

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»

В. А. Бурдейко

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
МАШИНЫ» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-74 06 01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Библиотека БарГУ



0010 9188

Барановичи
БарГУ
2015

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»

135146

УДК 378:631.3(078)
ББК 74.58:40.72я73
Б90

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой механизации и энергообеспечения производства учреждения образования «Барановичский государственный университет» В. А. Дремук,
кандидат технических наук доцент, заведующий кафедрой технологии машиностроения учреждения образования «Барановичский государственный университет» М. В. Нерода

Бурдейко, В. А.

- Б90** Методические рекомендации для выполнения курсовых работ по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» студентам специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства / В. А. Бурдейко ; М-во образования Респ. Беларусь, Барановичский государственный университет. — Барановичи : БарГУ, 2015. — 52 с.
ISBN 978-985-498-683-8.

Раскрываются общие положения, требования к выполнению расчетов и оформлению графической части курсовой работы. Приведены методические рекомендации и материалы для выполнения курсовой работы по дисциплине «Сельскохозяйственные машины». Даны технические характеристики современных зерноочистительных машин, справочные данные по их эксплуатации.

Предназначено для студентов инженерных специальностей, может быть использовано преподавателями, осуществляющими руководство написанием курсовых работ.

УДК 378:631.3(078)
ББК 74.58:40.72я73

ISBN 978-985-498-683-8

© БарГУ, 2015

Оглавление

Список принятых обозначений	4
Предисловие	6
Раздел 1 Общие положения и требования по выполнению курсовой работы	7
1.1 Тематика курсовых работ	7
1.2 Общая структура курсовой работы	8
Раздел 2 Методические рекомендации и материалы для выполнения курсовой работы	12
2.1 Обзор конструкций воздушно-решётных семяочистительных и сортировальных машин	12
2.2 Разработка технологической схемы модернизируемой машины	15
2.3 Разработка кинематической схемы привода рабочих органов	22
2.4 Технологический расчёт	23
2.5 Кинематический расчёт	27
2.6 Расчёт воздушной системы зерноочистительной машины ОВС-25	32
2.7 Построение графиков перемещения, скорости, ускорения, сил инерции при движении сита по гармоническому закону	34
2.8 Технологические регулировки	37
2.9 Подбор решёт и скорости воздушного потока	39
Приложения	42
Список рекомендуемых источников	50
Список использованных источников	50

СПИСОК ПРИНЯТЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

A_n	— амплитуда колебаний решётных станов, мм
A	— амплитуда колебаний (размах колебания), мм
a	— ускорение решётных станов, $\text{м} / \text{с}^2$
a'	— рабочий размер отверстия сита, мм
a''	— содержание полноценного зерна в отходах, в процентах от их массы
$a_{p, k}$	— ускорение решётного корпуса, $\text{м} / \text{с}^2$
a_c	— ускорение сита, $\text{м} / \text{с}^2$
a, b	— размеры поперечного сечения канала, м
B_c	— ширина подсевного сита, м
B_p	— ширина решета, см
b_z	— засорённость зерновой смеси, %
c	— коэффициент определения амплитуды колебаний
E	— значение эффективности очистки
e	— эксцентриситет эксцентрика решётных станов, мм
F	— площадь аспирационного канала, м^2
F_p	— площадь решета, м^2
G_p	— расход воздуха для отделения лёгких примесей, $\text{м}^3 / \text{ч}$
G_n	— количество лёгких примесей, кг
H_d	— оптимальная толщина слоя продукта, мм
H_n	— давление, создаваемое вентилятором, Па
H_c	— сопротивление сети, Па
H_m	— потери давления в машине, Па
$H_{o, k}$	— потери давления в осадочной камере, Па
h_1	— высота слоя зерна, мм
$i_{p, n}$	— передаточное отношение ремённой передачи
K_p	— коэффициент от основной культуры, для пшеницы равный 1
k	— условный кинематический параметр, $k = \omega^2 r, \text{м} / \text{с}^2$
L	— длина сит, м
L_{sh}	— длина шатуна кривошипно-шатунного привода, м
l	— средняя длина зерна, мм
$m_{c, z}$	— масса слоя зерна на сите, кг
$m_{k, ч}$	— вес качающихся частей сита, кг
m	— масса ситового корпуса, кг
$M_{отх}$	— масса отходов, кг
$M_{пр}$	— масса примесей в зерновой смеси, кг
N	— мощность, потребная для вращения вала кривошипа, кВт
$N_{дв}$	— мощность двигателя, кВт
N_{max}	— максимальная потребная мощность, кВт
n_b	— частота вращения кривошипного вала, мин^{-1}
$n_{дв}$	— частота вращения двигателя, мин^{-1}
n	— частота колебаний решётных станов, мин^{-1}
n_n	— необходимая частота вращения рабочего колеса, мин^{-1}
n_{max}	— максимальная частота вращения кривошипного вала, мин^{-1}
Q	— производительность, $\text{кг} / \text{ч}$
Q_t	— производительность теоретическая, $\text{т} / \text{ч}$

- Q_D — производительность решета, т / ч
 $Q_{\text{верх. яр}}$ — производительность решета верхнего яруса, кг / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)
 $Q_{\text{ниж. яр}}$ — производительность решета нижнего яруса, кг / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)
 $Q_{\text{п. с}}$ — производительность решётного стана, кг / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)
 $Q_{\text{п}}^{\text{ф}}$ — полезный объём воздуха, перемещаемого в сети, $\text{м}^3 / \text{ч}$
 $Q_{\text{в}}$ — расход воздуха, $\text{м}^3 / \text{ч}$
 $Q_{\text{дл}}$ — фактический расход подсосываемого воздуха по длине, $\text{м}^3 / \text{ч}$
 $Q_{\text{о.к}}$ — расход воздуха, подсосываемого при работе осадочной камеры, $\text{м}^3 / \text{ч}$
 q_D — удельная нагрузка на решето, т / ($\text{ч} \cdot \text{м}$)
 q_b — удельная нагрузка на 1 м ширины сита, т / ($\text{ч} \cdot \text{м}$)
 q_y — удельная нагрузка, т / ($\text{ч} \cdot \text{м}$)
 q — удельная нагрузка (на единицу ширины сита), кг / ($\text{ч} \cdot \text{см}$)
 q_F — удельная производительность сит, т / ($\text{ч} \cdot \text{м}$)
 P_A — горизонтальная составляющая силы инерции груза, кгс
 P_B — вертикальная составляющая силы инерции груза, кгс
 P_K — сила инерции ситового корпуса, Н
 $P_{\text{гр}}$ — сила инерции грузов, кгс
 $P_{\text{кп}}$ — сила инерции корпуса, кгс
 R — радиус центра тяжести балансирных грузов
 r — радиус кривошипа (амплитуда колебаний), мм
 s — перемещение сита, мм
 $t_{\text{ср}}$ — время самосортирования, с
 $t_{\text{см}}$ — время смены, ч
 V — расчётная средняя скорость перемещения зерна по ситам, м / с
 v_a — скорость ситового корпуса, м / с
 v_b — средняя скорость движения сита, м / с
 w — влажность зерна, %
 α — угол наклона сита, град
 β — угол отклонения от горизонтали шатуна длиной L , град.
 $E_{\text{д}}$ — коэффициент нагрузки
 μ — транспортирующая способность воздуха, кг / кг
 η — коэффициент полезного действия ремённой передачи
 $\eta_{\text{в}}$ — коэффициент полезного действия вентилятора
 $\rho_{\text{в}}$ — плотность воздуха, кг / м^3
 ρ — насыпная плотность зерна, кг / м^3
 $\tau_{\text{см}}$ — коэффициент использования времени смены, равный 0,8
 ω — частота вращения кривошипа (угловая скорость), с^{-1}
 φ — угол трения частицы о поверхность сита, град

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью методических рекомендаций для выполнения курсовых работ по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» на тему «Конструкторская разработка воздушно-решётной машины для сортировки (очистки) зерна» является совершенствование знаний, умений и навыков по самостоятельному выполнению основных расчётов, не прибегая к использованию дополнительных источников и справочников, студентами инженерного факультета специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства.

В издании содержатся общие положения и требования к выполнению курсовой работы, включены материалы для пояснительной записки по расчёту воздушно-решётной машины: технологический и кинематический расчёты, построение графиков перемещения, скорости, ускорения решета, расчёт воздушной системы; разработка технологической и кинематической схем, технологические регулировки, подбор решёт и скорости воздушного потока, приведены примеры расчётов.

Приложение А содержит справочные материалы технических характеристик воздушно-решётных машин для проведения расчётов в пояснительной записке, в приложении Б приведены примеры выполнения графической части: схема расстановки решёт, технологическая схема, сборочный чертёж воздушно-решётной машины, кинематическая схема и таблицы.

По описанию агротребований и технологических регулировок автор предлагает студентам самостоятельно найти справочный материал согласно новым маркам машин.

При использовании данных методических рекомендаций студенты смогут систематизировать свои углублённые и расширенные знания, умения и навыки по расчётам и конструированию современных воздушно-решётных машин для предварительной, первичной, вторичной очистки и сортировки зерна различных культур.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель работы — закрепить, углубить и обобщить полученные за время обучения знания по основам теории технологических процессов сельскохозяйственной техники, получить навыки выполнения расчётов при решении конкретной инженерной задачи.

Выполнение курсовой работы позволяет студенту: развить навыки самостоятельной работы, закрепить и углубить теоретические знания и практические навыки; систематизировать и анализировать литературу по изучаемым вопросам; формулировать инженерную задачу и выбор методов её решения; разработать более совершенную конструкцию машины или отдельного узла; получить навыки обоснования и расчёта параметров технологического процесса и рабочих органов сельскохозяйственной техники.

Общие требования — самостоятельное выполнение курсовой работы с консультацией преподавателя-руководителя; умение пользоваться справочной литературой, стандартами, нормативами, компьютерной техникой, научно-технической информацией.

Знания и умения, полученные студентом при выполнении курсовой работы, будут являться базой для выполнения дипломных работ.

1.1 Тематика курсовых работ

На кафедре механизации и энергообеспечения производства предлагается и утверждается тематика курсовых работ в соответствии с марками машин по теме «Конструкторская разработка воздушно-решётной машины для сортировки (очистки) зерна».

Студенту на специальном бланке выдаётся задание с названием темы, необходимыми исходными данными, содержанием расчётно-пояснительной записки, перечнем графических работ, с указанием сроков выполнения. Задание подписывается руководителем работы и исполнителем.

1.2 Общая структура курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчётно-пояснительной записки (35—55 страниц формата А4), чертёжно-графической части (2 листа формата А1) и приложения (2 листа формата А4).

Пояснительная записка

Разделы пояснительной записки: введение; агротехнические требования к выполняемой технологической операции либо (если это узел) агротехнические требования к модернизируемой машине; обзор и анализ существующих конструкций машин; обоснование принципиальной схемы проектируемого устройства (должно содержаться описание предлагаемой модернизируемой либо новой машины); технологический и кинематический расчёты проектируемого устройства; построение графиков движения решета; подбор решёт и технологические регулировки машины; индивидуальное задание; выводы; список использованных источников; приложения.

Во введение должны быть включены цель работы, оценка современного состояния решаемой задачи, краткая технико-технологическая характеристика.

Характеристика технологии обработки зернового вороха. Знания свойств и особенностей обрабатываемого объекта (культуры) позволят определить не только недостатки сельскохозяйственной машины (рабочего органа, приспособления), но и причины их возникновения. Это позволит обосновать выбор путей устранения недостатков. При описании технологического процесса следует кратко привести систему операций по обработке зернового вороха.

Исходные (агротехнические) требования к выполнению технологической операции модернизируемой машиной. Излагаются основные исходные (агротехнические) требования к технологическому процессу, выполняемому машиной или рабочим органом. Характеристика качества выполнения агротребований производится на основании изучения литературных источников или опыта, полученного студентом в период производственной практики.

Излагая агротехнические требования, необходимо иметь в виду, что они определяют параметры технологического процесса и являются критерием качества выполняемой работы.

Обзор и анализ конструкций машин и рабочих органов. Разрабатываемая машина должна заменить или усовершенствовать существующую. Новая конструкция не должна иметь недостатков, присущих

старой машине, должна лучше выполнять технологический процесс, быть более производительной, надёжной и простой в эксплуатации. Желательно сохранить и даже улучшить достоинства существующей машины.

Обзор и анализ следует начинать со схемы той машины (рабочего органа), которую будет заменять разрабатываемая. Для этого необходимо пользоваться специальной технической литературой, каталогами, изучать авторские свидетельства и патенты, чтобы изыскать возможность замены существующего рабочего органа, приспособления, схемы машины или улучшения технологического процесса. При этом имеющиеся рабочие органы целесообразно заменять такими, которые выполняли бы больше операций с лучшим качеством, чтобы их количество в машине могло быть сокращено.

В обзоре и анализе следует приводить иллюстрации, характеристики описываемых объектов, указать их положительные стороны и недостатки. Результаты анализа должны быть описаны достаточно подробно, так как они служат основанием для выбора цели, задачи и направления проектирования. После этого следует выбрать метод и путь устранения выявленных в результате анализа недостатков, изложив его в виде выводов.

Применительно к выбранному методу совершенствования машины следует выполнять раздел «Обоснование принципиальной (технологической, конструктивной) схемы разрабатываемой машины».

Обоснование принципиальной (технологической, конструктивной) схемы проектируемого изделия. В этом разделе на основании полученного анализа производится разработка и обоснование принципиальной (технологической или конструктивной) схемы изделия, результаты излагаются в виде схемы, чертежа.

В пояснительной записке следует привести схему компоновки усовершенствованного изделия, а на чертёжном листе — принципиальную технологическую схему (при необходимости показать направление движения материала стрелками). Необходимо описать предложенную схему, конструктивные изменения, преимущества перед прототипом, обосновать рабочие органы, их размещение, принцип работы, выполнение технологического процесса изделия в новой компоновке (см. приложение Б).

Следует выбрать тип рабочих органов, которые будут применяться на машине. Это творческий процесс, требующий больших знаний, поэтому студенту следует выбирать рабочие органы по аналогии

с известными, обращаться к патентным материалам или предложить и обосновать новые.

Основные параметры машины, приспособления или рабочего органа (геометрия, размеры, режим работы или движения) определяются технологическим и кинематическим расчётами.

Технологический и кинематический расчёты проектируемого объекта. Технологический расчёт изделия разработки является основной частью и задачей курсовой работы. Он позволяет выполнить главную цель — научить студента методике обоснования основных параметров машины, приспособления или рабочих органов и их регулировок.

Обоснование и расчёт параметров рабочих органов выполняется последовательно по ходу технологического процесса. Методика расчёта используется известная, описанная в учебных пособиях, справочной и специальной литературе, монографиях, журналах. После обоснования параметров рабочих органов производится расчёт технико-эксплуатационных показателей машины, приспособления: скорости движения, производительности, мощности на привод рабочих органов и передвижение машины.

Кинематический расчёт выполняется на основании принятого технологического расчёта. При известных скоростях движения рабочих органов и их рабочих элементов определяются передаточные числа на их привод, размеры звёздочек и шкивов, параметры цепей и ремней привода.

Разработка кинематической схемы. На основании кинематических расчётов производится разработка кинематической схемы. После расчёта рабочих скоростей решёт, крыльчатки вентилятора и транспортных рабочих органов необходимо определить мощность электродвигателя. Затем рассчитываются передаточные числа и размеры ведущих и ведомых частей ременных, цепных и других передач и преобразования движения от электродвигателя к рабочим органам. Элементы передач необходимо скомпоновать так, чтобы они были легкодоступными для технического обслуживания и текущего ремонта и не препятствовали при выполнении технологических регулировок.

Все элементы кинематической схемы необходимо изобразить стандартными символами, на схеме показать величины частот вращения всех узлов, а также размеры ведущих и ведомых элементов приводов и передач. Кроме этого указываются частота вращения электродвигателя и его мощность.

Выводы. Помещаются непосредственно после изложения основной части расчётно-пояснительной записки на новой странице. Приводится оценка полученных результатов проектирования и их народнохозяйственное значение. На основании полученных результатов могут быть даны рекомендации по их применению.

Список использованных источников. Перечень источников, на которые даются ссылки в курсовой работе, приводится в конце текста расчётно-пояснительной записки, начиная с новой страницы. Ссылки на литературные источники в порядке их упоминания приводятся в квадратных скобках, например [1, с. 2], [5], [7, с. 84]. Список использованных источников составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание.

Графическая часть. Выполняется после проведения необходимых расчётов в соответствии с требованиями к оформлению (см. приложение Б).

Репозиторий БАН

РАЗДЕЛ 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Приведены основные элементы теории и примеры расчётов рабочих органов воздушно-решётной машины в порядке последовательности выполнения пояснительной записки и графической части.

2.1 Обзор конструкций воздушно-решётных семяочистительных и сортировальных машин

Проанализируем конструкции сепараторов с точки зрения соответствия условиям прохождения частиц через отверстия решета, технологических операций и места в системе послеуборочной обработки и подготовки семян, хранения и переработки зерна.

Для сравнения возьмём сепараторы зерновые, которые предназначены для предварительной очистки, сортировки зерна и подготовки семенного материала.

Отличительными особенностями универсального сепаратора Delta 146 Combi (Франция) можно назвать полный набор технологических операций и соответствие условиям прохождения частиц через отверстия. Решёта имеют большую площадь и шариковую очистку, а их размещение в двух корпусах позволяет последовательно очищать зерно от крупных и мелких примесей. Для очистки от мелких примесей количество и площадь решёт увеличивается в 1,5 раза, что в сочетании с тонкой настройкой воздушной очистки заметно повышает технологический эффект. В этой модели имеется возможность регулирования угла наклона решёт. Для достижения большой производительности решета устанавливаются с наклоном 12...15°, а для повышения эффективности сепарирования в режиме сортировки зерна и подготовки семян рекомендуются углы наклона решёт 5...7°. Большие углы установки увеличивают скорость движения зерна по решётам и обеспечивают большую производительность. Малые углы снижают скорость и производительность, но повышают вероятность прохождения частиц через отверстия, и в результате эффективность выделения примесей увеличивается.

Мультиочиститель M12/15 фирмы Petkus по конструкции и техническим характеристикам сходный с сепаратором Delta 146 Combi, но с отсутствием возможности изменения угла наклона решёт. Фирма Damas (Дания) производит семейство сепараторов Omega, которые

различаются комплектацией решёт. Более оснащённые модели имеют до 30 м² решётной поверхности и рекордную производительность — до 300 т / ч на предварительной очистке.

ОАО «Воронежсельмаш» производит универсальный сепаратор СВУ-60, оснащённый всеми технологическими операциями по очистке зерна, с конструкцией, максимально отвечающей условиям прохождения частиц через отверстия решёт. Однако технологическая схема вызывает много вопросов (рисунок 1).

В СВУ-60 установлены четыре яруса решёт, работающих параллельно. В каждом ярусе последовательно размещены три решета с увеличением размеров отверстий по направлению движения зерна: на первом решете выделяется сорная примесь, на втором — зерновая, на третьем этапе зерно проходит через решето и крупные примеси сходом удаляются из сепаратора.

Эту схему организации технологических операций нельзя признать удачной. Во-первых, на первое решето поступает вся зерновая масса, и выделить самые мелкие частицы затруднительно. В сепараторах Cimbria и Petkus сначала выделяется крупная фракция, что значительно упрощает выделение мелких частиц на нижележащих решетках. Во-вторых, длина каждого решета по направлению движения зерновой массы не более метра, в то время как у зарубежных аналогов общая длина решёт с одинаковым размером отверстий минимум 3 м. Естественно, в таком сравнении следует ожидать от зарубежных аналогов лучших технических характеристик.

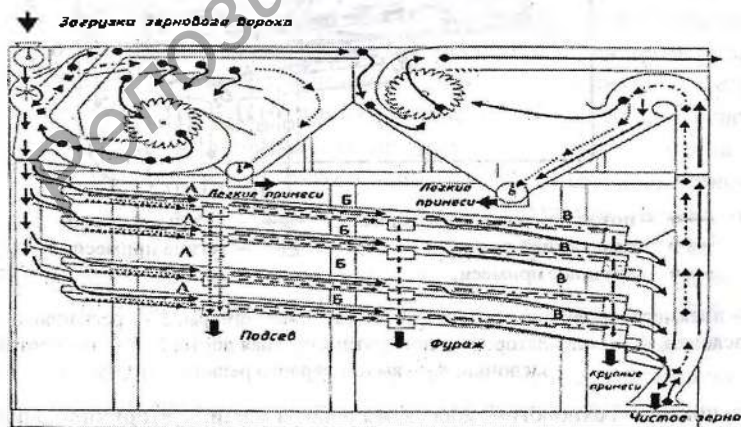
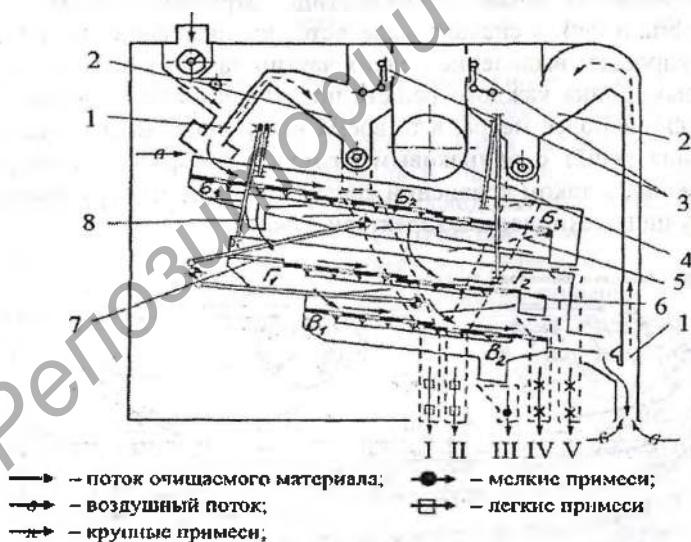


Рисунок 1 — Универсальный сепаратор СВУ-60 [1, рис. 10]

Зерноочистительная машина К-547А10 (Германия) предназначена для вторичной очистки семенного материала зерновых, зернобобовых и крупяных культур, прошедших предварительную очистку и сушку. Используется в составе зерноочистительных линий.

Основные узлы машины: приёмопитающее устройство, воздушная система с двумя каналами аспирации, два решётных стана, вентилятор и привод (рисунок 2).

В верхнем решётном стане установлено три решета в один ярус. Конструкция скатных досок позволяет получить отдельно проход каждого решета. Проход первого осуществляется через выход 8, второго — через неподвижно установленные скатные доски, третьего решета — через поворотную скатную доску 5. Решёта очищаются подвижными щётками. Верхний ярус решёт нижнего решётного стана имеет заслонку 7 и жёлоб, перекрываемый поворотной заслонкой 6. Скатные доски под верхним ярусом обеспечивают равномерную загрузку решёт нижнего яруса. Для очистки решёт обоих ярусов используют колеблющиеся щётки.



1 — пневмосепарирующие каналы; 2 — осадочные камеры; 3 — регулировочные заслонки; 4 — вентилятор; 5 — поворотная скатная доска; 6, 7 — поворотные заслонки; 8 — выход первого решета

Рисунок 2 — Технологическая схема работы машины вторичной очистки К-547А10 [2, с. 68, рис. 32]

Зерноочистительная машина К-547А10 имеет трёхъярусную схему компоновки решёт. Первый ярус имеет первое B_1 , второе B_2 и третье B_3 решёта; второй — четвертое Γ_1 и пятое Γ_2 и третий ярус — шестое V_1 и седьмое V_2 решёта. Составные части вороха выводятся через выходы I...V.

Решётные станы могут работать по трём технологическим схемам в зависимости от преобладания в исходном материале крупных или мелких примесей.

2.2. Разработка технологической схемы модернизируемой машины

Разработка технологической схемы машины. Первой технологической операцией является выделение лёгких примесей с помощью воздуха. Это важно, потому что лёгкие примеси составляют до 70% от массы всех примесей, и их отделение на первом этапе значительно упрощает задачу на последующих. Кроме того, лёгкие примеси (солома, стебли и ости растений) могут застревать в отверстиях, и современные способы очистки решёт перед ними бессильны. На второй технологической операции из зерновой массы с помощью решёт с большими отверстиями отделяются крупные примеси. Очень важно, чтобы всё зерно основной культуры прошло через отверстия решёт. В противном случае зерно вместе с крупными примесями будет потеряно, как отходы. Этот фактор является основным ограничителем в производительности зерновых сепараторов. На третьей технологической операции с помощью решёт с малыми отверстиями (подсевные решёта) из зерна удаляются мелкие примеси. На подсевном решете сходовой фракцией является основное зерно, а проходовой — мелкие примеси. Содержание мелких примесей в зерне относительно невелико (2...5%) и их выделение происходит через отверстия малого размера. Из-за малой вероятности прохождения частиц в плотном зерновом слое через отверстия решета эффективность выделения мелких примесей не может быть высокой. По показателю эффективности выделения мелких примесей можно судить о техническом уровне машины в целом. Четвёртая и последняя операции представляют собой воздушную очистку зерна от лёгких примесей. В отличие от первой воздушной очистки, целью которой является извлечение максимального количества лёгких примесей, окончательная воздушная очистка позволяет за счёт разницы в аэродинамических свойствах извлекать трудноотделимые примеси, щуплые и дефектные зерна основной

культуры, которые называются низконатурной фракцией зерна. Для этой операции в зерновых сепараторах имеется возможность тонкой настройки воздушного потока.

Составление схемы техпроцесса очистки семян. Составляются три списка: 1) список легкоотделимых примесей (таблица 1). В нём указываются легкоотделимые засорители, вид примеси (лёгкая, толстая и т. д.), граница разделения, которая выбирается по основной культуре и является ближайшей к нижнему или верхнему пределу соответствующего признака разделения с учётом отсутствия потерь основной культуры; 2) список трудноотделимых примесей, оформляемый аналогично первому. Границы разделения выбираем, анализируя вариационные кривые, намечаем несколько признаков разделения (таблица 2); 3) список рабочих органов, вид выделяемой примеси и граница разделения (таблица 3).

Схема технологического процесса komponуется согласно списку рабочих органов (рисунок 3).

Т а б л и ц а 1 — Список легкоотделимых примесей [3, с. 178, приложение 4], с изм.

Засоритель	Признак разделения	Выделяемая примесь	Граница разделения
Круглец болотный	Длина	Короткая	4,32
	Ширина	Узкая	1,785
Полова	Критическая скорость	Лёгкая	8,18
Горох Виктория Мандор	Толщина	Толстая	3,43
	Ширина	Широкая	3,675
	Критическая скорость	Тяжёлая	10,98
Плевел	Толщина	Узкая	1,785

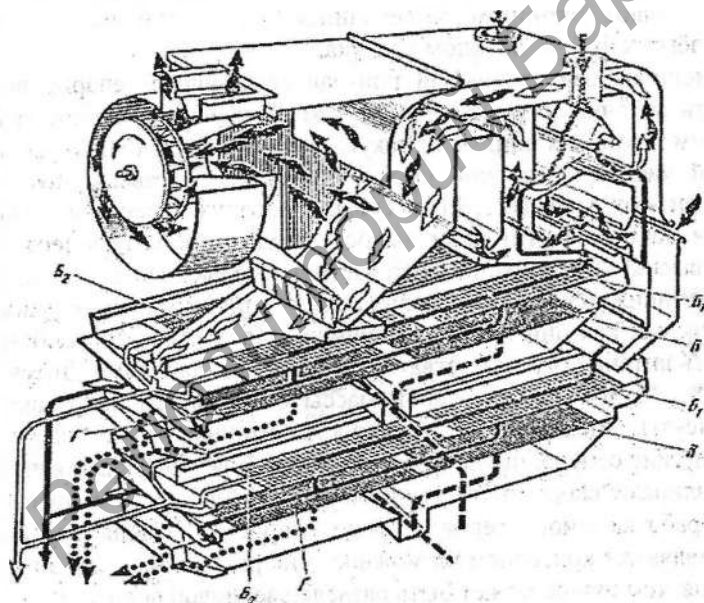
Т а б л и ц а 2 — Список трудноотделимых примесей [4], с изм.

Засоритель	Признак разделения	Выделяемая примесь	Граница разделения
Ячмень Черновец	Длина	Длинная	7,4
Куколь	Длина	Короткая	4,5
Спорынья	Ширина	Узкая	2,1

Т а б л и ц а 3 — Список рабочих органов [5], с изм.

Рабочий орган	Признак разделения	Выделяемая примесь	Граница разделения
Вентилятор	Критическая скорость	Лёгкая	8,7 м / с
Решето	Ширина	Узкая	2,1 мм
Триер	Длина	Короткая	4,5 мм
Триер	Длина	Длинная	7,4 мм

Обязательное требование технологически правильного процесса сепарирования заключается в том, что одна из получаемых в результате разделения фракций должна иметь более высокое качество, чем исходная зерновая смесь. Чем выше однородность выделенных при очистке фракций и их чистота, тем выше эффект очистки.



- | | | | |
|--|---|----------------|------------------------|
| | — лёгкие примеси; | | — воздушный поток; |
| | — исходная смесь и зерно первого сорта; | Б ₁ | — приёмное решето; |
| | — крупные примеси; | Б ₂ | — колосовое решето; |
| | — мелкие примеси; | В | — подсевное решето; |
| | — фуражное зерно (второй сорт); | Г | — сортировочное решето |

Рисунок 3 — Технологическая схема воздушно-решётной зерноочистительной машины ЗВС-20 [6, с. 53, рис. IV-16], с изм.

Показателем технологического эффекта очистки зерна является процентное отношение количества отделимых примесей, содержащихся в отходах, к количеству отделимых примесей, содержащихся в неочищенном зерне. Минимальный норматив технологической эффективности очистки зерна в воздушно-решётных машинах равен 60%. Это значит, что не менее 60% отделимых примесей после очистки должны перейти в отходы. Допустимая норма потерь основного зерна в отходы при первичной очистке не должна превышать 1,5%.

Разделение зерновой смеси на лёгкую и тяжёлую фракции в потоке воздуха, движущегося с определённой скоростью, является обычно самой первой технологической операцией при очистке свежесобранного зерна. Основано оно на различиях компонентов зерновой массы по аэродинамическим свойствам. Нередко эту технологическую операцию называют термином «отвеивание», т.е. отделение от зерновой массы лёгких частиц потоком воздуха.

Основной различительный признак воздушного сепарирования — скорость витания, или критическая скорость частиц зерновой смеси. Под этим термином понимают такую скорость воздушного потока, при которой частицы зерновой смеси переходят во взвешенное состояние — витают в воздухе. Если скорость воздуха превышает скорость витания данных частиц, они выносятся за пределы рабочего канала. При невысокой скорости воздуха частицы оседают вниз. Величина скорости витания значительно различается у зерна и многих компонентов примеси, так как они имеют различную плотность и парусность. Так, скорость витания большинства зёрен хлебных злаков находится в пределах 8...12 м/с. Из зерновой массы отвеиванием легко выделяют компоненты, имеющие малую скорость витания: полуу, частицы соломы, лёгкие семена, шуплое зерно и пыль. Для этого в рабочем канале устанавливают скорость воздушного потока, близкую к скорости витания обрабатываемого зерна. Разные скорости витания компонентов смеси являются критерием возможности их разделения. Чем больше эти различия, тем лучше может быть разделён зерновой ворох.

С повышением скорости воздуха возрастает эффективность удаления лёгких примесей, но одновременно увеличивается и вынос полноценного зерна в лёгкую фракцию. Критерием подбора скорости воздушного потока является допустимое содержание полноценного зерна в аспирационных отходах, содержащих лёгкие примеси. Для удовлетворительного сортирования необходимо обеспечить подачу воздуха в пределах 700...1 100 м³ / ч.

В сепараторе ЗВС-20 (рисунок 3) лёгкие примеси выделяются вместе с крупными. При очистке зерна пшеницы рекомендуется устанавливать скорость воздушного потока 5,5...6,5 м / с.

Зерновую смесь на решётах разделяют просеиванием тех её компонентов, которые имеют меньшие размеры, чем отверстия рабочего органа. Просеивание является механическим способом сепарирования, с его помощью можно разделить зерновую массу на две фракции по размеру зёрен — по их ширине и толщине.

Сущность просеивания заключается в том, что частицы, которые по размерам меньше отверстий решета, проваливаются через них и образуют проходную фракцию, или проход. Крупные зёрна, которые не могут пройти через отверстия решета, остаются на нём и образуют сходовую фракцию, или сход. Сход и проход имеют более однородный по размеру состав частиц, но значительно отличаются по качеству между собой и от исходной зерновой массы.

Решёта представляют собой плоские стальные листы с выштампованными отверстиями определённой формы и размера. Решето характеризуется двумя основными параметрами: рабочим размером отверстий и показателем живого сечения, т. е. процентным отношением суммы площадей всех отверстий решета к общей его полезной поверхности. Чем больше живое сечение, тем лучше обеспечиваются возможности для просеивания, тем выше производительность решёт.

Рабочим размером круглого отверстия является его диаметр, треугольного — сторона правильного треугольника, прямоугольного — ширина. Длина таких отверстий делается с большим запасом и не является параметром, по которому происходит сепарирование. Она должна быть такой, чтобы не препятствовать разделению по толщине даже самых длинных зёрен.

С увеличением длины продолговатых прямоугольных отверстий увеличивается живое сечение и производительность решёт. Длина продолговатых отверстий чаще всего составляет 20 мм.

Равномерную скорость движения зерна по решету и его достаточно хорошее перемешивание можно обеспечить приданием решету возвратно-поступательного движения определённой частоты и амплитуды вдоль направления движения зерновой массы. При этом решето должно иметь регулируемый наклон для обеспечения заданной скорости движения зерновой массы разного исходного качества.

Большое влияние на результат сепарирования оказывает своевременная очистка отверстий решёт. Во время работы отверстия решёт

забиваются частицами сходовой фракции зерновой смеси, и, если их не очищать, фактическая рабочая площадь живого сечения решета уменьшится настолько, что разделение смеси практически полностью прекратится. Устройство для очистки решёт является обязательным элементом воздушно-решётных зерноочистительных машин. Для очистки применяют щётки, ударники, ролики и другие приспособления.

В воздушно-решётной зерноочистительной машине ЗВС-20 (см. рисунок 3) и других машинах российского производства первичная очистка зерна проводится по технологической схеме, когда решета работают в два яруса. От правильности подбора решёт зависит качество и производительность очистки.

Фракционное (приёмное) решето B_1 первым воспринимает поток зерна, поступающего на очистку. Его подбирают так, чтобы разделить весь поток зерна на две примерно одинаковые части, при этом сходом с решета идёт крупное зерно и крупные примеси, а проходом через отверстия решета относительно мелкое зерно и все мелкие примеси. Это решето не даёт ни очищенного зерна, ни фракции удаляемой примеси. Технологический эффект от сепарирования на решете B_1 заключается в том, что оно разделяет зерновую массу на крупную (50%) и мелкую (50%) фракции и облегчает последующее выделение как крупных, так и мелких примесей. Решето B_1 должно быть полностью покрыто зерном, но его слой должен быть таким, чтобы все мелкие примеси успели выделиться через отверстия решета. Если через решето проходит значительно больше половины зерна или в проход попадают крупные примеси, значит, решето слишком велико для такого зерна, его необходимо заменить на более мелкое.

Колосовое решето B_2 состыковано в одной плоскости с решетом B_1 и принимает от него крупное зерно и крупные примеси. Размер его отверстий подбирают так, чтобы всё зерно могло быть выделено проходом, а крупные примеси, включая колосья, сходом с решета выделяются в отдельную фракцию. Чтобы крупные зерна основной культуры не падали в отходы, площадь поверхности решета B_2 должна быть покрыта зерном лишь на 60...80% его длины. Его размер должен быть несколько больше, чем у приёмного решета. Если сходом с колосового решета вместе с крупными примесями идёт некоторое количество зерна, необходимо использовать решето с отверстиями большего размера. Если в проход поступает часть крупной примеси, то уменьшают размер отверстий этого решета.

Подсевное решето В является первым решетом нижнего яруса и самым мелким по размеру. Оно воспринимает половину потока зерна, поступающего в машину и прошедшего проходом через отверстия фракционного решета Б₁. На подсевном решете необходимо выделить проходом через отверстия возможно большую часть мелких примесей и песка, но без зёрен основной культуры. Средние и мелкие семена основной культуры направляются сходом по решету В на смежное сортировочное решето Г. Если через подсевное решето будут проваливаться зерна основной культуры, то его следует заменить на решето с меньшим размером отверстий, и наоборот, если часть мелких примесей останется на решете, подбирают решето с большими отверстиями.

Сортировочное решето Г имеет несколько больший размер, чем подсевное решето В. Это обеспечивает выделение на нём проходом через отверстия мелких и шуплых зёрен основной культуры, а сходом — очищенного зерна. Таким образом, чистое зерно выделяется проходом через отверстия решета Б₂ и сходом с решета Г. Оба эти потока очищенного зерна объединяются вместе при выходе из зерноочистительной машины. Решето Г сортирует зерно на две фракции: I сорт (продовольственное зерно) и II сорт (фуражное зерно). Размеры сортировочного решета следует уменьшить, если через него проходят полноценные зёрна. Если же сходом с него мелкие и шуплые зёрна попадают в зерно I сорта, то подбирают более крупное решето.

На основании научного и производственного опыта для сепарирования зерновой массы различных культур определены оптимальные наборы решёт по форме и размеру отверстий. Таблицы наборов решёт приводятся в техническом паспорте на каждую машину. Учитывая, что средний размер зёрен одной культуры и сорта изменяется в широких пределах в зависимости от района выращивания и других факторов, рекомендации по подбору решёт приводятся с определённым диапазоном размеров рабочих отверстий. Для обеспечения наибольшего эффекта сепарирования каждый раз необходимо подбирать решёта применительно к особенностям данной партии зерна. В производственных условиях это достигается проведением пробной очистки конкретной зерновой смеси.

Для обеспечения сбалансированности пропускной способности решёт следует учитывать, что производительность решёт с продолговатыми отверстиями выше, чем решёт с круглыми отверстиями. Следовательно, предпочтительнее использовать решёта с продолговатыми отверстиями. Однако решёта с круглыми отверстиями имеют некоторое преимущество по качеству сепарирования. При использовании их как

решета B_2 обеспечивается более тщательное выделение сходом грубых примесей продолговатой формы. Подсевные решёта с круглыми отверстиями лучше выделяют половинки зёрен.

Если позволяет технологическая схема очистки зерна, целесообразно в одну машину устанавливать решёта только с продолговатыми или только с круглыми отверстиями. Это обусловлено тем, что оптимальная частота колебаний решёт с прямоугольными и с круглыми отверстиями неодинакова. При последовательной работе двух воздушно-решётных зерноочистительных машин целесообразно в одной из них использовать решёта только с продолговатыми отверстиями, а в другой — с круглыми.

Разработка технологической схемы модернизируемой машины. Составляется на основании предварительных расчётов, выбора и компоновки более эффективных решёт, вентиляторов, транспортёров, щётки и т. д. или механизмов передачи и преобразования движения, входящих в привод рабочих органов.

2.3 Разработка кинематической схемы привода решётного стана

Рабочие органы сепаратора приводятся в движение от двух двигателей и мотор-редуктора.

От двигателя мощностью 5,5 кВт, частотой вращения 960 об / мин крутящий момент передаётся посредством клиноременной передачи на шкив главного вала, который вращается в шариковых самоустанавливающихся подшипниках, находящихся в корпусах на раме. Между подшипниками установлены четыре эксцентриковых головки. На конце главного вала в консольном закреплении установлен шкив.

С выходного вала двигателя мощностью 4 кВт и частотой вращения 975 об / мин крутящий момент передаётся посредством клиноременной передачи на шкив диаметрального вентилятора системы аспирации.

Вал шнека отходов системы аспирации приводится через клиноременную передачу от мотор-редуктора мощностью 2,2 кВт, частотой вращения выходного вала 280 об / мин. С вала шнека отходов движение передаётся с помощью клиноременной передачи на вал вбрасывающего бitera, а с него с помощью цепной передачи на вал шнека распределительного устройства.

Пример составления кинематической схемы представлен в приложении Б.

2.4. Технологический расчёт

Исходные данные:

- производительность теоретическая, т / ч: $Q_T = 2$;
- удельная нагрузка на 1 м ширины сита, т / (ч · м): $q_b = 1,33$;
- удельная производительность сит, т / (ч · м): $q_F = 1$;
- ширина подсевного сита, м: $B = 1,5$;
- длина сит, м: $L = 1,53$.

Расчёт производится на базе зерноочистительного сепаратора А1-БИС-12.

- число ситовых рам в ярусе: 1;
- число секций: 2;
- общее число ситовых рам: 4;
- размер ситовой рамы: $1,0 \times 1,0$ м;
- площадь сит: 4 м^2 ;
- размер отверстий сит сортировочных: $4,25 \times 4,25$ мм для пшеницы; размер отверстий сит подсевных: $\varnothing 2$ мм.

Подбор сортировочных и подсевных сит осуществляется по размерам в зависимости от вида, сорта, влажности зерновой культуры и других факторов (см. пункт 2.9 настоящего издания). Основным фактором является вид и сорт, от которых зависят размеры зёрен, а значит, и размеры ячеек сит.

Основные параметры ситовых сепараторов

Производительность Q ситового сепаратора, определяемая количеством обрабатываемого продукта в единицу времени в соответствии с регламентами качества процесса, является его основным показателем и рассчитывается по формуле:

$$Q = q_b \cdot B \cdot L = q_F F [7].$$

Фактическая производительность определяется следующим образом:

$$Q = 1,33 \cdot 1,5 \cdot 1,33 = 2,653 \text{ т / ч.}$$

Качество процесса определяется эффективностью выделения примесей при допустимом правилами ведения технологического процесса содержании годного (полноценного) зерна в отходах. Эффективность очистки E (%) зерна оценивают отношением массы примесей, выделенных из зерновой смеси, к массе примесей, находившихся в исходной смеси и отделённых ситами (или рабочим органом других зерноочистительных машин). При этом используют формулу:

$$E = \frac{M_{\text{отх}} (1 - a'' / 100)}{M_{\text{пр}}} 100\% \quad [8],$$

где $M_{\text{отх}}$ — масса отходов, кг; a'' — содержание полноценного зерна в отходах, в процентах от их массы; $M_{\text{пр}}$ — масса примесей в зерновой смеси, которые можно выделить данным способом сепарирования, кг.

Очистку считают эффективной, если при первом проходе зерна через ситовой сепаратор она составляет не менее 65% по примесям, подлежащим выделению на ситах (земля, песок, мелкие камни, крупные частицы сорных примесей, крупные и мелкие семена культурных и сорных растений). При этом содержание полноценных зёрен в отходах не должно превышать 2% от их массы.

Общая масса отходов на этапе составляет 5% от фактической производительности:

$$\frac{2,653}{100} = \frac{x}{5},$$

$$x = \frac{2,653 \cdot 5}{100} = 0,132 \text{ т.}$$

Масса примесей составляет 65% от общей массы отходов: $M_{\text{пр}} = (0,132 \cdot 65) / 100 = 0,0862 \text{ т} = 86,2 \text{ кг}$.

Полноценных зёрен в отходах — 2%: $a'' = (0,0862 \cdot 2) / 100 = 0,00172 \text{ т} = 1,724 \text{ кг}$.

Содержание сорной примеси — 2...3%: $m_{\text{пр}} = (2,653 \cdot 3) / 100 = 0,0796 \text{ т} = 79,59 \text{ кг}$.

Находим значение эффективности очистки:

$$E = \frac{86,2(1 - 1,724 / 100)}{79,59} 100\% = 89,63\%.$$

Основными расчётными параметрами плоских сит сепараторов являются: ширина и длина подсевных (для выделения мелких примесей) сит, угол наклона их к горизонтали, угол направления колебаний, кинематические параметры и т. д.

Ширину B , см, подсевного сита определяют по формуле

$$B = Q / q \quad [9],$$

где Q — производительность, кг / ч; q — удельная нагрузка (на единицу ширины сита), кг / (ч · см).

Пересчитываем значение ширины сита на фактическое:

$$B = 2,653 / 1,33 = 1,99 \text{ м.}$$

Удельная нагрузка и гранулометрический состав мелких примесей влияют на эффективность их выделения из пшеницы при просеивании на сите длиной 2 000 мм, совершающем прямолинейные колебания. Пользуясь этими зависимостями, можно выбрать размеры отверстий сит для машин разного назначения. Например, при расчёте на заданную эффективность сит для очистки зерна на мукомольных заводах или в семяочистительных цехах следует ориентироваться на наиболее трудные для выделения мелкие примеси.

Удельную нагрузку q для мукомольных сепараторов принимают для подсевных сит 45...60 кг / (ч · см), для сортировочных с отверстиями диаметром 6...10 мм, в 3...4 раза больше, а для приёмных с отверстиями диаметром 20...40 мм, в 8...10 раз больше, чем для подсевных сит. Это относится к наклонным ситам, получающим горизонтальные или наклонные колебания.

Длину сита L , м, определяют по формуле

$$L = \frac{Q}{q_F \cdot B} [10].$$

Реальная длина сит: $L = 2,653 / (1 \cdot 1,99) = 1,33 \text{ м.}$

Удельная производительность сит для отделения крупных примесей зависит от рабочих размеров отверстий. Для сита с отверстиями диаметром 6 мм и более, совершающего горизонтальные колебания, удельная производительность q_F , кг / (ч · м²), при очистке пшеницы влажностью 15% может быть определена по формуле

$$q_F = 6 \cdot 10^3 (a' - 4,5) [11],$$

где a' — рабочий размер отверстия сита, мм.

Для ориентировочного нахождения удельной производительности сит при различной засорённости и влажности зерновой смеси можно использовать эмпирическую формулу

$$q_F = q_{F1} (2,1 - 0,035b - 0,06w + 0,001wb) [12],$$

где q_{F1} — удельная производительность сита при засорённости зерновой смеси b , равной 10%, и влажности зерна w , равной 15%.

Определяем по графику удельную нагрузку и используемые сита: проход — $1,5 \times 20$ мм, сход — $1,5 \times 20$ мм (сортировочное), удельная нагрузка $q_y = 23$ кг / (ч · м); проход — $1,6 \times 20$ мм, сход — $1,5 \times 20$ мм (подсевное), $q_v = 15$ кг / (ч · м).

Расчёт производительности МПО-50

Производительность МПО-50 при отделении лёгких примесей.

Площадь аспирационного канала F , м^2 , вычисляем по формуле

$$F = ab,$$

где a , b — размеры поперечного сечения канала, м.

$$F = 0,25 \cdot 1,8 = 0,45 \text{ м}^2.$$

Расход воздуха для отделения лёгких примесей G_n , $\text{м}^3/\text{с}$:

$$G_n = Fv \text{ [13];}$$

$$G_n = 0,45 \cdot 8,7 = 3,91 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Количество лёгких примесей, удаляемых воздухом:

$$G_n = G_n \cdot \mu \cdot \rho_n \text{ [14],}$$

где μ — транспортирующая способность воздуха, равная $0,15 \dots 0,2$ кг / кг (принимаем $\mu = 0,20$ кг / кг); ρ_n — плотность воздуха, равная $1,2$ кг / м^3 .

$$G_n = 3,91 \cdot 0,20 \cdot 1,2 = 0,938 \text{ кг / с}.$$

Производительность воздушной очистки МПО-50 $Q_{\text{МПО-50}}$, т / ч:

$$Q_{\text{МПО-50}} = (360 \cdot G_n \cdot \tau_{\text{см}}) / \beta_n \text{ [15],}$$

где $\tau_{\text{см}}$ — коэффициент использования времени смены, равный $0,8$; β_n — коэффициент нагрузки, равный $7,75$.

$$Q_{\text{МПО-50}} = (360 \cdot 0,938 \cdot 0,8) / 7,75 = 34,85 \text{ т / ч}.$$

Расчёт производительности ЗВС-20А

Расчёт производительности назначим по списку № 2 «Очистка от широких примесей».

Производительность решета Q_p , т / ч:

$$Q_p = 3,6 \cdot K_p \cdot q_p \cdot F_p \cdot t_{\text{см}} \cdot \tau_{\text{см}} \text{ [16],}$$

где F_p — площадь решета, м^2 ; q_p — удельная нагрузка на решето, равная $1,6 \dots 2,0$ кг / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$) для решёт верхнего яруса, $0,5 \dots 0,6$ кг / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$) для

решёт нижнего яруса; K_p — коэффициент от основной культуры, для пшеницы равный 1; $t_{см}$ — время смены, ч; $\tau_{см}$ — коэффициент использования времени смены, равный 0,8.

$$F_p = 0,8 \cdot 0,99 = 0,792 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{верх. яр}} = 2 \cdot 1 \cdot 0,792 \cdot 3,6 = 5,7 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$Q_{\text{ниж. яр}} = 1 \cdot 0,792 \cdot 3,6 = 1,71 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Производительность двух решёт нижнего яруса очистителя зернового вороха ЗВС-20А:

$$Q_{\text{ЗВС-20А}} = Q_{p, c} \cdot 2 = Q_{\text{ниж. яр}} \cdot 2 = 1,71 \cdot 2 = 3,42 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Производительность нижнего решётного стана очистителя зернового вороха ЗВС-20А:

$$Q_{\text{ЗВС-20А}} = Q_{\text{ниж. яр}} \cdot 2 \cdot 2 = 1,71 \cdot 2 \cdot 2 = 6,84 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

2.5 Кинематический расчёт

Основными параметрами вибросепараторов являются производительность, частота и амплитуда колебаний корпуса. Производительность вибрационных сепараторов, кг / ч, определяют по формуле

$$Q = Bq,$$

где B — ширина решета, см; q — удельная нагрузка решета, кг / (ч · см).

Для пшеницы удельная нагрузка q равна 50...70 кг / (ч · см), для овса — 30...50 кг / (ч · см). Значение размаха колебания рекомендуется выбирать равным половине средней длины зерна l , мм ($A \approx l/2$).

Ускорение решётного корпуса определяется по формуле

$$a = \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 \cdot \frac{l}{4},$$

откуда

$$n = \frac{60}{\pi} \sqrt{\frac{a}{l}},$$

где a — ускорение решётного корпуса, м / с²; l — средняя длина зерна, мм.

Чтобы уменьшить степень забиваемости решёт, рекомендуется выбирать значение a равным $(2,4 \dots 4,0)q$.

Частоту и амплитуду колебаний сит выбирают в зависимости от физико-механических свойств зерна и примесей. Для оценки и выбора кинематических параметров часто пользуются условным кинематическим параметром, представляющим произведение угловой скорости в квадрате на амплитуду колебаний, т. е. $k = \omega^2 r$.

Такой обобщённый коэффициент в известной степени оправдан для установившегося класса машин с однотипными геометрическими и конструктивными параметрами. Для очистки пшеницы и ржи применяют $\omega^2 r = 12,5 \dots 16,0 \text{ м / с}^2$ при $r = 0,005 \text{ м}$. Эти значения относятся к зерну нормальной влажности и засорённости. Для расчёта принимаем $\omega^2 r = 12,5 \text{ м / с}^2$, следовательно $k = 12,5 \text{ м / с}^2$.

Находим значение угловой скорости:

$$w = \sqrt{\frac{k}{r}} = \sqrt{\frac{12,5}{0,005}} = 50 \text{ с}^{-1}.$$

Важным параметром для ситового сепарирования является средняя скорость перемещения зерна по ситам, которая в пределах рассмотренных параметров составляет $0,20 \dots 0,34 \text{ м / с}$, при этом произведение wr сохраняется в пределах $2 \dots 3$.

Расчётная средняя скорость перемещения зерна по ситам при размерах отверстий сит $4,25 \times 4,25 \text{ мм}$ и $\varnothing 2 \text{ мм}$:

- 1) по w : $V = 0,183 \text{ м / с}$;
- 2) по r : $V = 0,15 \text{ м / с}$.

Установлено, что оптимальная толщина слоя продукта H_d , обеспечивающая более полное извлечение подсева и достаточно высокие нагрузочные условия сита, равняется 20 мм .

По времени самосортирования при оптимальной толщине слоя продукта и средней скорости определяем необходимую длину сита:

$$L = V_{\text{ср}} \cdot t_{\text{ср}}.$$

Тогда при L , равной $1,33 \text{ м}$ (1330 мм), и $t_{\text{ср}} = 5 \dots 6 \text{ с}$ средняя скорость: $V_{\text{ср}} = L / t_{\text{ср}} = 0,221 \text{ м / с}$.

По данным исследований оптимальные параметры для сортировочного сита — угол наклона $\alpha = 10 \dots 11^\circ$, длина $L = 900 \dots 1100 \text{ мм}$; для приёмного — $\alpha = 5 \dots 7^\circ$, $L = 500 \dots 600 \text{ мм}$; для подсевного — $\alpha = 11 \dots 12^\circ$, $L = 1600 \dots 1800 \text{ мм}$. Исходя из данных расчёта длина рассчитываемого сита L равняется 1330 мм , тогда угол наклона α будет в пределах 11° .

Для определения частоты и амплитуды колебаний сит выбираем кинематический параметр, для очистки овса принимаем

$$k = \omega^2 r = 46,91^2 \cdot 0,005 = 11 \text{ м/с}^2.$$

При радиусе кривошипа r , равном 0,005 м, определяем угловую скорость и частоту вращения кривошипа привода сепаратора:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{r}} = \sqrt{\frac{11}{0,005}} = 46,91 \text{ с}^{-1}.$$

Отсюда

$$n_p = \frac{30\omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 46,91}{3,14} = 448,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Амплитуда колебаний: $A = 2r = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ м}$.

Проверяем правильность выбранных кинематических параметров сепаратора. Для этого предварительно определим частоты вращения кривошипного вала, при которых зерно движется вверх по ситам и при которых зерно отрывается от поверхности сита соответственно, зная, что угол трения частицы о поверхность сита φ равен $20,3^\circ$, угол наклона сита α — 14° , радиус кривошипа r — 0,005 м:

$$n_n = 30 \sqrt{\frac{\text{tg}(20,3 + 14)}{0,005}} = 350,4 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\max} = \frac{30}{\sqrt{0,005 \cdot \text{tg} 14}} = 857 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_n = 350,4 < n_p = 448,2 < n_{\max} = 857.$$

Условия выполняются, следовательно, кинематические параметры выбраны правильно.

В качестве привода для колебания сит используют кривошипно-шатунные, эксцентриковые и инерционные механизмы. В нашем случае используется кривошипно-шатунный механизм.

Для определения мощности привода предварительно определим массу слоя зерна на сите $m_{сз}$ и вес качающихся частей сита $m_{кч}$.

Масса слоя зерна, при выбранной технологической схеме установки сит: четыре сита и два поддона, при длине сита $L = 1,3 \text{ м}$ и ширине

сита $B = 0,650$ м, насыпной плотности зерна $\rho = 1230$ кг / м³ и высоте слоя зерна $h_1 = 0,002$ м равна:

$$m_{c.з} = L \cdot B \cdot \rho \cdot h_1.$$

$$m_{c.з} = 1,3 \cdot 0,650 \cdot 1230 \cdot 2 = 2,08 \text{ кг.}$$

Масса качающихся частей сита, состоящего из деревянного корпуса, металлических сит и поддонов, очищающих механизмов, приёмных и разгрузочных патрубков, определяется расчётом или принимается ориентировочно на основании справочных данных. В нашем случае масса качающихся частей составляет примерно $m_{к.ч} = 8$ кг.

Мощность N , потребную для вращения вала кривошипа определяем, зная параметры сепаратора:

$$N = \frac{\omega^3 r^2 (m_{c.з} + m_{к.ч})}{204}$$

$$N = \frac{46,91^3 \cdot 0,002^2 \cdot (8 + 2,08)}{204} = 0,203 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения вращения кривошипного вала составим кинематическую схему (рисунок 4).

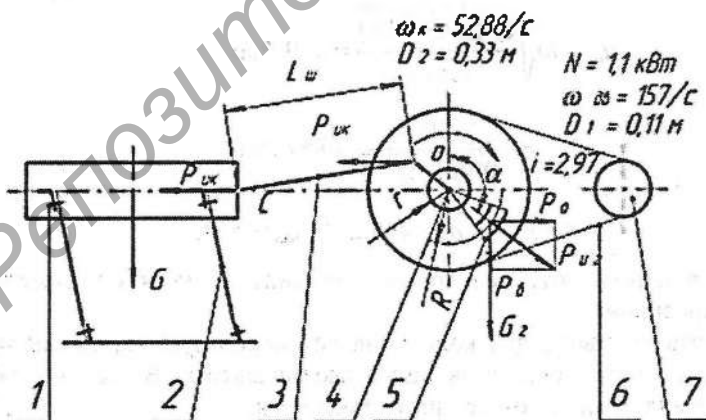


Рисунок 4 — Кинематическая схема ситового сепаратора с кривошипно-шатунным механизмом, уравновешенным посредством вращающегося балансира [17, рис. 27]

Крутящий момент от электродвигателя 7 через ремённую передачу 6 передаётся на кривошипный вал 4 с установленным на нём балансиром 5. Далее кривошип вала 4 через шатун 3 передаёт возвратно-поступательные движения на ситовой корпус 1, который установлен на четырёх плоских пружинах 2; $P_{ит}$ и $P_{тк}$ — силы инерции корпуса и грузов, кгс; ω — угловая скорость кривошипа, c^{-1} ; r и R — радиусы кривошипа и центра тяжести балансирных грузов соответственно; P_A и P_B — горизонтальная и вертикальная составляющие силы инерции груза соответственно.

Выбираем по справочнику электродвигатель, предварительно определив его мощность, взяв коэффициент полезного действия ремённой передачи η равным 0,95, тогда:

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,203}{0,95} = 0,214 \text{ кВт.}$$

Выбираем электродвигатель 4А20А4У3, мощность двигателя $N_{дв} = 0,3$ кВт, с частотой вращения $n_{дв} = 1100 \text{ мин}^{-1}$.

Передаточное отношение ремённой передачи:

$$i_{р.п} = \frac{n_{дв}}{n_p} = \frac{1100}{448,2} = 2,45.$$

Расчёт ремённой передачи производим по стандартной методике, изложенной в курсе «Детали машин».

Длину шатуна кривошипно-шатунного привода выбираем исходя из условий:

$$L_{ш} = (30 \dots 50) \cdot r,$$

$$L_{ш} = 30 \cdot 0,004 \dots 50 \cdot 0,004 = 0,12 \dots 0,20 \text{ м.}$$

Принимаем длину шатуна $L_{ш}$ равной 0,20 м.

Эксцентриситет эксцентрика решётных станков e принимаем равным 7,5 мм (в целях унификации с машинами завода «Воронежсельмаш»). Амплитуду колебаний решётных станков находим по формуле $A_p = ec$. Приняв коэффициент c равным 1,3, получим, соответственно, $A_p = 10$ мм.

Чтобы не создавать больших ускорений решётного стана, примем $n = 500$ колеб. / мин.

Ускорение решётных станков вычисляем по формуле

$$a = \frac{n^2 \cdot A \cdot 10^{-3}}{90} = 28 \text{ м / с}^2.$$

Подвески решётных станов изготовлены из дуба или бука, прикреплены к раме без шарниров.

Возьмём шатуны, сваренный из стальных полос. Длина шатуна 85 см, его тело составлено из трёх полос 6×40 мм, соединённых сваркой. Суммарное сечение шатуна 18×40 мм. Проверка на продольный изгиб показывает достаточность размеров его сечения; запас прочности n равен 24.

2.6 Расчёт воздушной системы очистителя вороха ОВС-25

Определение расхода воздуха.

Расход воздуха, перемещаемый вентилятором в сети равен:

$$Q_a = Q_n^c + Q_{дл} + Q_{о.к.} \quad [18],$$

где Q_n^c — полезный объём воздуха, перемещаемого в сети, $\text{м}^3 / \text{ч}$ (принимая равным $4\,800 \text{ м}^3 / \text{ч}$); $Q_{дл}$ — объём подсосываемого воздуха, $\text{м}^3 / \text{ч}$ (принимается 5% от Q_n^c); $Q_{о.к.}$ — объём воздуха, подсосываемого осадочной камерой, равный $275 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

$$Q_a = 4\,800 + 240 + 275 = 5\,315 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Определение давления, создаваемого вентилятором.

Полное давление вентилятора с учётом коэффициента запаса на неучтённые потери:

$$H_s = 1,1 \cdot H_c,$$

где H_c — сопротивление сети, Па, вычисляемое по формуле

$$H_c = H_m + \sum (Rl + \sum \zeta H_g) + H_{о.к.} \quad [19],$$

где H_m — потери давления в машине, Па; $\sum (Rl + \sum \zeta H_g)$ — потери давления по длине и в местных сопротивлениях, Па; $H_{о.к.}$ — потери давления в осадочной камере, Па.

Так как потери давления по длине и в местных сопротивлениях малы ввиду незначительной длины воздухопроводов, учитывать их не будем, следовательно:

$$H_c = H_m + H_{о.к.} = 750 + 1\,040 = 1\,790 \text{ Па};$$

$$H = 1,1 \cdot 1\,790 = 1\,969 \text{ Па}.$$

Аэродинамическая характеристика подобранного вентилятора.

Используя универсальные характеристики вентиляторов, определяется положение рабочей точки вентилятора в сети.

Рабочая точка находится на пересечении основных параметров работы вентилятора в сети: Q_v и H_v (рисунок 5). Положение рабочей точки даёт возможность определить необходимую частоту вращения рабочего колеса n_v и коэффициент полезного действия η_v .

Вентилятор будет правильно подобран к сети при выполнении следующих рекомендаций:

1) к сети подбирают вентилятор, имеющий более высокий КПД, при этом КПД вентилятора должен отвечать условию:

$$\eta_v \geq 0,9 \eta_{\max} [20];$$

2) рабочая точка на универсальной характеристике располагается правее линии максимального КПД;

3) к сети следует подбирать по возможности вентилятор меньшего номера.

Согласно вышеуказанным рекомендациям подбираем вентилятор марки ВР-86-77-3,15 со следующими параметрами: $n_v = 2850 \text{ мин}^{-1}$, $\eta_v = 0,758$.

ВР-86-77-3,15 (D=0,95Dном)

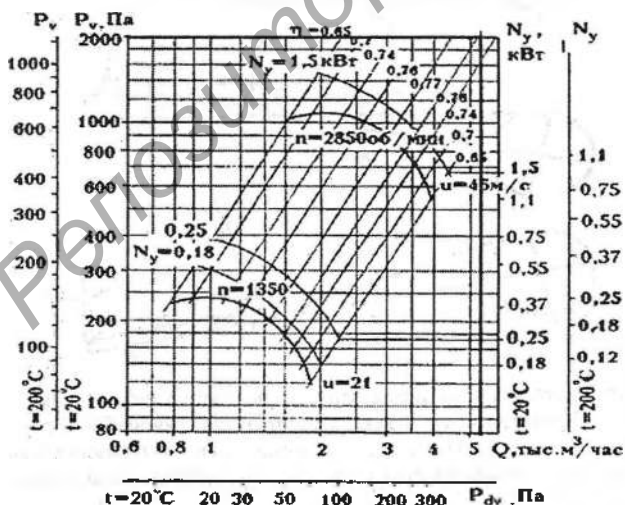


Рисунок 5 — Аэродинамическая характеристика вентилятора ВР-86-77-3,15 [21]

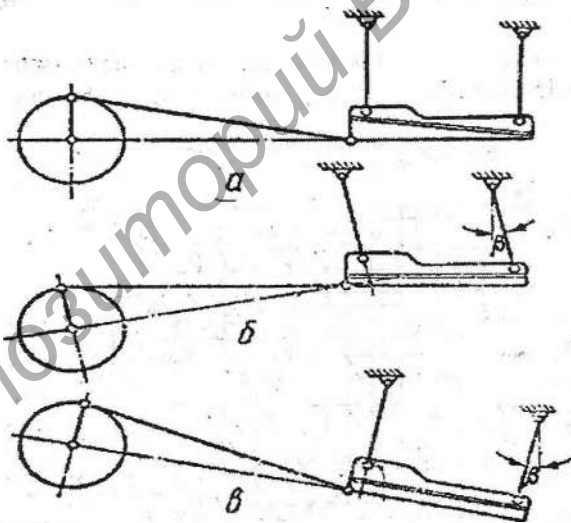
2.7 Построение графиков перемещения, скорости, ускорения, сил инерции при движении сита по гармоническому закону

В зерноочистительных машинах применяются кинематические схемы привода ситовых корпусов от кривошипно-шатунных механизмов (рисунок 6). Наиболее часто используют машины с наклонными ситами, совершающими колебания вдоль горизонтальной прямой.

На кривошипно-шатунном механизме, используемом для привода в движение сита, сито подвешено на четырёх равных по длине и параллельных между собой упругих и шарнирно закреплённых подвесках (рисунок 7).

Определим аналитически путь, скорость и ускорение сита, принимая угол поворота кривошипа $\alpha = \omega t$.

При повороте кривошипа радиусом r на угол $\alpha = \omega t$ сито перемещается из положения a — a в положение a_1 — a_1 .



a — корпус с наклонным ситом расположен горизонтально, а колебания направлены вдоль горизонтальной прямой; $б$ — корпус и сито горизонтальны, а колебания направлены вдоль горизонтальной прямой; $в$ — корпус, сито и направление колебаний наклонны

Рисунок 6 — Кинематические схемы привода ситовых корпусов зерноочистительных машин [22, рис. IV-6]

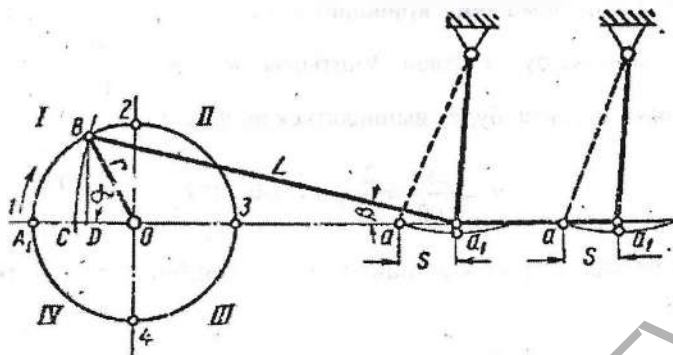


Рисунок 7 — Схема кривошипно-шатунного механизма для передачи движения ситу [23, рис. IV-7]

Перемещение сита, которое принимаем прямолинейным, будет:

$$s = aa_1 = A_1C = A_1D - CD = r(1 - \cos \alpha) - L(1 - \cos \beta) [24],$$

где β — угол отклонения от горизонтали шатуна длиной L .

Так как перемещение сита отсчитывается от крайнего левого и правого положений, можно условно записать [4, с. 42]

$$s = r(1 - \cos \alpha) \pm L \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{r}{L} \sin \alpha \right)^2} \right].$$

Следовательно, с достаточной для практических целей точностью можно считать, что $s = r(1 - \cos \alpha) = r(1 - \cos \omega t)$ и сито движется по гармоническому закону [26].

Путь, проходимый ситом при перемещении из левого крайнего в правое крайнее положение (при переходе цапфы кривошипа из положения I в положение 3), будет $s = 2r$.

Дифференцируя по времени выражение, получим формулу для определения скорости сита:

$$v_a = \frac{ds}{dt} = \omega r \cdot \sin \omega t = v_b \cdot \sin \omega t [27].$$

При частоте вращения кривошипа в минуту n путь, пройденный ситом в минуту, будет равен. Учитывая, что $v_b = \frac{\pi r n}{30}$, средняя скорость движения сита будет вычисляться по формуле

$$v_a = \frac{2sn}{60} = \frac{2}{\pi} v_b \approx 0,64v_b \quad [28].$$

Ускорение сита можно найти, дифференцируя по времени выражение

$$a_a = \frac{dv_a}{dt} = \omega^2 r \cdot \cos \omega t = a_b \cdot \cos \omega t \quad [29].$$

Для сообщения ситовому корпусу машины указанного колебательного движения, потребную мощность N , кВт, можно, пренебрегая массой шатуна, выразить приближённо следующей формулой:

$$N = \frac{P_n v_a}{102} \quad [30],$$

где P_n — сила инерции ситового корпуса, Н, вычисляемая по формуле $P_n = m\omega^2 r \cdot \cos \alpha$; v_a — скорость ситового корпуса, м / с, определяемая из выражения $v_a = \omega r \cdot \sin \alpha$.

Следовательно,

$$N = \frac{m\omega^3 r^2 \cdot \sin 2\alpha}{2 \cdot 102},$$

где m — масса ситового корпуса, кг; $\alpha = \omega t$.

Максимальная потребная мощность будет при $\sin 2\alpha = 1$, т. е. при углах α , равных $\frac{\pi}{4}$, $\frac{3\pi}{4}$, $\frac{5\pi}{4}$, $\frac{7\pi}{4}$,

$$N_{\max} = \frac{m\omega^3 r^2}{204} \quad [31].$$

Так как мощность изменяется по синусоидальному закону, среднее значение её равно

$$N = \frac{2}{\pi} N_{\max} \quad [32].$$

На рисунке 8 (см. стр. 36) представлены зависимости изменения величин s_a , v_a , a , P_u , N .

Если кривошип находится правее вертикальной прямой, проведённой через ось кривошипа (в квадрантах II и III), то сила инерции направлена вправо, если кривошип находится в квадрантах I и IV, она направлена влево (см. рисунок 8).

В условиях применения кривошипно-шатунного механизма для привода корпуса сепаратора, как и при любом другом жёстком приводе, амплитуда колебания его равна эксцентриситету и не зависит от частоты колебаний и жёсткости пружинных подвесок.

2.8 Технологические регулировки

При работе машины число оборотов приводного вала и рабочих органов должно быть таким, которое указано в описании машины. Число оборотов определяют при помощи тахометра. Число оборотов медленно вращающихся органов можно определить, ручными часами. Засыпной ковш (питающая камера) должен подавать зерно равномерным по всей ширине слоем. Силу воздушного потока регулируют при помощи регулировочных клапанов, щитков и дросселей у воздушных камер и каналов. Скорость воздушного потока также можно отрегулировать изменением числа оборотов вентилятора при помощи вариатора или ступенчатой передачи. Скорость воздушного потока регулируют так, чтобы лёгкие и мелкие примеси не оставались в очищенном зерне, а с ветровыми отходами не уносилось хорошее зерно.

Если в очищенном материале остаются лёгкие примеси и семена, то скорость воздушного потока надо увеличить; если же вместе с лёгкими примесями и семенами отделяется много хороших семян, то скорость воздушного потока следует немного уменьшить, но так, чтобы в очищенных семенах не оставалось лёгких примесей. Форму и размеры отверстий решёт подбирают так, чтобы хорошие зерна в минимальном количестве попадали в отходы.

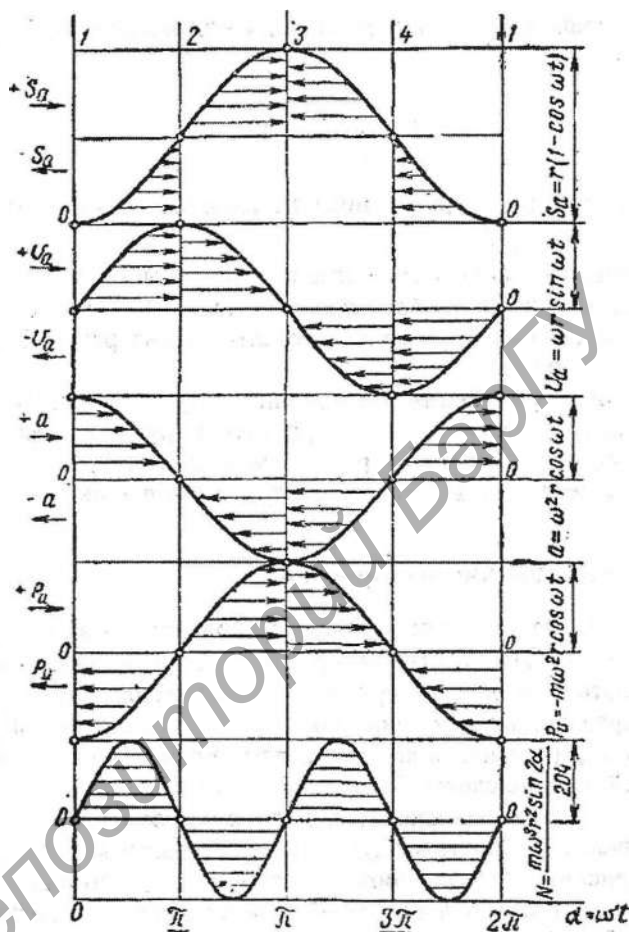


Рисунок 8 — Графики изменения перемещения, скорости, ускорения, сил инерции сита и мощности в зависимости от угла поворота кривошипа [33, рис. IV-8]

Решёта с переменным углом наклона устанавливают на оптимальный угол, определяемый опытным путём. При излишне большом наклоне зерно не успевает пройти сквозь отверстие решёт и идёт сходом.

Решётные станы, имеющие устройства для регулирования частоты колебаний, настраиваются на оптимальное число оборотов эксцентрикового вала.

2.9 Подбор решёт и скорости воздушного потока

Для ориентировочного подбора штампованных и продольных решёт служит таблица 4.

Особенности очистки зерна и семян отдельных культур.

Очистка зерна пшеницы. Зерно пшеницы очищают в сепараторах с применением решёт со следующими размерами отверстий: верхних (проходных) B_1 и B_2 с круглыми отверстиями — 5,0...7,0 мм, с продолговатыми — 3,2...4,0 мм; нижних (подсевных и сортировочных) с круглыми — 2,0...2,5 мм, с продолговатыми — 1,7...2,2 мм. Для повышения эффекта очистки, особенно семенного зерна, применяют фракционное сепарирование с использованием подсевных решёт с отверстиями размером $2,2 \times 20$ мм. Сходом с этих решёт идёт крупное зерно, а проходом — мелкое, которое затем очищают в другом сепараторе с размером отверстий подсевных решёт $1,7 \times 20$ мм. В пневмосепарирующих каналах сепараторов устанавливают скорость воздушного потока 5,5...6,5 м/с. Очистку крупной фракции пшеницы от длинных примесей (овса, овсюга и др.) проводят в триерах с ячеями 8,0...9,0 мм.

Из зерновой массы пшеницы семена дикой редьки выделяют на решётах с треугольными отверстиями с размером сторон 5,0...6,0 мм, в триерах с ячеями 4,5...5,0 мм и на пневмосортировальных столах. При наличии в основном зерне после очистки в сепараторе повышенного содержания мелких семян сорных растений проводят дополнительную обработку в триере-куколеотборнике для выделения коротких примесей. Мелкую фракцию зерна при необходимости также направляют в куколеотборник для выделения семян мелких сорных растений. К мелкой фракции относят зерно, получаемое проходом через решёта с отверстиями размером $2,0 \times 20,0$ мм или $2,2 \times 20,0$ мм, и сходом с решёт с отверстиями размером $1,7 \times 20$ мм. В указанной фракции содержание зерен пшеницы, относимых к основному зерну и зерновой примеси, должно быть не менее 85% от массы всего зерна вместе с примесями, наличие сорной примеси не более 5%.

Очистка зерна ржи. В сепараторах устанавливают решёта следующих размеров: верхние — с круглыми отверстиями (4,0...6,5 мм), с продолговатыми (3,0...3,5 мм); нижние — с круглыми (2,0...2,5 мм), с продолговатыми (1,5...1,7 мм).

Очистка зерна ячменя. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые (5,0...8,0 мм), продолговатые (3,5...5,0 мм);

нижние — круглые (2,5...2,8 мм), продолговатые (2,0...2,4 мм). Для выделения овса, овсюга и других длинных примесей крупную фракцию ячменя, полученную сходом с подсевного сита, обрабатывают в триерах с ячейми диаметром 8,5...11,2 мм, а для выделения коротких примесей (куколь, горошек, битое зерно) мелкую фракцию ячменя обрабатывают в триерах с ячейми диаметром 4,5...7,1 мм. Для более полного выделения из ячменя мешочков головки рекомендуется уменьшить производительность сепараторов, увеличить скорость воздушного потока в пневмосепарирующих каналах до 8 м/с и применить двукратный пропуск зерна через триеры с ячейми диаметром 8,5 мм.

Очистка зерна овса. Скорость воздушного потока в пневмосепарирующих каналах 5...6 м/с. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые 5,5...6,0 мм, продолговатые 2,6...3,0 мм; нижние — круглые 2,0...2,5 мм, продолговатые 1,7...2,0 мм. Для очистки от длинных примесей, главным образом овсюга, используют триеры с ячейми диаметром 14...16 мм, а от коротких примесей — с ячейми диаметром 8,0...9,5 мм.

Очистка зерна кукурузы. Скорость воздушного потока в пневмосепарирующих каналах — 8...9 м/с. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые 9,0...10,0 мм, продолговатые 6,0...8,0 мм; нижние — круглые 5,0...6,0 мм, продолговатые 3,0...4,0 мм.

Очистка зерна гречихи. Скорость воздушного потока в пневмосепарирующих каналах 4,5...5,5 м/с. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые 5,0...6,5 мм, продолговатые 3,0...4,0 мм; нижние — круглые 2,5...3,5 мм, треугольные (сортировочные) 5,0...6,0 мм.

Очистка семян гороха. Скорость воздушного потока в пневмосепарирующих каналах 8...12 м/с. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые 8,0...9,0 мм, продолговатые 6,0...7,0 мм; нижние — круглые 3,5...5,0 мм, продолговатые 2,4...4,0 мм. Для извлечения шуплых и повреждённых вредителями (гороховой зерновкой) семян гороха целесообразно применять пневмосортировальные столы и пневмосепараторы.

Очистка семян рапса и горчицы. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые 2,0...2,8 мм, продолговатые 1,8...2,0 мм; нижние — круглые 1,3...1,5 мм, продолговатые 1,1...1,2 мм.

Очистка семян люцерны. Размеры отверстий решёт сепаратора: верхние — круглые 1,5...2,0 мм, продолговатые 1,2...1,5 мм; нижние — круглые 1,1...1,3 мм, продолговатые 0,6...0,8 мм. Обязательно проводится очистка на электромагнитных машинах для удаления семян повилки и подорожника.

Таблица 4 — Размеры перфорированных отверстий решётных полотен
[3], табл. 4]

Очищаемая культура	Решётные полотна		
	А	Б	В
Пшеница	Ø 2,0...2,5; □ 1,5...2,5	Ø 2,5...3,0; □ 1,7...3,2	Ø 4,0...9,0; □ 3,0...4,0
Рожь	Ø 1,5...2,5; □ 1,5...1,7	Ø 2,0...2,5; □ 1,7...2,6	Ø 5,0...6,5; □ 2,6...3,6
Ячмень	Ø 2,5; □ 1,7...2,4	Ø 3,0; □ 2,2...3,0	Ø 5,0...9,0; □ 2,6...5,0
Опёс	Ø 2,5; □ 1,7...2,0	□ 2,0...2,8	Ø 6,0; □ 2,6...3,6
Кукуруза	Ø 5,0; □ 3,0...5,0	Ø 6,0...6,5; □ 4,0...5,0	Ø 10,0...13,0; □ 6,0...9,0
Горох	Ø 3,6...5,0; □ 2,4...3,6	Ø 5,0...6,0; □ 4,0...4,5	Ø 8,0...9,0; □ 7,0
Гречиха	Ø 2,5...3,6	Ø 3,6...4,0; □ 3,0...4,0	Ø 5,5...7,0; □ 3,0...5,0
Сахарная свёкла	□ 2,0...2,4	□ 2,4...2,6	Ø 7,0...8,0
Рапс	□ 1,0...1,3	□ 1,1...1,5	Ø 2,8...3,0
Вико-овсяная смесь	Ø 2,5	□ 3,6...5,0	□ 6,5...8,0
Житняк, пырей	□ 2,0...2,6	□ 2,2...2,6	Ø 8,0
Лён	Ø 2,0	Ø 2,5; □ 0,8...0,9	Ø 3,0...4,0; □ 1,1...1,2
Клевер, люцерна	Ø 1,3; □ 0,5...0,6	□ 0,8...0,9	Ø 1,5...2,0; □ 1,2...1,5

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Т а б л и ц а А.1 — Техническая характеристика плоских вибрационных сит грубой очистки [35], с изм.

Параметр	13 321	13 331	13 322	13 332	13 323	13 333	13 324	13 334	13 326	13 336
Производительность, м ³ /ч	25		40		63		100		240	
Размер ячейки сита, мм	20	13	20	13	20	12	20	13	20	13
Угол наклона сита	17° 30'						4° 45'	17° 30'	4° 45'	17° 30'
Частота вращения приводного вала, об/мин	985						480	985	475	985
Амплитуда колебаний, мм	3,5						12,5	3,5	11,1	3,5
Размеры рабочей поверхности сита, мм:										
длина	4 000	1 400	4 000	2 240	5 000	2 240	8 000	3 350	11 600	5 800
ширина	500	710	800	710	1 000	1 120	1 000	1 120	1 525	1 900
Установленная мощность, кВт	5,5	4	7,5	5,5	11	7,5	15	11	30	18,3
Расход отсасываемого воздуха, м ³ /ч	6 000	8 000	9 000	14 000	14 000	14 000	21 000	5 600	30 000	14 000
Габаритные размеры (без металлоконструкций), мм:										
длина	4 640	—	4 640	—	5 600	—	9 960	—	14 300	—
ширина	1 935	—	2 320	—	2 800	—	1 900	—	2 610	—
высота	3 400	—	3 400	—	4 400	—	2 425	—	5 700	—
Габаритные размеры сита, мм:										
длина	4 640	2 120	4 640	3 630	5 600	3 710	10 600	4 500	16 000	6 200
ширина	3 350	2 110	3 780	3 870	4 430	4 280	3 550	4 275	5 600	5 160
высота	3 620	2 000	3 620	2 840	4 600	3 280	4 530	4 350	7 140	5 600
Масса колеблющейся части сита, кг	2 240	—	3 580	—	6 030	—	25 000	—	65 700	—
Общая масса установки сита, кг	5 100	1 650	6 350	3 160	9 800	3 925	32 000	6 500	83 000	11 100

Таблица А.2 — Подача на 1 дм ширины решета, в кг / ч [36, табл. IV-9],
с.им.

Культура	Предварительная очистка	Основная очистка и сортирование
Пшеница	600	200
Рожь	500	150
Ячмень	500	150
Овёс	400	120
Просо	200	60
Гречиха	300	100
Рис	400	120
Кукуруза	500	150
Горох	600	200
Чечевица	400	125
Фасоль	600	200
Вико-овсяная смесь	500	150
Лён	120	40
Рыжик	120	40
Конопля	500	150
Кенаф	400	120
Канатник	300	100
Клевер красный	120	40
Люцерна	120	40
Тимофеевка	80	25
Житняк	150	50

Примечание. Эти данные не учитывают состава исходного материала по крупности зёрен, рабочих размеров отверстий решёт, конкретных требований, предъявляемых к конечному продукту, и других факторов, поэтому могут быть использованы только для ориентировочных расчётов.

Т а б л и ц а А.3 — Технические характеристики сепараторов типа А1-БЛС [37, прил. 4], с изм.

Показатели	А1-БЛС-12	А1-БЛС-16	А1-БИС-100
Производительность, т / ч	12	16	100
Эффективность очистки, %	80	75/40	40
Установленная мощность, кВт	1,3	1,5	1,5
Частота колебаний ситового кузова, колеб. / мин	325	325	360
Радиус колебания ситового кузова, мм	9±2	9±2	9±2
Расход воздуха на аспирацию и пневмосепарирование, м ³ / час	4 500	8 000	8 500
Комплектность: пневмоканал	1	2	2
горизонтальный циклон	1	2	—
Масса, кг	1 020	1 450	1 600
Габаритные размеры, мм:			
длина	2 600	2 090	2 600
ширина	1 365	2 520	2 520
высота	1 510	1 510	1 510

Примечание. Сепараторы зерноочистительные А1-БЛС-12, А1-БЛС-16, А1-БИС-100 предназначены для отделения от зерна пшеницы примесей, отличающихся шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами, при помощи решёт и воздушного потока.

Таблица А.4 — Техническая характеристика сепараторов типа ЗСМ [38, прил. 3], с изм.

Показатель	ЗСМ-5	ЗСМ-10	ЗСМ-20
Производительность, т / ч	5	10	20
Частота колебаний ситового кузова, с ⁻¹	8,3	8,3	8,3
Амплитуда колебаний ситового кузова, мм	6	5	5
Угол наклона сит, град.	11	11	11
Расход воздуха, м ³ / мин:			
первой продувки	0,42	1,28	1,28
второй продувки	0,42	1,33	1,33
Мощность электродвигателя, кВт	4,0	10	10
Габаритные размеры, мм			
длина	2 800	2 800	2 800
ширина	1 200	2 800	2 800
высота	2 600	2 700	2 700
Масса, кг	1 000	1 500	1 500

Таблица А.5 — Технические характеристики очистителя вороха [39, с. 5—6], с изм.

Показатели	ОВС-25
Производительность, т / ч	25
Установленная мощность, кВт	9,5
Масса полного комплекта, кг	1 840
Габаритные размеры, мм	
длина	5 090
ширина	6 200
высота	3 280

Примечание. ОВС-25 предназначен для предварительной очистки после комбайна вороха зерновых и других сельскохозяйственных культур воздушным потоком и решётами преимущественно на открытых токах.

Т а б л и ц а А.6 — Технические характеристики очистителей вороха типа А1-БИС [40, прил. 5], с изм.

Наименование показателя	Норма	
	А1-БИС-12; А1-БИС-12-02	А1-БИС-100
Производительность техническая при очистке зерна пшеницы влажностью 15% и засорённостью до 3%, т / ч, не менее	12	100
Эффективность очистки зерна от отделимой сорной примеси, %, не менее	80	40
Частота круговых колебаний решётного кузова, с ⁻¹ (колеб. / мин)	5,4 ^{+0,16} _{-0,33} 325 ⁺¹⁰ ₋₂₀	6 ^{+0,33} _{-0,33} 360 ⁺²⁰ ₋₂₀
Радиус круговых колебаний решётного кузова, мм	9±2	9±2
Частота колебаний ситового кузова, колеб. / мин	325	360
Радиус колебания ситового кузова, мм	9±2	9±2
Расход воздуха на аспирацию и пневмосепарирование, м ³ / ч, не более	6 100	8 500
Аэродинамическое сопротивление, Па, не более	500	350
Комплектность:		
пневмоканал	2	2
горизонтальный циклон	2	-
Число		
ситовых рамок в ярусе секций	2 2	2 2
Общее число ситовых рамок	4	8
Размер решёт, мм	1 000 × 996	750 × 996
Площадь сит, м ²	4	6
Размер отверстий сит, мм:		
сортировочных	4,25 × 25	D8
подсеивных	D2	тр. 3,5 (1,7 × 20)
Установленная мощность, кВт	1,5	1,5
в том числе:		
электродвигателя привода кузова	1,1	1,1
двух электровибраторов	0,36	0,36
светильника	0,04	0,04
Габаритные размеры, мм, не более		
длина	1 950	2 600
ширина	2 520	2 520
высота	1 510	1 510
Масса, кг, не более	1 400	1 600

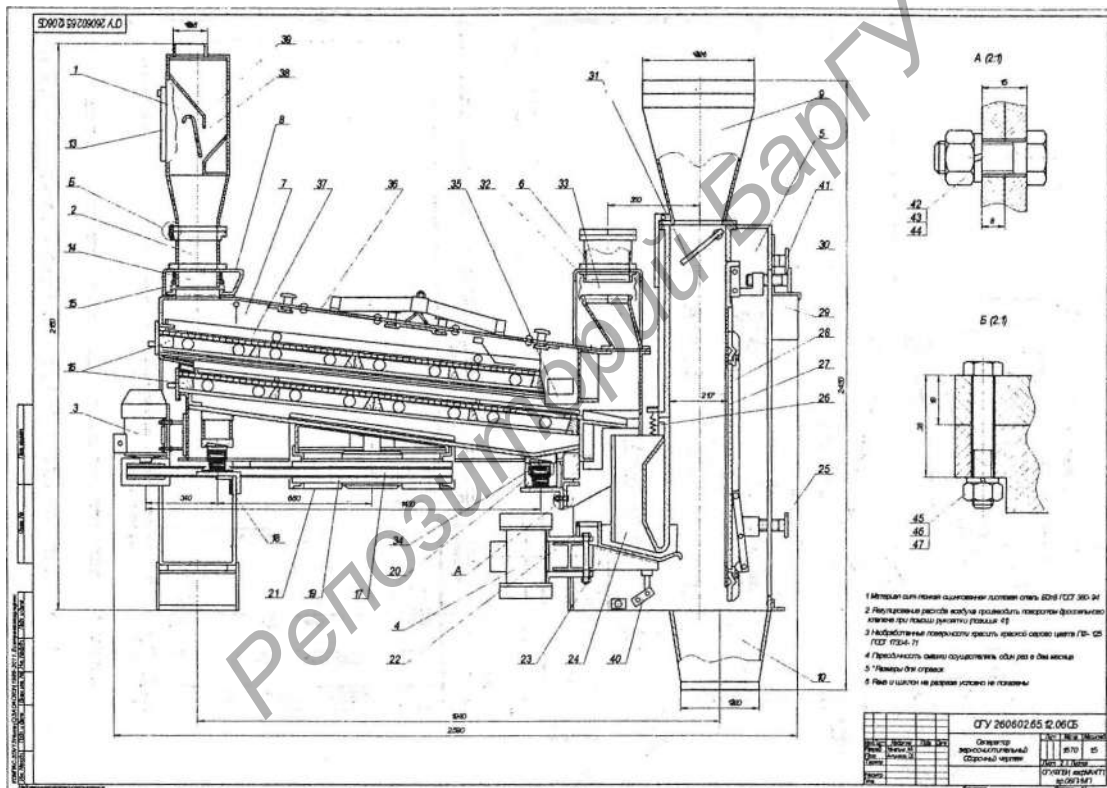


Рисунок Б.2 — Сборочный чертёж воздушно-решётной машины [42, рис. 33], с изм.

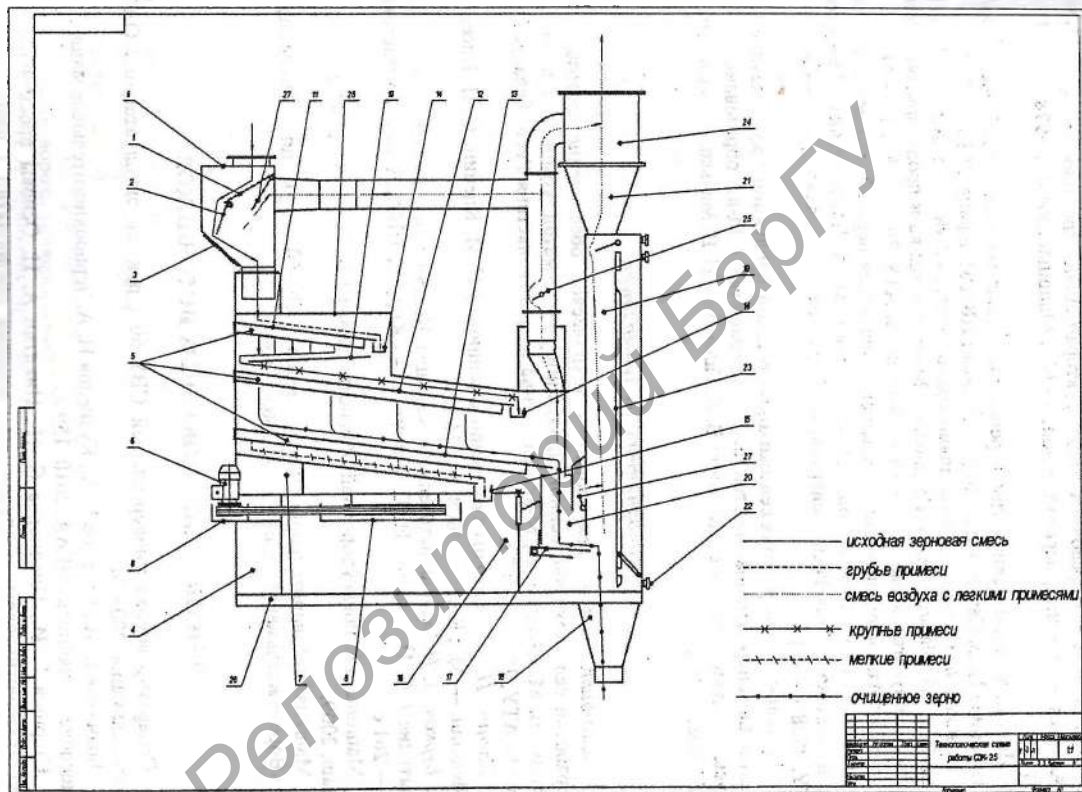


Рисунок Б.3 — Технологическая схема с расстановкой решёт [43, рис. 30], с изм.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература

1. *Анурьев, В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. / В. И. Анурьев. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1978. — Т. 1. — 559 с. : ил.
2. *Иновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции : учеб. пособие / Н. В. Казаровец [и др.].* — Минск : ИВЦ Минфина, 2013. — 287 с.
3. *Машины и аппараты пищевых производств : учеб. : в 3 кн. / С. Т. Антипов [и др.] ; под ред. В. А. Панфилова, В. Я. Груданова ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.* — Минск : БГАТУ, 2007. — Кн. 1. — 419 с.
4. *Технология и техническое обеспечение процессов переработки сельскохозяйственной продукции : учеб.-метод. комплекс / сост. М. А. Челомбитько ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.* — Минск : БГАТУ, 2008. — 184 с.
5. *Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции : курс лекций для студентов инженер. специальностей с.-х. производства / М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т ; авт.-сост.: В. К. Галабурда, Н. В. Манько.* — Барановичи : БарГУ, 2008. — 240 с.

Дополнительная литература

1. *Челомбитько, М. А.* Технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственной продукции : учеб.-метод. комплекс / М. А. Челомбитько, В. М. Поздняков ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. — Минск : БГАТУ, 2012. — 307 с.
2. *Кленин, Н. И.* Сельскохозяйственные машины / Н. И. Кленин, С. Н. Киселев, А. Г. Левшин. — М. : КолосС, 2008. — 816 с.
3. *Бурков, А. И.* Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчёт и испытание / А. И. Бурков, Н. П. Сычугов. — Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2000. — 261 с.
4. *Машины для послеуборочной обработки зерна / Б. С. Окнин [и др.].* — М. : Агроташ, 2009.
5. *Машина предварительной очистки зерна МПО-50 ; рук. по эксплуатации / ОАО «Воронежсельмаш».* — Воронеж, 2005. — 31 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Сепаратор вороха универсальный СВУ-60 ; рук. по эксплуатации / ОАО «Воронежсельмаш».* 2005. 78 с.
2. *Ловчиков П. А., Салыхов Р. А., Кузнецов Н. А.* Зерноочистительные машины : учеб. пособие. Челябинск : ЧГАА, 2010. 159 с.
3. *Старшов Г. И., Никоноров С. Н., Никитин А. И.* Основы проектирования и расчёт технологического оборудования пищевых предприятий : учеб. пособие. Саратов : СГТУ, 2008. 187 с.

4. Там же. С. 178.
5. Там же.
6. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1975. 496 с. : ил.
7. Там же. С. 27.
8. Там же.
9. Там же.
10. Там же.
11. Там же.
12. Там же.
13. Старшов Г. И. Основы проектирования и расчёт технологического оборудования пищевых предприятий. С. 109.
14. Там же.
15. Там же.
16. Там же. С. 82.
17. Там же. С. 93.
18. Там же. С. 109.
19. Там же.
20. Там же. С. 110.
21. Там же.
22. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. С. 41.
23. Там же.
24. Там же.
25. Там же. С. 42.
26. Там же. С. 41.
27. Там же. С. 42.
28. Там же.
29. Там же.
30. Там же. С. 44.
31. Там же.
32. Там же.
33. Там же. С. 43.
34. Сепаратор вороха универсальный СВУ-60. С. 34—35.
35. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. С. 29.
36. Там же. С. 54.
37. Ловчиков П. А. Зерноочистительные машины. С. 131—132.
38. Там же. С. 129—130.
39. Очиститель вороха самопередвижной ОВС-25 : рук. по эксплуатации / ОАО «Воронежсельмаш». 2005. 87 с.
40. Ловчиков П. А. Зерноочистительные машины. С. 133—134.
41. Сепаратор вороха универсальный СВУ-60. С. 20.
42. Ловчиков П. А. Зерноочистительные машины. С. 70.
43. Там же. С. 61.

Учебное издание

Бурдейко Виктор Александрович

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
МАШИНЫ» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1-74 06 01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

**Ответственный за выпуск Е. Г. Хохол
Технические редакторы: Е. И. Березич, Е. П. Юозефович
Компьютерная вёрстка Е. И. Березич
Корректор Е. И. Березич**

Подписано в печать 16.10.2015. Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,00. Уч.-изд. л. 1,80. Тираж 115 экз. Заказ 800.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Барановичский государственный университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/424 от 02.09.2014.
Ул. Войкова, 21, 225404 г. Барановичи. Тел. 8 (0163) 45 46 28, e-mail: gio@barsu.by .