

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра технических систем в агропромышленном комплексе

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

методические рекомендации
по выполнению курсовой работы

3-е издание, исправленное и дополненное

*для студентов, обучающихся на 3 курсе по
направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия
очной и заочной форм обучения*

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2020

УДК 631.3
ББК 40.7
С 29

Составитель: канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технических систем в АПК *Н.А. Клочков.*

Рецензент: канд. техн. наук, доцент кафедры ремонта и основ конструирования машин *В.И. Угланов.*

*Рекомендовано методической комиссией
инженерно-технологического факультета в качестве
методических рекомендаций по выполнению курсовой работы
для контактной и самостоятельной работы
студентов инженерно-технологического факультета
обучающихся на 3 курсе по направлению подготовки
35.03.06 Агроинженерия очной и заочной форм обучения*

С 29 Сельскохозяйственные машины : методические рекомендации по выполнению курсовой работы / сост. Н.А. Клочков. — 3-е изд., исправ. и доп. — Караваево : Костромская ГСХА, 2020. — 38 с. : ил. ; 20 см. — 50 экз. — Текст : непосредственный.

Издание содержит методику выполнения курсовой работы.

Методические рекомендации предназначены для контактной и самостоятельной работы студентов инженерно-технологического факультета обучающихся на 3 курсе по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия очной и заочной форм обучения.

УДК 631.3
ББК 40.7

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
1.1. Цель и задачи курсовой работы.....	5
1.2. Задание на выполнение курсовой работы	5
1.3. Тема курсовой работы	5
1.4. Структура курсовой работы.....	5
1.5. Правила оформления курсовой работы	5
1.6. Составляющие расчётно-пояснительной записки	7
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	8
2.1. Титульный лист	8
2.2. Задание	8
2.3. Введение.....	8
2.4. Характеристика технологической операции	9
2.4.1. Характеристика технологической операции и агротехнические требования к ней.....	9
2.4.2. Комплекс сельскохозяйственных машин для выполнения технологической операции и пути их совершенствования	9
2.5. Конструкторская часть	9
2.5.1. Обоснование модернизации машины	9
2.5.2. Патентный поиск.....	9
2.5.3. Проектирование технологической схемы машины	10
2.5.4. Кинематические, прочностные и энергетические расчеты.....	11
2.6. Технологическая часть.....	12
2.6.1. Определение состава и показателей работы агрегата	12
2.6.2 Подготовка агрегата и поля к работе	17
2.6.3. Контроль и оценка качества работы.....	19
2.7. Правила эксплуатации	19
2.8. Список использованных источников	19
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	20
ПРИЛОЖЕНИЯ	22

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача сельскохозяйственного производства — обеспечить население качественными продуктами питания, а перерабатывающую промышленность — соответствующими видами сырья. Для решения этой задачи важно подготовить специалистов, умеющих грамотно планировать и организовывать производство на сельскохозяйственных предприятиях. Специалист должен уметь использовать все приобретенные знания в различных сферах своей профессиональной деятельности с учетом развития науки и техники, анализировать свои возможности, приобретать новые знания. Используя современные информационные образовательные технологии, быть готовым к кооперации с коллегами в коллективе, уметь организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения при наличии различных мнений.

Основа повышения производительности труда и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции — комплексная механизация, использование прогрессивных технологий и процессов. Для их изучения в образовательной программе подготовки бакалавров направления «Агроинженерия» предусмотрено выполнение курсовой работы по дисциплине «Сельскохозяйственные машины».

Комплексная механизация сельского хозяйства предусматривает применение машин для выполнения всех взаимосвязанных технологических процессов и операций, как основных, так и вспомогательных, с использованием средств автоматизации и организацию непрерывного поточного производства. С учетом требований государственного образовательного стандарта высшего образования и согласно цели дисциплины «Сельскохозяйственные машины» подготовлены данные методические рекомендации. Их задача состоит в том, чтобы оказать помощь студентам, обучающимся по направлению «Агроинженерия», в выполнении курсовой работы.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1.1. Цель и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является закрепление знаний студентов по конструкции, теории технологических и рабочих процессов, обоснованию и настройке сельскохозяйственных машин на конкретные условия работы.

Задачами курсовой работы являются: приобретение практических навыков в применении теоретических знаний по общеинженерным и специальным дисциплинам; формирование способностей самостоятельно решать конкретные инженерные вопросы; обобщение передового опыта и новых технологий; получение навыков в изложении материала.

1.2. Задание на выполнение курсовой работы

Конкретный объем, и структура курсовой работы определяются руководителем. Содержание курсовой работы зависит от индивидуального задания, выданного руководителем (приложение 1). Примерная тематика курсовых работ представлена в приложении 2.

1.3. Тема курсовой работы

Тема курсовой работы (вариант):

Интенсификация рабочего процесса _____
(название технологической операции)

с модернизацией (разработкой) _____
(узла, сборочной единицы, машины)

1.4. Структура курсовой работы

Курсовая работа состоит:

- из расчетно-пояснительной записки (РПЗ) (около 30 страниц машинописного текста формата А4), выполненной на компьютере;
- графической части — не менее двух листов формата А1.

1.5. Правила оформления курсовой работы

Курсовая работа должна быть выполнена в соответствии с требованиями документированной процедуры системы менеджмента качества «Текстовые работы студентов, правила оформления» ДП СМК 007-2015.

Расчетно-пояснительная записка пишется на одной стороне листа с полями (слева — 30 мм, справа — 15 мм, сверху и снизу — 20

мм). При использовании ПК печать выполняется шрифтом 14 пт, через полтора интервала.

При работе над курсовой работой следует пользоваться учебниками, учебными пособиями, статьями в периодических изданиях и монографиями с анализом этих материалов (см. список рекомендуемых источников). Проведение патентного поиска обязательно.

Графики, схемы (конструкторские, технологические, гидравлические и др.), сопровождающие текст пояснительной записки, выполняются компьютерной печатью на бумаге формата А4. Все они именуются рисунками и, как правило, имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах РПЗ. Рисунки должны иметь название и подрисуночный текст.

Таблицы несут различные цифровые данные по системе машин, по их технико-экономическим показателям и т.д. На все таблицы, помещенные в записке, должны быть ссылки в тексте. Все листы в РПЗ подшиваются за левое поле так, чтобы было удобно рассматривать без поворота или с поворотом по часовой стрелке на 90°.

При расчетах необходимо применять единицы физических величин Международной системы (СИ), а также их кратные и дольные значения. Применение других систем не допускается.

Уравнения и формулы следует выделять из текста сверху и снизу свободными строками. Ссылки на литературные источники после формулы не ставят, а их делают в текстовой части РПЗ или в расшифровке символов.

Расшифровка символов, входящих в формулу, приводится непосредственно под формулой, начиная с левой ее части в той последовательности, которая записана в формуле. Ссылки на формулу делают только в текстовой части порядковым номером формулы в скобках.

Содержание графической части курсовой работы:

– лист 1 (формат А1) должен содержать общий вид с.-х. машины, в двух или трех проекциях так, чтобы с наибольшей наглядностью были изображены расположение, форма и взаимодействие всех основных её узлов и механизмов. Размеры и конфигурация основных рабочих органов и других ответственных деталей должны быть определены в расчетно-пояснительной записке (РПЗ). На первом листе также могут быть представлены технологические, кинематические, гидравлические и другие схемы совершенствуемой машины;

– лист 2 (формата А1), разделенный на меньшие форматы (А3 или А4), включает модернизированную сборочную единицу из совершенствуемой машины и рабочие чертежи деталей.

Законченная курсовая работа представляется на кафедру для проверки и последующей защиты.

1.6. Составляющие расчётно-пояснительной записки

Расчётно-пояснительная записка должна состоять из следующих частей:

Титульный лист

Задание

Содержание

Введение

1. Характеристика технологической операции

1.1. Характеристика технологической операции и агротехнические требования к ней

1.2. Комплекс сельскохозяйственных машин для выполнения данной технологической операции и пути их совершенствования

2. Конструкторская часть

2.1. Обоснование модернизации машины

2.2. Патентный поиск

2.3. Проектирование технологической схемы машины

2.4. Кинематические, прочностные и энергетические расчёты

3. Технологическая часть

3.1. Определение состава и показателей работы агрегата

3.2. Подготовка агрегата и поля к работе

3.3. Контроль и оценка качества работы

4. Правила эксплуатации

Список использованных источников

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Титульный лист

Титульный лист выполняется в соответствии с приложением 3 и является первым листом РПЗ.

2.2. Задание

Задание выдается руководителем курсовой работы на бланке установленного образца и является вторым листом записки. В задании указываются тема работы, исходные данные, четко формулируются вопросы, подлежащие разработке, указывается конкретное наименование листов чертежно-графических работ (см. прил. 1).

Задание составляется и подписывается руководителем. Получение задания подтверждается личной подписью студента. Выбор темы и оформление задания должны быть произведены не позднее 3-й учебной недели заключительного семестра изучения данной дисциплины.

Содержание РПЗ разрабатывают по разделам и подразделам. Разделы должны иметь порядковую нумерацию арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки. Подразделы в свою очередь могут быть разделены на пункты и подпункты.

Нумерацию страниц РПЗ начинают с титульного листа, но на нем и бланке задания цифры не проставляются. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

Заголовки разделов пишутся прописными буквами, подразделов — строчными (кроме первой прописной). Перенос слов в заголовках не допускается. Заголовки разделов, подразделов и пунктов не отделяются от нижерасположенного текста разрывом страниц.

2.3. Введение

Во введении, объемом не более одной страницы, излагаются цель курсовой работы, и освещаются три-четыре задачи по совершенствованию той технологической операции растениеводства, для которой разрабатывается курсовая работа, показывается актуальность средств механизации и краткие сведения о техническом прогрессе в данной отрасли, указывается, решению какой практической проблемы в сельском хозяйстве способствует предлагаемая работа.

2.4. Характеристика технологической операции

2.4.1. Характеристика технологической операции и агротехнические требования к ней

В этом подразделе кратко освещают характеристику выбранной технологической операции.

В него входят:

- описание всех возможных способов и приёмов выполнения технологической операции;
- агротехнические требования к выполнению технологической операции и способы их достижения.

2.4.2. Комплекс сельскохозяйственных машин для выполнения технологической операции и пути их совершенствования

Подраздел должен содержать:

- анализ современного комплекса машин для выполнения данной технологической операции и их краткая техническая характеристика. При этом анализируются как отечественные, так и зарубежные варианты машин;
- пути совершенствования сельскохозяйственных машин для выполнения данной технологической операции.

Анализ должен быть проведен с учётом последних достижений науки и техники, с использованием научной и учебной литературы, статей в периодических изданиях, сборников трудов и т.д. В нём указываются преимущества и недостатки применяемых машин, намечаются пути возможных решений существующих проблем.

2.5. Конструкторская часть

2.5.1. Обоснование модернизации машины

По результатам данного раздела делается выбор цели и обоснование модернизации машины. При этом упор делается на обоснование изменений в технологической схеме машины, разработки новой сборочной единицы, модернизации серийного узла или рабочего органа машины.

2.5.2. Патентный поиск

Основанием для выбора направления модернизации сельскохозяйственной машины служат результаты патентного поиска. Под патентным поиском понимают исследования технического уровня и

тенденций развития объектов техники, их патентоспособности и чистоты на основе патентной и другой научно-технической информации. Уровень патентного поиска напрямую зависит от количества и качества изучения источников информации. В него могут входить: бюллетень «Изобретения стран мира»; перечень действующих в РФ патентов и авторских свидетельств; рекламные материалы; информационные листки ЦНТИ; отчеты о научных исследованиях; учебники; журналы и т.п. Пример справки о патентном поиске приведен в приложении 4.

По результатам патентного поиска делается вывод (пример представлен в приложении 5), в котором обязательно указываются прототип, наиболее близкий выявленный аналог и цель, на которую направлено данное изобретение (повышение производительности, снижение энергозатрат, повышение надежности, применение автоматических систем, снижение металлоемкости, упрощения конструкции и т.д.). Необходимо также отметить, по каким странам был проведен поиск.

2.5.3. Проектирование технологической схемы машины

Выбор технологической схемы машины может быть осуществлен на основании:

– изучения литературных источников и патентных материалов, касающихся конструкции, способов, технологий и технологических схем. На основе данного изучения выбирается прототип конструкции, технологии или технологической схемы и проводится его анализ, с целью выявления преимуществ и недостатков. Дополняя и изменяя прототип, путем постановки новых рабочих органов или изменяя его кинематический, аэродинамический, тепловой и другие режимы, необходимо устранить выявленные у него недостатки. При этом необходимо иметь в виду, что имеющиеся рабочие органы целесообразно заменять такими, которые выполняли бы большее число операций, в результате чего их количество в машине может быть сокращено. Например: замена существующего обмолачивающего аппарата таким, который производит, не только обмолот, но и выделение зерна из вороха. За счет этого можно уменьшить размеры соломотряса или совсем от него отказаться. Но при этом следует помнить, что разработка машин или технологических схем с показателями, ниже существующих прототипов, недопустима;

– возможностей использования известной машины по другому назначению. *Пример.* Переоборудование свеклоуборочного комбайна РКС-6 для уборки моркови. Ввиду того, что корни моркови значительно мельче корней свёклы, имеют более хрупкое строение, для

предотвращения прямых и косвенных потерь необходимо изменить технологическую схему машины, переоборудовав определенные узлы свеклоуборочной машины РКС-6 (перечисление узлов);

– предъявляемых к машине или технологическому процессу агро-требований. *Пример.* Качество обработки почвы, отвечающее агротехническим требованиям, при вспашке плугами с современными плужными корпусами возможно при скорости движения 7,0...12,0 км/ч, этот диапазон скорости агрегата обеспечивает и минимальный расход топлива. Известно, что тяговое сопротивление агрегата находится в функциональной зависимости от удельного сопротивления почвы и скорости движения. Следовательно, рациональное тяговое сопротивление и скорость агрегата можно обеспечить, изменяя глубину обработки или ширину захвата. Однако агротехнические требования при вспашке почвы диктуют допустимые отклонения по глубине от 3 до 7%, т.е. при глубине обработки 270 мм отклонение допустимо от 8,1 до 18,9 мм, а по ширине захвата — $\pm 10\%$, что для плуга ПЛН-3-35 составит 105 мм. Отсюда следует, что разработка способа автоматического поддержания рациональной рабочей скорости агрегата и устройства, обеспечивающего эту скорость, должны базироваться на изменении ширины захвата.

После принятия решения о новой технологической схеме устройства вычерчивается её схема.

2.5.4. Кинематические, прочностные и энергетические расчеты

В данном разделе приводится расчет конструкции модернизируемой машины, а также:

- выбираются тип и взаиморасположение рабочих органов, их конструкционные размеры, которые влияют на технологические параметры;
- вычерчивается уточненная конструктивно-технологическая схема машины;
- производится выбор и обоснование силовых нагрузений, приводится расчетная схема нагрузок;
- приводятся кинематические расчеты, при выполнении которых следует стремиться к тому, чтобы заданные режимы рабочих процессов машины выполнялись более простыми надежными механизмами. Пример: из большинства возможных вариантов привода мотoviла (цепной, зубчатый, ременный, гидравлический) принят клиноремённый вариатор.

Выполняется расчет элементов привода (при необходимости): передаточные отношения, диаметры звездочек, шестерен и т.д.

Расчет на прочность должен основываться на результатах технологического расчета разрабатываемого устройства по закономерностям теории сопротивления материалов и деталей машин.

Необходимо привести эскиз или схему проектируемого устройства с четким, точным описанием его конструкции, а также схемы действующих сил. Производятся расчеты на прочность основных деталей (валов, болтовых, сварочных, шпоночных, шлицевых и других соединений), т.е. деталей и узлов, которые изменяются или появляются в результате модернизации устройства. Чертежи деталей и узлов должны быть представлены в графической части работы.

Также производится проверка на прочность деталей и узлов, которые не модернизируются, но изменения в технологической схеме устройства могут привести к увеличению нагрузок, действующих на них.

Расчеты стандартных изделий (редукторов, муфт, подшипников, корпусов подшипников, звездочек, шестерен и т.д.) в курсовой работе не допускаются. Производится лишь их выбор по результатам расчета, действующих усилий и режимов работы.

Окончательные размеры рабочих органов определяются после прочностных расчетов с учетом требований стандартов:

- проводятся расчеты режимов работы устройства (технологического, теплового, кинематического и т.д.) и расчеты рабочих органов устройства, например: частота вращения рабочих органов, скорость движения, вместимость ёмкостей, количество подаваемого воздуха при активном вентилировании или сушке, выбор вентиляторов, теплогенераторов и т.д.;

- расчет энергетических показателей. При этом уменьшение энергозатрат не должно повлечь снижения производительности или надежности работы машины.

2.6. Технологическая часть

2.6.1. Определение состава и показателей работы агрегата

При определении состава и показателей работы агрегата студент должен произвести выбор машин составляющих агрегат. Машинно-тракторный агрегат представляет собой соединенные вместе источник энергии — трактор и технологическую машину или орудие, выполняющие заданный рабочий процесс. При совместной работе трактора с орудием энергия двигателя трактора затрачивается на передвижение трактора и на рабочий процесс технологической машины. Тяговое усилие трактора для различных моделей и марок определяется разницей между всей энергией двигателя и затратами энергии на перемещение трактора по полю в зависимости от состояния его поверхности. Различают два условия перемещения трактора: по стерневому полю и по рыхлому (по пашне). Характеризу-

ется это сопротивлением качению колеса или гусеницы трактора. При движении по стерневому полю трактор образует менее глубокую колею и имеет достаточно высокий коэффициент сцепления с поверхностью.

Тяговые свойства трактора зависят от мощности двигателя, сцепного веса и коэффициента сцепления ходовой части с рабочей поверхностью.

Сложные сельскохозяйственные машины — зерноуборочные комбайны, кормоуборочные, корнеплодоуборочные комбайны, представляющие собой самоходную комбинированную машину и выполняющие комплекс операций по воздействию на почву и на растения, имеют значительную массу, которая в процессе работы может изменяться в связи с наличием бункера для сбора урожая.

Сопротивление почвообрабатывающего орудия определяется физическими свойствами почвы и шириной захвата. При расчетах тягового сопротивления плуга при вспашке удельное сопротивление почвы выражается в кПа.

Сопротивление культиваторов, сеялок, сажалок и других орудий, рабочие органы которых работают в слое почвы, удельное сопротивление почвы принимается в кН/м.

При комплектовании агрегата для выполнения заданной операции выбрать трактор агрегируемый с данной машиной. По техническим характеристикам сельскохозяйственных машин определить диапазон рабочих скоростей машины для выполнения заданной технологической операции [8, с.11-16].

По диапазону скоростей определить рабочую передачу выбранного трактора и номинальное тяговое усилие на этой передаче, используя тяговые характеристики трактора или справочные таблицы [8, с.4-6].

Вычислить тяговое усилие трактора по формуле

$$P_{кр} = P_{кр.н} - G_{тр} \sin \alpha_{п},$$

где $P_{кр}$ — крюковое тяговое усилие трактора, кН;

$P_{кр.н}$ — номинальное крюковое тяговое усилие, кН [8, с.4-6].

$G_{тр}$ — вес трактора, кН [8, с.4].;

$\alpha_{п}$ — угол наклона поверхности поля, град (принять 1-3 градуса).

Вычислить тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины в соответствии с выполняемой операцией:

а) для простого агрегата по формуле

$$R_{м} = k B_{м} + G_{м} \sin \alpha_{п},$$

где $R_{м}$ — сопротивление машины, кН [8, с.11-16];

k — удельное сопротивление машины, кН/м [8, с.11-16];

$B_{м}$ — ширина захвата, м;

$G_{м}$ — вес машины, кН [8, с.11-16];

b) для плуга по формуле

$$R_{пл} = k_0 abn_n + G_{пл} \sin \alpha_{п},$$

где $R_{пл}$ — сопротивление плуга, кН;

k_0 — удельное сопротивление почвы, кПа [8, с.11];

a — глубина вспашки, м;

b — ширина захвата одного корпуса, м;

n_n — число корпусов плуга;

$G_{пл}$ — вес плуга, кН [8, с.11];

с) для монтируемой на трактор машины, прицепов и полуприцепов по формуле

$$R_0 = G_m (f + \sin \alpha_{п}),$$

где R_0 — сопротивление монтируемой на трактор машины, прицепов и полуприцепов, кН;

G_m — вес машины в загруженном состоянии;

f — коэффициент сопротивления качению колес по поверхности поля [8, с.17];

d) для машин с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) или гидросистемы трактора определить приведенное тяговое сопротивление по формуле

$$R_{пр} = 3,6 N_{вом}/V_p,$$

где $R_{пр}$ — приведенное тяговое сопротивление машины, кН;

$N_{вом}$ — мощность расходуемая на привод рабочих органов сельхозмашины от ВОМ, кВт [8, с.11-16];

V_p — рабочая скорость, км/ч;

e) для комплексных (комбинированных) агрегатов по формуле

$$R_k = (k_1 + k_2 + \dots + k_n) B_i + (G_1 + G_2 + \dots + G_n) \sin \alpha_{п},$$

где R_k — сопротивление комбинированного агрегата, кН;

$k_1, k_2 \dots k_n$ — удельное сопротивление каждого вида машин, кН/м;

$G_1, G_2, \dots G_n$ — вес каждой машины, кН;

f) для многомашинных агрегатов вычислить количество входящих в них машин по формуле

$$n_a = \frac{P_{кр} - R_{сц}}{R_m},$$

где $R_{сц}$ — тяговое сопротивление сцепки, кН, взять из таблиц или рассчитать по формуле:

$$R_{сц} = G_{сц} (f + \sin \alpha_{п}),$$

где $G_{сц}$ — вес сцепки, кН [8, с.4];

г) полученное количество машин в агрегате округлить до ближайшего целого в сторону уменьшения с целью обеспечения запаса силы тяги трактора для преодоления временных сопротивлений.

Вычислить сопротивление всего агрегата по формуле

$$R_{agr} = n_a R_m + R_o + R_{np} + R_{cy},$$

где R_{agr} — сопротивление всего агрегата, кН.

Вычислить коэффициент загрузки трактора по тяговому усилию, используя формулу

$$\eta_{TM} = \frac{R_{agr}}{P_{кр}}.$$

Сравнить с рекомендованными значениями [8, с. 9], сделать вывод о загрузке трактора и рациональности составленного агрегата.

Выполнить расчет расхода топлива на гектар по формуле

$$G_{ca} = \frac{G_T t_p + G_x t_x + G_o t_o}{W_{cm}}, \quad (1)$$

где G_T, G_x, G_o — часовой расход топлива соответственно при работе агрегата под нагрузкой, на холостых поворотах и заездах и при остановке агрегата с работающим двигателем, кг/ч, [8, с. 4-6];

t_p, t_x, t_o — время работы агрегата соответственно под нагрузкой, на холостых поворотах и заездах, при остановке агрегата с работающим двигателем, ч.

Время работы с полной нагрузкой рассчитать по формуле

$$t_p = t_{cm} \tau,$$

где t_p — время работы с полной нагрузкой, ч; t_{cm} — время смены, ч; τ — коэффициент использования времени смены.

Время работы двигателя при остановках агрегата рассчитать по формуле

$$t_o = (t_{mex} + t_{omd}) t_{paб} + 0,5 t_{emo},$$

где t_{mex}, t_{omd} — доли времени простоев на один час чистой работы агрегата, соответственно при технологическом обслуживании машины, и при отдыхе механизаторов, ч [8, с.10].

$$t_{omd} = 0,1 \dots 0,25 \text{ ч};$$

t_{emo} — время простоев при техническом обслуживании машин в течение смены, ч [8, с.10].

Время движения агрегата на холостых поворотах и заездах вычислить по формуле

$$t_x = t_{cm} - t_p - t_o,$$

Подставить вычисленные значения t_x, t_p, t_o в формулу (1) и вычислить погектарный расход топлива.

Вычислить техническую производительность агрегата за час работы, вычислив её по нижеприведенной формуле:

$$W = 0,1B_p\vartheta_p\tau,$$

где W — производительность агрегата, га/ч;
 B_p — рабочая ширина захвата, м;
 ϑ_p — рабочая скорость агрегата, км/ч;
 τ — коэффициент использования времени смены [8, с.11-16].

Рабочую ширину захвата вычислить по формуле

$$B_p = \alpha B_k,$$

где B_p — рабочая ширина захвата, м;
 B_k — конструктивная ширина захвата, м;
 α — коэффициент использования ширины захвата [8, с.7].

Вычислить сменную выработку агрегата по нижеприведенной формуле:

$$W_{см} = W t_{см},$$

где $W_{см}$ — сменная выработка агрегата, га;
 $t_{см}$ — продолжительность смены, ч.

Производительность зерноуборочного комбайна определить по формуле

$$W = \frac{3,6q\tau}{(1 + \beta_c)U},$$

где W — производительность зерноуборочного комбайна, га/ч;
 q — пропускная способность комбайна по растительной массе, кг/с (определить из марки комбайна или его характеристики);
 β_c — отношение урожая соломы к урожаю зерна, выбирается из характеристики культуры;
 U_z — урожайность зерна, т/га.

Часовую производительность комбайна по намолоченному зерну определить по формуле

$$W_k = 3,6 \frac{q}{1 + \beta_c},$$

где W_k — часовая производительность комбайна по намолоченному зерну, т/ч.

Производительность комбайна за смену определяется с учётом влажности, засорённости и полёглости по формуле

$$W_{см} = W_k t_{см} \tau K_{кор},$$

где $W_{см}$ — производительность комбайна за смену, т;
 $K_{кор}$ — коэффициент корректировки в зависимости от влажности, засорённости и полёглости (в упрощенных расчетах принимать равным единице).

Допустимую скорость движения комбайна на подборе валков определяют по формуле

$$\vartheta_k = 3,6 \frac{q}{M_B},$$

где M_B — масса 1 м длины валка, кг/м:

$$M_B = (1 + \beta_c) U_3 / B_p.$$

Допустимую скорость движения комбайна на прямом комбайнировании определяют по формуле

$$\vartheta_k = \frac{36q}{(1 + \beta_c) U_3 B_p},$$

где ϑ_k — допустимая скорость движения комбайна, км/ч;

B_p — рабочая ширина захвата жатки комбайна, м.

Производительность других уборочных машин по продукции вычислить по формуле:

$$W_{yb} = W U_n,$$

где W_{yb} — производительность уборочных машин, т/ч;

U_n — урожайность продукции, т/га.

Вычислить затраты труда на гектар по нижеприведенной формуле:

$$Z_T = \frac{m_p}{W},$$

где Z_T — затраты труда, чел-ч/га;

m_p — число рабочих (включая тракториста-машиниста), занятых непосредственно на агрегате.

2.6.2 Подготовка агрегата и поля к работе

Описать, какие операции необходимо выполнить при подготовке агрегата к работе, как расставить рабочие органы (например, плуга), какие регулировки и установки выполнить при подготовке к работе, как соединить машину с трактором, какие требования при этом выполнить. При описании подготовки зерноуборочного комбайна к работе учитывать требования обеспечения сортовой чистоты убираемого зерна путем качественной очистки всех рабочих органов от остатков урожая предыдущего сорта или культуры.

Вычертить поле в масштабе по заданным размерам длины и площади поля, при необходимости сделать разбивку на загоны, указать размеры загонов, вычислив при этом их ширину C .

При чередовании способов движения агрегата всвал и вразвал:

$$C = \sqrt{2B_K L_{II} + 16\rho_a^2},$$

где C — ширина загона, м;

L_{II} — длина поля, м (в исходных данных);

ρ_a — радиус поворота агрегата, м.

При движении способом с перекрытием и беспетлевыми поворотами

$$C = 10 \cdot \rho_a.$$

При движении вкруговую:

$$C = (0,125 \dots 0,4)L_{II}.$$

Наименьший радиус поворота с навесными машинами равен радиусу поворота трактора.

Для полунавесных и прицепных машин и агрегатов:

– для пахотных агрегатов $\rho_a = (2 \dots 5)B_K$;

– для одномашинных агрегатов $\rho_a = (1,8 \dots 2,0)B_K$;

– для широкозахватных агрегатов $\rho_a = B_{agr}$,

где B_{agr} — ширина захвата агрегата, м.

Вычислить ширину поворотной полосы E и показать на схеме её размер:

– при петлевых поворотах

$$E = 3\rho_a + l,$$

– при беспетлевых поворотах

$$E = 1,5\rho_a + l,$$

где E — ширина поворотной полосы, м;

l — длина выезда агрегата за контрольную борозду, м.

Наименьшее значение l равно длине агрегата.

Отметить на схеме места технологических заправок на поворотной полосе, вычислив расстояние между точками заправки A :

$$Az = nB_p,$$

где Az — расстояние между точками заправки на поворотной полосе, м;

n — число проходов агрегата по полю, округленное до ближайшего четного числа в сторону уменьшения:

$$n = L_p / L_2,$$

где L_p — запас рабочего хода агрегата по технологической емкости, м;

L_2 — длина гона, м:

$$L_p = \frac{10^4 V}{NB_p},$$

где V — вместимость бункеров или баков в килограммах (кг) — для твердых веществ или литрах (л) — для жидкостей;

N — норма высева или обработки в кг/га — для твердых веществ или в л/га — для жидкостей, принять из рекомендаций для заданной культуры.

При расчетах операций по защите растений учитывать требования охраны природы .

2.6.3. Контроль и оценка качества работы

Описать регулировки и настройку машины в процессе работы для достижения необходимого качества. Дать методику измерений и вычислений показателей качества, перечень приборов и инструментов для измерений.

2.7. Правила эксплуатации

В данном разделе должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- порядок подготовки машины к работе;
- принцип работы модернизированной машины;
- регулировки машины при подготовке к работе и во время работы;
- возможные неисправности в работе машины, связанные с нарушением технологического процесса, регулировок и качественных показателей, указать их причины и способы устранения;
- правила по безопасной работе на машине и мероприятия по защите окружающей среды.

2.8. Список использованных источников

Расчётно-пояснительная записка должна быть снабжена списком использованных источников, который помещается в конце. По составленному списку можно судить о глубине проработки темы курсовой работы. Список использованных источников должен быть составлен в соответствии с требованием ГОСТ 7.1—2003. В данный список включаются только те источники, которые использовались при выполнении курсовой работы и на которые имеются ссылки в тексте.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Адиньяев, М.Д. Сельскохозяйственные машины : практикум / М.Д. Адиньяев, В.Е. Бердышев, И.В. Бумбар и др. ; под ред. А.П. Тарасенко. — М. : Колос, 2000.
2. Бобырь, М.М. Методические указания по патентным исследованиям при дипломном проектировании. — Кострома : КГСХА, 1998.
3. Зимин, Е.М. Комплексы для очистки, сушки и хранения семян в Нечерноземной зоне. — М. : Россельхозиздат, 1978.
4. Интенсивная технология возделывания зерновых культур для Нечерноземной зоны / сост. В.П. Шкурпела. — М. : Росагропромиздат, 1990.
5. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. — М. : КолосС, 2008.
6. Машины и оборудование для АПК, выпускаемые в регионах России : каталог / под ред. В.М. Баутина. — М. : Информагротех, 1997.
7. Методические указания по проверке правильности использования терминологии, наименований и обозначений физических величин и их единиц при курсовом и дипломном проектировании на инженерных факультетах / сост. В.И. Угланов. — Кострома : КГСХА, 1996.
8. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства : справочник по нормативным материалам / сост. Н.А. Клочков, В.С. Бугров. — Кострома : КГСХА, 2012. — 18 с.
9. Новиков, М.А. Сельскохозяйственные машины. Технологические расчеты в примерах и задачах. — СПб : Проспект Науки, 2011. — 208 с.
10. Сельскохозяйственная техника : каталог: в 2-х т. / под ред. В.И. Черноиванова. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Информагротех, 1991.
11. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. — 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Г.Е. Листопада. — М. : Агропромиздат, 1986.
12. Сельскохозяйственные машины : практикум / под ред. А.П. Тарасенко. — М. : Колос, 2000.
13. Спицин, И.А. Сельскохозяйственная техника и технологии. — М. : КолосС, 2006. — 647 с.
14. Справочно-нормативные материалы по экономике и организации сельскохозяйственного производства. — Ярославль : Верхне-Волж. изд-во, 1983.

15. Формы предоставления справочно-библиографической информации в курсовых и дипломных работах : методические указания / сост. В.И. Угланов. — Костромская ГСХА. — Кострома, 1996.
16. Формы предоставления цифрового и иллюстрированного материала. Построение таблиц : методические указания / сост. В.И. Угланов. — Кострома : Костромская ГСХА, 1996.
17. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины : учебник для вузов / В.М. Халанский, Горбачев И.В. — М. : Колос, 2003. — 624 с.
18. Щепилов, Н.Я. Проектирование поточных линий и зерноочистительно-сушильных комплексов. — Великие Луки : ВГСХА, 1999.
19. Механизация и электрификация сельского хозяйства: [Текст] : теоретический и научно-практический журнал / учредители: РАСХН ; АНО Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства» (1930, апрель). — М., 2007 — .
20. Сельский механизатор [Текст] : научно-производственный журнал / учредители: Министерство сельского хозяйства РФ ; ООО «Нива» ; ФГОУ ВПО «Московский ГАУ им. В.П. Горячкина» (1958, январь). — М., 2007 — .
21. Техника в сельском хозяйстве [Текст] : научно-теоретический журнал / учредитель РАСХН (1941, январь). — М., 2007 — .
22. Тракторы и сельскохозяйственные машины: [Текст] : научно-практический журнал / учредитель ООО «Редакция журнала «ТСМ» (1930, февраль). — М., 2007 — .

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра технических систем
в агропромышленном комплексе

Задание на курсовую работу

Студенту _____

_____ курса _____ группы

Тема курсовой работы _____

Исходные данные к курсовой работе _____

Содержание расчетно-пояснительной записки _____

Перечень графического материала _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№	Наименование этапов курсового проектирования	Срок выполнения
1	Введение. Характеристика технологической операции.	
2	Конструкторская часть	
3	Технологическая часть. Правила эксплуатации	
4	Защита курсовой работы	

Руководитель

_____ (подпись) (дата)

Студент

Примерная тематика курсовых работ

1. Интенсификация рабочего процесса вспашки с модернизацией плуга.
2. Интенсификация рабочего процесса комбинированной обработки почвы с модернизацией агрегата.
3. Интенсификация рабочего процесса культивации с модернизацией культиватора.
4. Интенсификация рабочего процесса культивации с модернизацией пропашного культиватора.
5. Интенсификация рабочего процесса прикатывания почвы с модернизацией катка.
6. Интенсификация рабочего процесса фрезерования с модернизацией фрезы.
7. Интенсификация рабочего процесса комбинированной обработки почвы с модернизацией агрегата.
8. Интенсификация рабочего процесса внесения минеральных удобрений с модернизацией разбрасывателя.
9. Интенсификация рабочего процесса внесения жидких органических удобрений с модернизацией машины.
10. Интенсификация рабочего процесса скашивания трав с модернизацией косилки.
11. Интенсификация рабочего процесса сеялки с модернизацией высевного аппарата.
12. Интенсификация рабочего процесса картофелесажалки с модернизацией высаживающего аппарата.
13. Интенсификация рабочего процесса разбрасывателя с модернизацией разбрасывающего устройства.
14. Интенсификация рабочего процесса скашивания трав с модернизацией косилки.
15. Интенсификация рабочего процесса уборки зерновых культур с модернизацией комбайна.
16. Интенсификация рабочего процесса послеуборочной обработки зерна с модернизацией пневмосортировального стола.
17. Интенсификация рабочего процесса уборки картофеля с модернизацией комбайна.
18. Интенсификация рабочего процесса уборки льна-долгунца с модернизацией льнокомбайна.

Образец оформления титульного листа курсовой работы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра технических систем
в агропромышленном комплексе

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине «Сельскохозяйственные машины»

На тему «Интенсификация рабочего процесса _____
(название технологической операции)
с модернизацией (разработкой) _____
(узла, сборочной единицы, машины)

Выполнил: студент 632 группы 3 курса
инженерно-технологического факультета

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель: канд. техн. наук, зав. кафедрой Клочков Н.А.

(подпись)

(дата)

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
202 _____

(образец)

**Справка
об исследовании объекта
по патентной и научно-технической литературе**

Название устройства:

Установка для сушки сыпучих зернистых материалов

Патентная документация

Страны, по которым проведен поиск	Индексы патентной квалификации МКИ, МПК, НКИ	Источник информации, авторы	Глубина осуществленного поиска	Выявленные аналоги*, № охранного документа, название изобретения, дата приоритета
РФ	МКИ 26В17/26 26В3/34	Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки ВНИИПИ № 42, 1980 г.	1985-2020 гг.	Прототип А.с. № 779769 Установка для сушки зернистых материалов в кипящем слое
Венгрия	26В17/10 26В3/34	Изобретения стран мира (реферативная информация)	1980-2020 гг.	А.с. № 1059382 Сушка кипящего слоя
Франция, ФРГ	26В17/10 26В3/34	Выпуск 98 МКИ 26 №8, 1986 г.	1985-2020 гг.	А.с. № 1231354 Сушка кипящего слоя

Примечание. * Аналог, являющийся прототипом, отмечается словом «прототип».

Поиск проводился с использованием Интернет, по фондам Костромской НТБ и областной библиотеки им. Н.К. Крупской.

(образец)

Выводы по результатам патентного поиска

1. Поиск проведен по патентной документации на глубину 10 лет, поэтому является достаточным.
2. Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому техническому решению является установка для сушки зернистых материалов в кипящем слое, содержащем корпус, газораспределительную секционную решетку, между секциями которой установлены нагревательные элементы, выполненные в виде вертикальных продольных ребер и подключенные, как и секции газораспределительной решетки, к источнику тепла. (Наиболее активными участниками разработки установок для сушки материалов являются Россия, Чехия, Венгрия, Германия.)
3. Целью изобретения является повышение эксплуатационной надежности и интенсификация процесса сушки путем создания подвода пронизывающего транспортируемого воздушного теплового потока от нагревательных элементов к обрабатываемому материалу.
4. Указанная цель достигается тем, что нагревательные элементы выполнены в виде наборов *U*-образных пластин, имеющих форму желобов, разделенных изоляционными ребрами на секции. Они подключены к источнику тока и образуют газораспределительную решетку. При этом пластины нагревательных элементов установлены в ряд с перекрытием, горизонтальным смещением и продольным щелевым зазором относительно друг друга и соединены последовательно электрической связью.

**Основные зависимости для расчета
технологических и конструктивных параметров**

Расчет плуга

Сменную наработку пахотного агрегата рассчитывают по формуле:

$$W_{см} = 0,1 B v T_{см} \tau_{см},$$

где B — ширина захвата плуга, м;

v — скорость агрегата, км/ч;

$T_{см}$ — продолжительность смены, ч;

$\tau_{см}$ — коэффициент использования времени смены, зависящий от вида агрегата.

Сопротивление плуга определяют по рациональной формуле В.П. Горячкина

$$R_{пл} = G_{пл} f + kabn + \varepsilon \rho abn \times v^2,$$

где f — коэффициент пропорциональности (сопротивления перетаскиванию плуга в открытой борозде), аналог коэффициента трения (для жнивья — $f = 0,5$; для клеверница — $f = 0,8 \dots 0,9$);

$G_{пл}$ — вес плуга, Н;

a и b — глубина и ширина захвата одного корпуса плуга, м;

n — число корпусов, шт.;

k — удельное сопротивление почвы, Н/м² или кПа;

ρ — плотность почвы, кг/м³;

ε — переводной безразмерный коэффициент, зависящий от формы корпуса (отвала), физико-механических свойств почвы и её деформации, $\varepsilon = 1,1 \dots 1,2$ Н•с²/м⁴.

По фактическому тяговому сопротивлению плуга определяют коэффициент использования номинального тягового сопротивления:

$$\xi_{кр} = \frac{R_{пл} + G_{пл} \sin \alpha}{P_{кр}}.$$

Коэффициент полезного действия плуга

$$\eta_{пл} = 1 - \frac{G_{пл} f}{R_{пл}}.$$

Ширина захвата плуга B :

$$B = \frac{P_{кр} \xi_{кр} - G_{пл} \sin \alpha}{ak},$$

где α — глубина обработки данным плугом, м.

Количество корпусов n рассчитывают по формуле

$$n = \frac{B}{b},$$

где b — ширина захвата одного корпуса, м.

Расчет основных параметров посевного агрегата

Удельная производительность агрегата:

$$W_y = \frac{Bv\tau_{cm}}{N_e \xi_N},$$

где W_y — удельная производительность агрегата, га /кВт·ч;
 N_e — эффективная мощность двигателя, кВт;
 ξ_N — коэффициент использования мощности на посеве, $\xi_N = 0,9$.

Расчет силы сопротивления сеялки на ровном участке без учета сопротивления привода высевающих аппаратов R_c , Н, определяют по формуле

$$R_c = R_1 Z_1 + R_2 Z_2 + f(G_c - R_3 Z_1 - R_4 Z_2),$$

где R_1 — горизонтальная сила сопротивления сошника, Н;
 R_2 — горизонтальная сила сопротивления зуба загортача, Н;
 Z_1 — количество сошников;
 Z_2 — количество зубьев загортачей;
 f — коэффициент перекатывания пневматических колес по полю ($f = 0,13 \dots 0,15$);
 G_c — вес сеялки с семенами и удобрением, Н;
 R_3 — вертикальная реакция почвы на сошник, Н;
 R_4 — вертикальная реакция почвы на загортач, Н.

Соответственно

$$R_1 = R_3 f_1,$$

$$R_2 = \kappa d h,$$

$$R_3 = \kappa a,$$

$$R_4 = \frac{\pi d^2}{4} \kappa,$$

где f_1 — коэффициент пропорциональности ($f_1 = 0,43 \dots 0,33$);
 κ — удельное сопротивление почвы, Н/см или Н/см²;
 d — диаметр зуба, см;
 h — глубина хода зубьев, $h = 8$ см;
 a — глубина хода сошника, см.

Расчет сеноуборочных машин

Часовая производительность агрегатов, га:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 B_p v_p \tau_{\text{см}},$$

где B_p — рабочая ширина захвата агрегата, м;

v_p — технически возможная или агротехнически допустимая скорость агрегата, км/ч;

$\tau_{\text{см}}$ — коэффициент использования времени смены, зависящей от принятого агрегата.

Агротехнически допустимая скорость, м/с, косилочного агрегата с сегментно-пальцевым режущим аппаратом определяется:

$$v_p = \frac{q}{B_p U},$$

где q — пропускная способность, кг/с;

U — урожайность культуры, кг/м².

Косилки-плющилки:

$$v_p = \frac{v_B}{1 + \eta},$$

где v_B — окружная скорость плющильного вальца, м/с;

η — коэффициент буксования материала в вальцах (зависит от влажности и относительной их деформации) $\eta = 2,5 \dots 3,0$.

Кормоуборочного комбайна:

$$v_p = \frac{hb v_e \rho_m \varepsilon_{\text{жс}} (1 - \eta)}{BU},$$

где h и b — соответственно высота и ширина горловины, м;

v_e — окружная скорость вальца, м/с;

ρ_m — плотность спрессованной вальцами массы, $\rho_m = 280 \dots 350$ кг/м³;

$\varepsilon_{\text{жс}}$ — коэффициент использования живого сечения горловины, $\varepsilon_{\text{жс}} = 0,80 \dots 0,85$ для трав; $0,6 \dots 0,7$ для кукурузы;

η — коэффициент, зависящий от длины стеблей, $\eta = 0,10 \dots 0,15$ (большее значение соответствует длинностебельным, меньшее — короткостебельным);

B — ширина захвата комбайна, м;

U — урожайность, кг/м².

Ротационных грабель-ворошилок:

$$v_p = \frac{\pi n}{30} R,$$

где n — число оборотов ротора, мин⁻¹;

R — радиус ротора, м.

С целью увеличения выхода кормовых единиц в сене от 5 до 10% и каротина до 18% производят досушивание провяленных трав на установках активного вентилирования. В качестве источника теплоты при этом можно использовать солнечный коллектор. Расчет площади рабочей поверхности производят по следующей методике.

Масса снимаемой влаги в единицу времени:

$$M_{вл} = \frac{SU}{t_1 t_2} \cdot \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2},$$

где S — убираемая площадь, га;

U — урожайность сена, т/га;

t_1 и t_2 — соответственно число дней уборки и продолжительность дневной работы, ч;

W_1 и W_2 — соответственно начальная (после провяливания) и конечная кондиционная влажность сена, %.

Масса сухого воздуха $M_{с.в.}$, кг, потребного на сьем 1 кг влаги:

$$M_{с.в.} = \frac{1000}{d_1 - d_2},$$

где d_2 и d_1 — влагосодержание воздуха до входа и при выходе из установки активного вентилирования, г/кг.

Значение d_1 и d_2 находим из $H-d$ -диаграммы, задаваясь относительной влажностью ϕ_0 , %; температурой окружающего воздуха t_0 , °С, и температурой подогретого воздуха t_1 , °С.

Потребное количество воздуха определяем по формуле

$$M = M_{вл} M_{с.в.}$$

Один квадратный метр (1 м²) рабочей поверхности солнечного коллектора нагревает в среднем в час 110...170 кг атмосферного воздуха на $\Delta t = 4...7$ °С.

Следовательно,

$$t_1 = t_0 + \Delta t,$$

а площадь солнечного коллектора:

$$S_{с.в.} = \frac{M}{t_c t_v q_c},$$

где t_c — дневная продолжительность сушки, ч;

t_v — число дней сушки.

Для условий Нечерноземья $t_c = 8...10$ ч. Продолжительность досушивания $t_v = 5...10$ дней. Производительность солнечного коллектора $q_c = 100...130$ кг/м²·ч.

Определение состава и режима работы машин зерноочистительно-сушильного пункта (ЗОСП)

Состав линий ЗОСП, их тип выбирают с учетом вида основной культуры, количества других культур, числа одновременно убираемых культур, их влажностью и засоренностью.

Валовой сбор зерна в хозяйствах определяют с учетом планируемой урожайности и посевных площадей по каждой культуре по формуле

$$Q_{nli} = U_i S_i,$$

где Q_{nli} — плановый валовой сбор зерна по i -й культуре, т;
 U_i — плановая урожайность i -й культуры, т/га;
 S_i — посевная площадь i -й культуры, га.

Так как валовой сбор зерна выражают при планировании в плановых тоннах, то с учетом засорения и повышенной влажности расчетное количество зерна, поступающего на зерноток, определяют по формуле

$$Q_p = \sum_{i=1}^n Q_{nli} \frac{100 - \omega_{ki}}{100 - \omega_{ni}} \cdot \frac{\varphi_{ki}}{\varphi_{ni}} \cdot \frac{1}{k_{\vartheta} k_k},$$

где Q_p — расчетная сезонная нагрузка ЗОСП по всем культурам, т;
 n — число культур;
 Q_{nli} — плановый валовой сбор i -й культуры, т;
 ω_{ki}, ω_{ni} — соответственно базисная (конечная) и начальная влажность зерна i -й культуры, %;
 $\varphi_{ki}, \varphi_{ni}$ — соответственно базисная (конечная) и начальная чистота зерна i -й культуры, %;
 k_{ϑ} — коэффициент эквивалентности производительности машины по i -й культуре сравнительно с пшеницей (см. прил. 7);
 k_k — коэффициент, характеризующий производительность зерноочистительной машины в зависимости от состояния зерна:

$$k_k = [1 - 0,05(\omega_{ni} - \omega_{ki})][1 - 0,02(\varphi_{ki} - \varphi_{ni})].$$

В упрощенных расчетах $\frac{1}{k_{\vartheta} k_k}$ принимают равным единице.

Среднедневное (математическое ожидание) поступления зернового вороха определяется по формуле

$$Q_g = \frac{Q}{A},$$

где Q — среднее поступление зернового вороха на ЗОСП, т;
 A — число дней уборки (агросрок).

Поскольку ритмичность в уборке и поступлении вороха на обработку отсутствует, то с известной достоверностью $Q_{g.\max}$ может быть определено:

$$Q_{g.\max} = (0,25 + 1,54Q)k_{\sigma},$$

где $Q_{g.\max}$ — максимальное поступление зернового вороха на ЗОСП, т;
 k_{σ} — нормированное отклонение среднего от стандартного ($k_{\sigma} = 1,5 \dots 2,3$).

Расчетная часовая производительность W , т, определяется по формуле

$$W = \frac{Q_{g.\max}}{t_c \tau},$$

где t_c — продолжительность работы линии за сутки можно принимать $t_c = 15 \dots 18$ ч;
 τ — коэффициент использования времени смены.

По W принимают ближайшую по производительности машину предварительной очистки и марку КЗС.

Производительность зерносушилки по сухому зерну $W_{\text{сух}}$, т/ч, можно определить из выражения

$$W_{\text{сух}} = W \left(1 - \frac{\omega_n - \omega_k}{100} \right) (1 - k_c),$$

где k_c — средневзвешенный коэффициент, учитывающий количество отвода влаги и сорняков:

$$k_c = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4}{100},$$

где C_1 — содержание соломистых примесей от общей массы ($C_1 = 3 \dots 4\%$);

C_2 — содержание семян сорняков ($C_2 = 2 \dots 5\%$);

C_3 — влага, удаляемая в процессе предварительной очистки ($C_3 = 1,0 \dots 1,5\%$);

C_4 — влага, удаляемая при работе аэрожелоба приемного отделения, %:

$$C_4 = \omega t_e,$$

где ω — съем влаги за 1 час вентилирования $\omega = 0,4 \dots 0,6\%$ при $\varphi_{\text{отн}} = 50 \dots 60\%$;

t_e — время вентилирования (8...10 ч).

Минимальная емкость приемного отделения с аэрожелобами V_{\min} , м³, определяется из выражения

$$V_{\min} = \frac{Q_{g.\max} - W_{\text{сyx}} t_k}{\gamma_i}, \quad (1)$$

где t_k — дневное время работы комбайнов, ч;
 γ_i — насыпная плотность i -й (ведущей) культуры, т/м³.

Максимальная емкость приемного отделения с аэрожелобами V_{\max} , м³:

$$V_{\max} = \frac{Q_{g.\max}}{\gamma_i}. \quad (2)$$

В случаях поступления зернового вороха в сутки более 50 т необходимо производить определение емкости приемного отделения по выражению (1), а менее 50 т — по выражению (2).

Количество бункеров активного вентилирования для обеспечения суточной работы зерносушилки без применения приемного отделения рассчитывают по формуле

$$n_{\sigma} = \frac{Q_{g.\max} (t_c - t_k) \gamma_n}{t_c V_{\sigma} \gamma_i k_3},$$

где t_c и t_k — соответственно время работы зерносушилки и поступления зерна от комбайнов, ч;
 γ_n и γ_i — соответственно насыпная плотность пшеницы и основной принимаемой i -й культуры;
 V_{σ} — емкость бункера, т;
 k_3 — коэффициент заполнения бункера, зависящий от влажности.

При $\omega_n = 20\%$, $k_3 = 1$; при $\omega_n = 23\%$ $k_3 = 0,75$ и при ω_n более 23% $k_3 = 0,5$.

При использовании приемных отделений количество бункеров активного вентилирования может быть уменьшено. В данном случае они играют положительную роль при переводе зерносушилки в режим циркуляции или при отлежки зерна после сушки, а также служат компенсаторами при работе машины первичной и вторичной очистки.

$$n_{\sigma} = \frac{W_{\text{сyx}} t_{\text{отл}} \gamma_n}{t_c V_{\sigma} \gamma_i k_3},$$

где $t_{\text{отл}}$ — время отлежки зерна в бункере, зависит от вида культуры и температуры выпускаемого зерна из сушилки.

По наблюдениям, $t_{\text{отл}} = 5...8$ ч.

Часовая производительность машин первичной и вторичной очистки определяется по формуле

$$W_{(1,2,3)} = \frac{W_{\text{сyx}} (1 - X_{(1,2,3)})}{\tau},$$

где $W_{(1,2,3)}$ — часовая производительность машин первичной и вторичной очистки, т/ч;

$X_{(1,2,3)}$ — соответственно коэффициенты, учитывающие отходы на предыдущих этапах обработки;

τ — средневзвешенный коэффициент использования рабочего времени смены. При обработке семенного зерна $\tau = 0,9$, продовольственного и фуражного $\tau = 0,95$.

Соответственно:

– для машин первичной очистки (ветрорешетных)

$$X_1 = \frac{K_1 + K_2}{100};$$

– для триеров

$$X_2 = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{100};$$

– для пневмосортировальных столов

$$X_3 = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{100},$$

где K_1, K_2, K_3, K_4 — отходы сорняков и других примесей в процентах от общей массы. $K_1 = 5...8\%$; $K_2 = 2...3\%$; $K_3 = 3...5\%$; $K_4 = 2...4\%$.

Число машин на очистке находят по формуле

$$n_{(1,2,3)} = \frac{W_{(1,2,3)}}{W_{\phi(1,2,3)}},$$

где W_{ϕ} — фактическая производительность машины, т/ч:

$$W_{\phi} = W_n k_{\phi}$$

где W_n — паспортная производительность, т/ч.

Необходимое количество топлива на сушку G_T , кг:

$$G_T = Q_{nl} q_T \psi,$$

где Q_{nl} — годовой сезонный объем планируемого зерна для сушки, пл. т;

q_T — удельный расход топлива, кг/пл. т (для шахтных сушилок 8...12 кг/пл. т, для барабанных 13...14 кг/пл. т);

ψ — переводной коэффициент при влажности зерна после сушки $\omega_k = 14\%$.

Расчет состава и показателей работы картофелесортировального пункта (КСП)

Дневное поступление картофельного вороха на пункт определяется по формуле

$$Q_p = SU \frac{\varphi_k}{\varphi_n} \cdot \frac{k_n}{A},$$

где Q_p — дневное поступление картофельного вороха на пункт, т;
 S — площадь, занятая под картофель, га;
 U — урожайность, т/га;
 φ_k — базовая чистота картофеля в долях единицы, $\varphi_k = 90\%$;
 φ_n — начальная чистота картофеля в долях единицы;
 k_n — коэффициент неравномерности поступления
($k_n = 1,5 \dots 1,8$);
 A — число дней уборки (агросрок).

Дневная производительность картофелесортировки W_∂ , т:

$$W_\partial = 3,6 q_\partial B t_c,$$

где q_∂ — допускаемая подача кг/(с·м);
 B — ширина картофелесортировки, м;
 t_c — продолжительность работы в сутки, ч (принять 14 ч — 2 смены).

Допускаемая подача различных типов картофелесортировок:

- грохотные $q_\partial = 1,9 \dots 2,5$ кг/с·м;
- решетные $q_\partial = 3,0 \dots 4,5$ кг/с·м;
- роликовые $q_\partial = 3,0 \dots 5,2$ кг/с·м.

Количество сортировок:

$$n_c = \frac{Q_p}{W_\partial}.$$

Затраты энергии на обработку одной тонны:

$$q_\partial = \frac{N t_c}{Q_p},$$

где q_∂ — затраты энергии на обработку одной тонны картофеля кВт·ч/т;
 N — мощность всех электродвигателей, установленных на пункте, кВт;
 t_c — время работы сутки, ч (принять две смены — 14 ч).

Расчет основных показателей работы сушильного пункта для льновороха

Сбор сухой части льновороха с 1 га:

$$U_{\text{сух}} = \frac{100U_c}{C_E}, \quad (6.64)$$

где $U_{\text{сух}}$ — сбор сухой части льновороха с 1 га, т/га;
 U_c — урожайность семян, т/га;
 C_E — содержание семян в льноворохе, %.

По данным ВНИИЛ, в среднем $C_E = 40\%$.

Сбор влажного вороха с 1 га $U_{\text{вл}}$, т/га:

$$U_{\text{вл}} = U_{\text{сух}} \frac{100 - \omega_k}{100 - \omega_n},$$

где ω_k и ω_n — соответственно влажность сухого и сырого льновороха, %.

По агротребованиям $\omega_k = 12\%$, а расчетная влажность сырого вороха $\omega_n = 45\%$.

Количество сухой части льновороха, поступающего на сушильный пункт за сутки Q_c , т:

$$Q_c = n_m W_{cm} U_{\text{сух}},$$

где n_m — количество работающих на поле льнокомбайнов.

Необходимая производительность сушильного пункта W_{cn} , т/ч, по формуле

$$W_{cn} = \frac{Q_c}{t_c},$$

где t_c — время работы сушилки в течение суток, ч.

По величине W_{cn} выбрать тип сушилки, учитывая, что производительность применяемых сушилок следующая: напольная с одним воздухоподогревателем — 0,2 т/ч, конвейерная — 0,5 т/ч, карусельная — 0,9 т/ч.

Подобрать необходимое технологическое оборудование (машины и транспортирующие устройства) для обмолота вороха и очистки семян, обеспечивающее необходимую производительность.

Производительность сушилки по сырому вороху $W_{вл}$, т/ч:

$$W_{вл} = W_{сн} \frac{100 - \omega_k}{100 - \omega_n},$$

Количество удаляемой влаги при сушке $W_{уд}$, т/ч, по формуле

$$W_{уд} = W_{вл} - W_{сн},$$

Часовой расход печного топлива G_T , т/ч, по формуле

$$G_T = q_T W_{уд},$$

где q_T — удельный расход топлива на 1 т испаряемой влаги, т.

По данным государственных испытаний сушилок, минимальные значения удельного расхода топлива составляют: напольная сушилка — 0,19; конвейерная — 0,21; карусельная — 0,13.

Таблица 7.1. Выбор коэффициентов производительности

Культура	k_3		k_c
	Предварительная очистка	Первичная очистка	
Пшеница	1,0	1,0	1,0
Рожь	0,9	0,75	1,1
Ячмень	0,85	0,75	1,0
Овес	0,7	0,6	1,0
Гречиха	0,6	0,5	1,25

Коэффициент k_3 и k_c — соответственно эквивалентности производительности зерноочистительных машин и зерносушилок относительно пшеницы.

Требования стандартов на посевные качества семян для уточнения базисной чистоты φ_k [3].

Таблица 7.2. Коэффициент ψ перевода количества просушенного зерна в плановые тонны

Влажность до сушки ω_n , %	17	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Переводной коэффициент ψ	0,65	0,92	1	1,1	1,2	1,31	1,46	1,54	1,63	1,75	1,88	1,99

Учебно-методическое издание

Сельскохозяйственные машины : методические рекомендации по выполнению курсовой работы / сост. Н.А. Клочков. — 3-е изд., исправ. и доп. — Караваево : Костромская ГСХА, 2020. — 38 с. : ил. ; 20 см. — 50 экз. — Текст : непосредственный.

Методические рекомендации издаются в авторской редакции

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 27/10/2020.
Заказ №130. Формат 60x84/16. Тираж 50 экз. Усл.
печ. л. 2,4. Бумага офсетная. Отпечатано 11/11/2020.
Цена 62,00 руб.

вид издания: Авторская редакция (электронная версия)
(редакция от 23.10.2020 №)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в
академической типографии на цифровом дубликаторе.
Качество соответствует предоставленным оригиналам.

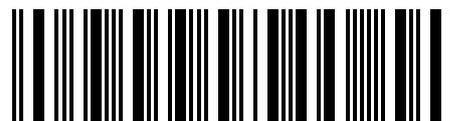
(Электронная версия издания - I:\подразделения \прио\издания 2020\130.pdf)



2020*130

Цена 62,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2020*130

(Электронная версия - I:\подразделения \рио\издания 2020\130.pdf)