МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

КАФЕДРА МАШИН И АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Программа, методические указания и задания к контрольным работам

Для студентов, обучающихся по направлению 15.02.03 – «Технологические машины и оборудование»,

ВОРОНЕЖ
2016

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Технологическое оборудование биотехнологических процессов» является одной из профессиональных дисциплин направления подготовки бакалавров по направлению 15.02.03 - «Технологические машины и оборудование» 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 биотехнологического оборудования 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 биотехнологических процессов» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего и профессионального образования подготовки бакалавров по

направлению 15.02.03 - «Технологические машины и оборудование» студенты должны **знать**:

- конструкцию и принцип действия технологического оборудования отрасли, технические характеристики и экономические показатели;
- технологию производственных процессов пищевой промышленности;
- 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 при производстве готовой продукции, основные направления развития и совершенствования оборудования отраслей пищевой промышленности;

уметь:

- решать вопросы эффективной эксплуатации, управления и ремонта технологического оборудования 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 двух контрольных задач, которые выполняются по варианту, соответствующему цифрам учебного шифра студента.

Студент выбирает для решения задач контрольных работ 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 контрольной работам, 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 ДРОЖЖЕРАСТИЛЬНОГО АППАРАТА

Задача: выполнить расчет дрожжерастильного аппарата, если заданы: T_1 – температура входящего в аппарат воздуха, К; φ_1 – относительная влажность входящего в аппарат воздуха, %; T_2 – температура уходящего из аппарата воздуха, К; φ_2 – относительная влажность уходящего из аппарата воздуха, φ_2 = %; $V_{возд}$ – массовый

расход воздуха в аппарате кг/ч; $T_н$, $T_к$ – температура воды на входе в аппарат и выходе из него, К; k – коэффициент теплопередачи от охлаждающей воды к охлаждаемой культуральной среде Вт/(м^2·К); $m^/$ – прирост дрожжей, кг/ч.

Цель работы: найти площадь поверхности теплообмена на основании теплового расчета, рассчитать трубчатую воздухораспределительную систему.

Рекомендации для выполнения расчетной части

Методика расчета

На рис. 1 представлен эскиз дрожжерастильного аппарата.

Расчет площади поверхности теплообмена на основании теплового расчета.

Тепловой баланс аппарата

$$Q_{биол} = Q_в + Q_{пит} + Q_{возд} + Q_{изл}, \qquad (1)$$

где $Q_{биол}$ – количество теплоты, выделяемое при выращивании дрожжей, кДж:

$$Q_{биол} = c_{др} \cdot m^/, \qquad (2)$$

здесь $c_{др}$ = 4171 кДж/кг – среднее удельное тепловыделение дрожжей при их выращивании; m – прирост дрожжей, кг/ч; $Q_в$ – количество теплоты, отводимой воздухом, подаваемым на аэрирование, кДж; $Q_{возд}$ – количество теплоты, отводимой воздухом, подаваемым на аэрирование, кДж; $Q_{пит}$ – суммарное количество теплоты, расходуемое на нагревание доливаемой в аппарат воды ($Q_{в.д}$), мелассной рассиропки ($Q_м$) и растворов солей ($Q_с$), кДж;

$$Q_{пит} = Q_{в.д} + Q_м + Q_с, \qquad (3)$$

$Q_{изл}$ – количество теплоты, отводимой за счет теплоизлучения, кДж.

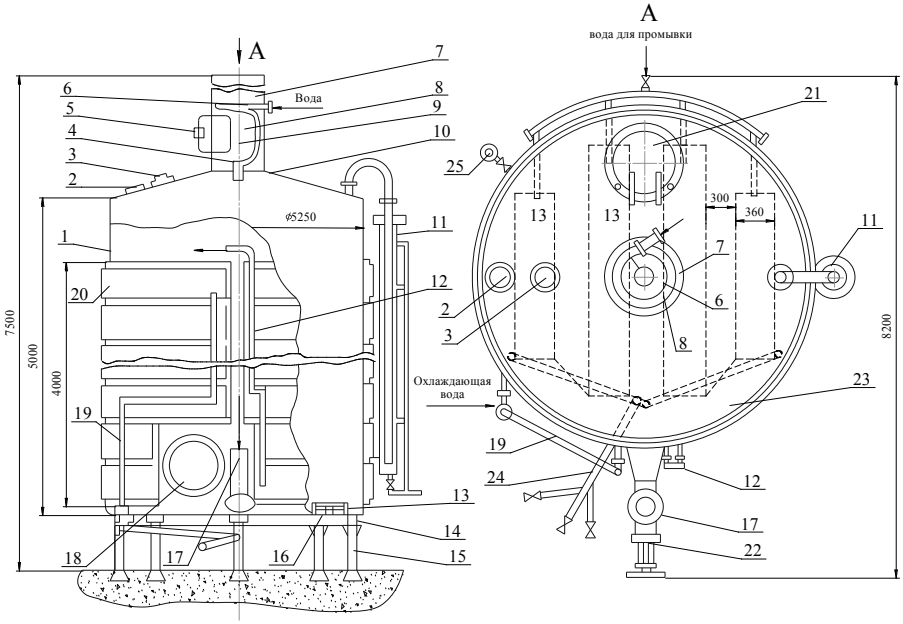


Рис. 1. Эскиз дрожжерастильного аппарата:
1 – цилиндрический резервуар; 2 – смотровое окно; 3 – осветитель; 4 – муфта; 5 – четырехходовой кран; 6 – шланг; 7 – вытяжная труба; 8 – цилиндр; 9 – шток; 10 – заслонка; 11 – гидрозатвор; 12 – коллектор для отвода воды; 13 – распределительные короба; 14 – балки; 15 – стойки; 16 – сопла; 17 – труба для подвода воздуха; 18, 21 – люки; 19 – коллектор для подвода воды; 20 – охлаждающая рубашка; 22 вентиль; 23 – коллектор; 24 – спускная труба; 25 – мерное стекло

Потери теплоты на нагревание доливаемой в аппарат воды, мелассной рассиропки и растворов питательных солей можно принять примерно 25 % от $Q_{биол.}$ Потери теплоты за счет теплоизлучения в окружающую среду принимаем 1 % от $Q_{биол}$.

Тогда уравнение теплового баланса принимает вид

$$Q_{биол} = Q_в + Q_{возд} + 0{,}25Q_{биол} + 0{,}01Q_{биол}, \quad (4)$$

Количество теплоты $Q_{возд}$, кДж, уносимой с уходящим из аппарата воздухом,

$$Q_{возд} = V_{возд}(j_2 - j_1), \qquad (5)$$

где j_1, j_2 – энтальпия соответственно входящего и выходящего из аппарата воздуха, кДж/кг (j_1 и j_2 определяются с помощью I–d – диаграммы влажного воздуха).

Количество теплоты $Q_в$, кДж, отводимой водой,

$$Q_в = Q_{биол} - Q_{возд} - Q_{пит} - Q_{изл}. \qquad (6)$$

Расход воды $G_{\hat{a}}$, кг/ч для отвода теплоты

$$G_в = Q_в / [c(T_к - T_н)\rho], \qquad (7)$$

где c – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·К); c = 4,187 кДж/(кг·К);
ρ = 1000 кг/м^3 – плотность воды.

Необходимая площадь поверхности охлаждения дрожжерастильного аппарата F, м^2,

$$F = Q_в / (3{,}6k\Delta T_{ср}), \qquad (8)$$

где k – коэффициент теплопередачи от охлаждающей воды к охлаждаемой среде, Вт/(м^2·К); $\Delta T_{ср}$ – средняя разность температур, К.

Средняя разность температур (в расчете принимают $T_2^{ж} = T_2$)

культуральная жидкость $T_1^{ж}$ $T_2^{ж}$ $\Delta T_б = T_2^{ж} - T_н$;

вода $T_к$ $T_н$ $\Delta T_м = T_к - T_1^{ж}$;

если $\Delta T_б / \Delta T_м < 2$, $\Delta T_{ср} = (\Delta T_б + \Delta T_м)/2$, (9)

если $\Delta T_б / \Delta T_м > 2$, $\Delta T_{ср} = \dfrac{\Delta T_б + \Delta T_м}{2{,}3 lg\, \Delta T_б / \Delta T_м}$. (10)

Расчет трубчатой воздухораспределительной системы.

Диаметр нагнетательного воздуховода, м,

$$D = \sqrt{4V_{возд} / \left(3600 \pi v \rho_в\right)}, \qquad (11)$$

где v – скорость воздуха в воздуховоде, м/с (v = 14...17 м/с); $\rho_в$ – плотность воздуха, кг/м^3.

Диаметр воздухораспределительного коллектора также принимают равным D.

Суммарную площадь отверстий в воздухораспределительных трубках $F_{отв}$, м^2, принимают равной площади сечения коллектора

$$F_{отв} = \pi D^2 / 4, \qquad (12)$$

Скорость воздуха на выходе из отверстия воздухораспределительных трубок $v_{отв}$, м/с,

$$v_{отв} = V_{возд} / 3600 F_{отв}, \qquad (13)$$

Диаметр отверстия в воздухораспределительных трубках принимают d = 0,8 мм. Тогда количество отверстий n , шт., в трубках

$$n = F_{отв} / f_{отв} = 4F_{отв} / \pi d^2, \qquad (14)$$

где $f_{отв}$ – площадь отверстия, м^2.

Принимают наружный диаметр трубки 51 мм, толщину стенки 1,5 мм.

В поперечном сечении трубки размещено 7 рядов отверстий через
15 град, по длине отверстия располагаются с шагом 5 мм. Число отверстий, приходящихся на 1 м длины, равно z_1 – 1400 отверстий.

Тогда общая длина трубок $l_{общ}$, м равна,

$$l_{общ} = n / 1400. \qquad (15)$$

Из равенства получаем

$$F_{сист} = 2R_{сист} l_{ср} = \pi R_{сист}^2 / 2, \qquad (16)$$

где $F_{сист}$ и $R_{сист}$ – соответственно площадь, м^2, и радиус, м, аэрационной системы; $1_{ср}$ – средняя длина трубок, м, тогда имеем

$$l_{ср} = 2\pi R_{сист} / 8 = 0{,}786 R_{сист}. \qquad (17)$$

При расстоянии между концами трубок и обечайкой аппарата 150 мм и диаметре коллектора D радиус аэрационной системы, м,

$$R_{сист} = D_{ап} - 2 \cdot 0{,}15 - D, \qquad (18)$$

Количество трубок $n_{тр}$, шт,

$$n_{тр} = l_{общ} / l_{ср}, \qquad (19)$$

Расстояние между трубками $R_{îñ}$, м, по осям

$$R_{ос} = 4R_{сист} / n_{тр}. \qquad (20)$$

Длина каждой трубки l_i, м

$$l_i = \sqrt{(2R - zR_{ос}) zR_{ос}}, \qquad (21)$$

где z – порядковый номер трубки в четверти окружности аэрационной системы.

Таблица 1.1

Варианты индивидуальных заданий

Номер вари-анта	T_1, К	φ_1, %	T_2, К	$V_{возд}$, кг/ч	$T_н$, К	D, м	$T_к$, К	k, Вт/(м^2·К)	$m^{/}$, кг/ч
1	290	60	300	6500	283	5,00	293	280	300
2	290	65	301	6600	283	5,05	293	285	310
3	290	70	302	6700	283	5,10	293	290	320
4	290	75	303	6800	283	5,15	293	295	330
5	290	80	300	6900	283	5,20	293	300	340
6	291	60	301	7000	284	5,25	294	305	350
7	291	65	302	7100	284	5,30	294	310	360
8	291	70	303	7200	284	5,35	294	315	370
9	291	75	301	7300	284	5,40	294	320	380
10	291	80	302	7400	284	5,45	294	320	390

ЗАДАНИЕ № 2. РАСЧЕТ СОЛОДОРАСТИЛЬНОГО АППАРАТА ЯЩИЧНОГО ТИПА СО ШНЕКОВЫМ ВОРОШИТЕЛЕМ

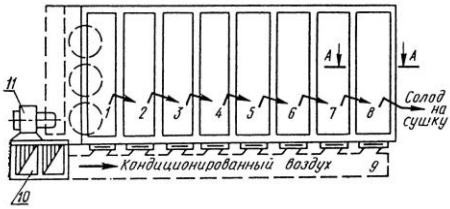
Задача : Выполнить расчет ящичной солодовни со шнековым ворошителем если заданы: $\tau_р$ – продолжительность проращивания солода, сут ($\tau_р$=5 сут); $h_с$ – высота слоя солода, м; ρ – насыпная плотность замоченного зерна, кг/м^3 (ρ=660 кг/м^3); W_0 – начальная влажность ячменя, %; W_3 – влажность замоченного зерна, %; $W_с$ – влажность свежепроросшего солода, %; t_1 – температура кондиционированного воздуха, °С, φ_1 – его относительная влажность, %; d_1 – его влагосодержание, кг/кг; t_2 – температура отработанного воздуха, °С; φ_2 – его относительная влажность, %; d_2 – его влагосодержание, кг/кг; m – количество шнеков в ворошителе, шт (m = 14 шт); $D_р$ – диаметр шнека, м ($D_р$= 0,485 м); $S_р$ – шаг витка шнека м ($S_р$=0,335 м); $n_ш$ – частота вращения шнека, с$^{-1}$; I_2 , I_1 – удельные энтальпии кондиционированного и отработанного воздуха соответственно, кДж/кг (I_2= 44,02 кДж/кг и I_1 = 34,06 кДж/кг).

Цель работы: определить расход воздуха на проветривание солода; найти производительность и мощность ворошителя.

Рекомендации для выполнения расчетной части

Методика расчета

На рис..2. представлен эскиз ящичной солодовни.



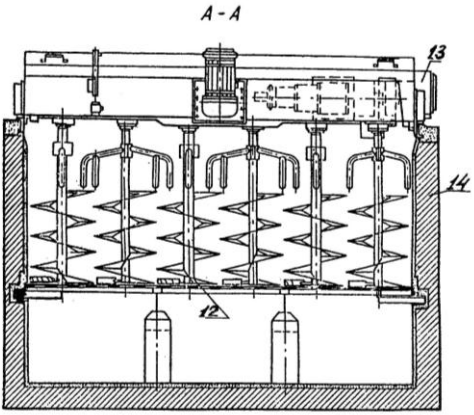


Рис.2. Эскиз ящичной солодовни:
1–8 – ящики; 9 – подситовой канал; 10 – кондиционер; 11 – вентилятор;
12 – ситчатое дно; 13 – шнековый ворошитель –разгрузчик

Определение расхода воздуха на проветривание солода.

Исходя из уравнения теплового баланса, количество теплоты Q, кДж/кг, которое необходимо удалить из 1 кг солода в статической солодовне (рис. 2) путём проветривания его кондиционированным воздухом составит

$$Q=Q_1+Q_2-Q_3-Q_4, \qquad (22)$$

где Q_1 – теплота, выделяемая при замачивании зерна, кДж/кг; Q_2– теплота выделяемая при ращении 1 кг солода, кДж/кг; Q_3– теплота, выделяемая свежепроросшим солодом, кДж/кг; Q_4, – потери теплоты в окружающую среду, кДж/кг.

Теплота, выделяемая при замачивании зерна массой G_3 в аппарате, кДж/кг составляет

$$Q_1=G_3c_3t_2, \qquad (23)$$

где G_3 – масса зерна, замачиваемого в аппарате, кг; c_3 – удельная теплоёмкость зерна, кДж/(кг·К); $t_2=t_п$ – температура замоченного зерна, равная температуре в помещении солодовни, ºС.

Выход замоченного зерна G_3 из 1 кг очищенного ячменя

$$G_3=1+(W_3–W_0)/(100– W_0), \quad (24)$$

где W_0 – начальная влажность очищенного ячменя, %; W_3 – влажность замоченного зерна, %.

Каждый килограмм потерь сухих веществ в солодовне на замачивание, дыхание, с ростками, а также при сушке выделяет в среднем q =17 982 кДж теплоты. Причём при изготовлении солода, таким образом, потери сухих веществ представлены следующими данными: со сплавом при замачивании $S_с$= 1,0…1,2 %; при замачивании S_1 =0,6…0,8 %; на дыхание зерна при замачивании ячменя, ращении и сушке солода $S_д$= 5,5…6,0 %; с ростками $S_р$= 4,5…5,0 %. Всего потери сухих веществ составляют S=11,6…16,0 %.

Теплота Q_2, кДж/кг выделяемая при ращении 1 кг солода с учётом потери массы сухих веществ (S_{max}=13 %),

$$Q_2=qS_{max}/100. \quad (25)$$

Теплота Q_3, кДж/кг выделяемая свежепроросшим солодом

$$Q_3=G_с c_с t_3, \quad (26)$$

где $G_с=G_3(100–S_д)/100$ – выход свежепроросшего солода за вычетом потерь сухих веществ на дыхание зерна ($S_д$=6 %) из замоченного ячменя, кг; t_3 – температура проросшего солода в конце проращивания, ºС; $c_с$ – удельная теплоёмкость солода, кДж/(кг·К).

Если потери теплоты в окружающую среду принять равным 10 % общего количества теплоты, выделяемой при замачивании и ращении солода, тогда потери теплоты в окружающую среду Q_4, кДж/кг определятся

$$Q_4=f(Q_1+Q_2), \quad (27)$$

где f=0,1 – коэффициент, учитывающий потери теплоты в окружающую среду.

Массовый расход воздуха $G_в$, кг на проветривание 1 кг солода,

$$G_в =Q/(I_2–I_1), \quad (28)$$

где I_2 и I_1 – соответственно удельные энтальпии кондиционированного и отработанного воздуха, кДж/кг.

Объёмный расход кондиционированного воздуха на 1 кг свежепроросшего солода V', м³/ч

$$V'=L/\rho_в, \tag{29}$$

где $\rho_в$ – плотность кондиционированного воздуха, кг/м³.

Удельный объёмный часовой расход воздуха на 1 кг свежепроросшего солода

$$V_{уд}=KV'/(\tau_р \cdot 24), \tag{30}$$

где K – коэффициент неравномерности подачи кондиционированного воздуха.

Расчет производительности шнекового ворошителя.

Шнековый ворошитель ящичной солодовни состоит из вертикально установленных шнеков, смонтированных на конических роликоподшипниках в корпусах, которые крепятся фланцами к верхней стенке корпуса ворошителя. На концы валов шнеков насажены цилиндрические зубчатые колёса, входящие в зацепление. Смежные шнеки имеют правое и левое вращение. Ворошитель передвигается по рельсам на четырёх колёсах с помощью цевочного механизма.

Производительность шнека ворошителя $П_р$, кг/ч

$$П_р=1068D^2_рS_рn_ш\rho, \tag{31}$$

где $D_р$ – диаметр шнека, м; $S_р$ – шаг витка, м; $n_ш$ – частота вращения шнека, с$^{-1}$; ρ – насыпная плотность зерна, кг/м³.

Так как ворошение осуществляется несколькими шнеками, то общая их производительность $П_{р\ общ}$, кг/ч

$$П_{р\ общ}=mG_р, \tag{32}$$

где m – число шнеков.

Расчет мощности, необходимой для привода ворошителя.

Мощность $N_р$, кВт, необходимая для привода разгрузочных шнеков при ворошении солода,

$$N_р=2,78\cdot10^{-7}G_{р\ общ}h_с k_т(k_с+1)g/\eta_п=2,75\cdot10^{-6}G_{р\ общ}h_с g, \quad (33)$$

где $h_с$ – высота слоя солода, м; $k_т$=1,2 – коэффициент, учитывающий трение в подшипниках; $k_с$=6 – коэффициент сопротивления перемещаемого продукта; $\eta_п$=0,85 – КПД передачи.

Крутящий момент каждого вала винта шнека $M_{кр}$, Н·м

$$M_{кр}=16,25N_р g/mn_ш. \quad (34)$$

где m – число шнеков.

Мощность электродвигателя привода $N_п$, кВт

$$N_п=N_р/\eta_п. , \quad (35)$$

где $\eta_п$ – КПД привода, ($\eta_п$=0,7).

Таблица 2.2

Варианты индивидуальных заданий

Номер вари-анта	h_c, м	W_0, %	W_3, %	W_c, %	t_1, °C	φ_1,%	d_1, кг/кг	t_2, °C	φ_2, %	d_2, кг/кг	$n_ш$, $с^{-1}$
1	1	11	47	40	13,5	97	0,0085	17,5	85	0,0116	0,13
2	1,05	9	46	45	13	96	0,0086	18	84	0,01159	0,135
3	1,1	12	45	43	12,5	98	0,0087	17	86	0,01161	0,13
4	1,15	13	46	41	11,5	97	0,0088	17,5	85	0,01162	0,135
5	1,2	10	45	42	12	98	0,0089	17	86	0,01159	0,14
6	1,25	11	47	45	11	96	0,009	16,5	84	0,01158	0,145
7	1,3	13	44	40	10,5	97	0,0091	16	85	0,01161	0,15
8	1,35	12	43	44	10	98	0,0092	17,5	86	0,0116	0,13
9	1,4	10	45	41	12	96	0,009	17	84	0,01158	0,135
10	1,45	9	46	43	13	97	0,0089	18	86	0,01159	0,14

Задание на контрольный вопрос теоретический части

Вариант по предпоследней цифре шифра	Контрольный вопрос теоретический части
1	Технологическая линия производства солода
2	Технологическая линия производства хлебопекарных дрожжей
3	Технологическая линия производства фермент-ныхпрепаратов
4	Технологическая линия производства пива
5	Оборудование для ведения биотехнологических процессов, солодорастильные установки
6	Дрожжевые и дрожжерастильные аппараты
7	Ферментаторы и биореакторы
8	Оборудование для брожения пищевых сред
9	Оборудование для созревания пищевых сред
0	Оборудование для копчения пищевых сред

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. Хромеенков. В. М.Буров, Л. А. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик [Текст]: учебник для студ. вузов / В. М. Хромеенков, Л. А. Буров. – СПб.: Гиорд, 2008. – 480 с.

Дополнительный

3. Галицкий, Р. Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий [Текст] / Р. Р. Галицкий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.

4. Оборудование для производства муки и крупы [Текст]: справочник / А. Б. Демский, М. А. Борискин, Е. В. Тамаров, А. С. Чернолихов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.

5. Бутковский, В. А. Технология зерноперерабатывающих производств [Текст] / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Е. М. Мельников. – М.: Интеграф сервис, 1999. – 472 с.

6. Данилин, А. С. Совершенствование комбикормового оборудования промышленных предприятий [Текст] / А. С. Данилин, А.М. Братухин. – М.: Колос, 1982. – 212 с.

7. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий [Текст] / А. Б. Демский, М. А. Борискин, Е. В. Гомаров и др. – М.: Колос, 1989. – 383 с.

8. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока [Текст] / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. – М.: Колос, 2001. – 400 с.

9. Остриков А.Н., Парфенопуло М.Г., Шевцов А.А. Практикум по курсу «Технологическое оборудование» / Воронеж.гос. технол. акад. – Воронеж, 1999. – 424 с.

10 Сурков, В. Д. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности [Текст] / В.Д. Сурков, Н.Н. Липатов, Ю.П. Золотин. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 432 с.

11. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий [Текст] / Б. М. Азаров, А. Т. Лисовенко, Л. А. Буров и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.

12. Бутковский, В. А. Технологическое оборудование мукомольного производства [Текст] / В. А. Бутковский, Г. Е. Птушкина. – М.: Журнал хлебопродукты, 1999. – 208 с.

13. Балашов, В. Е. Практикум по расчетам технологического оборудования предприятий бродильной промышленности [Текст] / В. Е. Балашов, И. Т. Кретов, С. Т. Антипов. – М.: Колос, 1992. –208 с.

14. Бредихин С.А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств.[Текст] / С.А. Бредихин. – М.: КолосС, 2005. – 464 с.

15. Кретов, И. Т. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности [Текст]: учебник / И. Т. Кретов, С. Т. Антипов. – Воронеж: Изд – во государственного университета, 1997. – 624 с.

16. Федоренко. Б. Н. Пивоваренная инженерия [Текст]: учебник для студ. вузов / Б. Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2009. – 1000 с.

17. Драгилев А. И.. Сезанаев Я. Ю. Технологическое оборудование кондитерского производства [Текст] / Под ред. Н. В. Куркиной.-М.: Колос, 2000.-496с.

18. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть I. [Текст] / В.И. Ивашов. – М.: Колос, 2001. – 552 с.: ил.

19. Практикум по расчетам оборудования хлебопекарного и макаронного производств / М.Е. Чернов, В.М. Хроменков, Ю.А. Калошин и др.; Под ред. Ю.А. Калошина. - М.: Агропромиздат, 1991. - 16 с.

20. 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 БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Программа, методические указания и задания
к контрольным работам

Для студентов, обучающихся по направлению
15.02.03 – «Технологические машины и оборудование» ,
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