию расхода топлива, что и делается в хозяйствах. Таким образом, линейная норма становится равной 34,1 литра. Сравнивая действительный расход топлива с линейным, видим, что для автомобиля, груженого наполовину, перерасход составил 4—8 литров, для полностью груженого автомобиля — перерасход более 15 литров, а для порожнего автомобиля получилась экономия в размере от 1 до 5 литров.

Необходимо отметить, что при движении автомобиля ЗИЛ-ММЗ-554 порожним на четвертой и пятой передачах расход топлива снижается по сравнению с линейной нормой для всех категорий дорог до десяти литров.

Приведенный анализ показывает, что наличие таких данных для автомобилей всех марок и моделей, имеющихся в каждом конкретном хозяйстве, позволит руководителям хозяйств правильно планировать расход топлива, не завышая преднамеренно километраж.

Проведенный анализ грузооборота автомобилей ЗИЛ-ММЗ-554 в совхозе им. 1 Мая показал, что в среднем годовая загрузка автомобилей составляет 45—55% от полной загрузки машины, что должно вызывать перерасход горючего, учитывая внутрихозяйственные перевозки. Выравнивание же горючего в соответствии с лимитом в хозяйстве производится за счет увеличения километража почти в 2 раза.

Таблица 1

ЗИЛ-ММЗ-554 $G=0$ IV-я передача

ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км	ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км
0,015	1200	23,4	5,2	0,6	5,8			0,03	1200	23,4	10,3	0,6	10,9	470	29,2
	1600	31,2	6,9	1,4	8,3				1600	31,2	13,7	1,4	15,1	470	30,3
	2000	38,9	8,6	2,8	11,4				2000	38,9	17,1	2,8	19,9	455	31,0
	2400	46,7	10,3	4,8	15,1				2400	46,7	20,5	4,8	25,3	430	31,0
	2800	54,5	12,0	7,6	19,6				2800	54,5	24,0	7,6	31,6	450	34,8
0,025	1200	23,4	8,9	0,6	9,5			0,04	1200	23,4	13,8	0,6	14,4	410	34,5
	1600	31,2	11,9	1,4	13,3				1600	31,2	18,4	1,4	19,8	420	35,5
	2000	38,9	12,1	2,8	14,9				2000	38,9	23,0	2,8	25,8	395	35,0
	2400	46,7	17,7	4,8	22,5				2400	46,7	27,6	4,8	32,4	395	36,6
	2800	54,5	20,7	7,6	28,3	480	33,2		2800	54,5	32,2	7,6	39,8	380	37,0

Таблица 2

ЗИЛ-ММЗ-554 $G=50\%$ IV-я передача

ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км	ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км
0,015	1200	23,4	8,0	0,6	8,6			0,03	1200	23,4	15,9	0,6	16,5	400	37,6
	1600	31,2	10,6	1,4	12,0				1600	31,2	21,2	1,4	22,6	390	37,6
	2000	38,9	13,2	2,8	16,0				2000	38,9	26,5	2,8	29,3	375	37,6
	2400	46,7	15,9	4,8	20,7				2400	46,7	31,8	4,8	36,6	375	39,2
	2800	54,5	18,5	7,6	26,1				2800	54,5	37,1	7,6	44,7	370	40,4
0,025	1200	23,4	13,3	0,6	13,9	420	33,5	0,04	1200	23,4	20,6	0,6	21,2	355	43,0
	1600	31,2	17,8	1,4	19,2	420	34,5		1600	31,2	27,5	1,4	28,9	350	43,2
	2000	33,9	22,2	2,8	25,0	400	34,2		2000	33,9	34,2	2,8	37,0	340	43,0
	2400	46,7	31,8	4,8	36,6	375	39,2		2400	46,7	41,2	4,8	45,0	338	44,4
	2800	54,5	31,1	7,6	39,7	392	38,0		2800	54,5	48,0	7,6	55,6	340	46,2

Таблица 3

ЗИЛ-ММЗ-554 $G=100\%$ IV-я передача

ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км	ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км
0,015	1200	23,4	10,5	0,6	11,1	465	29,4	0,03	1200	23,4	21,1	0,6	21,7	355	43,9
	1600	31,2	14,0	1,4	15,4	460	30,3		1600	31,2	28,1	1,4	29,5	350	44,1
	2000	38,9	17,5	2,8	20,3	440	30,6		2000	38,9	35,0	2,8	37,8	340	44,0
	2400	46,7	21,0	4,8	25,8	440	32,4		2400	46,7	42,0	4,8	46,8	335	44,8
	2800	54,5	24,5	7,6	32,1	435	34,1		2800	54,5	49,1	7,6	56,7	340	47,1
0,025	1200	23,4	17,8	0,6	18,4	370	38,8		1200	23,4	28,1	0,6	28,7	312	51,0
	1600	31,2	23,9	1,4	25,3	370	40,0		1600	31,2	37,4	1,4	38,8	316	52,4
	2000	38,9	29,6	2,8	32,4	360	39,9		2000	38,9	46,7	2,8	49,5	304	51,5
	2400	46,7	35,5	4,8	40,3	358	41,2		2400	46,7	56,0	4,8	60,8	310	53,9
	2800	54,5	41,4	7,6	49,0	355	42,5		2800	54,5	65,4	7,6	73,0	312	55,7

Таблица 4

ЗИЛ-ММЗ-554 $G=0$ V-я передача

ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км	ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A\Psi V$, кВт	BV^3 , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км
0,015	1200	34,3	7,5	2,0	9,5			0,03	1200	34,3	15,1	2,0	17,1	390	26,0
	1600	45,8	10,1	4,5	14,6				1600	45,8	20,2	4,5	24,7	375	27,0
	2000	57,2	12,6	8,8	21,4	430	21,4		2000	57,2	25,2	8,8	34,0	355	28,1
	2400	68,6	15,1	15,2	30,3	410	24,1		2400	68,6	30,2	15,2	45,4	340	30,0
	2800	80,1	17,6	24,2	41,8	385	26,8		2800	80,1	35,2	24,2	59,1	335	33,1
0,025	1200	34,3	13,0	2,0	15,0	412	24,0	0,04	1200	34,3	20,2	2,0	22,2	340	27,3
	1600	45,8	17,4	4,5	21,9	405	25,8		1600	45,8	27,0	4,5	31,5	342	31,4
	2000	57,2	21,7	8,8	30,5	370	26,3		2000	57,2	33,7	8,8	42,5	322	31,9
	2400	68,6	26,0	15,2	41,2	356	28,5		2400	68,6	40,5	15,2	55,7	318	34,4
	2800	80,1	30,4	24,2	56,6	345	31,3		2800	80,1	47,3	24,2	71,5	315	37,5

Таблица 5

ЗИЛ-ММЗ-554 $G=50\%$ V-я передача

ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A_{\Psi V}$, кВт	B_{V^3} , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км	ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A_{\Psi V}$, кВт	B_{V^3} , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км
0,015	1200	34,3	11,6	2,0	13,6	430	22,7	0,03	1200	34,3	23,3	2,0	25,3	325	32,0
	1600	45,8	15,6	4,5	20,1	430	25,2		1600	45,8	31,1	4,5	35,6	330	34,2
	2000	57,2	19,6	8,8	28,4	380	25,2		2000	57,2	38,9	8,8	47,7	308	34,2
	2400	68,6	23,3	15,2	38,5	366	27,4		2400	68,6	46,6	15,2	61,8	308	37,0
	2800	80,1	27,2	24,2	51,4	350	29,9		2800	80,1	54,5	24,2	78,7	308	40,3
0,025	1200	34,3	19,6	2,0	21,6	355	29,8	0,04	1200	34,3	30,2	2,0	32,2	305	38,2
	1600	45,8	26,1	4,5	30,6	342	30,5		1600	45,8	40,3	4,5	44,8	302	39,4
	2000	57,2	32,6	8,8	41,4	325	31,4		2000	57,2	50,3	8,8	59,1	292	40,2
	2400	68,6	39,1	15,2	54,3	320	33,8		2400	68,6	60,4	15,2	75,6	295	43,3
	2800	80,1	45,7	24,2	69,9	318	37,0		2800	80,1	70,5	24,2	94,6	302	47,6

Таблица 6

ЗИЛ-ММЗ-554 $G=100\%$ V-я передача

ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A_{\Psi V}$, кВт	B_{V^3} , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км	ϵ	n , мин ⁻¹	V , км/ч	$A_{\Psi V}$, кВт	B_{V^3} , кВт	N_e , кВт	g_e , г/(кВт·ч)	q_{100} , л/100 км
0,015	1200	34,3	15,4	2,0	17,4	385	26,0	0,03	1200	34,3	30,9	2,0	32,9	304	38,9
	1600	45,8	20,6	4,5	25,1	370	27,0		1600	45,8	41,2	4,5	45,7	300	40,0
	2000	57,2	25,7	8,8	34,5	354	28,5		2000	57,2	51,5	8,8	60,3	290	40,7
	2400	68,6	30,9	15,2	46,1	338	30,3		2400	68,6	61,7	15,2	76,9	294	43,9
	2800	80,1	36,0	24,2	60,2	330	33,1		2800	80,1	72,1	24,2	96,3	312	50,0
0,025	1200	34,3	26,0	2,0	28,0	315	34,3	0,04	1200	34,3	41,2	2,0	43,2	325	54,6
	1600	45,8	34,8	4,5	39,3	315	36,0		1600	45,8	55,0	4,5	59,5	295	41,2
	2000	57,2	43,5	8,8	52,3	300	36,6		2000	57,2	68,6	8,8	77,4	290	52,3
	2400	68,6	52,1	15,2	67,3	300	39,2		2400	68,6	82,3	15,2	97,5		
	2800	80,1	60,9	24,2	85,1	302	42,8		2800	80,1	96,1	24,2	120,3		

Т. С. Худайбердиев, доцент

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОГО ПРОСВЕТА МЕЖДУ ПОРШНЕВЫМ КОЛЬЦОМ И СТЕНКОЙ ЦИЛИНДРА НА УПОР КАРТЕРНОГО МАСЛА

В статье изложены результаты исследования поршневых колец с начальными просветами на угар картерного масла. Установлено, что наличие начальных просветов по окружности кольца влияет на величину угара картерного масла.

Работы, посвященные повышению технико-экономических показателей двигателей и снижению угара картерного масла, считаются актуальными. Влияние на угар картерного масла таких параметров, как количество компрессионных и малосъемных колец, поперечный профиль компрессионных колец, зазор между поршнем и цилиндром, нагрузочные и скоростные режимы работы двигателя и т. д., изучено достаточно. Однако влияние начального просвета между кольцом и цилиндром по их периметру на величину угара картерного масла является малознученным.

Настоящая статья посвящена изучению данной проблемы с использованием стендовых испытаний с двигателем Д14И.

С этой целью произведен контроль 237 поршневых колец на просветность в калибре номинального размера, поступивших в качестве запасных частей на Ленинский моторемонтный завод (Андижанская обл. Уз ССР) для установки в отремонтированные двигатели.

Из них отобраны кольца с одним просветом, с двумя просветами, с тремя и более просветами, а для сравнения полученных результатов также отобраны беспросветные кольца. Длина просветов изменялась в пределах от 30° до 60°. Эти кольца укомплектованы и установлены на поршни двигателя Д144. Цилиндры к ним подбирались из одной размерной группы с предварительным микрометрированием диаметра в нескольких поясах.

В течение первых десяти часов испытаний комплекты колец подвергались обкатке в условиях постепенного нарастания нагрузки до номинальных значений. Далее испытания продолжались в режиме циклов по определению расхода ма-

сла на угар согласно ГОСТ 18509—80. Продолжительность испытания двигателя с каждым комплектом колец составила 100 часов.

Результаты исследования показали, что величина угара картерного масла при работе двигателя с беспросветными кольцами и кольцами с одним просветом ближе друг к другу и составила 0,6...0,8% от расхода топлива. При работе двигателя с тремя и более просветами величина угара картерного масла составила 1,35% от расхода топлива, а при работе двигателя с кольцами с двумя просветами угара картерного масла находилась между величинами угара масла поршневого кольца с одним и тремя просветами.

В заключение можно констатировать, что начальные просветы поршневых колец и их количество влияет на величину угара картерного масла.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Свод. тем. пл. № 56

Редактор М. Ю. Молчанова
Технический редактор Н. В. Белякова
Корректор Н. В. Садовникова

Сдано в набор 17.04.91. Подписано в печать 17.10.91. Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 12,09. Уч.-изд. л. 11,49. Тираж 300 экз. Заказ 291. Цена 6. р. 90 к.

Всесоюзный сельскохозяйственный институт заочного образования.
Типография Всесоюзного сельскохозяйственного института заочного образования.

Адрес института и типографии: 143900 Балашиха 8 Московской области.