

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА «МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»**

С.Ю. Бузоверов, В.И. Лобанов

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

*Методические указания
к выполнению курсового проекта*

Барнаул, 2019

УДК 637.5 (072)

Рецензенты:

к.т.н., технический директор ЗАО «Алейскзернопродукт им. С.Н. Старовойтова» **В.Г. Плотников;**

к.т.н., доцент, декан факультета заочного обучения ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» **А.А. Болтенков.**

Бузоверов С.Ю., Лобанов В.И. Процессы и аппараты: методические указания к выполнению курсового проекта. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – 37 с.

В учебно-методическом издании изложены общие методические и организационные основы выполнения курсового проекта. Даны указания по структуре курсового проекта, правилам оформления графической части и расчетно-пояснительной записки. Учитывая многообразие аппаратов перерабатывающих предприятий по типам, назначению, принципам работы, в указаниях авторы приводят большой справочный материал.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 19.03.03 – «Продукты питания животного происхождения» (уровень высшего образования – бакалавриат), выполняющих курсовые проекты по дисциплине «Процессы и аппараты».

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерного факультета ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» (протокол № 5 от 12.02.2019 г.).

© Бузоверов С.Ю., Лобанов В.И., 2019
© ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Тематика заданий, содержание и объем курсового проекта	5
2. Требования к оформлению курсового проекта	10
3. Организация и контроль выполнения курсового проекта. Защита	13
4. Примерная тематика курсовых проектов	14
Рекомендуемая литература	16
Приложения	17

Введение

В настоящее время перед перерабатывающими предприятиями поставлена задача коренного повышения качества выпускаемой продукции, а также разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий и технологического оборудования. Все перерабатывающие отрасли должны осуществить техническое перевооружение предприятий на основе оснащения поточными линиями и оборудованием, обеспечивающим комплексную переработку продукции и сырья. Более высокими темпами следует осуществлять механизацию трудоемких процессов путем разработки новых видов технологического оборудования.

Решение поставленных задач инженерами возможно на основе глубоких теоретических знаний и практического опыта, освоения новых достижений науки и техники.

Выполнение курсового проекта по курсу "Процессы и аппараты" закрепляет полученные теоретические знания, вырабатывает навыки по использованию приобретенных ранее знаний к решению практических задач, способствует приобретению опыта самостоятельной работы по направлению.

При выполнении курсового проекта студент изучает существующие нормативно-технические материалы (ГОСТы, ОСТы, патенты, справочную литературу и т.д.) и должен проявить:

- умение и навыки в области методики и техники расчетов типовых технологических процессов и аппаратов;
- умение работы с литературой;
- способность к оформлению аппаратов в виде чертежей (общий вид) в соответствии с "Единой системой конструкторской документации" (ЕСКД).

Курсовой проект является результатом творческой деятельности студента, а последний является полноправным автором и единолично отвечает за соответствие содержания проекта заданию (выдается преподавателем кафедры по данной дисциплине), правильность расчетов и выводов, достоверность цифровых данных, наличие элементов новизны в предлагаемой разработке.

1. ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тематика заданий курсовых проектов по дисциплине "Процессы и аппараты" должна охватывать все разделы курса, изучаемого студентами в соответствии с ФГОС, разработанным Министерством науки и высшего образования РФ.

Задание на курсовой проекту выдается студенту на специальном бланке, где указываются: тема проекта с наименованием проектируемого аппарата (машины); основные исходные для расчета и проектирования параметры и литература; содержание расчетно-пояснительной записки; объем графических работ; дата выдачи задания и срок окончания работы.

Объем работы складывается, в основном, из оформления расчетно-пояснительной записки (до 25 страниц компьютерного текста) и выполнения графической части (2 листа формата А₄).

Расчетно-пояснительная записка к курсовому проекту должна быть оформлена согласно требованиям в следующей последовательности:

1. титульный лист;
 2. задание на курсовой проект;
 3. оглавление (содержание);
 4. введение;
 5. описание процесса;
 6. литературный обзор конструкций аппаратов для осуществления процесса. Выбор решения по конструкции;
 7. описание конструкции выбранного аппарата;
 8. расчет аппарата;
- заключение;
список литературы;
приложения (графическая часть, спецификации, экспликации, таблицы, графики, данные расчетов на ЭВМ и т.д.)

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ (приложение 1)

В названии работы обязательно указывается наименование процесса и производительность аппарата (приложение 1).

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Выдается на специальном бланке кафедры МППСП, где указывается тема курсового проекта; содержание расчетно-пояснительной записки и графической части, дата выдачи задания и срок окончания работы (приложение 2).

ОГЛАВЛЕНИЕ (СОДЕРЖАНИЕ)

Включает перечень разделов, подразделов с нумерацией страниц.

ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе указать роль и место процессов в перерабатывающих и сельскохозяйственных предприятиях. Дать кратко историю и современное состояние процесса.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА

В разделе необходимо раскрыть сущность процесса и показать оптимальные и рациональные параметры его осуществления. Наметить пути и методы интенсификации процесса.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ АППАРАТОВ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА. ВЫБОР РЕШЕНИЯ ПО КОНСТРУКЦИИ

Студент должен проявить умение пользования учебной и научной технической литературой, выбрать 2 - 3 оригинальных конструкций аппаратов для реализации процесса и выгодно отличающихся от серийных по энергометаллоемкости, габаритности и т.д. Кроме того, автор работы должен выявить один-два общих недостатка в рассмотренных конструкциях и предложить измененную конструкцию аппарата. Выбор должен быть обоснован, согласно критериям:

- соответствие технологическим требованиям;
- низкая энерго- и металлоемкость;
- приемлемая надежность;
- высокая экономическая эффективность.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫБРАННОГО АППАРАТА

Необходимо подробно привести область применения, назначение, устройство, работу и регулировки аппарата с обязательным указанием схемы. Дать основные технические данные аппарата. Обосновать выбор материала, из которого выполняются основные рабочие узлы аппарата. При выборе материала обратить внимание на скорость коррозии металла в данной среде, его механические и теплофизические свойства, санитарно-гигиенические требования и т.д.

В этом разделе студент дает технологическую схему и указывает направление материальных потоков, значения их расходов, температур и т.д.

РАСЧЕТ АППАРАТА

Данный раздел является самым сложным для студента. Поэтому более подробно остановимся на основных расчетах.

Выбор оборудования для осуществления того или иного процесса определяется технической производительностью, удельной материалоемкостью, удельной энергоемкостью и габаритностью.

Техническая производительность:

$$W_m = W_n \cdot \tau, \quad (1.1)$$

где W_m – техническая производительность, т/ч;

W_n – производительность, т/ч;

τ – коэффициент использования рабочего времени (=0,7...0,8).

Удельная материалоемкость:

$$M_{уд.} = M / W_m, \quad (1.2)$$

где $M_{уд.}$ – удельная материалоемкость, кг*ч/т;

M – масса, кг;

W_m – техническая производительность, т/ч.

Удельная электроемкость:

$$N_{уд.} = N / W_m, \quad (1.3)$$

где $N_{уд.}$ – удельная электроемкость, кВт*ч/т;

N – установленная мощность, кВт;

W_m – техническая производительность, т/ч.

Габаритность:

$$G = B \cdot L \cdot H / Wm , \quad (1.4)$$

где G – габаритность, м³*ч/т;

$B \cdot L \cdot H$ – габаритные размеры (ширина, длина, высота), м

Wm – техническая производительность, т/ч.

Технические данные на оборудование (аппараты) сводятся в таблице.

Таблица

Технические характеристики (на примере сепараторов-молокоочистителей)

Технические данные	Г9-ОМА-3М	А1-ОЦМ-5	А1-ОХО
*Производительность, л/ч	5000	5000	5000
*Установленная мощность, кВт	5,6	5,5	11
*Габариты, см			
Ширина	84	84	114
Длина	86,2	66,2	78
Высота	119,5	119,5	146
Техническая производительность аппарата, м ³ /ч	3,5	3,5	7
Удельная материалоемкость, кг · ч/т	122,8	126,5	161,2
Удельная металлоемкость, кВт · ч/т	1,14	1,57	1,57
Габаритность, м ³ · ч/т	0,189	0,401	0,185

* Данные, выделенные жирным цветом берутся из литературных источников или интернет-ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Студент дает анализ полученных результатов расчетной части и вносит предложения о путях интенсификации процесса и возможных изменениях в аппаратурном оформлении конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

Все использованные в работе литературные источники приводятся в алфавитном порядке, интернет ресурсы приводятся в конце списка литературы с обязательным указанием даты обращения.

В качестве примера может быть использован список литературы данных методических указаний.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения выносят графики, данные расчетов на ЭВМ, экспликации к технологической схеме, спецификацию на чертежи.

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Графическая часть курсового проекта выполняется в соответствии с заданием преподавателя на двух листах формата А₄, включает в себя общий вид аппарата и гистограммы по проведенным расчетам.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

Пояснительная записка курсового проекта может обычно оформляться с использованием персонального компьютера (с применением печатающих и графических устройств).

Текст располагают на листе следующим образом: поля от левого края страницы до начала строки – 3 см, справа – 1,0 см; сверху до первой строки – 1,5 см; снизу до основания последней строки – 1,5 см. Отступ красной строки 2,75 см; размер шрифта 14 pt.; шрифт «Times New Roman»; выравнивание текста по ширине страницы; межстрочный интервал 1,5.

Содержание текста должно быть написано литературным и технически грамотным языком.

Номера страниц пояснительной записки проставляют арабскими цифрами в соответствии с ГОСТ 7.1 – 2003 в правом верхнем углу на расстоянии не менее 3 мм от верхнего и правого краев страницы. Нумерация страниц – сквозная, включая титульный лист, задание, содержание, иллюстрации, приложения (на этих страницах номера страниц не проставляются, но подразумеваются).

2.2.1. Рубрикация

Текст расчетно-пояснительной записки должен быть разделен на разделы и подразделы (в случае необходимости – пункты и подпункты). Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначение арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела, и номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела (разделы "Введение", "Содержание", "Литература" не нумеруются).

Разделы и подразделы должны иметь краткие наименования, отражающие суть текста разделов и подразделов. Наименование разделов записывают в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами высотой не более 10 мм (ГОСТ 2.304). Наименование подраздела записывают строчными буквами в виде заголовков (с абзаца).

2.2.2. Требования к изложению текста

Не допускаются переносы слов в заголовках и не ставят точку в конце заголовка. Если заголовок состоит из нескольких предложений, то их разделяют точкой (ГОСТ 7.1 – 2003).

Расстояние между заголовком и текстом пояснительной записки, выполненной печатным способом, должно быть 3÷4 интервала, а при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала при печатном способе и 10 мм – при рукописном. Каждый раздел рекомендуется начинать с новой страницы.

В пояснительной записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятыми в научно-технической литературе.

Условные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным государственным стандартам (ГОСТ 8.417).

Числовые значения величин в тексте должны указываться с необходимой степенью точности, при этом в ряду величин выравнивание числа знаков после запятой обязательно.

Единицы физических величин необходимо применять в соответствии с ГОСТ 8.417. Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без физических единиц и единиц счета от единицы до девяти – словами, например: "Зазор между вальцами – 0,05 мм", "Увлажнять зерно два раза".

Необходимо соблюдать единообразие в изложении. Так в пределах пояснительной записки единица физической величины одного и того же параметра должна быть постоянной.

2.2.3. Требования к написанию формул

Формулы в текст расчетно-пояснительной записки вносятся сразу же после их упоминания чертежным шрифтом (высота букв до 5 мм) тушью черного цвета (или набираются на компьютере). Справа на уровне строки формулы представляется присваиваемый ей номер, который состоит из ее порядкового номера, например (4). Номер формулы заключают в круглые скобки и располагают на расстоянии от правого края не более 5 мм. Применение печатных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

На странице текста при наличии нескольких формул их номера должны стоять на уровне одной вертикали. Ссылки в тексте на номер формулы дается в

скобках, например "Производительность транспортера определяется по формуле (4)".

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, приводятся непосредственно под формулой, например:

$$Q = F \cdot V \cdot \rho, \quad (4)$$

где Q – производительность, кг/с;

F – площадь поперечного сечения, м²;

V – скорость движения материала, м/с;

ρ – плотность материала, кг/м³.

Значения каждого символа пишут с новой строки в последовательности записи их в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова "где" без двоеточия после него. Знаки препинания при использовании нескольких формул проставляются также как и в тексте.

2.2.4. Оформление иллюстраций, приложений и таблиц

Для пояснения излагаемого текста в расчетно-пояснительную записку вводятся различные иллюстрации (рисунки, схемы, фотографии, графики и т.д.), которые могут быть расположены как по тексту записки, так и в конце какого-нибудь раздела или даже в приложении. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Нумерация иллюстраций осуществляется арабскими цифрами в пределах всей записки (сквозная нумерация) или в пределах каждого раздела.

Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, пояснительные данные (подрисуночный текст). Пример: Рис. 1. Схема силосного бункера. Если в тексте записки есть ссылки на составные части изделия, то на иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей.

При ссылках на иллюстрации следует писать: «... в соответствии с рисунком 1» (при сквозной нумерации).

Приложения (графический материал, фотографии, таблицы, расчеты, описание алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д.) оформляются как продолжение пояснительной записки. Каждое из приложений начинается с нового листа и обозначается «ПРИЛОЖЕНИЯ», «Приложение 1».

Нумерация листов пояснительной записки и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозной.

Цифровой материал в пояснительной записке необходимо оформлять в виде таблиц для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблица обязательно должна иметь заголовок, который следует выполнять строчными буквами (кроме первой прописной) и помещать над таблицей посередине. Заголовок должен быть кратким и отражать содержание таблицы. Слово «Таблица» пишется в верхнем правом углу, выше заголовка.

Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Повторяющийся в графе таблицы текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если часть цифровых данных в таблице не приводят, то в графе ставят прочерк.

2.2.5. Оформление списка литературы. Общие правила ссылок

Список литературных источников, применяемых при разработке курсовой работы, должен быть составлен в порядке их использования, за исключением правительственных, которые записываются первыми. Список должен нумероваться арабскими цифрами, т.к. по мере разработки проекта могут быть сделаны ссылки на литературные источники. Список помещается в конце записки, после последней страницы текста. Список литературы оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 – 2003.

Используя литературные источники, автор курсовой работы должен обязательно ссылаться на них. Ссылка в тексте указывается в квадратных скобках, например [1]. Необходимо помнить, что заимствование материалов из литературных источников без ссылки на них считается плагиатом, и автор может быть привлечен к ответственности по закону.

По мере изложения текста в пояснительной записке должны быть ссылки на все таблицы текста «...см. табл. 1».

Ссылки на формулы в тексте дают в круглых скобках, например «...определяют по формуле (1.1)».

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА. ЗАЩИТА

Студенты очной и заочной форм обучения работают над курсовым проектом под постоянным руководством преподавателя кафедры МППСП и, как правило, защищают работу комиссионно.

Руководитель своими разъяснениями и советами помогает студенту уточнить цели проектирования, определить содержание работы и методику ее выполнения. При выполнении графической части и других разделов студент может обращаться за разъяснениями к другим преподавателям кафедры МППСП или других кафедр университета, являющимися специалистами в соответствующей области.

Следует помнить, что автором работы является студент и он (только он) отвечает за правильность принятых в курсовом проекте технических решений, проведенных расчетов и выводов.

В период выполнения курсовых работ кафедра (чаще всего ведущий преподаватель и заведующий кафедрой) проводит два-три контрольных просмотра, на которых устанавливается фактическая степень (объем) выполнения работ.

На этих просмотрах студент обязан предъявить все выполненные материалы, как в законченном виде, так и в черновом.

Закончив работу над курсовым проектом, студент получает подпись руководителя на титульном листе расчетно-пояснительной записки, а также на соответствующих чертежах. Руководитель определяет дату защиты работ студентов всей группы.

Студент вносит (в случае необходимости) в проект поправки и, имея допуск к защите, является на кафедру для защиты курсового проекта. Защита проводится открыто с участием всех студентов группы и преподавателей кафедры. Студент в течение 5-7 мин кратко должен изложить задачу и суть ее решения в курсовом проекте, ответить на вопросы присутствующих (студентов и преподавателей), касающихся расчета, устройства сооружения и работы оборудования и т.д.

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Процесс очистки молока и аппараты для его реализации.
2. Процесс охлаждения молока и аппараты для его реализации.
3. Процесс нормализации молока и аппараты для его реализации.
4. Процесс гомогенизации молока и аппараты для его реализации.
5. Процесс пастеризации молока и аппараты для его реализации.
6. Процесс стерилизации молока и аппараты для его реализации.
7. Процесс сквашивания молока и аппараты для его реализации.
8. Процесс сгущения молока и аппараты для его реализации.
9. Процесс сушки молока и аппараты для его реализации.
10. Процесс кристаллизации молока и аппараты для его реализации.
11. Процесс производства топленого молока и аппараты для его реализации.
12. Процесс сквашивания молока и аппараты для его реализации.
13. Процесс производства сметаны и аппараты для его реализации.
14. Процесс производства сливок и аппараты для его реализации.
15. Процесс производства кисломолочных напитков и аппараты для его реализации.
16. Процесс производства творога и аппараты для его реализации.
17. Процесс производства сливочного масла и аппараты для его реализации.
18. Процесс производства сметаны и аппараты для его реализации.
19. Процесс производства твердых сычужных сыров и аппараты для его реализации.
20. Процесс производства мягких рассольных сыров и аппараты для его реализации.
21. Процесс прессования твердых сыров и аппараты для его реализации.
22. Процесс чеддеризации сырной массы и аппараты для его реализации.
23. Процесс плавления сырной массы и аппараты для его реализации.
24. Процесс производства плавленых сыров и аппараты для его реализации.

25. Процесс упаковки твердых сыров и аппараты для его реализации.
26. Процесс упаковки мягких сыров и аппараты для его реализации.
27. Процесс парафинирования сыров и аппараты для его реализации.
28. Процесс копчения колбасных сыров и аппараты для его реализации.
29. Процесс производства мороженого и аппараты для его реализации.
30. Процесс дефростации мясного сырья и аппараты для его реализации.
31. Процесс крупного измельчения мясного сырья и аппараты для его реализации.
32. Процесс тонкого измельчения мясного сырья и аппараты для его реализации.
33. Процесс резания мясного сырья и аппараты для его реализации.
34. Процесс перемешивания мясного сырья и аппараты для его реализации.
35. Процесс шприцевания мясного сырья и аппараты для его реализации.
36. Процесс посола мясного сырья и аппараты для его реализации.
37. Процесс копчения мясного сырья и аппараты для его реализации.
38. Процесс сублимационной сушки мясного сырья и аппараты для его реализации.
39. Процесс замораживания мясного сырья и аппараты для его реализации.
40. Процесс набивки колбасных батонов и аппараты для его реализации.
41. Процесс варки колбасных изделий и аппараты для его реализации.
42. Процесс дымного копчения колбасных изделий и аппараты для его реализации.
43. Процесс бездымного копчения колбасных изделий и аппараты для его реализации.
44. Процесс штампования пельменей и аппараты для его реализации.
45. Процесс производства мясных полуфабрикатов и аппараты для его реализации.
46. Процесс производства мясных консервов и аппараты для его реализации.
47. Процесс пряного посола рыбы и аппараты для его реализации.
48. Процесс копчения рыбы и аппараты для его реализации.
49. Процесс производства рыбных консервов и аппараты для его реализации.
50. Процесс производства меланжа и аппараты для его реализации.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: учебное пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. – СПб: Изд-во «Лань», 2011. – 144с. + CD.
2. Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты пищевых производств" [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Лань, 2011. - 143с.
3. Кавецкий Г. Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий, Б.В. Васильев.— М.: Колос, 2000.-551с.
4. Кавецкий, Г.Д. Технологические процессы и производства (пищевая промышленность): учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, А.В. Воробьева. - М.: КолосС, 2006. - 368с.
5. Лобанов В.И. Процессы и аппараты: методические указания к выполнению практических работ / В.И. Лобанов, С.Ю. Бузоверов. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 52с.
6. Лобанов В.И. Процессы и аппараты: методические указания к лабораторным работам / В.И. Лобанов, С.Ю. Бузоверов, М.В. Селиверстов. – Барнаул: Изд-во АЗБУКА, 2018. – 127с.
7. Машины и аппараты пищевых производств. Кн. 1 / Под ред. акад. В. А. Панфилова. — М.: Высшая школа, 2001. — 703 с.
8. Машины и аппараты пищевых производств. Кн. 2 / Под ред. акад. В.А.Панфилова. — М.: Высшая школа, 2001. — 680 с.
9. Машины и аппараты пищевых производств: в 3 кн. / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 1. – 610с.
10. Машины и аппараты пищевых производств: в 3 кн. / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 2. – 847с.
11. Машины и аппараты пищевых производств: в 3 кн. / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 3. – 551с.
12. Процессы и аппараты пищевых производств /Учебник для вузов: в 2 кн. / под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2007. – Кн. 1. – 704с.
13. Процессы и аппараты пищевых производств /Учебник для вузов: в 2 кн. / под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2007. – Кн. 2. – 608с.
14. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.В. Логинов и др.; под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 616с.
15. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломасообменных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Остриков [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 440 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109507>. — Загл. с экрана.
16. Технология пищевых производств /Под ред. Л. П. Нечаева. — М.: КолосС, 2005. - 768с.
17. Федоренко И.Я. Переработка сельскохозяйственного сырья на малогабаритном оборудовании: учебное пособие / И.Я. Федоренко, С.В. Золотарёв. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1998. – 317с.
18. Федоров, К.М. Процессы и аппараты пищевых производств. Контрольные работы №1, 2 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / К.М. Федоров, Ю.Н. Гуляева, А.Б. Дужий. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 50 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71022>. — Загл. с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Механизация производства и переработки
сельскохозяйственной продукции»

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ**
по дисциплине «Процессы и аппараты»

на тему:

**«ПРОЦЕСС ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ
И АППАРАТЫ ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ»**

Выполнил: студент 300 группы БТФ
_____ И.И. Иванов

Проверил: к.с.-х.н., доцент
_____ С.Ю. Бузоверов

Дата защиты _____

Оценка _____

Подпись _____

Барнаул, 2019

Образец бланка задания на курсовой проект

АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра: “Механизация производства и переработки
сельскохозяйственной продукции”

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине: “Процессы и аппараты”

Тема: Процесс тонкого измельчения мясного сырья и аппараты для его реализации

Исполнитель: студент 300 группы БТФ И.И. Иванов

Руководитель: доцент С.Ю. Бузоверов

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

I. РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

(формат А4 – 297 x 210)

Титульный лист

Задание

Содержание

Введение

1. Описание процесса измельчения мясного сырья
 2. Литературный обзор конструкций измельчающих устройств
 3. Описание конструкции предлагаемого куттера
 4. Расчет куттера
- Заключение
Литература
Приложения

II. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

(Формат А4)

1. Общий вид куттера
2. Гистограммы технической производительности, удельной материалоемкости, удельной энергоемкости, габаритности.

Дата выдачи задания: 20.02.2019 г.

Срок сдачи работы: 31.05.2019 г.

Оценка за курсовую работу: _____

Подпись преподавателя _____

Образец оформления рамки и штампа графической части



					КП 19.03.03			
					<i>Общий вид фризера</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				1:200
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов И.И.</i>							
<i>Провер.</i>	<i>Бузоверов С.Ю.</i>							
<i>Т. Контр.</i>	<i>Бузоверов С.Ю.</i>					<i>Лист</i> 1	<i>Листов</i> 3	
<i>Реценз.</i>					<i>Процесс производства мороженого и аппараты для его реализации</i>	<i>Алтайский ГАУ, 300 гр.</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Бузоверов С.Ю.</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Садов В.В.</i>							

Среднее сопротивление резанию продуктов прямым лезвием

Продукт	Среднее сопротивление резанию, Н/м
Капуста	0,10–0,12
Картофель	0,06–0,07
Лук	0,17–0,18
Морковь	0,14–0,16
Мясо вареное	0,26–0,49
Мясо мороженое	2,25–2,94
Мясо парное	0,49–0,78
Сало	0,98–1,47
Свекла	0,09–0,11

Динамическая вязкость некоторых пищевых продуктов

Продукт	Динамическая вяз- кость $M \cdot 10^3, \text{Па} \cdot \text{с}$
Жир говяжий при температуре 333 К	20,2
Жир молочный	32–35
Жир свиной при температуре 323 К	24,3
Жир свиной при температуре 363 К	8,6
Кефир при температуре 283 К	4,5–13,9
Купаж при температуре 293 К	14,8
Масло льняное при температуре 293 К	52,7
Масло оливковое при температуре 293 К	78,1
Масло оливковое при температуре 373 К	7,1
Масло подсолнечное при температуре 293 К	63,3
Масло подсолнечное при температуре 373 К	6,7
Масло соевое при температуре 293 К	57,8
Масло соевое при температуре 373 К	6,4
Молоко цельное при температуре 283 К	2,5
Молоко цельное при температуре 313 К	1,0
Молоко цельное при температуре 333 К	0,7
Молоко цельное при температуре 353 К	0,6
Молоко цельное сгущенное с сахаром свежее	29–30
Спиртово-водочные изделия при температуре 283 К	3,8–4,4
Спиртово-водочные изделия при температуре 293 К	2,7–2,9
Саломас пищевой при температуре 323 К	33,7
Саломас пищевой при температуре 373 К	13,4
Саломас пищевой при температуре 373 К	8,3
Сыворотка сырная	1,7

**Обобщенные теплофизические характеристики свежих пищевых
продуктов при температуре 293 К**

Продукт	Влагосо- дер- жание u , кг/кг	Плотность ρ , кг/м ³	Теплофизические характеристики		
			Удельная теплоем- кость c , кДж/(кг·К)	Теплопро- водность λ , Вт/(м·К)	Коэффициент температу- проводности $\alpha \cdot 10^8$, м/с
Картофель	0,797	1034	3,620	0,59	15,8
Свекла	0,871	1050	3,830	0,48	18,0
Морковь	0,887	1035	3,870	0,55	13,7
Редис	0,921	920	3,960	0,42	9,8
Петрушка	0,890	1010	3,872	0,49	12,5
Капуста	0,915	702	3,970	0,34	12,2
Лук репчатый	0,867	944	3,820	0,35	9,7
Чеснок	0,626	964	3,140	0,51	16,9
Кабачки	0,847	950	3,401	0,50	14,7
Огурцы	0,962	924	4,036	0,44	11,8
Томаты	0,942	1023	4,020	0,57	13,9
Яблоки	0,856	829	3,580	0,40	13,4
Груши	0,847	1010	3,810	0,51	13,4
Сливы	0,886	1130	3,868	0,55	12,6
Вишни	0,837	1081	3,790	0,52	15,1
Персики	0,885	930	3,858	0,58	16,2
Лимоны	0,881	1072	3,860	0,58	14,0
Виноград	0,795	1068	3,620	0,51	13,1
Говядина	0,727	1130	4,007	0,44	18,9
Свинина	0,713	1058	3,865	0,48	13,3
Кофе молотый	0,026	235	1,302	0,15	10,9
Макаронное тесто	0,410	750	3,900	0,36	12,3

Теплофизические характеристики различных материалов и веществ

Материалы и вещества	Температура, °С	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Плотность, кг/м ³	Удельная теплопроводность, Дж/(кг·К)	Температуропроводность, 10 ⁶ м ² /с
Алюминий	0	209,2	2700	0,896	86,7
Бронза (95% С, 5Al)	20	83,0	8660	0,410	23,3
Железо	0	74,4	7880	0,440	21,5
Латунь	20	110,7	8520	0,385	33,8
Медь	0	389,6	8930	0,388	112,5
Сталь углеродистая (С = 0,5%)	20	53,6	7830	0,465	14,7
Сталь нержавеющая 1Х18Н9Т	20	16,0	7900	0,502	4,04
Асбест листовой	30	0,1163	770	0,816	0,816
Асбест волокно	50	0,1105	470	0,816	0,289
Бетон сухой	20	0,8374	1600	0,837	0,622
Картон обыкновенный	20	0,1744	700	1,507	0,168
Пробковая пластина	30	0,0419	190	1,884	0,117
Резина твердая обыкновенная	0	0,1628	1200	1,381	0,098
Стекло	20	0,7443	2500	0,670	0,44
Стеклотекстолит ЭФ-32-20	20	0,3489		0,921	–
Текстолит	20	0,2326 0,3373	1300 1400	1,465 1,507	– –
Фторопласт-3	–	0,06024	2120	0,921	0,031
Вода	0	0,5513	999,9	4,212	0,131
Масло МС-20	0	0,1349	904	1,980	0,076
Спирт метиловый	0	0,2140	809,7	2,428	0,109
Спирт этиловый	0	0,1884,	806,2	2,302	0,101
Аммиак	0	0,0210	0,771	2,043	13,4
Водород	0	0,1721	0,0899	14,192	135,0
Водяной пар	100	0,0240	0,598	2,135	18,6
Воздух (сухой)	0	0,0244	1,293	1,005	18,8

Коэффициент перерасчета молочных продуктов в молоко

Наименование продукта	Коэффициент
Молоко: стерилизованное и пастеризованное	1,0
топленое жирностью 6 %	2
Диетические продукты (кефир, ацидофилин, простокваша)	1,0
Сливки жирностью: 35%	10
20%	5,7
10%	2,85
Сметана жирностью: 40%	11,3
30%	8,5
Творог жирностью: 18%	6,8
9%	3,4
Творог зерненный, жирностью 6 %	2,8
Ряженка и ацидофильная паста жирностью 8 %	2,5
Сырковая масса и сырки сладкие и соленые	5,4
Творожная масса сладкая (особая), сырки жирные с изюмом, цукатом, глазированные шоколадом	3,7
Сливочный напиток	2,8

Перевод весовых единиц молока в объемные и наоборот

Перевод килограммов в литры				Перевод литров в килограммы			
кг	л	кг	л	л	кг	л	кг
1	0,97	11	10,66	1	1,03	11	11,35
2	1,94	12	11,63	2	2,06	12	12,38
3	2,91	13	12,60	3	3,10	13	13,42
4	3,88	14	13,67	4	4,13	14	14,45
5	4,84	15	14,53	5	5,16	15	15,48
6	5,81	16	15,50	6	6,19	16	16,51
7	6,78	17	16,47	7	7,22	17	17,54
8	7,75	18	17,44	8	8,26	18	18,58
9	8,72	19	18,41	9	9,29	19	19,61
10	9,69	20	19,38	10	10,32	20	20,64

Минимальная масса птицы для убоя

Тушки	Масса перед убоем, г	Масса потрошеной тушки, г
Цыплята	600	480
Бройлеры	800	640
Индюшата	2000	1620
Цесарята	700	480
Утята	1300	1040
Гусята	2300	1580

Химический состав молока, %

Животное	Жир	Белок	Сухое вещество	Вода
Корова	3,8	3,3	12,5	87,5
Овца	6,7	5,8	17,9	82,1
Коза	4,4	3,3	13,7	86,3
Свинья	4,6	7,3	16,0	84,0
Кобыла	11,0	2,1	10,1	89,9
Крольчиха	10,4	15,5	30,5	69,5
Самка оленя	22,5	10,3	36,7	63,3

Химический состав вторичных продуктов переработки молока, %

Показатель	Обезжиренное молоко	Пахта	Сыворотка
Жир	0,05	0,4	0,6
Белок	3,5	3,2	1,0
Молочный сахар	4,8	5,0	4,8
Сухое вещество	8,7	9,3	7,1
Питательность, ккал	325	333	237

Химический состав и энергетическая ценность мяса птицы

Тушки	Категория	Вода	Белки	Жиры	кДж
Бройлеры	I	69,0	17,6	14,4	766
	II	74,2	19,7	5,2	531
Гуси	I	45,0	15,2	39,0	1724
	II	54,0	17,0	27,0	1326
Гусята	I	53,4	16,6	28,8	1364
	II	65,1	19,1	14,6	870
Индейки	I	57,3	19,5	22,0	1155
	II	64,5	21,6	12,0	824
Индюшата	I	68,0	18,5	11,7	761
	II	71,2	21,7	5,0	561
Куры	I	61,9	18,2	18,4	1008
	II	68,9	20,8	8,8	690
Перепелки	I	62,0	18,0	18,6	1000
Утки	I	56,7	17,2	24,2	1695
	II	56,0	16,0	27,2	1201
Утята	I	56,0	16,0	27,2	1293
	II	63,0	18,0	17,0	941

Средний химический состав отрубов говядины, % в 100 г продукта

Отруба	Вода	Белки	Жир	Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
Тазобедренный	72,4	20,2	6,4	577
Спинной	70,6	19,8	8,6	657
Поясничный	60,4	19,9	9,6	695
Грудной	64,8	17,0	17,4	941
Лопаточный	73,0	19,4	6,6	565
Шейный	73,3	19,4	6,4	565
Пашина	63,7	18,9	16,6	941

Приложение 14

Средний химический состав отрубов свинины жирной, % в 100 г продукта

Отруба	Вода	Белки	Жиры	Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
Окорок	53,9	15,0	30,3	1393
Корейка	44,1	15,3	42,0	1803
Шейно-лопаточный	51,3	13,3	34,7	1531
Грудинка необрезная	29,2	8,1	62,3	2481

Приложение 15

Средний химический состав мяса овец, %

Упитанность	Вода	Белки	Жиры	кДж
I	52,9	15,3	31,0	1470
II	67,6	16,3	15,3	850
III	69,3	20,8	9,0	687
Ягнята	68,9	16,2	14,1	603

Приложение 16

Химический состав отрубов баранины, %

Отруба	Вода	Белки	Жиры	кДж
Тазобедренно-поясничный	64,4	18,8	13,8	833
Спинной	61,5	16,5	20,9	1063
Лопаточный	71,3	17,1	10,7	690
Грудной	64,7	16,3	14,9	950
Пашина	66,6	17,6	14,9	858
Шейный	67,2	15,4	16,3	870
Предплечье	72,0	19,1	7,9	616
Задняя голяшка	66,9	19,6	12,5	800

Коэффициенты перевода живой массы скота в убойную

Виды и упитанность животных	Коэффициент
Крупный рогатый скот	
высшая	0,61
средняя	0,57
ниже средней	0,53
тощая	0,50
Свиньи	
жирные	0,80
беконные	0,79
нестандартные и тощие	0,62
Поросята	
I категории	81
II категории	67
Птица потрошенная	
	80
Кролики	
	50

Выход мяса и сала, включая субпродукты, при забое крупного и мелкого рогатого скота, % к живой массе

Животные	Упитанность			
	высшая	средняя	выше средней	тощий скот
Крупный рогатый скот*	62	58	54	50
Овцы и козы	54	52	48	44

* Для быков (бугаев) I категории – по нормам крупного рогатого скота высшей упитанности, для быков (бугаев) II категории – по нормам средней упитанности, для телок-молочников в возрасте до 3 мес. – по нормам для крупного рогатого скота высшей упитанности

Выход мяса и сала, включая субпродукты, при забое свиней, % к живой массе

Категория животных	Выход, %
Свиньи сальные	81
мясные живой массой более 59 кг	73
беконные	79
нестандартные и тощие	62
Подсвинки массой от 20 до 59 кг	67
Поросята II категории (от 6 до 20 кг)	67
I категории (от 2 до 6 кг)	81

Средний химический состав говядины в 100 г продукта, г

Говядина	Вода	Белки	Жиры	Энергетическая ценность 100 г продукта, кДж
I категория	67,7	18,9	12,4	782
II категория	71,1	20,2	7,0	602

Норма расхода молока на получение сметаны и сырых сливок

Жирность молока, %	Расход молока			
	на 1 т сметаны 30%-ой жирности, кг	на 1 т сливок (т) с содержанием в них жира		
		10 %	20 %	35 %
3,2	9876	3,27	6,55	11,49
3,3	9582	3,17	6,36	11,14
3,4	9296	3,08	6,17	10,81
3,5	9022	2,99	5,98	10,49
3,6	8060	2,90	5,81	10,19
3,7	8514	2,83	5,65	9,93
3,8	8303	2,75	5,51	9,66
3,9	8081	2,68	5,36	9,40
4,0	7871	2,61	5,55	9,15
4,1	7691	2,55	5,10	8,94
4,2	7500	2,49	4,98	8,72
4,3	7326	2,43	4,85	8,50
4,4	7162	2,37	4,75	8,33
4,5	6997	2,32	4,64	8,14
4,6	6838	2,27	4,54	7,95
4,7	6702	2,21	4,44	7,79
4,8	6557	2,17	4,35	7,62
4,9	6118	2,12	4,26	7,46
5,0	6284	2,08	4,17	7,30

**Нормы расхода пастеризованного нормализованного молока
на изготовление 1 т творога, т**

Жирность молока, %	Творог жирностью 20%	Творог жирностью 9 %	Творог обезжиренный
3,3	7,026	7,194	8,43
3,4	6,912	7,194	8,00
3,5	6,696	6,936	7,86
3,6	6,593	6,936	7,72
3,7	6,493	6,697	7,55
3,8	6,396	6,697	7,43
3,9	6,302	6,473	7,28
4,0	6,211	6,473	7,13
4,1	6,122	6,265	7,02
4,2	5,952	6,265	6,91
4,3	5,870	6,069	6,67
4,4	5,791	6,069	6,45

Норма расхода молока на изготовление сливочного масла, т

Жирность молока, %	Расход молока для приготовления 1 т масла		Жирность молока, %	Расход молока для приготовления 1 т масла	
	несоленого	соленого		несоленого	соленого
3,0	29,43	29,08	3,8	23,16	22,87
3,1	28,47	28,13	3,9	22,55	22,28
3,2	27,57	27,23	4,0	21,98	21,72
3,3	26,72	26,39	4,5	19,51	19,28
3,4	25,92	25,61	5,0	17,54	17,33
3,5	25,17	24,86	5,5	15,93	15,74
3,6	24,46	24,16	6,0	14,59	14,42
3,7	23,79	23,50			

Приложение 24

Норма расхода сливок на изготовление 1 т сливочного масла, т

Жирность сливок, %	Масло		Жирность сливок, %	Масло	
	несоленое	соленое		несоленое	соленое
25	3,369	3,329	33	2,544	2,514
26	3,238	3,199	34	2,469	2,440
27	3,116	3,080	35	2,398	2,369
28	3,004	2,968	36	2,330	2,302
29	2,899	2,865	37	2,267	2,240
30	2,801	2,768	38	2,206	2,180
31	2,710	2,678	39	2,150	2,124
32	2,624	2,594	40	2,096	2,071

Приложение 25

Средний расход молока на производство 1 кг сыра, кг

Жирность молока, %	Сыр		Жирность молока, %	Сыр	
	Ярославский 40% ий	Советский, 50%		Ярославский 40%	Советский, 50%
3,8	11,6	11,9	4,2	11,2	11,1
3,9	11,5	11,5	4,4	10,8	10,7

Основные и дополнительные единицы Международной системы (СИ)

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			русское	международное
Основные единицы				
Длина	L	метр	м	m
Масса	M	килограмм	кг	kg
Время	T	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	ампер	A	A
Термодинамическая температура	θ	кельвин	K	K
Количество вещества	N	моль	моль	mol
Сила света	J	канделла	кд	kd
Дополнительные единицы				
Плоский угол	Безразмерен	радиан	рад	rad
Телесный угол	Безразмерен	стерадиан	ср	sr

**Приставки и множители для образования десятичных кратных
и дольных единиц**

Приставка			Множитель
Наименование	Обозначение		
	русское	международное	
экса	Э	E	10^{18}
пета	П	P	10^{15}
тера	Т	T	10^{12}
гига	Г	G	10^9
мега	М	M	10^6
кило	к	k	10^3
гекто	г	h	10^2
дека	да	da	10
деци	д	d	10^{-1}
санти	с	c	10^{-2}
милли	м	m	10^{-3}
микро	мк	μ	10^{-6}
нано	н	n	10^{-9}
пико	п	p	10^{-12}
фемто	ф	f	10^{-15}
атто	а	a	10^{-18}

Единицы механических величин

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение	Размерность	Наименование	Обозначение	
				русское	международное
Длина	l, L	L	метр	м	m
Площадь	A, S	L^2	квадратный метр	m^2	m^2
Объем, вместимость	V, (v)	L^3	кубический метр	m^3	m^3
Время	t, T				
Период	T, t	T	секунда	с	s
Частота периодического процесса (колебания)	f, v	T^{-1}	герц	Гц	Hz
Частота дискретных событий (частота импульсов, частота уда-	n	T^{-1}			

ров и т.п.), частота вращения					
Плоский угол (угловая координата)	$\alpha, \beta, \nu, \theta, \varphi,$ ψ	I	радиан	рад	rad
Частота угловая (кру- говая или циклическая)	ω	T^{-1}	секунда в ми- нус первой степени	c^{-1}	s^{-1}
Скорость (линейная скорость)	v, c, u, w	LT^{-1}	метр в секунду	м/с	m/s
Потенциал скорости	ϕ	L^2T^{-1}	квадратный метр в секунду	m^2/c	m^2/s
Градиент скорости	grad v	T^{-1}			
Ускорение (линейное ускорение)	a	LT^{-2}	метр на секун- ду в квадрате	m/c^2	m/s^2
Градиент ускорения	grad a	T^{-2}	секунда в ми- нус второй степени	c^{-2}	s^{-2}
Угловая скорость	ω	T^{-1}	радиан в се- кунду	рад/с	rad/s
Угловое ускорение	c, a	T^{-2}	радиан на се- кунду в квад- рате	рад/с ²	rad/s ²
Масса	m	M	килограмм	кг	kg
Линейная плотность	P_T	$L^{-1}M$	килограмм на метр	кг/м	kg/m
Поверхностная плот- ность	P_s	$L^{-2}M$	килограмм на квадратный метр	кг/м ²	kg/m ²
Плотность (средняя плотность, насыпная плотность)	ρ	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	кг/ м ³	kg/m ³
Относительная плот- ность	d, (D)	1			
Удельный объем	v	L^3M^{-1}	кубический метр на кило- грамм	м ³ /кг	m ³ /kg
Объемная плотность энергии	w	$L^{-1}MT^{-2}$	джоуль на ку- бический метр	Дж/м ³	J/m ³
Удельная энергия, удельная работа, удельная потенциаль- ная энергия, удельная кинетическая энергия, удельная внутренняя энергия	$\xi, w, a, e, w,$ e_p, e_k, u	L^2T^{-2}	джоуль на ки- лограмм	Дж/кг	J/kg
Удельная прочность, удельная жесткость	e, g	L^2T^{-2}	джоуль на ки- лограмм	Дж/кг	J/kg
Мощность	P (N)	L^2MT^{-3}	ватт	Вт	W

Кривизна линии, кривизна (средняя) поверхности	ρ	L^{-1}	метр в минус первой степени	M^{-1}	m^{-1}
Гауссова кривизна	K	L^{-2}	метр в минус второй степени	M^{-2}	m^{-2}
Коэффициент трения качения	k	L	метр	m	m
Коэффициент трения скольжения	f, μ	I		–	–
Гравитационная постоянная	G, γ	$L^3 M^{-1} T^{-2}$	ньютон-метр в квадрате на килограмм в квадрате	$\frac{H}{m^2/kg^2}$	$N \cdot m^2/kg^2$
Напряженность гравитационного поля	G	LT^{-2}	ньютон на килограмм	H/kg	N/kg
Потенциал гравитационного поля	φ	$L^2 T^{-2}$	джоуль на килограмм	$Дж/кг$	J/kg
Градиент потенциала гравитационного поля	$grad \varphi$	LT^{-2}	джоуль на килограмм-метр	$\frac{Дж}{(кг \cdot м)}$	$J/(kg \cdot m)$
Ускорение свободного падения	g	LT^{-2}	метр на секунду в квадрате	m/c^2	m/s^2
Проницаемость пористых сред (горных пород)	k	L^2	квадратный метр	m^2	m^2
Проницаемость строительных конструкций массовая (влагопроницаемость)	k_m	T	килограмм в секунду на метр-паскаль	$\frac{кг}{(с \cdot м \cdot Па)}$	$\frac{kg}{(s \cdot m \cdot Pa)}$
Проницаемость строительных конструкций объемная (воздухо-, паро- и газопроницаемость)	k_v	$L^3 M^{-1} T$	квадратный метр на секунду-паскаль	$\frac{m^2}{(с \cdot Па)}$	$\frac{M^2}{(s \cdot Pa)}$
Удельная мощность двигателя	P	$L^{-1} M T^{-3}$	ватт на кубический метр	$Вт/м^3$	W/m^3

Соотношения между единицами СИ и другими единицами

Длина

ангстрем (А, Å) = 10^{-10} м
микрон (мк, μ) = 10^{-6} м (мкм, микрометр)
астрономическая единица (а, е, и, а.) =
 $1,495\ 98 \cdot 10^{11}$ м
световой год (св. год, ly) = $9,4605 \cdot 10^{15}$ м
парсек, параллакс-секунда (пк, pc) =
 $3,0857 \cdot 10^{16}$ м
фут = 12 дюймов = 0,3048 м (точно)
миля морская = (1/3) лье = 1852 м (точно)

Масса

грамм (г, g) = 10^{-3} кг
центнер, квинтал (ц, q) = 100 кг
тонна (т, t) = 10^3 кг
гамма (γ) = мкг = 10^{-9} кг
карат (кар) = 0,2 г (точно)
техническая единица массы (т.е.м.), инерта (и, i)
= 9,806 65 кг
фунт английский (торговый) = 16 унций =
453,592 37 г
унция = 16 драхм = 28,350 г
драхма = 3 скрупула = 30 гранов = 1,772 г

Площадь

ар (а, a), сотка = 100 м²
гектар (га, ha) = 10^4 м² = 0,01 км²
акр = 4840 квадратных ярдов ≈ 4047 м² =
0,405 га
квадратная миля американская ≈ 640 ак-
ров ≈ 2,59 км²

Время

минута (мин, min) = 60 с
час (ч, h) = 60 мин = 3600 с
сутки (сут, d) = 24 ч = 1440 мин = 86 400 с
год тропический = 365 сут 5 ч 48 мин 45,44 с = 31
556 925,44 с
(на 2000 г.; за 100 лет сокращается на 0,53 с)
год по григорианскому календарю (новому сти-
лю) = 365,2425 сут
год технический = 365 сут = 8760 ч = 525 600 мин
= $31,536 \cdot 10^6$ с

Объем, вместимость

литр (л, l, L) = дм³ = 10^{-3} м³
галлон английский = 8 пинт = 4,546 л
бушель нефтяной = 158,987 л

Учебно-методическое издание

***Бузоверов Сергей Юрьевич
Лобанов Владимир Иванович***

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

*Методические указания
к выполнению курсового проекта*

Подписано в печать 18.03.2019 г. Формат 60×84/16.
Бумага для множительных аппаратов. Печать ризографная.
Гарнитура «Times New Roman». Усл.-печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 1,8.
Тираж 50 экз. Заказ № 1 .

РИО Алтайского ГАУ
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98
тел. 20-32-99