

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВПО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

КАФЕДРА МАШИН И АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ФАСОВКИ И УПАКОВКИ ПРОДУКЦИИ**

**Программа, методические указания
и задания к контрольным работам**

**Для студентов, обучающихся по направлению
151000 – «Технологические машины и оборудование»,
профиля 151000.62 «Машины и аппараты пищевых
производств» заочной формы обучения**

**ВОРОНЕЖ
2014**

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологическое оборудование для фасовки и упаковки продукции» является одной из профессиональных дисциплин направления подготовки бакалавров по направлению 151000 - «Технологические машины и оборудование» профиля 151000.62 «Машины и аппараты пищевых производств» Федерального государственного образовательного стандарта.

Целью изучения дисциплины является:

- подготовка студентов к производственно-технической, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области машин и аппаратов пищевой промышленности, научить студентов сочетать фундаментальную подготовку по общетехническим и инженерным дисциплинам с конкретными знаниями в области технологического оборудования отраслей промышленности, повышением эффективности работы технологического оборудования и освоения прогрессивных методов его эксплуатации.

Задачи дисциплины:

- изучение конструкции и принципа действия технологического оборудования для фасовки и упаковки продукции пищевой промышленности;

- изучение классификационных принципов и принципиальных схем основных типов технологического оборудования производственных линий с учетом современных отечественных и зарубежных технологических и технических разработок;

- освоение методов расчета основных параметров оборудования;

- изучение оптимальных и рациональных технологических режимов оборудования, особенностей эксплуатации технологического оборудования, допустимых нагрузок, техники безопасности и требований охраны окружающей среды;

- овладение прогрессивными методами эксплуатации технологического оборудования.

- изучение перспективных направлений технических решений задач развития и совершенствования основного технологического оборудования предприятий пищевой промышленности;

В результате изучения дисциплины «Технологическое оборудование для фасовки и упаковки продукции» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего

и профессионального образования подготовки бакалавров по направлению 151000-«Технологические машины и оборудование» профиля 151000.62 «Машины и аппараты пищевых производств» студенты должны **знать**:

- конструкцию и принцип действия технологического оборудования отрасли, технические характеристики и экономические показатели;

- оптимальные и рациональные технологические режимы работы оборудования отрасли и его функциональное назначение;

- алгоритмы и методы расчетов и проектирования машин и аппаратов пищевой промышленности;

- методы оценки эффективности работы технологического оборудования, исследования технологических процессов, проектирования и проведения расчетов;

- прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования для фасовки и упаковки продукции, основные направления развития и совершенствования оборудования отраслей пищевой промышленности;

уметь:

- решать вопросы эффективной эксплуатации, управления и ремонта технологического оборудования для фасовки и упаковки продукции предприятий пищевой промышленности;

- выбирать современное экономически выгодное оборудование, отвечающее особенностям производства;

- выполнять основные инженерные расчеты, конструировать, проектировать и составлять техническую документацию оборудования соответствующей отрасли промышленности;

- предлагать инженерные решения по созданию технологий на основе интенсификации производственных процессов и новых физических методов обработки пищевого сырья;

владеть:

- методами оценки технического состояния технологического оборудования;

- методами контроля технологических режимов работы оборудования отрасли;

- контролем эффективности работы оборудования;

- методами безопасной эксплуатации оборудования отрасли.

Задачи контрольных работ охватывают основные разделы курса и способствуют усвоению студентами теоретического материала.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Изучение курса предусматривает выполнение одной контрольной работе с текстом, формулами, рисунками и таблицами.

Контрольная работа с формулами и расчетами выполняются в отдельной тетради. Контрольная работа должна быть выполнена аккуратно, разборчиво написана четким почерком, ручкой одного цвета, без редактирования, с необходимыми пояснениями формул и соответствующими расшифровками величин. Ответы в контрольной работе должны быть полными, конкретными.

Разрешается приводить ксерокопии поясняющих схем. Текстовая часть контрольной работы может быть выполнена в рукописном или печатном вариантах (работа оформляется по требованиям ЕСКД на листах формата А-4 с титульным листом). На титульном листе обязательно указываются автор, номер работы и шифр зачетной книжки студента.

Контрольная работа оформляется самостоятельно, грамотно, иллюстрируется таблицами, графиками, схемами, чертежами, которые должны быть выполнены четко, вручную или в графических редакторах. При копировании иллюстраций из учебников, графики, схемы и чертежи должны легко читаться и быть разборчивыми.

Каждая контрольная работа состоит из одного контрольного вопроса теоретической части и одной контрольной задачи, которые выполняются по варианту, соответствующему цифрам учебного шифра студента.

Студент выбирает для решения задачи контрольной работы вариант, соответствующий последней цифре шифра зачетной книжки; а задание на теоретический контрольный вопрос – на основе предпоследней цифры шифра зачетной книжки. Работа, выполненная не по своему варианту, не зачитывается.

Без указания шифра работа не рецензируется. Ответы на контрольные вопросы должны быть изложены по возможности кратко. Решение контрольной задачи должно иллюстрироваться схемами,

сопровождаться расшифровкой и указанием единиц измерения каждой величины и ссылками на литературные источники. Результаты расчета представляются в величинах и единицах измерения СИ.

В конце работы представляется библиографический список с точным указанием выходных данных печатного издания, адресом электронного ресурса. Студент обязательно подписывает контрольную работу и ставит дату выполнения. Для замечаний рецензента должны быть предусмотрены поля.

Студент должен ориентироваться в изложенном материале и ответить на все вопросы преподавателя по теме контрольных работ, должен уметь решить и пояснить любую из задач.

Для допуска к зачету по курсу студентам необходимо представить преподавателю зачтенную контрольную работу и оформленные отчеты по лабораторным работам.

В результате изучения дисциплины «Технологическое оборудование биотехнологических процессов» студент должен знать технологию пищевых производств и перспективы технического развития предприятий, системы и методы проектирования технологических процессов и режимов работы технологического оборудования пищевых производств, устройство и принцип действия оборудования предприятий пищевых производств, технические характеристики его и экономические показатели, методы оценки технического уровня пищевой техники и машинных технологий, технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции, топливу, энергии и нормативы их расхода, методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ.

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ЗАДАНИЕ № 1. РАСЧЕТ РАЗЛИВОЧНОГО АВТОМАТА

Задача: выполнить расчет разливочного автомата, если заданы: z - количество наполнительных устройств, шт.; n - частота вращения карусели, мин^{-1} ; $f_{\text{отв}}$ - площадь выходного отверстия наполнителя, м^2 ; H - высота столба жидкости в дозировочном стакане, м; z_1 - число подъемных столиков, одновременно перемещающихся по горизонтальному участку копира, шт.; G_1 - усилие сжатой пружины,

H ; G_2 - сила тяжести штока, столика с подшипником, роликом и порожней бутылки, H ; G_3 - сила тяжести штока, подшипника, ролика и бутылкой, наполненной жидкостью, H ; G_4 - сила тяжести главного вала с прикрепленными к нему деталями, H ; D - диаметр шарико-подшипника, m ; d - диаметр окружности по центрам шариков подшипника, m .

Цель работы: изучение теоретических основ процесса дозирования пищевых жидкостей; знакомство с классификацией разливочных автоматов, их конструкциями и принципом работы; выполнение расчета разливочного автомата.

Рекомендации для выполнения расчетной части Методика расчета

Теоретическая производительность разливочного автомата, Π_T , бут/с,

$$\Pi_T = zn = z\omega / 2\pi, \quad (1)$$

где z - количество наполнительных приборов (разливочных устройств); n - частота вращения карусели, s^{-1} ; ω - угловая скорость карусели, рад/с.

Длительность одного оборота карусели, s ;

$$T = 1/n = z / \Pi_T, \quad (2)$$

Расчетная производительность Π_p , бут/с,

$$\Pi_p = z_n / \tau_n, \quad (3)$$

где z_n - количество приборов (подъемных столиков), одновременно работающих на наполнение бутылок; τ_n - время наполнения бутылки жидкостью, с.

$$z_n = \psi \cdot z, \quad (4)$$

где $\psi = z_n/z$ - коэффициент использования рабочих позиций разливочных устройств, равный отношению количества приборов, одновременно работающих на наполнение, к общему количеству приборов на карусели ($\psi = 0,3...0,6$).

Время наполнения бутылки жидкостью τ_n , с,

$$\tau_n = \frac{2Q}{\mu f_{отв} \sqrt{2gH}}, \quad (5)$$

где Q - объем жидкости в стакане дозатора, м³ ($Q = 5 \cdot 10^{-4}$ м³); μ - коэффициент расхода, характеризующий сопротивление сливного тракта и физические свойства разливаемой жидкости ($\mu = 0,4 \dots 0,7$); $f_{отв}$ - площадь выходного отверстия наполнителя, м²; $g = 9,81$ м/с² - ускорение свободного падения; H - высота столба жидкости в дозирочном стакане, м.

Время τ_n является важнейшим параметром разливочных машин и зависит от метода розлива и принципа дозирования жидкости. Производительность разливочной машины является функцией времени наполнения бутылки жидкостью, равного времени опорожнения мерного стакана дозатора.

Фактическая производительность Π_{ϕ} , бут/с,

$$\Pi_{\phi} = \frac{z}{1,62 \cdot \lambda \cdot \tau_n}, \quad (6)$$

где λ - коэффициент запаса, учитывающий неточное определение и изменение τ_n при фасовке пищевых жидкостей ($\lambda = 1,4$).

Коэффициент использования технической мощности разливочного автомата ξ определяется по формуле

$$\xi = \Pi_{\phi} / \Pi_T, \quad (7)$$

При расчете разливочных автоматов необходимым элементом проектирования является определение следующих условий: опрокидывание и несоскальзывание бутылок, находящихся на подъемном столике вращающейся карусели. При этом рассматривается два варианта: для порожней и наполненной бутылки.

Условие опрокидывания бутылок

$$F_{цб \cdot h} \leq G_{\bar{b}} \frac{d_{\bar{b}}}{2}, \quad (8)$$

Условие несоскальзывания бутылок с подъемного стола

$$F_{цб} < G_{\bar{b}} f_{mp}, \quad (9)$$

где $F_{цб}$ - центробежная сила, действующая на бутылку, Н; h - высота центра тяжести бутылки, м ($h = 0,095$ м);

$$F_{цб} = m\omega^2 R, \quad (10)$$

где ω - угловая скорость вращения карусели, рад/с; R - радиус окружности по центрам подъемных столиков, м; ($R = 0,28$ м); m - масса бутылки, наполненной жидкостью, кг,

$$m = m_{\bar{b}} + m_{ж}, \quad (11)$$

где $m_{\bar{b}}$ - масса пустой бутылки, кг ($m_{\bar{b}} \approx 0,45$ кг); $m_{ж}$ - масса жидко-

сти, наполняющей бутылку, кг ($m_{жс} = 0,500 + 0,035$ кг); G_6 - вес бутылки, Н ($G_6 = m \cdot g$); $g = 9,81$ м/с² - ускорение свободного падения; f_{mp} - коэффициент трения скольжения стеклянной бутылки о материал столика ($f_{mp} = 0,1$).

Энергия, расходуемая разливающим автоматом, затрачивается на перекачивание роликов подъемных столиков по копиру и вращение карусели автомата.

Соппротивление P_1 , Н от перекачивания роликов по горизонтальному участку копира

$$P_1 = z_1(G_1 + G_2)(2k + f \cdot d)/D, \quad (12)$$

где z_1 - число подъемных столиков, одновременно перемещающихся по горизонтальному участку копира; G_1 - усилие сжатой пружины, Н; G_2 - сила тяжести штока, столика с подшипником, роликом и порожней бутылкой, Н; k - коэффициент трения качения шарикоподшипника ролика, м; $k = 0,005$ м; f - условный коэффициент трения скольжения подшипника ($f = 0,15$); d - диаметр окружности по центрам шариков подшипника, м; D - диаметр шарикоподшипника, м.

Соппротивление P_2 , Н на участке подъема штока с учетом угла подъема копира,

$$P_2 = \left[(G_1 + G_3) \sin \alpha + \cos \alpha \frac{2k + fd}{D} I \frac{1}{\cos \alpha} \right], \quad (13)$$

где G_3 - сила тяжести штока, подшипника, ролика и наполненной бутылки, Н; α - угол подъема профиля копира, град, $\alpha = 45^\circ$. Соппротивлением движению ролика на участке копира с опусканием

штока можно пренебречь. Суммарное сопротивление P , Н движению всех роликов, одновременно находящихся в контакте с копиром,

$$P = P_1 + P_2. \quad (14)$$

Мощность N_1 , кВт, расходуемая на перекачивание роликов по копиру

$$N_1 = 10^{-3} P \cdot v, \quad (15)$$

где v - линейная скорость перемещения столиков, м/с ($v = \omega R$).

Мощность N_2 , кВт, расходуемая на вращение карусели без учета сопротивления роликов

$$N_2 = 10^{-3} G_4 \cdot f_6 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot \omega, \quad (16)$$

где G_4 - сила тяжести главного вала с прикрепленными к нему деталями, Н; f_6 - условный коэффициент трения скольжения под-

шипника ($f_s = 0,1$); d_1 - диаметр окружности по центрам шариков упорного подшипника главного вала, м ($d_1 = d$); ω - угловая скорость вращения главного вала, рад/с.

Суммарная мощность N , кВт на главном валу разливочного автомата,

$$N=(N_1+N_2)/\eta_k, \quad (17)$$

где η_k - КПД подшипников качения ($\eta_k = 0,98$).

Мощность электродвигателя привода разливочного автомата $N_{дв}$, кВт,

$$N_{дв}=K \cdot N/\eta_{np}, \quad (18)$$

где K - коэффициент пуска ($K = 1,15$); η_{np} - КПД привода ($\eta_{np} = 0,8$).

Т а б л и ц а 1

Варианты индивидуальных заданий

Вариант по последней цифре шифра	z , шт.	n , мин ⁻¹	$f_{\text{отв}} \cdot 10^4$, м ²	H , м	z_1 , шт.	G_1 , Н	G_2 , Н	G_3 , Н	G_4 , Н	D , м	d , м
1	16	6,25	0,8	0,225	5	196	108	118	2945	0,372	0,340
2	18	5,56	0,9	0,230	6	245	118	128	3140	0,380	0,350
3	20	5,00	1,0	0,245	6	215	128	137	3240	0,388	0,355
4	22	4,55	1,1	0,260	7	225	137	148	3435	0,394	0,360
5	25	4,00	1,2	0,270	8	186	148	157	3335	0,400	0,370
6	28	3,57	1,3	0,280	9	196	157	168	3535	0,375	0,345
7	16	6,25	1,4	0,250	5	235	168	196	3140	0,380	0,350
8	18	5,56	1,5	0,250	6	245	196	215	3435	0,388	0,355
9	16	6,25	1,6	0,230	5	225	108	215	3140	0,372	0,340
0	18	5,60	1,7	0,240	6	186	118	196	3240	0,380	0,350

Задание на контрольный вопрос теоретической части

Вариант по предпоследней цифре шифра	Контрольный вопрос теоретической части
1	Определения тары и упаковки. Функции тары и упаковки.
2	Определения тары и упаковки. Классификационные признаки тары и упаковки.
3	Весовые и объемные дозаторы фасовочно-упаковочного оборудования.
4	Устройства сварки поперечного и продольного швов в расфасовочно-упаковочных автоматах.
5	Классификация оборудования для наполнения и дозирования пищевых продуктов. Конструкция и принцип действия вибрационной набивочной машины и маслonaполнителя.
6	Классификация оборудования для формования. Конструкция и принцип действия вакуумного шприца.
7	Классификация оборудования для розлива и укупорки жидких пищевых продуктов. Гравитационные, изобарические и вакуум разливные машины.
8	Классификация оборудования для розлива и укупорки жидких пищевых продуктов. Укупорочные автоматы.
9	Классификация оборудования для упаковки продуктов в пакеты из гибких термосвариваемых материалов.
0	Классификация оборудования для этикетирования и маркировки. Основные конструктивные элементы этикетировочных автоматов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной

1. Машины и аппараты пищевых производств [Текст]: В 3 кн.: учеб. для вузов. Кн. 3 / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др.; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – 847 с.

2. Казарцев, Д.А. Тара и упаковка [Текст] : учеб. пособие / Д. А. Казарцев, А. В. Журавлев; Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж : ВГТА, 2007. – 128 с.

Дополнительный

3. Хэнлон, Дж. Ф. Упаковка и тара: проектирование, технологии, применение [Текст] / Дж. Ф. Хэнлон, Р. Дж. Келси, Х. Е. Форсинио. пер. с англ.; под общ. ред. В.Л. Жавнера, 2006. – 632 с.

4. Системное развитие техники пищевых технологий / С.Т. Антипов, В.А. Панфилов, О.А. Ураков, С.В. Шахов; Под ред. Акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2010. – 762 с.

5. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Текст]: Учебник / Под. ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 912 с.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФАСОВКИ И УПАКОВКИ ПРОДУКЦИИ

Программа, методические указания и задания
к контрольным работам

Для студентов, обучающихся по направлению
151000 – «Технологические машины и оборудование» ,
профиль 151000.62 «Машины и аппараты пищевых производств»
заочной формы обучения

Составители

Компьютерный набор и верстка

Подписан в печать .2013. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.

Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,5.

Тираж 100 экз. Заказ . С – 111 – 21 .

Воронежский государственный университет
инженерных технологий (ВГУИТ)

Участок оперативной полиграфии ВГУИТ

Адрес академии и участка оперативной полиграфии:

394000 Воронеж, пр. Революции, 19