

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

С.А. Кирюшин
Т.Д. Муранова

Практикум по дисциплине «Материально-техническое
обеспечение предприятий торговли и общественного
питания»
Часть I

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией института экономики и
предпринимательства для студентов ННГУ, обучающихся по
направлению подготовки 38.03.06 «Торговое дело»

Нижегород

2017

УДК 658.27
ББК 65.40я7
К-43

К-43 Кирюшин С.А., Муранова Т.Д. Практикум по дисциплине «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания». Часть 1: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 45 с.

Рецензент: руководитель отдела технического обеспечения ООО «METRO Cash & Carry» **И.А. Иванов**

Практикум содержит необходимые сведения, условия и алгоритмы решения задач по материально-техническому обеспечению предприятий торговли и общественного питания машинами для очистки клубнеплодов, оборудовани ем для измельчения сырья, а также машинами для нарезки продуктов. Приводятся подробные решения типовых задач.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов института экономики и предпринимательства ННГУ им. Н.И. Лобачевского, обучающихся по направлению 38.03.06 «Торговое дело» (бакалавриат).

Ответственный за выпуск:
председатель методической комиссии ИЭП ННГУ,
к.э.н., доцент Летягина Е.Н.

УДК 658.27
ББК 65.40я7

© Национальный исследовательский
Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Организационно-методический раздел.....	4
§1. Материально-техническое обеспечение машинами для очистки клубнеплодов	9
1.1. Материально-техническое обеспечение картофелеочистительной машиной периодического действия	9
1.2. Материально-техническое обеспечение картофелеочистительной машиной непрерывного действия	13
§2. Материально-техническое обеспечение оборудованием для измельчения сырья	17
2.1. Материально-техническое обеспечение машиной для размола кофе с дисковыми жерновами.....	17
2.2. Материально-техническое обеспечение протирочной машиной для изготовления картофельного пюре	18
§3. Материально-техническое обеспечение оборудованием для нарезки продуктов	20
3.1. Материально-техническое обеспечение овощерезательной машиной для нарезки моркови	20
3.2. Материально-техническое обеспечение роторной овощерезательной машиной	22
3.3. Материально-техническое обеспечение пуансонной овощерезательной машиной	26
3.4. Материально-техническое обеспечение овощерезательной машиной с комбинированными элементами	29
3.5. Материально-техническое обеспечение овощерезательной машиной с дисковыми ножами	31
3.6. Материально-техническое обеспечение мясорубкой.....	34
3.7. Материально-техническое обеспечение мясорыхлителем	38
3.8. Материально-техническое обеспечение хлеборезательной машиной.....	39
Список литературы	42

Организационно-методический раздел

Учебно-методическое пособие «Практикум по дисциплине «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания» разработано на основе практических занятий по дисциплине «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания» для бакалавриата направления 38.03.06 «Торговое дело». Дисциплина «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания» посвящена изучению структуры материально-технического обеспечения предприятий торговли и общественного питания, механизации погрузочно-разгрузочных процессов, классификации мебели и торгового оборудования, основ планирования материально-технического обеспечения торговых предприятий основными видами оборудования и мебели, а также расчету необходимо оборудования для предприятий общественного питания.

Цель освоения дисциплины является - формирование у обучающихся необходимых знаний в соответствующих областях деятельности для обеспечения эффективной коммерческой деятельности, необходимых в профессиональной деятельности бакалавров по направлению подготовки 38.03.06 «Торговое дело». По итогам изучения курса обучающиеся получают целостную систему профессиональных знаний в сфере материально-технического обеспечения предприятий торговли и общественного питания различного типа, а также возможность оценивать состояние материально-технической базы предприятия и осуществлять мониторинг в области развития торговой техники и оборудования.

Задачами дисциплины являются:

- создания комфортных условий труда специалистов торгового дела;
- изучение состава и оценки материально-технической базы предприятий торговли и общественного питания;

- механизация погрузочно-разгрузочных работ на предприятии;
- идентификация торгово-холодильного оборудования;
- принятие решений по выбору необходимого количества, вида торгово-технологического оборудования;
- прогнозирование развития торговой техники.

Результаты обучения по данной дисциплине представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<i>Формируемые компетенции</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</i>
ПК-2 способностью осуществлять управление торгово-технологическими процессами на предприятии, регулировать процессы хранения, проводить инвентаризацию, определять и минимизировать затраты материальных и трудовых ресурсов, а также учитывать и списывать потери	<p><i>знать:</i> виды, технические характеристики, правила эксплуатации различных видов торгового оборудования</p> <p><i>уметь:</i> грамотно эксплуатировать различные виды холодильного оборудования, оборудования для расчетов с покупателями, измерительного оборудования, мебели, инвентаря, средств защиты товаров и другими видами оборудования</p> <p><i>владеть:</i> навыками управления торгово-технологическими процессами на предприятии с помощью имеющихся средств и оборудования, определения и</p>

	минимизации затрат материальных и трудовых ресурсов на основе проведения расчетов по показателям материально-технической базы предприятия
ПК-7 способностью организовывать и планировать материально-техническое обеспечение предприятий, закупку и продажу товаров	<p><i>знать:</i> основы планирования материально-технического обеспечения, методiku подхода к выбору торгового оборудования</p> <p><i>уметь:</i> планировать материально-техническое обеспечение предприятия, осуществлять закупку необходимо торгово-технологического оборудования, мебели, инвентаря</p> <p><i>владеть:</i> методиками расчета и выбора требуемого количества торгово-технологического оборудования</p>

Изучение дисциплины «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания» необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин, как: «Мерчендайзинг в торговле», «Организация, технология и проектирование предприятий», «Организация предпринимательской деятельности в общественном питании» и др.

Изучение дисциплины строится на основе сочетания лекций с проведением семинаров, расчетных практических занятий, а также самостоятельной работой обучающихся.

Практические занятия проводятся по основным разделам предмета. На практических занятиях обучающийся приобретает навыки решения производственных задач и ситуаций, работы с нормативной документацией и справочной литературой.

В качестве средств контроля за качеством учебного процесса предусматривается использование контрольных тестов, устных опросов и решение задач.

В ходе обучения преподавателем используются как репродуктивные и объяснительно- иллюстративные методы обучения, так и активные методы обучения. Последние связаны с принципом проблемности в обучении, и предполагают использование активного обучения и мотивируют к познавательной деятельности.

Активные методы обучения, предлагаемые для обучения обучающихся дисциплине: учебные дискуссии, эвристические беседы (беседа с серией вопросов, проблемное изложение материала, самостоятельная поисковая деятельность).

Используемые формы обучения: общегрупповая (при проведении лекционных, семинарских занятий), индивидуальная (при контроле самостоятельной работы обучающегося, при проведении практических занятий).

В данном учебно-методическом пособии представлены алгоритмы решения задач по выбору оборудования для предприятий торговли и общественного питания по трем блокам:

- Материально-техническое обеспечение машинами для очистки клубнеплодов.
- Материально-техническое обеспечение оборудованием для измельчения сырья.
- Материально-техническое обеспечение оборудованием для нарезки продуктов.

По каждому блоку в учебно-методическом пособии представлены:

- задачи;
- формы для проведения расчетов;
- методические указания по решению задач.

Самостоятельное изучение данного учебно-методического пособия способствует мотивированному усвоению содержания курса, развитию творческой составляющей в работе, приобретению навыков исследовательского поиска и применения специальных программных продуктов, анализа реальных фактических данных, чтения и обобщения информации. Появляется понимание значимости оборудования в исследовании торгово-экономических процессов, интерес к предмету.

Учебно-методическое пособие «Практикум по дисциплине «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания» призвано упорядочить процесс решения задач и облегчить самостоятельное изучение дисциплины «Материально-техническое обеспечение предприятий торговли и общественного питания».

§1. Материально-техническое обеспечение машинами для очистки клубнеплодов

1.1. Материально-техническое обеспечение картофелеочистительной машиной периодического действия

Торговую компанию, которая занимается розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить картофелеочистительной машиной периодического действия. Основные технические данные машины: внутренний диаметр рабочей камеры $D=0,35$ м; высота рабочей камеры $H=0,21$ м; время очистки одной порции картофеля $t_o=1,8$ мин. (108 сек.); время загрузки и выгрузки: $t_z+t_e=0,2$ мин. (12 сек.); частота вращения ротора $n=6$ сек.⁻¹; $\varphi =0,65$ - коэффициент заполнения рабочей камеры, равный отношению высоты слоя загруженного картофеля к высоте рабочей камеры; $\rho = 700$ кг/м³ - плотность продукта; радиус приложения силы трения $r_{mp} =0,14$ м; ускорение силы тяжести принять равным $g = 9,8$ м/сек²; $f =0,8$ - коэффициент трения картофеля об абразивную поверхность ротора и стенки камеры. Время $t_{обр.}=120$ часов (учитывается, что машина находится в эксплуатации 5 рабочих дней недели). Время $t_{обр.}$ определяется до начала определения производительности машины на контрольных порциях продукта принимают продолжительность процесса очистки, в течение которого масса полностью очищенных клубней составляет не менее 90 % массы всех клубней, находящихся в данный момент в машине. Полностью очищенным считается клубень, у которого кожура сохраняется в углублениях, а на остальной поверхности имеется не более трех участков с кожурой, наибольший размер которых составляет от 1 до 3 мм. Суммарное время загрузки и выгрузки машины $t_z+t_e = 0,0033$ час., $\eta =0,9$ - к.п.д. передаточного механизма.

Необходимо определить производительность картофелеочистительной машины и мощность ее электродвигателя.

Решение.

Производительность картофелеочистительной машины:

$$Q = 3600 \frac{m}{t_{обр} + t_3 + t_6},$$

(1)

где:

m - масса картофеля, выгруженного из машины по окончании цикла ее работы, кг;

$t_{обр}$ - время очистки одной порции, сек. (определяется с момента окончания загрузки продукта в машину до момента открытия загрузочного люка);

t_3 - время загрузки продукта в машину, сек. (определяется с момента закрытия разгрузочного люка до момента окончания загрузки в машину продукта);

t_6 - время выгрузки машины, сек. (определяется с момента открытия разгрузочного люка до момента его закрытия).

Масса загружаемого продукта:

$$m = \frac{\pi}{4} D^2 H \varphi \rho,$$

(2)

где:

D - внутренний диаметр рабочей камеры, м;

H - высота рабочей камеры, м;

φ - коэффициент заполнения рабочей камеры, равный отношению высоты слоя загруженного картофеля к высоте рабочей камеры;

ρ - плотность продукта, кг/м.

Производительность машины:

$$Q = \frac{900\pi D^2 H \varphi \rho}{t_{обp} + t_3 + t_6} = \frac{2826 D^2 H \varphi \rho}{t_{обp} + t_3 + t_6},$$

(3)

Мощность электродвигателя:

$$N = \frac{M_{mp} \omega}{1000 \eta},$$

(4)

где:

M_{mp} - момент трения картофеля, находящегося в камере для обработки, Н · м;

ω - угловая скорость диска или ротора, рад/с.

Угловая скорость:

$$\omega = 2\pi n,$$

(5)

Момент трения:

$$M_{mp} = mgfr_{mp},$$

(6)

где:

m – масса загружаемого продукта;

g - ускорение силы тяжести (9,8 м/сек².);

f - коэффициент трения картофеля об абразивную поверхность ротора и стенки камеры ($f = 0,8 \dots 1,3$);

r_{mp} - радиус приложения силы трения, м.

Производительность картофелеочистительной машины определяем по формуле (3):

$$Q = \frac{900\pi D^2 H \varphi \rho}{t_{обp} + t_3 + t_6} = \frac{2826 D^2 H \varphi \rho}{t_{обp} + t_3 + t_6},$$

$$Q = 2826 \cdot \frac{0,35^2 \cdot 0,21 \cdot 0,65 \cdot 700}{120,0033} = 276 \text{ кг/час},$$

где:

$D=0,35$ м - внутренний диаметр рабочей камеры;

$H=0,21$ м - высота рабочей камеры;

$\varphi = 0,65$ - коэффициент заполнения рабочей камеры, равный отношению высоты слоя загруженного картофеля к высоте рабочей камеры;

$\rho = 700$ кг/м³ - плотность продукта;

$t_{обр.} = 120$ час.;

$t_3 + t_6 = 0,0033$ час.

Массу загружаемого продукта рассчитываем по формуле (2):

$$m = \frac{3,14 \cdot 0,35^2 \cdot 0,21 \cdot 0,65 \cdot 700}{4} = 9,2 \text{ кг},$$

где:

$\pi=3,14$ (константа);

$D=0,35$ м - внутренний диаметр рабочей камеры;

$H=0,21$ м - высота рабочей камеры;

$\varphi = 0,65$ - коэффициент заполнения рабочей камеры, равный отношению высоты слоя загруженного картофеля к высоте рабочей камеры;

$\rho = 700$ кг/м³ - плотность продукта.

Момент трения картофеля, находящегося в камере для обработки, вычисляем по формуле (6):

$$M_{тр} = mgfr_{тр},$$

$$M_{тр} = 9,2 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \cdot 0,14 = 10,1 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где:

$m=9,2$ кг – масса загружаемого продукта;

$g = 9,8$ м/сек² - ускорение силы тяжести;

$f=0,8$ - коэффициент трения картофеля об абразивную поверхность ротора и стенки камеры;

$r_{mp} = 0,14$ м - радиус приложения силы трения.

Угловую скорость диска или ротора определяем по формуле (5):

$$\omega = 2\pi n,$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 6 = 37,68 \text{ рад/с.}$$

где:

$\pi = 3,14$ (константа);

$n = 6 \text{ сек.}^{-1}$ - частота вращения ротора.

Мощность электродвигателя картофелеочистительной машины, вычисленная по формуле (4), будет равна:

$$N = \frac{M_{mp} \omega}{1000 \eta},$$

$$N = \frac{10,1 \cdot 37,68}{1000 \cdot 0,9} = 0,42 \text{ кВт.}$$

где:

$M_{mp} = 10,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, - момент трения;

$\omega = 37,68 \text{ рад/с}$ - угловая скорость диска или ротора;

η - к.п.д. передаточного механизма.

1.2. Материально-техническое обеспечение картофелеочистительной машиной непрерывного действия

Торговую компанию, которая занимается розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить картофелеочистительной машиной непрерывного действия. Основные технические данные машины: ширина разгрузочного окна рабочей камеры $b = 0,25$ м; длина рабочей камеры $L = 1,2$ м; ширина камеры $B = 1,0$ м; частота вращения рабочих валиков $n = 16,6 \text{ с}^{-1}$; средний диаметр валика $d_{cp} = 0,068$ м. Толщина слоя продукта у разгрузочного окна равна среднему размеру поперечного сечения клубня $a = 0,06$ м; коэффициент

заполнения рабочей камеры продуктом $\varphi=0,5$; коэффициент трения продукта об абразивную поверхность очистительных валков $f=1,2$; $v = 0,035$ м/с - скорость продвижения картофеля; $\rho = 700$ кг/м³ плотность продукта; $g = 9,81$ м/с² - ускорение силы тяжести; $\eta = 0,8$ – к.п.д. передаточного механизма.

Необходимо определить производительность картофелеочистительной машины и мощность ее электродвигателя.

Решение.

Производительность машины определяем по формуле (1):

$$Q = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \varphi \cdot \rho,$$

(1)

где:

F - площадь поперечного сечения слоя картофеля у разгрузочного лотка, м²;

v - скорость продвижения картофеля, м/с;

φ - коэффициент, учитывающий заполнение камеры продуктом;

ρ - плотность продукта, кг/м³.

Площадь поперечного сечения определяем по формуле:

$$F = ab,$$

(2)

где:

a - толщина слоя продукта у разгрузочного окна, м;

b - ширина разгрузочного окна, м.

Потребляемую мощность электродвигателя определяем:

$$N = \frac{mgf\pi d_{cp} n}{1000\eta},$$

(3)

где:

m - масса продукта, находящегося в камере для обработки, кг;

g - ускорение силы тяжести ($g=9,81 \text{ м/с}^2$);

f - коэффициент трения продукта об абразивную поверхность очистительных валиков (равен 1,2 по исходным данным задачи);

d_{cp} - средний диаметр валиков, м;

n - частота вращения валиков, с^{-1} ;

η - к.п.д. передаточного механизма.

Массу m продукта, находящегося в камере для обработки, определяем:

$$m = LBa\rho,$$

(4)

где:

L - длина рабочей камеры, м;

B - ширина рабочей камеры, м;

a - толщина слоя продукта у разгрузочного окна, м;

ρ - плотность продукта, кг/м^3 .

Для определения производительности картофелеочистительной машины подставим данные в формулу (1):

$$Q = 3600 \cdot F \cdot v \cdot \varphi \cdot \rho,$$

$$Q = 3600 \cdot 0,06 \cdot 0,25 \cdot 0,035 \cdot 0,5 \cdot 700 = 661 \text{ кг/ч},$$

где:

$a=0,06 \text{ м}$ - толщина слоя продукта у разгрузочного окна равна среднему размеру поперечного сечения клубня;

$b=0,25 \text{ м}$ - ширина разгрузочного окна рабочей камеры;

$v = 0,035 \text{ м/с}$ - скорость продвижения картофеля;

$\varphi=0,5$ - коэффициент заполнения рабочей камеры *продуктом*;

$\rho = 700$ кг/м³ плотность продукта.

Для определения мощности подсчитываем по формуле (4) массу продукта, находящегося в камере для обработки (исходя из максимальной загрузки):

$$m = LBa\rho ,$$

$$m=1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,06 \cdot 700 = 50 \text{ кг},$$

где:

$L=1,2$ м - длина рабочей камеры;

$B=1,0$ м - ширина камеры;

$a=0,06$ м - толщина слоя продукта у разгрузочного окна равна среднему размеру поперечного сечения клубня;

$\rho = 700$ кг/м³ - плотность продукта.

Подставив числовые значения полученной массы и технические параметры машины в формулу (3), получим:

$$N = \frac{mgf\pi d_{cp}n}{1000\eta} ,$$

$$N = \frac{50 \cdot 9,8 \cdot 1,2 \cdot 3,14 \cdot 0,068 \cdot 16,6}{1000 \cdot 0,8} = 2,6 \text{ кВт},$$

где:

$m=50$ кг - масса продукта, находящегося в камере для обработки (исходя из максимальной загрузки);

$g = 9,81$ м/с² - ускорение силы тяжести;

$f = 1,2$ - коэффициент трения продукта об абразивную поверхность очистительных валков;

$\pi = 3,14$ (константа);

$d_{cp}=0,068$ м - средний диаметр валика;

$n=16,6$ с⁻¹ - частота вращения рабочих валков;

$\eta = 0,8$ – к.п.д передаточного механизма.

§2. Материально-техническое обеспечение оборудованием для измельчения сырья

2.1. Материально-техническое обеспечение машиной для размола кофе с дисковыми жерновами

Торговая компания осуществляет поставки кофе, а также имеет сеть кофе-баров. В один из кофе-баров потребовалась машина для размола кофе с дисковыми жерновами. Основные технические данные: максимальный диаметр жернова $D_{max} = 0,145$ м, минимальный диаметр жернова $D_{min} = 0,07$ м, зазор между жерновами $b = 0,0005$ м, частота вращения жернова $n = 23,7$ сек.⁻¹, коэффициент заполнения продуктом пространства между жерновами $\varphi = 0,2$, плотность продукта $\rho = 550$ кг/м³.

Определить производительность машины для размола кофе.

Решение.

Объем пространства между жерновами определим по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot (D_{max}^2 - D_{min}^2) \cdot b}{4},$$

(1)

где:

$\pi = 3,14$ (константа);

$D_{max} = 0,145$ м, максимальный диаметр жернова;

$D_{min} = 0,07$ м, минимальный диаметр жернова;

$b = 0,0005$ м, зазор между жерновами.

$$V = \frac{3,14 \cdot (0,145^2 - 0,07^2) \cdot 0,0005}{4} = 0,00000633 \text{ м}^3$$

После подстановки числовых значений в формулу (2) производительность механизма будет равна:

$$Q = 3600Vn\rho\varphi ,$$

(2)

$$Q = 3600 \cdot 0,00000633 \cdot 23,7 \cdot 550 \cdot 0,2 = 59,4 \text{ кг/ч},$$

где:

$V=0,00000633 \text{ м}^3$ - объем пространства между жерновами;

$n=23,7 \text{ сек.}^{-1}$ - частота вращения жернова;

$\rho=550 \text{ кг/м}^3$ - плотность продукта.

$\varphi=0,2$ - коэффициент заполнения продуктом пространства между жерновами;

2.2. Материально-техническое обеспечение протирочной машины для изготовления картофельного пюре

Рассчитать производительность протирочной машины, необходимой для реализации торговой фирмой картофельного пюре. Высокое качество готового продукта достигается, когда лопасти оказывают незначительное воздействие на продукт, подвергая его минимальному давлению. Продукт измельчается кромками сита без значительной деформации и сжатия. За один оборот каждой лопасти через сито проходит количество продукта, пропорциональное площади отверстий сита и его толщине. Основные данные протирочной машины: диаметр решетки (сита) $D=0,3 \text{ м}$, коэффициент использования площади решетки (сита) $\gamma=0,35$, количество лопастей равно $z=2$, толщина срезаемого слоя $\delta=2 \text{ мм}$, частота вращения лопастей $n=4,3 \text{ сек.}^{-1}$, плотность картофеля $\rho=700 \text{ кг/м}^3$, коэффициент заполнения решетки (сита) продуктом $\varphi=0,7$.

Решение.

Производительность протирочной машины:

$$Q = 900\pi D^2 \gamma z \delta n \rho \varphi ,$$

(1)

где:

D - диаметр решетки (сита), м;

γ - коэффициент использования площади решетки (сита);

z - количество лопастей, шт.;

δ - толщина срезаемого слоя, м;

n - частота вращения, с^{-1} ;

ρ - плотность продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$;

φ - коэффициент заполнения решетки (сита) продуктом.

Коэффициент использования площади решетки (сита) рассчитывается по формуле:

$$\gamma = \frac{F_0}{F_n},$$

(2)

где:

F_0 - площадь отверстий, мм^2 ;

F_n - площадь решетки (сита), мм^2 .

Т.к. коэффициент использования площади решетки (сита) $\gamma=0,35$ задан в исходных данных, используем для расчета (1), получаем:

$$Q = 900\pi D^2 \gamma z \delta n \rho \varphi,$$

$$Q = 900 \cdot 3,14 \cdot 0,3^2 \cdot 0,35 \cdot 2 \cdot 0,002 \cdot 4,3 \cdot 700 \cdot 0,7 = 750 \text{ кг/час},$$

где:

$\pi = 3,14$ (константа);

$D=0,3$ м - диаметр решетки (сита);

$\gamma=0,35$ - коэффициент использования площади решетки (сита);

$z=2$ - количество лопастей;

$\delta=2$ мм= $0,002$ м - толщина срезаемого слоя;

$n=4,3$ сек. $^{-1}$ - частота вращения лопастей;

$\rho=700$ $\text{кг}/\text{м}^3$ - плотность картофеля;

$\varphi=0,7$ - коэффициент заполнения решетки (сита) продуктом.

§3. Материально-техническое обеспечение оборудованием для нарезки продуктов

3.1. Материально-техническое обеспечение овощерезательной машины для нарезки моркови

Рассчитать производительность и требуемую мощность двигателя для сменного механизма овощерезательной машины, используемой преимущественно для нарезки моркови ломтиками, и, необходимой для общего процесса реализации торговой фирмой овощного пюре. Мощностью, необходимой для преодоления силы трения, в силу ее незначительной величины, пренебречь. Известны нижеследующие технические данные овощерезательной машины: максимальное и минимальное расстояние от оси вращения до рабочих точек ножа $r_{max}=0,094$ м, $r_{min}=0,014$ м соответственно; частота вращения вертикального ножевого диска $n=2,83$ с⁻¹; число ножей на диске $z=2$; общая длина лезвий ножа $\sum l=0,168$ м; плотность моркови $\rho=700$ кг/м³; коэффициент длины лезвий $k=0,8$; коэффициент использования плоскости диска $\varphi=0,25$ (для вертикальных машин); удельное сопротивление моркови резанию $q_s=800$ Н/м; требуемая толщина ломтиков $h=0,002$ м; $\eta=0,95$ – к.п.д. передаточного механизма.

Решение.

Имеем дисковую овощерезку, поэтому производительность механизма:

$$Q = 3600\pi(r_{max}^2 - r_{min}^2)hzn\rho\varphi,$$

$$Q = 3600 \cdot 3,14 \cdot (0,094^2 - 0,014^2) \cdot 0,002 \cdot 2 \cdot 2,83 \cdot 700 \cdot 0,25 = 193$$

кг/час.

где:

$\pi = 3,14$ (константа);

$r_{max} = 0,094$ м, - максимальное расстояние от оси вращения до рабочих точек ножа,

$r_{min} = 0,014$ м - минимальное расстояние от оси вращения до рабочих точек ножа,

$h = 0,002$ м - требуемая толщина ломтиков,

$z = 2$ шт., число ножей на диске,

$n = 2,83 \text{ с}^{-1}$, - частота вращения вертикального ножевого диска,

$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ - плотность продукта,

$\varphi = 0,25$ - коэффициент использования плоскости диска.

Мощность двигателя дисковых овощерезательных машин:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta},$$

где:

N_1 – мощность, необходимая для разрезания, Вт,

N_2 – мощность, необходимая для преодоления силы трения, обычно мощность, необходимая для преодоления силы трения мала, ей можно пренебречь, Вт,

η - к.п.д. передаточного механизма.

Мощность, необходимая для разрезания:

$$N_1 = q_s \sum l \cdot v_{cp} \cdot k = q_s \cdot \sum l \cdot \pi \cdot n \cdot (r_{max} + r_{min}) \cdot k, \text{ при } v_{cp} = \pi n (r_{max} + r_{min}).$$

$$N_1 = 800 \cdot 0,164 \cdot 3,14 \cdot 2,83 \cdot 0,108 \cdot 0,8 = 100,7 \text{ Вт},$$

где:

$q_s = 800 \text{ Н/м}$ - удельное сопротивление разрезанию продукта,

$\sum l = 0,168$ м - общая длина лезвий ножа, м,

$\pi = 3,14$ (константа);

$n = 2,83 \text{ с}^{-1}$, - частота вращения вертикального ножевого диска,

$(r_{\max} + r_{\min}) = 0,108$ м, - сумма максимального и минимального расстояния от оси вращения до рабочих точек ножа,

$k=0,8$ - коэффициент длины лезвий.

v_{cp} - средняя окружная скорость движения лезвий ножа (в средней точке), м/с.

Рассчитаем необходимую мощность для нарезки овощей.

Необходимая мощность N_2 для преодоления силы трения продукта о вертикальную плоскость ножевого диска является незначительной, ей можно пренебречь.

Необходимая мощность равна:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta},$$

$$N = [100,7 / (1000 \cdot 0,95)] = 0,1 \text{ кВт},$$

где:

$\eta = 0,95$ к.п.д. передаточного механизма.

3.2. Материально-техническое обеспечение роторной овощерезательной машиной

Рассчитать производительность и требуемую мощность двигателя роторной овощерезательной машины, используемой преимущественно для нарезки картофеля ломтиками, и, необходимой для общего процесса реализации торговой фирмой картофельного пюре. Машина имеет нижеследующие технические данные: частота вращения ротора $n=7,75 \text{ с}^{-1}$; толщина отрезаемого слоя картофеля $h=0,002$ м; длина лезвия $l=0,1$ м; диаметр ротора $D=0,4$ м; плотность картофеля $\rho=700 \text{ кг/м}^3$; высота барабана $H=0,2$ м; $R=0,2$ м – радиус барабана; окружная скорость ротора v

$=9,74$ м/с; $\chi=0,04$ - коэффициент заполнения барабана продуктом; коэффициент использования длины лезвия $k=0,5$; угловая скорость $\omega =48,7$ рад/с; коэффициент заполнения объема ротора продуктом $\varphi =0,2$; $f =0,2$ – коэффициент трения продукта по стенкам барабана; $q =700$ Н/м – удельное сопротивление разрезанию продукта, по картофелю; $\eta = 0,98$ - к.п.д. передаточного механизма.

Решение.

Производительность роторной овощерезательной машины:

$$Q = 3600\pi Dnhlk\rho\varphi,$$

где:

n - частота вращения ротора с^{-1} ,

h - толщина отрезаемого ломтика картофеля, м,

D – диаметр ротора, м,

l – длина ножа, м,

ρ - плотность продукта, кг/м^3 ,

k – коэффициент использования длины лезвия (обычно лежит в пределах: $k=0,4\div 0,6$),

φ - коэффициент заполнения объема ротора продуктом (обычно лежит в пределах: $\varphi=0,2\div 0,3$).

Мощность двигателя роторных овощерезательных машин:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta},$$

где:

N_1 – мощность, необходимая для разрезания, Вт,

N_2 – мощность, необходимая для преодоления силы трения продукта о стенки барабана, Вт,

η - к.п.д. передаточного механизма.

Мощность, необходимая для разрезания картофеля:

$$N_1 = qlvk ,$$

где:

q – удельное сопротивление разрезанию продукта, по картофелю 700 Н/м,

l – длина лезвий, м,

v – окружная скорость ротора, м/с.

Окружная скорость ротора:

$$v = \omega R ,$$

где:

R – радиус ротора, м,

ω - угловая скорость ротора, рад/с.

Мощность, необходимая для преодоления силы трения продукта о стенки барабана:

$$N_2 = M_{mp} \cdot \omega ,$$

где:

M_{mp} – момент трения, Н·м,

ω - угловая скорость, рад/с.

Момент трения:

$$M_{mp} = P_{mp} \cdot R ,$$

где:

P_{mp} – сила трения, возникающая от центробежной силы, прижимающей продукт к стенкам барабана, Н,

R – радиус, м.

Сила трения:

$$P_{mp} = m\omega^2 Rf ,$$

где:

m – масса продукта, кг,

R – радиус барабана, м,

ω - угловая скорость, рад/с,

f – коэффициент трения продукта по стенкам барабана ($f \approx 0,2$).

Масса продукта:

$$m = V\rho\chi,$$

где:

V – объем барабана, м³,

ρ - плотность продукта, кг/м³,

χ - коэффициент заполнения барабана продуктом ($\chi \approx 0,04$).

Объем барабана:

$$V = \pi R^2 H,$$

где:

$\pi=3,14$ (константа),

R – радиус барабана, м,

H – высота барабана, м.

С учетом вышеуказанных формул и обозначений в них, мощность, необходимая для преодоления силы трения продукта о стенки барабана примет вид:

$$N_2 = \pi R^4 H \omega^3 f \rho \chi.$$

Подставляем исходные данные задачи для расчета производительности роторной машины:

$$Q = 3600\pi D n h l k \rho \varphi = 3600 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 7,75 \cdot 0,002 \cdot 0,1 \cdot 700 \cdot 0,5 \cdot 0,2 = 491 \text{ кг/час},$$

где:

$\pi=3,14$ (константа),

$D=0,4$ м - диаметр ротора,

$n=7,75$ с⁻¹ - частота вращения ротора,

$h= 0,002$ м - толщина отрезаемого слоя картофеля,

$l=0,1$ м - длина лезвия,

$\rho=700$ кг/м³ - плотность картофеля,

$k=0,5$ - коэффициент использования длины лезвия,

$\varphi =0,2$ - коэффициент заполнения объема ротора продуктом.

Мощность, необходимая для разрезания картофеля:

$$N_1 = qlvk = 700 \cdot 0,1 \cdot 9,74 \cdot 0,5 = 340,9 \text{ Вт},$$

где:

$q = 700 \text{ Н/м}$ – удельное сопротивление разрезанию продукта, по картофелю,

$l = 0,1 \text{ м}$ – длина лезвий,

$v = 9,74 \text{ м/с}$ – окружная скорость ротора,

$k = 0,5$ - коэффициент использования длины лезвия.

Мощность, необходимая для преодоления силы трения продукта о стенки барабана:

$$N_2 = \pi R^4 H \omega^3 f \rho \chi = 3,14 \cdot 0,2^4 \cdot 0,2 \cdot 48,7^3 \cdot 0,2 \cdot 700 \cdot 0,04 = 649,9 \text{ Вт},$$

где:

$\pi = 3,14$ (константа),

$R = 0,2 \text{ м}$ – радиус барабана,

$H = 0,2 \text{ м}$ - высота барабана,

$\omega = 48,7 \text{ рад/с}$, угловая скорость,

$f = 0,2$ – коэффициент трения продукта по стенкам барабана,

$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ - плотность картофеля,

$\chi = 0,04$ - коэффициент заполнения барабана продуктом.

Определяем требуемую мощность:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta} = \frac{340,9 + 649,9}{1000 \cdot 0,98} = 1,0 \text{ кВт}, \text{ где: } \eta = 0,98 \text{ - к.п.д. передаточного}$$

механизма.

3.3. Материально-техническое обеспечение пуансонной овощерезательной машиной

Торговую компанию, занимающуюся розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить пуансонной овощерезательной машиной, которая будет применяться для резания картофеля. Требуется определить

производительность и требуемую мощность пуансонной овощерезательной машины. Основные технические данные: площадь ножевой решетки $F=0,005 \text{ м}^2$; средний диаметр обрабатываемого клубня $d=0,04 \text{ м}$; частота вращения кривошипа $n=0,47 \text{ с}^{-1}$; длина одного ножа $l=0,065 \text{ м}$; число ножей $z=12$; число пальцев толкателя $Z=36$; толщина ножей $\delta=0,001 \text{ м}$; высота ножей $h=0,016 \text{ м}$; модуль упругости картофеля $E=24 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$; плотность картофеля $\rho=700 \text{ кг/м}^3$; коэффициент использования площади решетки $\varphi=0,4$; удельное сопротивление резанию картофеля $q_s=700 \text{ Н/м}$; $k=0,7$ – коэффициент использования длины лезвия; $f=0,5$ – коэффициент трения картофеля о ножи; $\eta=0,8$ – к.п.д. передаточного механизма.

Решение.

Находим скорость продвижения продукта сквозь ножевую решетку:

$$v = dn = 0,04 \cdot 0,47 \approx 0,02 \text{ м/с},$$

где:

$d=0,04 \text{ м}$ - средний диаметр обрабатываемого клубня,

$n=0,47 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения кривошипа.

Производительность пуансонной овощерезательной машины:

$$Q = 3600F\varphi v\rho = 3600 \cdot 0,005 \cdot 0,4 \cdot 0,02 \cdot 700 = 100,8 \text{ кг/час},$$

где:

$F=0,005 \text{ м}^2$ - площадь ножевой решетки,

$\varphi=0,4$ - коэффициент использования площади решетки,

$v=0,02 \text{ м/с}$ - скорость продвижения продукта сквозь ножевую решетку,

$\rho=700 \text{ кг/м}^3$ - плотность картофеля.

Находим общую длину всех ножей:

$$\sum_{i=1}^{12} l = \sum l = 0,065 \cdot 12 = 0,78 \text{ м},$$

где:

$l=0,065$ м - длина одного ножа.

Мощность, требуемая для разрезания картофеля:

$$N_1 = q_e \cdot v \cdot \sum l \cdot k = 700 \cdot 0,02 \cdot 0,78 \cdot 0,7 = 7,64 \text{ Вт.}$$

где:

$q_e=700$ Н/м - удельное сопротивление резанию картофеля,

$v=0,02$ м/с - скорость продвижения продукта сквозь ножевую решетку,

$\sum l = 0,78$ м - общая длина всех ножей,

$k=0,7$ - коэффициент использования длины лезвия.

Мощность, необходимая для проталкивания ломтиков продукта в ячейки между ножками решетки:

$$N_2 = 4ZfE\delta hv = 4 \cdot 36 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 10^5 \cdot 0,001 \cdot 0,016 \cdot 0,02 = 55,3 \text{ Вт,}$$

где:

$Z=36$ - число пальцев толкателя,

$f=0,5$ – коэффициент трения картофеля о ножи,

$E=24 \cdot 10^5$ Н/м² - модуль упругости картофеля,

$\delta=0,001$ м - толщина ножей,

$h=0,016$ м - высота ножей,

$v=0,02$ м/с - скорость продвижения продукта сквозь ножевую решетку.

Требуемая мощность:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000 \cdot \eta} = \frac{7,64 + 55,3}{1000 \cdot 0,8} = \frac{62,94}{800} \approx 0,1 \text{ кВт.}$$

где:

$N_1=7,64$ кВт (мощность, требуемая для разрезания картофеля),

$N_2=55,3$ кВт (мощность, необходимая для проталкивания ломтиков продукта в ячейки между ножками решетки),

$\eta=0,8$ – к.п.д. передаточного механизма.

3.4. Материально-техническое обеспечение овощерезательной машиной с комбинированными элементами

Торговую компанию, занимающуюся розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить овощерезательной машиной с комбинированными элементами, которая будет применяться для резания картофеля. Требуется определить производительность и требуемую мощность овощерезательной машины с комбинированными элементами. Основные технические данные: длина ножевой решетки $a=0,17$ м; ширина $b=0,12$ м; частота вращения ножа $n=1$ с⁻¹; толщина отрезаемого ломтика $h=8$ мм ($h=0,008$ м); плотность картофеля $\rho=700$ кг/м³; $L = 1,45$ м – длина одного неподвижного вертикального ножа; число ножей $z=2$; $y = 0,008$ м – ширина ножа; толщина ножей $\delta=0,005$ м; коэффициент использования площади решетки $\varphi=0,4$; удельное сопротивление резанию картофеля $q=700$ Н/м; коэффициент, учитывающий перерывы в подаче продукта $\varepsilon=0,5$; модуль упругости картофеля $E=25 \cdot 10^5$ Н/м²; сила, вызывающая трение $P = 18$ Н; максимальный и минимальный радиусы ножей $r_{max}=0,15$ м, $r_{min}=0,05$ м; $l = 0,12$ м – длина вращающегося ножа; $k=0,6$ – коэффициент использования длины лезвий; $\omega = 6,28$ рад/с - угловая скорость ножей; $f=0,2$ - коэффициент трения; $\eta=0,9$ – к.п.д. передаточного механизма.

Решение.

Производительность овощерезательной машины с комбинированными элементами по картофелю:

$$Q = 3600Fv\rho\varphi\varepsilon = 3600 \cdot 0,0204 \cdot 0,016 \cdot 700 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \approx 165 \text{ кг/час.}$$

где:

F – площадь ножевой рамки, м², $F=ab=0,17 \cdot 0,12=0,0204$ м²,

v – скорость продвижения продукта сквозь ячейки решетки, м/с,

$v=zhn=2 \cdot 0,008 \cdot 1=0,016$ м/с,

$\rho=700 \text{ кг/м}^3$ - плотность картофеля,

$\varphi=0,4$ - коэффициент использования площади решетки,

$\varepsilon=0,5$ - коэффициент, учитывающий перерывы в подаче продукта.

Мощность для нарезки вращающимся ножом:

$$N_1 = qlvk = 700 \cdot 0,12 \cdot 0,628 \cdot 0,6 = 31,65 \text{ Вт},$$

где:

$q=700 \text{ Н/м}$ - удельное сопротивление резанию картофеля;

$l=0,12 \text{ м}$ – длина вращающегося ножа;

$v=0,628 \text{ м/с}$, окружная скорость лезвий ножей в средней точке;

$$v = \pi n(r_{\max} + r_{\min}) = 3,14 \cdot 1 \cdot (0,15 + 0,05) = 0,628 \text{ м/с};$$

$k=0,6$ – коэффициент использования длины лезвий.

Мощность преодоления силы трения:

$$N_2 = M_{mp} \cdot \omega = 0,36 \cdot 6,28 = 2,3 \text{ Вт},$$

где:

$\omega=6,28 \text{ рад/с}$ - угловая скорость ножей,

$M_{mp} = 0,36 \text{ Н}\cdot\text{м}$ – момент трения,

$$M_{mp} = \frac{P \cdot (r_{\max} + r_{\min})}{2} \cdot f = \frac{18 \cdot (0,15 + 0,05)}{2} \cdot 0,2 = 0,36 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$P = 18 \text{ Н}$ - сила, вызывающая трение.

Мощность, необходимая для нарезания продукта неподвижными вертикальными ножами:

$$N_3 = q \cdot \sum L \cdot v_2 \cdot k = 700 \cdot 2,9 \cdot 0,008 \cdot 0,6 = 12,992 \approx 13 \text{ Вт},$$

где:

$q=700 \text{ Н/м}$ - удельное сопротивление резанию картофеля;

$\sum_{i=1}^2 L = \sum L = 1,45 \cdot 2 = 2,9 \text{ м}$ – общая длина неподвижных вертикальных ножей,

число ножей $z=2$,

v_2 – скорость поступательного перемещения ломтика картофеля, м/с

$$v_2 = h \cdot n = 0,008 \cdot 1 = 0,008 \text{ м/с},$$

$k=0,6$ – коэффициент использования длины лезвий.

Мощность, необходимая для продвижения брусков (ломтиков) картофеля в ячейки между ножами решетки:

$$N_4 = 4 f z E \delta y v_2 = 4 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 10^5 \cdot 0,005 \cdot 0,008 \cdot 0,008 = 1,28 \text{ Вт},$$

где:

$f=0,2$ – коэффициент трения;

$z=2$ - число ножей,

$E=25 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ - модуль упругости картофеля;

$\delta=0,005 \text{ м}$ - толщина ножей;

$y = 0,008 \text{ м}$ – ширина ножа;

$v_2=0,008 \text{ м/с}$ - скорость поступательного перемещения ломтика картофеля,

Требуемая мощность:

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}{1000 \cdot \eta} = \frac{31,65 + 2,3 + 13 + 1,28}{1000 \cdot 0,9} = 0,05 \text{ кВт},$$

где: $\eta=0,9$ – к.п.д. передаточного механизма.

3.5. Материально-техническое обеспечение овощерезательной машиной с дисковыми ножами

Торговую компанию, которая занимается розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить овощерезательной машиной с дисковыми ножами, которая будет применяться для резания лимонов. Требуется определить производительность и требуемую мощность овощерезательной машины с дисковыми ножами. Основные технические данные: диаметры круглых ячеек $d_{o1}=0,08 \text{ м}$, $d_{o2}=0,096 \text{ м}$, $d_{o3}=0,116 \text{ м}$; $\varphi =0,7$ коэффициент использования площади отверстий ячейки; частота вращения бункера $n=0,47 \text{ с}^{-1}$; диаметр ножа $d=0,24 \text{ м}$, радиус бункера до центра ячейки $r_0=0,08 \text{ м}$; вес бункера $G_6= 30 \text{ Н}$; вес продукта в ячейках $G_n=2 \text{ Н}$; плотность продукта $\rho=600 \text{ кг/м}^3$; $h =0,003 \text{ м}$, толщина разрезаемого ломтика

продукта; $q_6 = 950$ Н/м – удельное сопротивление резанию для лимонов; $k=0,5$ – коэффициент использования длины лезвия ножа; $d = 0,24$ м, – диаметр ножа; $f = 0,5$ – коэффициент трения о платформу; $\eta=0,8$ – к.п.д. передаточного механизма.

Решение.

Общая площадь круглых ячеек:

$$F_0 = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_{1,2,3} = \frac{\pi d_0^2}{4},$$

где:

$\pi=3,14$ (константа),

d_0 – соответствующие диаметры ячеек, м.

$$F_1 = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,005 \text{ м}^2,$$

$$F_2 = \frac{3,14 \cdot 0,096^2}{4} = 0,0072 \text{ м}^2,$$

$$F_3 = \frac{3,14 \cdot 0,116^2}{4} = 0,0106 \text{ м}^2.$$

$$F_0 = F_1 + F_2 + F_3 = 0,005 + 0,0072 + 0,0106 = 0,0228 \text{ м}^2$$

Производительность овощерезательной машины с дисковыми ножами:

$$Q = 3600 F_0 h n \rho \varphi = 3600 \cdot 0,0228 \cdot 0,003 \cdot 0,47 \cdot 600 \cdot 0,7 = 49 \text{ кг/час},$$

где:

$F_0 = 0,0228 \text{ м}^2$ – площадь ячеек бункера,

$h = 0,003$ м - толщина разрезаемого ломтика продукта,

$n = 0,47 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения бункера,

$\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ - плотность продукта,

$\varphi = 0,7$ - коэффициент использования площади отверстий ячейки.

Скорость резания:

$$v = 2\pi nr = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,47 \cdot 0,08 = 0,24 \text{ м/с},$$

где:

$\pi=3,14$ (константа),

$r=0,08$ м, радиус бункера (до центра ячейки),

$n=0,47 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения бункера вокруг собственной оси,

Мощность нарезки овощей ножами:

$$N_1 = q_e \pi d v k = 950 \cdot 3,14 \cdot 0,24 \cdot 0,24 \cdot 0,5 = 86 \text{ Вт},$$

где:

$q_e = 950 \text{ Н/м}$ – удельное сопротивление резанию для лимонов,

$\pi=3,14$ (константа),

$d=0,24$ м, – диаметр ножа,

$k=0,5$ – коэффициент использования длины лезвия ножа,

$v=0,24 \text{ м/с}$ скорость резания.

Мощность электродвигателя, требуемая для вращения бункера:

$$N_2 = (G_6 + G_n) \cdot v \cdot (1 + f) = (30 + 2) \cdot 0,24 \cdot (1 + 0,5) = 11,5 \text{ Вт},$$

где:

$G_6=30 \text{ Н}$ - вес бункера,

$G_n=2 \text{ Н}$ - вес продукта в ячейках,

$v=0,24 \text{ м/с}$ скорость резания,

$f=0,5$ – коэффициент трения о платформу.

Тогда требуемая мощность будет равна:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000 \cdot \eta} = \frac{86 + 11,5}{1000 \cdot 0,8} = 0,12 \text{ кВт},$$

где:

$\eta=0,8$ – к.п.д. передаточного механизма.

3.6. Материально-техническое обеспечение мясорубкой

Торговую компанию, которая занимается розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить мясорубкой. Требуется определить производительность и требуемую мощность мясорубки. Основные технические данные: наружный диаметр шнека $d_n=25$ мм; внутренний диаметр шнека $d_e=52$ мм; диаметр решетки $D=52$ мм; диаметр отверстий решеток №1,2,3 соответственно равен 3,5,9 мм; средний диаметр подрезной решетки $D_{cp}=18$ мм; частота вращения шнека $n=2,83$ с⁻¹; число отверстий решеток $z_1=3$ (подрезной решетки), $z_2=42$, $z_3=12$; углы шнека $\beta=9^\circ$, $\alpha=0^\circ$, $r_{min}=16$ мм, $r_{max}=26$ мм – минимальное и максимальное расстояние от оси вращения до крайних точек лезвия соответственно; $\rho = 1000$ кг/м³ - плотность продукта (охлажденного мяса); $\varphi = 0,7$ - коэффициент заполнения отверстий решетки продуктом; $k_n = 0,5$ – угол проворачивания продукта вместе со шнеком; $\tau = 300$ Н/м - напряжение среза продукта (охлажденного мяса); $\psi = 1,6$ коэффициент, учитывающий потери мощности на преодоление силы трения продукта при его движении в рабочей камере; $A = 105$ кН/м² - удельная энергоемкость, затрачиваемая на перерезание слоя продукта одной режущей парой на единицу поверхности; $z = 4$ - число режущих пар; $\gamma = 4$ шт. – число перьев на ноже; $\eta=0,95$ – к.п.д. передаточного механизма. Учитывать, что площади решеток незначительно различаются друг от друга, то принимать для расчета площадь выходной решетки $F=F_3$. Для измельчения продуктов применяется основной набор режущего инструмента: подрезная решетка, 2 двухсторонних ножа, 2 решетки с крупными и мелкими отверстиями.

Решение.

Производительность мясорубки по второй решетке:

$$Q = 900\pi^2 n d_0^2 z_0 (r_n + r_e) \rho \operatorname{tg} \beta \cos \alpha k_n \varphi,$$

$$Q = 900 \cdot 3,14^2 \cdot 2,83 \cdot 0,005^2 \cdot 42 \cdot (0,026 + 0,0125) \cdot 1000 \cdot 0,16 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 56,9 \text{ кг/час},$$

где:

$\pi=3,14$ (константа),

$n = 2,83 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения шнека,

$d_0=5 \text{ мм}=0,005 \text{ м}$ - диаметр отверстий 2-й ножевой решетки 5 мм (задано, см. условия);

$z_0=42$ - число отверстий во второй решетке,

$r_e = d_e/2=0,026 \text{ м}$ – внутренний радиус шнека, при $d_e=52 \text{ мм}$,

$r_n = d_n/2=0,0125 \text{ м}$ – наружный радиус шнека, при $d_n=25 \text{ мм}$,

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ - плотность продукта,

$\varphi=0,7$ - коэффициент заполнения отверстий решетки продуктом,

$k_n = 0,5$ – угол проворачивания продукта вместе со шнеком,

$\beta = 9^\circ$ – угол подъема винтовой нарезки последнего витка шнека, при этом $\operatorname{tg} \beta=0,16$,

$\alpha=0^\circ$ – угол профиля последнего витка шнека (при нормальной работе), при этом $\cos \alpha=1$.

Удельная сила, требуемая для продавливания продукта сквозь каждую решетку:

$$P_n = \frac{4\tau}{d_0}, n = 1 \dots 3 \text{ (количество решеток)},$$

где:

$d_0=3 \text{ мм}=0,003 \text{ м}$ - диаметр отверстий 1-й ножевой решетки 3 мм (задано, см. условия);

$d_0=5 \text{ мм}=0,005 \text{ м}$ - диаметр отверстий 2-й ножевой решетки 5 мм (задано, см. условия);

$d_0=9 \text{ мм}=0,009 \text{ м}$ - диаметр отверстий 3-й ножевой решетки 9 мм (задано, см. условия);

$\tau = 300 \text{ Н/м}$ - напряжение среза продукта (охлажденного мяса);

$$P_1 = \frac{4 \cdot 300}{0,018} = 66666 \text{ Н/м}^2;$$

$$P_2 = \frac{4 \cdot 300}{0,005} = 240000 \text{ Н/м}^2;$$

$$P_3 = \frac{4 \cdot 300}{0,009} = 133333 \text{ Н/м}^2.$$

Общая удельная сила:

$$P_o = P_1 + P_2 + P_3 = 66666 + 240000 + 133333 = 439999 \text{ Н/м}^2.$$

Скорость продавливания продукта сквозь решетку:

$$v = \pi \cdot n \cdot (r_n + r_e) \cdot k_n \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \alpha,$$

$$v = 3,14 \cdot 2,83 \cdot (0,026 + 0,0125) \cdot 0,5 \cdot 0,16 \cdot 1 = 0,027 \text{ м/с},$$

где:

$\pi = 3,14$ (константа),

$n = 2,83 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения шнека,

$r_e = d_e/2 = 0,026 \text{ м}$ – внутренний радиус шнека, при $d_e = 52 \text{ мм}$,

$r_n = d_n/2 = 0,0125 \text{ м}$ – наружный радиус шнека, при $d_n = 25 \text{ мм}$,

$k_n = 0,5$ – угол проворачивания продукта вместе со шнеком,

$\beta = 9^\circ$ – угол подъема винтовой нарезки последнего витка шнека, при этом

$\operatorname{tg} \beta = 0,16$

$\alpha = 0^\circ$ – угол профиля последнего витка шнека (при нормальной работе),

при этом $\cos \alpha = 1$.

Мощность, требуемая для работы шнека:

$$N_1 = P_o \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot v \cdot (1 + \psi),$$

$$N_1 = 439999 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,052^2}{4} \cdot 0,027 \cdot (1 + 1,6) = 65,56 \text{ Вт},$$

где:

$P_o = 439999 \text{ Н/м}^2$ - общая удельная сила;

$\pi = 3,14$ (константа),

$D = 52 \text{ мм} = 0,052 \text{ м}$ – диаметр решетки,

$v = 0,027 \text{ м/с}$ - скорость продавливания продукта сквозь решетку,

$\psi = 1,6$ коэффициент, учитывающий потери мощности на преодоление силы трения продукта при его движении в рабочей камере.

Для расчета мощности, требуемой для измельчения охлажденного мяса необходимо найти площадь сечения продукта в каждой решетке.

Для подрезной решетки 1:

$$F_1 = \frac{\pi D_{cp}^2}{4} \cdot z_1 = \frac{3,14 \cdot 0,018^2}{4} \cdot 3 = 0,00076 \text{ м}^2;$$

Для решетки 2:

$$F_2 = \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot z_2 = \frac{3,14 \cdot 0,005^2}{4} \cdot 42 = 0,00082 \text{ м}^2;$$

Для решетки 3:

$$F_3 = \frac{\pi d_0^2}{4} \cdot z_3 = \frac{3,14 \cdot 0,009^2}{4} \cdot 12 = 0,00076 \text{ м}^2;$$

Учитывая, что площади решеток незначительно различаются друг от друга, то принимается для расчета площадь выходной решетки $F = F_3 = 0,00076 \text{ м}^2$.

Мощность, требуемая для измельчения охлажденного мяса:

$$N_2 = 2\pi A F z \gamma n r_{cp},$$

$$N_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot (105 \cdot 10^3) \cdot 0,00076 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 2,83 \cdot 0,021 \cdot 0,7 = 334 \text{ Вт.}$$

где:

$A = 105 \text{ кН/м}^2$ - удельная энергоемкость, затрачиваемая на перерезание слоя продукта одной режущей парой на единицу поверхности;

$F = 0,00076 \text{ м}^2$ - площадь сечения продукта, равная площади отверстий в ножевой решетке;

$n = 2,83 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения ножей,

$z = 4$ - число режущих пар,

$\gamma = 4$ шт. – число перьев на ноже,

$r_{cp} = 21 \text{ мм} = 0,021 \text{ м}$ - средний радиус ножа:

$$r_{cp} = \frac{r_{max} + r_{min}}{2} = \frac{0,026 + 0,016}{2} = 0,021 \text{ м,}$$

$\varphi=0,7$ - коэффициент заполнения отверстий решетки продуктом.

Тогда требуемая мощность мясорубки равна:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta} = \frac{65,56 + 334}{1000 \cdot 0,95} = 0,4 \text{ кВт.}$$

где:

$\eta=0,95$ – к.п.д. передаточного механизма.

3.7. Материально-техническое обеспечение мясорыхлителем

Торговую компанию, которая занимается розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется обеспечить мясорыхлителем. Требуется определить производительность и требуемую мощность мясорыхлителя. Основные технические данные: радиус ножа в месте приложения силы составляет $r=0,025$ м; частота вращения ножа $n=1,33 \text{ с}^{-1}$; длина режущей кромки одного зубца ножа $b=0,0065$ м; удельное сопротивление резанию мороженого мяса $q=3000$ Н/м; средняя длина обрабатываемого мороженого куска мяса составляет $l=0,1$ м; $\varphi=0,2$ – коэффициент перерывов подачи мяса; $z = 20$ шт. - число ножей на одном валу, одновременно режущих мясо; $\eta=0,95$ – к.п.д. передаточного механизма.

Решение.

Производительность мясорыхлителя:

$$Q = 3600 \frac{v}{l} \varphi = \frac{7200 \pi n r \varphi}{l},$$
$$Q = \frac{7200 \cdot 3,14 \cdot 1,33 \cdot 0,025 \cdot 0,2}{0,1} = 1503 \text{ шт./час.},$$

где:

$v = \text{м/с}$ – окружная скорость ножа, $v = 2\pi nr$,

$\pi=3,14$ (константа),

$r=0,025$ м - радиус ножа в месте приложения силы,

$n=1,33 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения ножа,

$l=0,1$ м - средняя длина обрабатываемого мороженого куска мяса,

$\varphi=0,2$ – коэффициент перерывов подачи мяса.

Требуемая мощность мясорыхлителя:

$$N = \frac{M \cdot \omega}{1000\eta} = \frac{(P \cdot r) \cdot \omega}{1000\eta} = \frac{(2qzb \cdot r) \cdot \omega}{1000\eta} = \frac{(2qzb \cdot r) \cdot 2\pi n}{1000\eta} = \frac{\pi qzbr}{250\eta},$$
$$N = \frac{3,14 \cdot 1,33 \cdot 3000 \cdot 20 \cdot 0,0065 \cdot 0,025}{250 \cdot 0,95} = 0,17 \text{ кВт},$$

где:

M – момент, требующийся для надрезания продукта Н·м,

ω - угловая скорость ножа, рад/с,

$\eta=0,95$ – к.п.д. передаточного механизма,

P – сила, требуемая для надрезания продукта с двух сторон одновременно, Н,

$\pi=3,14$ (константа),

$q=3000$ Н/м - удельное сопротивление резанию мороженого мяса,

$z = 20$ шт. - число ножей на одном валу, одновременно режущих мясо,

$b=0,0065$ м - длина режущей кромки одного зубца ножа

$l=0,1$ м - средняя длина обрабатываемого мороженого куска мяса составляет

3.8. Материально-техническое обеспечение хлеборезательной машиной

Торговую компанию, которая занимается розничными продажами пищевой продукции и услугами общественного питания, требуется

обеспечить хлеборезательной машиной. Требуется определить производительность и требуемую мощность хлеборезательной машины. Основные технические данные: частота вращения приводного вала $n=3,3 \text{ с}^{-1}$; радиус дискового ножа $r=0,155 \text{ м}$, расстояние между осями звёздочек $R=0,09 \text{ м}$; число зубцов первой звёздочки $z_1=29$; число зубцов второй звёздочки $z_2=11$; толщина отрезаемого машиной ломтика хлеба $h=10 \text{ мм}=0,01 \text{ м}$; $l = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$ – длина загружаемой порции хлеба в виде буханки ржаного хлеба; $q = 1360 \text{ Н/м}$ - удельное сопротивление резанию хлеба; $L = 0,11 \text{ м}$ - максимальная длина дуги резания хлеба; $t_3 = 3 \text{ с}$ - время подачи порции хлеба и закрепления на лотке; $t_0 = 6 \text{ с}$ - время разрезания; $t_6 = 5 \text{ с}$ - время удаления порции хлеба и снятия ломтика хлеба, оставшегося на захвате; $P_{mp} = 0,325 \text{ Н}$ - сила трения между хлебом и лотком; $v_l = 0,033 \text{ м/с}$ - скорость продвижения хлеба; $m = 0,65 \text{ кг}$ - масса загружаемой порции хлеба; $\eta=0,95$ – к.п.д. передаточного механизма. Принять, что машина будет работать для нарезки ржаного хлеба, время его хранения составляет 8 часов.

Решение.

Производительность хлеборезательной машины:

$$Q = 3600 \cdot \frac{m}{T} = 3600 \cdot \frac{m}{t_3 + t_0 + t_6} = 3600 \cdot \frac{0,65}{3 + 6 + 5} = 167 \text{ кг/час.},$$

где:

$m = 0,65 \text{ кг}$ - масса загружаемой порции хлеба,

T – время нарезки порции хлеба, с,

$t_3 = 3 \text{ с}$ - время подачи порции хлеба и закрепления на лотке,

$t_0 = 6 \text{ с}$ - время разрезания,

$t_6 = 5 \text{ с}$ - время удаления порции хлеба и снятия ломтика хлеба, оставшегося на захвате.

Мощность для нарезки хлеба:

$$N_1 = qLv = 1360 \cdot 0,11 \cdot 1,86 = 278 \text{ Вт},$$

где:

$q = 1360$ Н/м - удельное сопротивление резанию хлеба,

$L = 0,11$ м - максимальная длина дуги резания хлеба,

$v = 1,86$ м/с - нормальная составляющая скорости резания, находим следующим образом:

$$v = 2\pi nR = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,3 \cdot 0,09 = 1,86 \text{ м/с},$$

где:

$\pi = 3,14$ (константа),

$R = 0,09$ м - расстояние между осями звёздочек,

$n = 3,3 \text{ с}^{-1}$ - частота вращения приводного вала.

Мощность машины, требуемая для продвижения хлеба:

$$N_2 = P_{mp} \cdot v_1 = 0,325 \cdot 0,033 = 0,011 \text{ кВт},$$

где:

$P_{mp} = 0,325$ Н - сила трения между хлебом и лотком

$v_1 = 0,033$ м/с - скорость продвижения хлеба, м/с,

Тогда требуемая мощность хлеборезательной машины равна:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{1000\eta} = \frac{278 + 0,011}{1000 \cdot 0,95} = 0,3 \text{ кВт},$$

где:

$\eta = 0,95$ – к.п.д. передаточного механизма.

Список литературы

1. Арустамов Э.А. Оборудование предприятий торговли: Учебное пособие. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. - 452 с.
2. Ботов М.И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания: Учебник для нач. проф. образования / М.И. Ботов, В.Д. Елхина, О.М. Голованов - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 464 с.
3. Ботов М.И. Лабораторные работы по технологическому оборудованию предприятий общественного питания (механическое и тепловое оборудование) / М.И. Ботов, В. Елхина. - СПб.: Лань, 2015. - 160 с.
4. Васюкова А.Т. Проектирование предприятий общественного питания: Практикум / А.Т. Васюкова. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 144 с.
5. Васюкова А.Т. Технология продукции общественного питания: Учебник для бакалавров / А.Т. Васюкова, А.А. Славянский, Д.А. Куликов. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. - 496 с.
6. Голубев В.Н., Могильный М.П., Шленская Т.В. Справочник работника общественного питания / Под редакцией В.Н. Голубева - М.: ДеЛи принт, 2002. - 590 с.
7. Давыдкина И. Б. Проектирование и организация торгового пространства предприятий розничной торговли и общественного питания: Учебное пособие / Давыдкина И.Б. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 266 с.
8. Дашкевич В.Г., Пивоварчик А.А. Материалы торгового оборудования. Минск: БНТУ, 2013. — 207 с.
9. Дашков Л. П., Памбухчиянц В. К. Коммерция и технология торговли: Учебник для студентов высших учебных заведений. — 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2008. - 696 с.

10. Дашков Л. П., Памбухчиянц В. К. Коммерция и технология торговли: Учебник для студентов высших учебных заведений. — 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2008. - 696 с.
11. Дубровин И. А. Бизнес-планирование на предприятии [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / И. А. Дубровин. - 2-е изд. - М.: «Дашков и К°», 2013. - 432 с.
12. Золин В.П. Технологическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник для нач. проф. образования / В.П. Золин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 320 с.
13. Кавецкий Г.Д., Филатов О.К., Шленская Т.В. Оборудование предприятий общественного питания. - М.: КолосС, 2004. - 304 с.
14. Кащенко В.Ф. Оборудование предприятий общественного питания: учеб. пособие / В.Ф. Кащенко, Р.В. Кащенко. - М.: Альфа - М : ИНФРА - М, 2017. - 412 с.
15. Коник Н. В. Организация и проектирование предприятий торговли: учебное пособие / Н.В. Коник. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. - 304 с.
16. Костерина, Н.В. Оборудование торговых предприятий. Практикум: Учебное пособие для начального профессионального образования / Н.В. Костерина. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 112 с.
17. Мезена Т.К. Торговое оборудование. Учеб. пособие. - 2-е изд., испр. и доп. — Минск: РИПО, 2012. - 327 с.
18. Митенков М.В., Савосько И.М. Ремонт и обслуживание торгового оборудования. Учебно-методическое пособие. - Минск: БНТУ, 2014. - 160 с.
19. Оборудование предприятий общественного питания: Методические рекомендации / А.И. Ремнев, Н.А. Ковальченко, И.Г. Зиновьева. – Белгород: ИПК НИУ «БелГУ», 2016. - 76 с.
20. Радченко Л. А. Организация производства на предприятиях общественного питания: Учебник / Л.А. Радченко. Изд. 6-е, доп. и перер. - Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 352 с.

- 21.Сайткулов Н. Н. Техническое оснащение торговых предприятий. - М.: Издательский Дом «Деловая литература», 2005. - 336 с.
- 22.Серебряков А.О. Лабораторные работы по технологическому оборудованию предприятий общественного питания (механическое и тепловое оборудование): Учебное пособие / А.О. Серебряков, О.И. Серебряков. - СПб.: Лань, 2015. - 160 с.
- 23.Технологическое оборудование предприятий общественного питания и торговли : практикум / К.Я. Гайворонский. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. - 104 с.
- 24.Технологическое оборудование предприятий общественного питания и торговли: Учебник / К.Я.Гайворонский, Н.Г.Щеглов - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 480 с.
- 25.Усов В.В. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания. - М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 416 с.
- 26.Фридман А.М. Экономика предприятия общественного питания: Учебник для бакалавров / А.М. Фридман. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 464 с.
- 27.Шуляков Л.В. Оборудование предприятий торговли и общественного питания: Справочник / Л.В. Шуляков. - Рн/Д: Феникс, 2013. - 495 с.
- 28.Шуляков Л.В. Оборудование предприятий торговли и общественного питания / Л.В. Шуляков. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2013. - 495 с.

Сергей Александрович **Кирюшин**

Татьяна Дмитриевна **Муранова**

**ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВЛИ И
ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ»
ЧАСТЬ I**

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского».
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.