

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<br>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<br>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<br>и агротехнические требования к ней.....                               | 9  |
| 2.4.2. Комплекс сельскохозяйственных машин для выполнения<br>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**

Расчетно-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

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

где  $R_{aгр}$  — сопротивление всего агрегата, кН.

Вычислить коэффициент загрузки трактора по тяговому усилию, используя формулу

$$\eta_{тм} = \frac{R_{aгр}}{P_{кр}}.$$

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

Выполнить расчет расхода топлива на гектар по формуле

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

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

$$t_p = t_{см} \tau,$$

где  $t_p$  — время работы с полной нагрузкой, ч;  $t_{см}$  — время смены, ч;  $\tau$  — коэффициент использования времени смены.

Время работы двигателя при остановках агрегата рассчитать по формуле

$$t_o = (t_{mex} + t_{omд}) t_{раб} + 0,5 t_{emo},$$

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

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

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

Время движения агрегата на холостых поворотах и заездах вычислить по формуле

$$t_x = t_{см} - t_p - t_o,$$

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;  
 $\vartheta_p$  — рабочая скорость агрегата, км/ч;  
 $\tau$  — 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;  
 $\alpha$  — 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);  
 $\beta_c$  — 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 полеглости 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 полеглости (в упрощенных расчетах принимать равным единице).



Допустимую скорость движения комбайна на подборе валков определяют по формуле

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

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

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

где  $v_k$  — 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);

$\rho_a$  — 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<br>курсового проектирования       | Срок<br>выполнения |
|---|---|--------------------|
| 1 | Введение.<br>Характеристика технологической операции. |                    |
| 2 | Конструкторская часть                                 |                    |
| 3 | Технологическая часть.<br>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)

КАРАВАЕВО  
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<br><br>26В17/26<br>26В3/34               | Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки<br>ВНИИПИ<br>№ 42, 1980 г. | 1985-2020 гг.                  | Прототип<br>А.с. № 779769<br>Установка для сушки зернистых материалов в кипящем слое |
| Венгрия                           | 26В17/10<br>26В3/34                          | Изобретения стран мира (реферативная информация)                                       | 1980-2020 гг.                  | А.с. № 1059382<br>Сушка кипящего слоя  |
| Франция,<br>ФРГ                   | 26В17/10<br>26В3/34                          | Выпуск 98<br>МКИ 26 №8,<br>1986 г.   | 1985-2020 гг.                  | А.с. № 1231354<br>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

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

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/м<sup>2</sup> или кПа;

$\rho$  — плотность почвы, кг/м<sup>3</sup>;

$\epsilon$  — переводной безразмерный коэффициент, зависящий от формы корпуса (отвала), физико-механических свойств почвы и её деформации,  $\epsilon = 1,1 \dots 1,2$  Н•с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.

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  $\alpha$  — 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;  
 $\xi_N$  — 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 ( $f_1 = 0,43 \dots 0,33$ );  
 $\kappa$  — удельное сопротивление почвы, Н/см или Н/см<sup>2</sup>;  
 $d$  — 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/м<sup>2</sup>.

Косилки-плющилки:

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

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

$\eta$  — 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;

$\rho_m$  — плотность спрессованной вальцами массы,  $\rho_m = 280 \dots 350$  кг/м<sup>3</sup>;

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

$\eta$  — 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/м<sup>2</sup>.

Ротационных грабель-ворошилок:

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

где  $n$  — число оборотов ротора, мин<sup>-1</sup>;

$R$  — 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:

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

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  $M_{\text{с.в}}$ , кг, потребного на сьем 1 кг влаги:

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

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  $\phi_0$ , %; температурой окружающего воздуха  $t_0$ , °С, и температурой подогретого воздуха  $t_1$ , °С.

Потребное количество воздуха определяем по формуле

$$M = M_{\text{вл}} M_{\text{с.в.}}$$

Один квадратный метр (1 м<sup>2</sup>) 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:

$$S_{\text{с.в}} = \frac{M}{t_c t_v q_c},$$

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/м<sup>2</sup>·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;  
 $\omega_{ki}, \omega_{ni}$  — соответственно базисная (конечная) и начальная влажность зерна  $i$ -й культуры, %;  
 $\varphi_{ki}, \varphi_{ni}$  — соответственно базисная (конечная) и начальная чистота зерна  $i$ -й культуры, %;  
 $k_{\vartheta}$  — 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;  
 $k_{\sigma}$  — 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;  
 $\tau$  — 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  $\omega$  — съем влаги за 1 час вентилирования  $\omega = 0,4 \dots 0,6\%$  при  $\phi_{\text{отн}} = 50 \dots 60\%$ ;

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

Минимальная емкость приемного отделения с аэрожелобами  $V_{\min}$ , м<sup>3</sup>, 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;  
 $\gamma_i$  — насыпная плотность  $i$ -й (ведущей) культуры, т/м<sup>3</sup>.

Максимальная емкость приемного отделения с аэрожелобами  $V_{\max}$ , м<sup>3</sup>:

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

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;  
 $\gamma_n$  и  $\gamma_i$  — соответственно насыпная плотность пшеницы и основной принимаемой  $i$ -й культуры;  
 $V_{\sigma}$  — 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  $\omega_n$  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;

$\tau$  — 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  $W_{\phi}$  — 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:

$$G_T = Q_{\text{пл}} q_T \psi,$$

где  $Q_{\text{пл}}$  — 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);

$\psi$  — 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;  
 $\varphi_k$  — базовая чистота картофеля в долях единицы,  $\varphi_k = 90\%$ ;  
 $\varphi_n$  — 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  $W_\partial$ , т:

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

где  $q_\partial$  — 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  $q_\partial$  — 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  $\omega_k$  и  $\omega_n$  — 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:

$$W_{вл} = W_{сн} \frac{100 - \omega_{к}}{100 - \omega_{н}}$$

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

$$W_{уд} = W_{вл} - W_{сн}$$

Часовой расход печного топлива  $G_{т}$ , т/ч, по формуле

$$G_{т} = q_{т} W_{уд}$$

где  $q_{т}$  — 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  $\varphi_k$  [3].

Таблица 7.2. Коэффициент  $\psi$  перевода количества просушенного зерна в плановые тонны

| Влажность до сушки $\omega_n, \%$ | 17   | 19   | 20 | 21  | 22  | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   |
|-----------------------------------|------|------|----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Переводной коэффициент $\psi$     | 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.

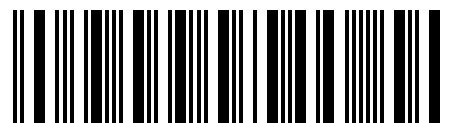
(Электронная версия издания - I:\подразделения \прио\издания 2020\130.pdf)



2020\*130

Цена 62,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2020\*130

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