

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров



СЕРЖДАЮ
работе
2017 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ХЛЕБОБУЛОЧНОГО И МАКАРОНИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов направления 19 03 02 «Продукты питания из
растительного сырья»

Курск 2017

УДК 664.6: 664.69

Составитель: О.А. Бывалец

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Э.А. Пьяшкова

Технологическое оборудование хлебобулочного и макаронного производства: методические указания по выполнению лабораторных работ / Юго-Зап. гос. ун-т, сост.: О.А. Бывалец. - Курск, 2017. - 43 с.

Прилагается перечень лабораторных работ, цель их выполнения, материальное обеспечение, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература. Предназначены для студентов направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» всех форм обучения.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности продукты питания из растительного сырья (УМО АМ).

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать *8.06* Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 2,7 Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ *308* Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Перечень тем лабораторных занятий, их объем	5
Правила оформления работ	6
Работа №1 Анализ совместной работы элементов склада муки и аэрозольтранспорта (пневмотранспорта) при бестарном хранении и транспортировании муки.	7
Работа №2 Исследование конструктивных возможностей просеивателя для использования его в тарном складе.	15
Работа №3 Анализ конструкции и исследование возможности тестоделителя РТ-2 в новых производственных условиях.	22
Работа №4 Исследование конструктивных возможностей расстойно-печного агрегата ХПА-40 с целью его модернизации.	29
Работа №5 Анализ влияния конструктивных размеров матрицы на работу макаронного прессы.	35
Список рекомендательной литературы	40
Приложение 1	41

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие традиционные технологические схемы производства хлебобулочных и макаронных изделий кардинально пересматриваются и заменяются новыми, более прогрессивными. Это вызывает необходимость разработки и внедрения нового эффективного технологического оборудования.

При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе, конспекту лекций, ознакомиться с содержанием лабораторной работы.

В методических указаниях все лабораторные занятия содержат цель выполнения, краткие теоретические сведения, рекомендуемые для изучения литературные источники, задания для выполнения работы в учебной аудитории и дома. Результаты выполнения заданий студентами оцениваются в конце лабораторного занятия, что учитывается в балльно - рейтинговой оценке знаний студента.

Оценка преподавателем лабораторной работы студента осуществляется комплексно: по результатам выполненного задания, устному сообщению и качеству оформления работы, что может быть учтено в рейтинговой оценке знаний студента.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ ОБЪЕМ

Наименование работ	Объем в часах		
	очная	заочная	Сокращенная (по индивидуальному плану)
Работа №1 Анализ совместной работы элементов склада муки и аэрозольтранспорта (пневмотранспорта) при бестарном хранении и транспортировании муки.	2		
Работа №2 Исследование конструктивных возможностей просеивателя для использования его в тарном складе (занятие проводится в интерактивной форме).	4		
Работа №3 Анализ конструкции и исследование возможности тестоделителя РТ-2 в новых производственных условиях.	4		
Работа №4 Исследование конструктивных возможностей расстойно-печного агрегата ХПА-40 с целью его модернизации.	4		

Работа №5 Анализ влияния конструктивных размеров матрицы на работу макаронного прессы.	4		
Итого, часов	18		

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ

1. Отчеты по каждой теме лабораторного занятия оформляются в отдельной тетради.

2. Перед оформлением каждой работы студент должен четко написать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы для подготовки, объекты и результаты исследования. Если предусмотрено оформление работ в виде таблиц, то необходимо все результаты занести в таблицу в тетради. После каждого задания должно быть сделано заключение с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов исследований.

3. Каждую выполненную работу студент защищает в течение учебного семестра. Выполнение и успешная защита лабораторных работ являются допуском к сдаче теоретического курса на зачете.

РАБОТА № 1

Анализ совместной работы элементов склада муки и аэрозольтранспорта (пневмотранспорта) при бестарном хранении и транспортировании муки.

Цель работы: Изучить устройство, принцип работы элементов склада БХМ и пневмотранспорта. Оценить влияние технологических и конструктивных параметров машин на показатели работы пневмотранспорта, дать расчет склада БХМ. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Анализ совместной работы элементов склада муки и пневмотранспорта при бестарном хранении и транспортировании муки: теоретические сведения о технологических и конструктивных параметрах машин, схема подачи муки аэрозольтранспортом со склада на производство, показатели пневматического и аэрозольного транспорта.

Вопросы для подготовки

1. Принцип работы элементов склада БХМ.
2. Общая характеристика пневмотранспорта.
3. Влияние конструктивных параметров машин на показатели работы пневмотранспорта.

Краткие теоретические сведения

Мука на хлебозаводах хранится в силосах бестарным способом или в мешках –тарным способом. На современных и проектируемых предприятиях применяют бестарное хранение муки. Транспортировка муки между предприятиями может осуществляться в мешках –тарным способом или в специальных автомуковозах или железнодорожных платформах –бестарным.

Внутри завода мука может транспортироваться с помощью шнеков, норий, цепных транспортеров – механическим транспортом. При бестарном хранении мука может еще транспортироваться с помощью пневмо- или аэрозольтранспорта, или смешанного транспорта. Принцип действия пневмотранспорта основан на аэрировании муки и на сообщении муке скорости, с которой поток воздуха перемещается по трубам при концентрации в пределах от 0,5 до 4 кг/кг воздуха. Эти установки могут работать при нагнетании воздуха в систему (низкого давления) или на всасывание. В нагнетательных аэрозольтранспортных установках мука насыщается воздухом (аэрируется) и перемещается по трубам при концентрациях до 200 кг/кг воздуха (высокое давление).

Таблица 1 - Показатели пневматического и аэрозольного транспорта.

Показатели	Пневмотранспорт	Аэрозольтранспорт
Концентрация, кг/кг	0,5-4	20-200
Скорость воздуха, м/сек	16-25	5-7
Диаметр трубопровода, мм	75-300	20-100
Избыточное давление, Мн/м ²	0,03	0,25
Конструктивные различия:		
нагнетатели	вентилятор или воздуходувка	компрессор с ресивером
разгрузительные	циклон и фильтр	нет

Установки аэрозольтранспорта имеют ряд преимуществ перед пневматическими: меньше диаметр трубопровода, не требуются громоздкие фильтрующие устройства, производительность больше т.к. больше концентрация смеси. Бестарное хранение и транспортировка муки по сравнению с тарным способом хранения и транспортировки имеет ряд преимуществ: 1) исключен тяжелый физический труд, весь процесс механизирован; 2) возможна автоматизация процесса; 3) экономия на таре(мешках); 4)

уменьшается распыл (потери) муки; 5) мука аэрируется, улучшается ее качество; 6) улучшается санитарное состояние производства; 7) снижаются эксплуатационные расходы; 8) для крупных и средних предприятий экономится электроэнергия; 9) экономится площадь.

К недостаткам пневмо-и аэрозольтранспорта следует отнести:

1) возможность завалов в трубопроводах;
2) накопление зарядов статического электричества в трубопроводах, силосах (их стенках) матерчатых фильтрах, что может при определенной концентрации мучной смеси вызвать искрообразование и взрыв;

3) требование повышенной квалификации (на периферии не всегда есть) обслуживающего персонала – компрессорщик. Для предотвращения завалов в трубах необходимо соблюдать последовательность пуска и остановки аэрозольтранспортных линий: при пуске сначала производится продувка сжатым воздухом в течение 1-2 минут всей линии от питателя до приемной емкости, после чего мука загружается в мукопровод; при остановке сначала прекращают подачу муки и продувают линию (в течение 1 мин) до полного удаления муки. Радиус изгиба труб должен быть не менее 10 диаметров. Для обеспечения ликвидации завалов (пробок) муки при монтаже мукопроводов устанавливают продувочные штуцера перед коленами, двойными и простыми отводами, а также перед каждым разветвлением. При использовании центральных компрессорных станций для обслуживания двух или более одновременно работающих питателей перед каждым устанавливают регулятор расхода и давления воздуха. В процессе бестарного хранения муки в емкости могут возникать слои уплотненного материала, так называемые статические своды. Кроме того, своды могут образовываться и при истечении материала, если возникающее в материале напряжение не превышает прочности свода. Сводообразование затрудняет разгрузку емкостей и приводит к неустойчивой работе пневмотранспортной установки. Экспериментами доказано, что своды могут не образовываться, если геометрические параметры емкости выбраны в соответствии с физико - механическими свойствами сыпучего материала. Так макаронная мука (крупчатка) имеющая крупитчатую структуру и большую плотность, чем хлебопекарная, 700 кг/м^3 против 550 кг/м^3 , соответственно, лучше

транспортируется пневмотранспортом, чем аэрозоль. Автомуковоз, перевозящий крупчатку разгружается в два раза дольше, чем с хлебопекарной мукой. Для лучшей выгрузки муки из емкостей рекомендуется:

1) устанавливать пневматические сводообрушающие устройства;

2) облицовывать стенки емкостей материалами с низкими коэффициентами трения. Противолежащие стенки прямоугольных емкостей целесообразно покрывать материалами с различающимися коэффициентами трения;

3) уменьшать продолжительность пребывания сыпучего сырья в емкости;

4) монтировать в емкостях механические сводоразрушающие устройства в виде цепей, штанговых рыхлителей, ворошителей и т.д.;

При эксплуатации бестарных складов хранения муки необходимо учитывать, что твердые частицы муки, взвешенные в воздухе, составляют дисперсную систему –аэрозоль. При транспортировании муки происходит электризация аэрозоля, в результате возможен взрыв.

Взрывоопасная концентрация смеси лежит в пределах от 20 до 100 г на 1 м³воздуха. Для снятия статического электричества необходимо заземлять трубопроводы и другие элементы аэрозольтранспорта.

Задания

Задание 1. Рассчитать производительность линии.

Производительность линии определяем по формуле:

$$\Pi = \frac{Q \cdot \rho_s \cdot \mu}{K}, \quad (1)$$

где Π –производительность линии, кг/с;

K коэффициент, учитывающий утечку воздуха в питателе, для шнекового= 1,15; для шлюзового = 1,8;

ρ_v – плотность воздуха, 0,12 кг/м³; μ – концентрация смеси, кг/кг;
 Q – объемный расход, м³/с.

Объемный расход воздуха определяется номограмме. Расчет ведется по данным из таблицы вариантов. Выбор варианта по последней цифре шифра.

Общая потеря давления в системе $\Delta\rho_{\Sigma}$ (в кПа) представляет собой сумму потерь:

$$\sum \Delta\rho_{\Sigma} = \Delta\rho_{\text{ПП}} + \Delta\rho_{\text{разг}} + \Delta\rho_{\text{П}}, \quad (2)$$

где $\Delta\rho_{\text{Д}}$ – потеря давления в продуктопроводе длиной кПа;

$\Delta\rho_{\text{разг}}$ – потеря давления на разгон материала, кПа;

$\Delta\rho_{\text{П}}$ – потеря давления в аэрокамере питателя, кПа.

Потеря давления в продуктопроводе $\Delta\rho_{\text{ПП}}$ (в кПа):

$$\Delta\rho_{\text{ПП}} = 0,133 \cdot 0,2 \mu L / (1 - 0,0002 \mu L), \quad (3)$$

где L – общая длина продуктопровода, м;

μ – массовая концентрация смеси, кг продукта на 1 кг воздуха; предварительный выбор концентрации можно производить при заданной величине L по формуле:

$$\mu = A / L, \quad (4)$$

где A – коэффициент, зависящий от типа воздуходувной машины; для ротационного нагнетателя воздуха А-800, для поршневого компрессора А-1800.

Потеря давления на разгон материала $\Delta\rho_{\text{разг}}$ (в кПа):

$$\Delta\rho_{\text{разг}} = 0,133 \mu v_{\kappa}^2 (1 + 0,5_n) / 112, \quad (5)$$

где v_{κ} – скорость воздуха в конце продуктопровода, м/с (см. таблицу 1).

$$\Delta\rho'_n = 0,002 P, \text{ н/м}^2$$

$$\Delta\rho_n'' = 0,008\Pi, \text{ н/м}^2 \quad (6)$$

где $\Delta\rho_n'$, $\Delta\rho_n''$ - потери давления в шлюзовом и шнековом питателе.

Необходимое расчетное давление нагнетателя P_n (вкПа):

$$P_n = 1,1 \sum \Delta\rho_d, \quad (7)$$

Потребная мощность электродвигателя воздуходувной машины N (в кВт):

$$N = \frac{V \cdot p_n}{60\eta}, \quad (8)$$

где η коэффициент полезного действия; $\eta = 0,3 - 0,9$

Вместимость склада БХМ определяется по производительности аэрозольтранспорта при условии, что он работает в течение одного часа две дневные смены. Запас муки должен составить пять суток.

$$V_{ск} = \frac{\Pi \cdot t \cdot m}{\rho}, \text{ м}^3 \quad (9)$$

где $V_{ск}$ —вместимость склада, м³;
 t —время работы аэрозольтранспорта, час;
 m —время хранения муки в складе, сут;
 ρ —плотность муки = 550 кг/м³.

В качестве емкостей для хранения муки предлагается выбрать тип силосов с объемом:

Таблица 2 –Тип силоса и объем.

№ п/п	Тип силоса	Объем силоса
1	A2-X2-E-160A	48 м ³

Продолжение таблицы 2

2	A2-X2-E-160 Б	34 м ³
3	M-118	57 м ³
4	ХБУ-26	27 м ³
5	ХБУ-39	45 м ³
6	ХБУ-64	71 м ³

Число силосов должно быть четным, чтобы использовались двухпозиционные переключатели, количество силосов по данным ВНИИЗа желательно иметь от 4 до 8 для лучшего использования площади занимаемой складом и простоты обслуживания

$$N = \frac{V_{ск}}{V_{сил}}, \text{ шт} \quad (10)$$

где N-число силосов;

$V_{сил}$ - вместимость (объем) силосов. Подбираем вместимость такой величины, чтобы их число соответствовало рекомендациям ВНИИЗа.

Принимаем силос типа _____ в количестве _____

Номограмма для определения расхода воздуха в аэрозольтранспотре

Таблица 3 –Варианты решения

Варианты Величины	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диаметр материалопровода, мм	56	72	79	91	98	106	110	125	137	150
Скорость продукта, м/с	26	24	22	20	20	18	18	16	14	12
Длина мукопровода, м	50	40	30	25	20	15	12	15	10	15
Питатель	р	р	ш	р	ш	ш	р	ш	р	ш
Нагнетатель	к	к	к	к	к	в	в	в	в	в

р – питатель роторный; ш – питатель шнековый; к – компрессор; в – воздуходувка.

Вопросы для контроля знаний

1. Как составить схему муки аэрозольтранспортом со склада хранения в производство?
2. Как рассчитать аэрозольтранспорт и производительность установки подачи муки на производство?
3. Как определить вместимость склада?
4. Как выбрать тип силоса?

РАБОТА № 2

Исследование конструктивных возможностей просеивателя для использования его в тарном складе.

Цель работы: изучить устройство и принцип работы машины, оценить влияние конструктивных и кинематических параметров просеивателя на показатели его работы. Рассчитать время работы просеивателя по обработке муки на тарном складе. Выполнить расчет склада. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические сведения о просеивателях муки, общая характеристика устройства и принципа работы шнека.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика просеивателей муки.
2. Классификация просеивателей муки.
3. Общая характеристика шнека.
4. Устройство и принцип работы шнека

Краткие теоретические сведения

При тарном хранении муки в мешках, их укладывают по партиям на стеллажи в штабели тройниками или пятериками не

более 8 мешков в ряд по высоте при ручной вкладке, а при использовании автопогрузчиков – в 12 рядов.

Между группами штабелей должны быть проходы не менее 0,75 м, от стен – 0,5 м, для проезда электропогрузчиков 3,0 м. Температуру в мучных складах следует поддерживать не ниже 8⁰С.

Просеивающие машины предназначены для очистки муки от посторонних примесей. Одновременно с просеиванием муки происходит разрыхление и аэрация, что улучшает ее качество и увеличивает выход. Частицы продукта прошедшие через сито называются *проходом*, а не прошедшие – *сходом*.

К классификации просеивателей.

Просеиватели имеют сита цилиндрические или плоские, совершающие вращательное или возвратно-поступательное движение. При неподвижных ситах просеиватели имеют специальные побудители.

Сита выполняются из металлической проволоки или штампованными из тонкого листа. Подразделяются по номерам, которые соответствуют размеру ситовой ячейки в мм. Для просеивания пшеничной муки используют сита № 1 – 1,6, для ржаной - № 2 - 2,5.

На хлебозаводах и в пекарнях применяют контрольное просеивание, для этого можно использовать просеиватели типа «Бурат» – ПБ-1,5, ПБ-2,85; Ш2-ХМЕ (Воронеж) с вращающимися ситами. Производительность ПБ-1,5 – 3 т/ч, а Ш2-ХМЕ – до 11 т/ч. на малых предприятиях просеивание осуществляется просеивателями типа «Пионер», МПМ-800 и др.

Просеиватель «Пионер» предназначен для просеивания муки, сахара-песка и др. и удаления из них ферропримесей.

Мука для просеивания подается из мешка в приемный бункер через предохранительную решетку. Спиральная лопасть захватывает и перемешивает муку, подавая ее к вертикальному шнеку. Он поднимает муку и протирает ее через внутреннее сито имеющие отверстия для задержания крупных примесей. Центробежные лопасти отбрасывают и протирают муку через второе более мелкое наружное сито. Просеянная мука – «проход» проходит через полюса постоянных магнитов, для удаления ферромагнитных примесей. Примеси – «сход» не прошедшие через сита проталкиваются шнеком и лопастями через отверстие на вращающийся конус. Оттуда они центробежной силой

сбрасываются в специальный сборник. Привод состоит из электродвигателя, клиноременной и зубчатой передач.

Задания

Задание 1. Рассчитать время работы просеивателя по обработке муки на тарном складе.

Просеиватель «Пионер» условно установлен на хлебозаводе производительностью $P_c = 12$ т/сут, выбрасывающем пшеничные сорта. Выход хлеба примем $B = 135\%$. Количество муки хранящееся в складе определяется формулой:

$$M_c = \frac{P_c}{B}, \quad (11)$$

где M_c - суточная потребность муки
 P_c производительность просеивателя;
 B – выход хлеба.

При семисуточном хранении муки в складе для создания запаса и ее созревании потребуется:

$$M_z = M_c \cdot 7, \text{т} \quad (12)$$

Теоретическая производительность просеивателя P_T , т/ч равна:

$$P_T = F \cdot P_0, P_T = P_{ш} \quad (13)$$

где F - рабочая площадь сита, м^2 ;
 P_0 - пропускная способность одного м^2 сита ($P_0 = 0,33$
 $0,56 \text{ кг/м}^2 \text{ с}$);
 $P_{ш}$ – производительность шнека.

Производительность просеивателя задана см. таблицу и необходимо определить частоту вращения вала шнека и вала спиральной лопасти. Для выполнения технологических расчетов машины и составления кинематической схемы на ней замеряются

нужные размеры деталей. Производительность шнека Пш, т/ч считать по формуле:

$$P_{ш} = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot n_1 \cdot \varphi \cdot \rho, \quad (14)$$

где D – диаметр шнека, м;

d – диаметр вала шнека, м;

S – шаг шнека, м; n_1 – частота вращения шнека, мин^{-1} ;

ρ – объемная масса муки, кг/м^3 ;

φ – коэффициент заполнения сечения шнека.

Действительная производительность должна учитывать возможные простои из-за транспортировки мешка муки, его вспарывания, удаления ниток и т.д.

Коэффициент использования машины $c = 0,9$, т.е. действительная производительность будет $P_d = P_t \times c$.

Время работы просеивателя (просеивания муки и очистки ее от металлопримесей) определится из его действительной производительности.

$$t = \frac{M_c}{P_d}, \quad (15)$$

Таблица 2 – Данные для расчета

Величины	Варианты (последняя цифра шифра)					D, d, S мм	ρ , кг/м	φ
	0,1	2,9	3,8	4,7	5,6			
П – производи- тельность, т/ч	0,5	1	1,5	0,75	0,6	Размеры замеряются на машине	500	0,15

Для кинематического расчета см. приложение № 1. При прорисовке кинематической схемы студенты сами проставляют замеренные на машине или рассчитанные данные d , z и т.п.

В результате кинематического расчета необходимо определить частоту вращения вала спиральной лопасти для захвата и перемешивания муки. Числами зубьев малой шестерни z_1 и зубчатого колеса z_2 задается $z_1 = 15$ и $z_2 = 120$.

$$U_3 = \frac{z_2}{z_1}, \quad (16)$$

где U_3 - передаточное от ношение зубчатой передачи.

$$U_3 = \frac{n_2}{n_1}, \quad (17)$$

где n_2 - частота вращения вала шнека;

n_3 - частота вращения вала лопасти.

Потребная мощность на перемещение и просеивание муки в просеивателе «Пионер»:

$$N = N_{л} + N_{ш} + N_{с} + N_{д}, \quad (18)$$

где $N_{л}$ – мощность, затрачиваемая на вращение спиральной лопасти (подгребание муки к шнеку);

$N_{ш}$ – мощность на поднятие муки шнеком;

$N_{с}$ – мощность на просеивателе (центробежные лопасти, проталкивающие муку через сито);

$N_{д}$ – мощность на вращение конуса с отходами.

$$N_{л} = \frac{P \cdot v}{1000}, \quad (19)$$

где P – сила трения лопасти о муку, Н;

v – окружная (линейная) скорость точек расположенных на расстоянии « R » от центра лопасти (принимается упрощенно $2/3$ радиуса лопасти для приложения силы).

$$v = \frac{\pi R n}{30}, \quad (20)$$

где n - частота вращения лопасти, мин-1 (см. кинематический расчет).

$$P = P_0 \cdot F \cdot f, \text{ н} \quad (21)$$

где P_0 – давление продукта на уровень лопасти, Н/м^2 ;
 f – коэффициент трения муки о муку $f = 0,6 - 0,7$.

$$P_0 = \frac{\rho \cdot R' \cdot F}{f \cdot k}, \quad (22)$$

где ρ – плотность муки, кг/м^3 ;
 R – гидравлический радиус на уровне вращения лопасти.

$$R' = \frac{\pi D}{4}, \quad (23)$$

где R – коэффициент подвижности муки, $k = 0,2 - 0,27$;
 D – диаметр лопасти, м. замеряется на машине.

$$N_{\text{шн}} = \frac{P_D}{1000} \cdot H \cdot k_1, \quad (24)$$

где H – высота шнека;
 k_1 – коэффициент учитывающий потери на трение в подшипниках вала шнека, $k_1 = 1,1 - 1,2$.

$$N_c = \frac{g \cdot P_g \cdot h \cdot (k_c + 1) \cdot 10^{-3} + k_d \cdot \omega \cdot h \cdot (R_c - r)}{408}, \quad (25)$$

где g – ускорение свободного падения $9,8 \text{ м/с}^2$;
 h – высота цилиндрического неподвижного сита измерить на машине;
 R_c, r – наружный и внутренний радиус лопаток у сита; ω – угловая скорость шнека

$$\omega = \frac{\pi n_1}{60}, \quad (26)$$

где k_c – коэффициент сопротивления продукта у сита, $k_c = 10$;

$k_{л}$ – коэффициент сопротивления муки на лопастях, $k_{л} = 1500$;

$N_{д}$ – можно пренебречь т.к. слой отходов очень маленький, а сам диск имеет толщину всего 0,8 мм и его масса незначительна.

$$N_g = \frac{N}{\eta}, \quad (27)$$

где η – коэффициент полезного действия – 0,85.

Для определения достоинств и недостатков машины следует рассматривать ее конструкцию и принцип работы:

- технологичность;
- трудоемкость обслуживания, наличие или отсутствие ручных операций;
- габариты;
- масса, металлоемкость, возможность установки на верхних этажах;
- конструкция (простая или сложная);
- эргономика-дизайн (удобство расположения органов управления, влияния работы машины на санитарное состояние персонала и помещения).

Задание 2. Выполнить расчет площади склада.

Определим площадь склада с учетом проездов и проходов мешков в штабели тройников.

$$F = \frac{M_3 \cdot f}{g \cdot k} \cdot \mu, \quad (28)$$

- где F – площадь склада;
- g – масса мешка, 50 кг;
 - f – площадь штабеля (тройника 1,25 1,0) м²;
 - μ – коэффициент, учитывающий проезды, проходы (для муки 1,85 для прочего сырья 1,5);
 - k – количество мешков в штабеле – 24 - 28 шт;
 - M_3 – количество муки запаса на 7 суток.

Вопросы для контроля знаний

1. Общая характеристика мукопросеивателя.
2. Какие требования применяют к мукопросеивателям?
3. Классификация мукопросеивателей.
4. Общая характеристика шнека.
5. Как рассчитать производительность просеивателя?
6. Как определить площадь склада для хранения муки?

РАБОТА № 3

Анализ конструкции и исследование возможности тестоделителя РТ-2 в новых производственных условиях.

Цель работы: изучить устройство, принцип работы и возможность использования машины в различных производственных ситуациях. Оценить влияние конструктивных и кинематических параметров на показатели работы машины. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические сведения о тестоделителе РТ-2 в новых производственных условиях.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика тестоделителя РТ-2.
2. Устройство и принцип работы тестоделителя РТ-2.

Краткие теоретические сведения

Тестоделительные машины предназначены для отделения кусков одинаковой массы от всего количества теста или для разделения заранее взвешенного куска теста на несколько одинаковых кусков. Основным качественным показателем работы тестоделительной машины является точность деления теста.

Относительная погрешность массы тестовой заготовки, характеризующая точность работы делителя, не должна превышать 2% для массовых сортов хлеба и 3% - для мелкоштучных изделий.

Сложность процесса деления теста обуславливается, прежде всего, неоднородностью самого продукта обработки. При делении теста в приемную воронку тестоделительной машины может поступать тесто различной консистенции и различной объемной массы вследствие отклонений при дозировании компонентов, а также из-за возможных нарушений режима технологического процесса. Кроме того, объемная масса теста зависит от свойств перерабатываемой муки.

Для получения кусков теста равной массы имеют большое значение условия и режим работы машины: уровень теста в приемной воронке; величина и постоянство давления на тесто в конце нагнетательного процесса; взаимодействие рабочих органов и теста. Уровень теста в приемной воронке должен поддерживаться постоянным; при этом обеспечивается надежное заполнение рабочей камеры.

Величина давления существенно влияет на точность деления и качественные показатели теста. С величиной рабочего давления повышается точность работы делителя, но когда оно превысит определенное значение, произойдет нежелательное изменение структуры теста, ухудшение его качества. Одновременно с увеличением давления, возрастает потребная мощность электродвигателя и размеры деталей машины для сохранения прочности.

Рациональной величиной давления в рабочей камере следует считать 0,1 МПа.

Классификация тестоделителей.

По типу нагнетателей тестоделительные машины разделяется на машины с поршневым, лопастным, валковым, шнековым, пневматическим и другими нагнетателями.

По способу деления – подразделяются на штампующие, делящие мерным карманом и отрезающие ножом.

В зависимости от кинематической связи машины могут работать с фиксированным и нефиксированным ритмом отделения кусков теста. В машинах первой группы привод делительного механизма жестко связан с другими механизмами всей машины,

поэтому делительный механизм работает даже тогда, когда в воронке нет теста.

В машинах второй группы делительный механизм кинематически не связан с общим механизмом машины и включается в работу только при достижении куском теста заданной массы.

Шнековое нагнетание, как правило, применяют для деления теста из ржаной и пшеничной обойной муки. Для высших сортов оно не рекомендуется т.к. разрушает клейковинный каркас пшеничного теста.

При эксплуатации различного технологического оборудования на предприятиях могут возникать случаи, когда замена оборудования, переналадка его на новый ассортимент, различные конструктивные добавки. Поэтому наряду со знанием устройства машины-аппарата и технологических процессов, протекающих в них, необходимо приобретение навыков по принятию всесторонне обоснованных решений с учетом их возможных последствий.

Для лучшего усвоения изучаемого материала предлагается «игровая ситуация»: имеется, например, хлебозавод, вырабатывающий на двух поточных линиях производительностью $\Pi = 40,5$ т/сут каждая, хлеб ржаной формовой (типа бородинского), массой 0,4 кг и пшеничный подовый, массой 0,4 кг. Заводу предложен тестоделитель РТ, но без паспортных данных, рис. 6.1.

Задания

Задание 1: аргументировано доказать возможность или невозможность применения тестоделителя на одной из линий хлебозавода, дать рекомендации по модернизации привода машины.

Для решения этой задачи студенты должны проанализировать устройство и принцип работы тестоделителя, учитывать технологические свойства теста, обрабатываемого на данных линиях.

При анализе конструкций тестоделителя рассматривается:

1. Механизм нагнетателя (лопасть, валки или шнек) и делается вывод о пригодности этого механизма для нагнетания определенного сорта теста (пшеничное, ржаное);

2. Механизм деления теста на куски (делительный барабан) с замером размеров мерного кармана или отрезной, но с замером выходного патрубка и делается вывод о пригодности этого механизма для использования и выработки определенного сорта теста;

3. Механизм привода от электродвигателя до рабочих органов с кинематическим и технологическим расчетом и делается вывод о возможности использования этого тестоделителя в поточной линии хлебозавода.

Группа студентов делится на две подгруппы, условно – механиков и технологов хлебозавода, для обучения взаимосвязи работников смежных специальностей.

Причем «технологи» советуясь с «механиками» должны предложить и обосновать свое предложение по применению тестоделителя на одной из поточных линий; по сорту хлеба, в зависимости от рабочих органов (нагнетающие валки и делительная головка с мерными карманами).

Пригодность делителя по массе куска рассматривается на основе определения вместимости (объема) мерного кармана.

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h, \quad (29)$$

где V – вместимость (объем) кармана, м^3 ;

D – диаметр кармана, м ;

h – глубина кармана, м ;

D и h – заменяются на машине.

Масса куска теста помещающегося в кармане:

$$m_g = V \cdot q, \quad (30)$$

где – ρ плотность теста 1100 кг/м^3 ;

m_g – масса куска в делителе, кг ;

полученная m_g т.е. делительная головка пригодна (не пригодна) для выработки сорта на линии.

«Механики» совместно с «технологами» должны выполнить кинематический расчет см. приложение № 1.

Из него находят частоту вращения рабочего органа n_6 и определяют минутную производительность.

$$P_M = k \cdot n_6 \cdot m, \text{ кг/мин} \quad (31)$$

где k – число мерных карманов с учетом конструкций делительного барабана;

m – масса куска, кг;

n_6 – частота вращения делительного барабана (ритм работы), мин^{-1} ;

c – коэффициент, учитывающий потери времени при остановке машины на регулировку масса куска теста, на зачистку делительной головки ($c = 0,9$).

Суммарная мощность электродвигателя, потребная на приведение в движение тестоделительной машины, определяется по формуле

$$N = \frac{N_H + N_d}{\eta}, \text{ кВт} \quad (32)$$

где N – мощность, необходимая для нагнетания и выпрессовывания теста валками;

N_d – мощность, необходимая для отделения куска теста;

η – к.п.д. приводного механизма, зависящий от рода передач, входящих в привод, тщательности изготовления их и ухода за машиной;

N_H – для машин с валковым нагнетанием.

$$N_H^6 = M \cdot \omega = \frac{\rho R^2 \ln \pi(\alpha + 2\beta \text{tg } \varphi)}{30}, \text{ кВт} \quad (33)$$

где ρ – рабочее давление $\rho = 0,1 - 0,2$ МН/м;

R – радиус валка, м;

ℓ – длина валка, м;

n – частота вращения валков, мин-1; ,

α, β - углы питания и нагнетания, ориентировочно можно принимать $\alpha = 60^0$, $\beta = 55^0$ (рад); необходимо перевести градусы в

радианы $(\angle) = \frac{\pi \cdot (\angle^0)}{180}$, рад;

φ - угол трения теста о валок, в зависимости от рецептуры и влажности $\varphi = 25- 30^0$;

n – определяют из кинематического расчета.

Значение N_d определяется по формуле

$$N_d = \frac{Pv}{1000}, \text{ кВт} \quad (34)$$

где P – сопротивление резанию в н;

v – скорость отделения в м/сек (подсчитывается по среднему радиусу ножа при отрезании или по диаметру делительной головки).

Сопротивление резанию P зависит от формы ножа. Если нож выполнен в виде узкой пластины, то

$$P = p_1 L_H, \quad (35)$$

где p_1 – удельное сопротивление резанию в Н/м;

L – длина режущей кромки ножа в м.

Удельное сопротивление резанию можно принимать: для ржаного теста $p_1 = 0,1$ кН/м; для пшеничного теста из обойной муки $p_1 = 0,15$ кН/м.

Если нож перекрывает всё отверстие кармана диаметром d_M , то сопротивление резанию подсчитывается с учетом преодоления сопротивления тесту, давящему на поверхность ножа, соприкасающуюся с тестом. В этом случае удельное сопротивление можно принимать $p_2 = 5$ кН/м² и общее усилие сопротивления движения ножа определится по формуле

$$P' = p_2 \frac{\pi d_M^2}{4} H, \quad (36)$$

в этом случае

$$N_d = \frac{P' v}{1000}, \quad (37)$$

Затем рассчитывают действительную суточную производительность $P_{сут.}$.

$$P_{сут.} = P_M \cdot 24 \cdot 60 \cdot C, \quad (38)$$

После этого, сравнивая полученные данные с производительностью, выбранной ранее линии хлебозавода. И на втором этапе при незначительных расхождениях дают рекомендации о использовании машины с нужными доработками – изменением скоростей рабочих органов.

Доработки машины необходимо осуществлять в механических мастерских хлебозавода. Исходя из этого, необходим выбор самого простого конструктивного решения: замена электродвигателя, или замена редуктора, или вытачивание нового шкива ременной передачи или замена звездочки, или шестерни. Изготовить шестерню на хлебозаводе невозможно, однако она может быть найдена на складе.

Выбирая оптимальный вариант следует учесть рекомендации «технологов» о качестве получаемой продукции т.е. точность деления. Она зависит от согласованности работы нагнетательных валков, делительного барабана, отводящего конвейера в новых условиях (с новой шестерней, или шкивом и.т.п.).

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте характеристику тестоделителя РТ-2.
2. Устройство и принцип работы тестоделителя РТ-2.
3. Как рассчитать производительность тестоделителя РТ-2?

РАБОТА № 4

Исследование конструктивных возможностей расстойно-печного агрегата ХПА-40 с целью его модернизации.

Цель работы: изучить устройство, принцип работы и возможность использования агрегата в различных производственных ситуациях. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические сведения о расстойно-печном агрегате ХПА-40.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика расстойно-печного агрегата ХПА-40.
2. Устройство и принцип работы агрегата ХПА-40.

Краткие теоретические сведения

Установки для расстойки теста предназначены для восстановления пористой структуры, т.е. для дополнительного брожения теста в кусках, поступающих от формующих машин.

В формующих машинах (тестоделительно-округлительных и закаточных) тесто, подвергаясь механической обработке, теряет большую часть содержащегося в нем диоксида углерода и уплотняется. Для пшеничного теста из сортовой муки предусматривается две расстойки: предварительная – непосредственно после округлительной машины и окончательная после закатки. Предварительная расстойка длится 5–10 минут, а окончательная – 30–60 минут в зависимости от развеса куска, формы и рецептуры. Для предотвращения подсыхания и заветривания изделий окончательную расстойку проводят в специальных камерах или шкафах с влажностью до 85% и температурой 35–40⁰С.

Для ржаных сортов применяются только окончательную расстойку при той же влажности и температуре 30–35⁰С. Воздух с необходимыми параметрами получают в кондиционерах или с помощью простых отопительных и увлажняющих аппаратов.

Приготовление воздуха нужных параметров с помощью кондиционера более совершенно, так как влага и температура равномернее распределяется по камере расстойки.

В результате расстойки структура тестовых заготовок становится пористой, объем может увеличиться в 1,4–1,5 раза, а плотность снижается на 80–40%. Заготовки приобретают равную гладкую, эластичную поверхность.

При недостаточной или плохо проведенной (по параметрам) расстойке готовые изделия получаются бесформенными, с плотным мякишем и надрывами.

Печь – один из главных агрегатов, определяющих технический уровень хлебопекарного производства. Печь должна обеспечивать хорошее качество продукции, высокую степень механизации, наименьший удельный расход топлива, большую тепловую инерцию.

Печь целесообразно приспособлять для выработки определенных сортов хлеба, так, например, при выпечке подового пшеничного хлеба в пекарной камере создаются три основные зоны: 1-ая предварительного увлажнения с температурой среды 100–120 °С; 2-ая интенсивного теплообмена 230–260 °С; 3-я со сниженной интенсивностью 150–180 °С.

При выпечке ржаного хлеба зона увлажнения обычно отсутствует.

В процессе выпечки в пекарной камере тепло передается тестовым заготовкам в результате излучения (радиации) от поверхностей нагрева, конвекции – от парогазовой среды пекарной камеры, теплопроводности – от пода печи к нижней поверхности тестовой заготовки.

В печах обычно различают: пекарную камеру, где производится выпечка; топочное устройство; теплопередающее устройство (каналы дымогарные трубы, пароводяные трубки, электронагреватели); конвейерные поды (пластинчатые, цепные, люлечные, люлечно-подиковые, ленточные стальные или сетчатые); корпус (блочно-каркасный, каркасный, выполненный кирпичной кладкой); привод подвижного пода; целый ряд механизмов и приборов, регулирующих и контролирующих процесс выпечки.

Расстойно-печные агрегаты предназначены для выработки в основном формового хлеба из ржаной и пшеничной муки или из их

смеси. Они представляют собой агрегат, выполняющий в линии производства хлеба две технологические операции: расстойку (процесс окончательного брожения теста) и выпечку. Агрегат имеет один замкнутый цепной конвейер с шарнирно-подвешанными на нем люльками, на которых закреплены формы в соответствии с ассортиментом (круглые, прямоугольные или квадратные).

В промышленности работают расстойко-печные агрегаты: АЦХ, П6-ХРМ с печью ФТЛ-2, Мытищенского опытного мех. завода хлебопекарного оборудования с печами ХПА-40 и др.

Основная цель в линиях выработки хлеба – механизировать тяжелый ручной труд работы у печей. Эту задачу хорошо решают расстойно-печные агрегаты, так как они дают возможность механизировать укладку теста в формы камеры расстойки и автоматическую выгрузку готового хлеба из печи. Единый конвейер агрегата обеспечивает возможность, без переключивания, осуществить операции посадки заготовок теста в печь, см. рис. 9.1.

Для изменения времени расстойки в расстойной камере агрегата служит специальная каретка, с установленными на ней двумя парами блоков. Передвигая вправо или влево (вверх-вниз на П6-ХРЭ) можно изменить длину рабочей части конвейера и тем самым продолжительность расстойки не меняя времени выпечки. Время выпечки регулируется с помощью реле времени в пределах от 10 до 100 минут или вариатором скорости, который установлен в приводе печи.

Для лучшего усвоения изучаемого материала предлагается «игровая ситуация»: на хлебозаводе, на имеющейся линии, изменяется сорт, технология приготовления хлеба по которой необходимо увеличить время расстойки на 10 мин, а время выпечки не меняется.

Задания

Задание 1. Аргументировано доказать возможность или невозможность выработки нового сорта хлеба на имеющемся расстойно печном агрегате.

Число рабочих люлек – $N_p = 82$ штуки;
число холостых люлек – $N_x = 43$ штуки;
число люлек в печи – $N_n = 100$ штук;

числа люлек указаны при максимальном времени расстойки. С учетом двухниточного конвейера в пазу путь, проходимый люлькой будет в 2 раза больше длины паза. Ширина люльки $B = 175$ мм; высота подвески $h = 0,5 B$; зазор между люльками = 50 мм.

На хлебозаводе, на поточной линии вырабатывается ржано-пшеничный сорт, производительностью и массой см. таблицу. Варианты выбираются по последней цифре шифра.

При переходе на другой сорт увеличивается время расстойки на 10 мин, $t_{\text{доп}} = 10$, время выпечки остается неизменным. Для обеспечения технологического процесса необходимо увеличить число заполненных люлек в расстойном шкафу с помощью регулировки: это возможно выполнить регулировочным блоком звездочек.

Однако необходимо проверить хватит ли длины регулировочного паза, по которому перемещается блок звездочек на цепи с шагом $k = 140$ мм, $k = 0,14$ м, длина паза $L = 2,0$ м.

На первом этапе определим шаг подвески люлек. Он берется кратным шагу цепи.

$$l \geq 2\sqrt{\frac{B^2}{4} + h^2} + e, \text{ мм} \quad (39)$$

где l - шаг подвески люлек.

Так как шаг цепи $K = 140$ округляем до ближайшего кратного значения. l_E ближайшего кратного числа.

Проверим диаметр выступов окружности звездочки цепных блоков, который должен иметь такую величину, чтобы люльки свободно проходили через блоки.

$$D \geq d + 2l, \text{ мм} \quad (40)$$

где D – диаметр выступов окружности;
 d – диаметр вала принимаем 100 мм.

$$D = \frac{K}{\text{tg} \frac{180}{z}}, \text{ мм} \quad (41)$$

где z - число зубьев звездочки примем $z = 20$.

$$tg = \frac{180}{90} = tg 9 = 0,158$$

Определим общее количество люлек в шкафу:

$$K_k = K_p + K_x, \quad (42)$$

Рабочая длина конвейера:

$$L_p = K_p \cdot l, \quad (43)$$

Скорость конвейера (люльки) при непрерывном движении:

$$V = L_p / 60 \cdot t, \quad (44)$$

Мощность электродвигателя конвейера:

$$N = \frac{P \cdot v \cdot m}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (45)$$

где P – тяговое усилие на приводных звездочках, Н;
принимаяем $P = 30$ кН;

η – коэффициент полезного действия = 0,75;

m – коэффициент запаса на пусковой момент и др. $m = 1,3$.

Далее определяем требуемое число рабочих люлек с увеличенным временем расстойки ($N'_{раб}$).

$$N'_{раб} = \frac{P_c \cdot (t + t_{дон})}{n \cdot q \cdot 60 \cdot 24}, \text{ шт} \quad (46)$$

где P_c – производительность агрегата, т/сут. см. таблицу;

t – время расстойки, мин;

n – число тестовых заготовок на люльке, шт;

q – масса одной тестовой заготовки, кг.

Теперь необходимо сравнить полученное число люлек $N_{раб}$ с имеющимся в шкафу. С учетом того, что число люлек в пазу входит в число рабочих люлек, получим:

$$N'_{раб} = \dots > \dots$$

Т.е. простой регулировкой (перемещением блока звездочек) достичь нового времени расстойки нам не удастся.

Рассмотрим другие варианты обеспечения технологического процесса. Для увеличения времени расстойки необходимо: либо уменьшить скорость конвейера, либо увеличить число рабочих (заполненных) люлек, уменьшив шаг их крепления на цепном конвейере.

Рассмотрим эти мероприятия в условиях хлебозавода.

Уменьшить шаг крепления люлек на цепи возможно, но нецелесообразно т.к. возникает возможность задевания люлькой за люльку при движении конвейера (огибании звездочек).

Скорость конвейера можно уменьшить вариатором скорости, установленном в приводе конвейера. Однако с уменьшением скорости увеличится время выпечки, что противоречит заданию.

Таким образом, предложенные варианты не приемлемы и мы возвращаемся к первоначальному варианту (блок звездочек в регулировочном пазу). Необходимо будет увеличить длину регулировочного паза.

На втором этапе рассчитаем, возможно, ли это увеличение, т.е. не будет ли новая длина больше длины шкафа.

$$N'_{раб} - N_{раб} = N, \quad (47)$$

где N – число люлек, на которое необходимо увеличить рабочее число люлек.

$$L_{паз} = \frac{N \cdot l}{2}, \quad (48)$$

где $L_{паз}$ – длина, на которую необходимо увеличить паз регулировки.

Общая длина шкафа равна $L_{ш} = 6,15$ м; новый регулировочный паз будет равен:

$$L + L_{паз} = \dots \angle L_{ш}, \quad (49)$$

Вывод: регулировочный паз возможно или не возможно увеличить до необходимой длины и на существующем расстойно-печном агрегате можно или нельзя выработать новый сорт хлеба.

Таблица3 - Варианты для расчета

Варианты Обозначения	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Производительность, П т/сут	40	42	46	40	32	44	46	46	34	36
Число тестовых заготовок	12	14	16	14	16	14	12	14	16	14
Масса теста, кг	1,6	1,2	1	1	1	1,5	1,6	1,6	1	1
Время расстойки, мин	50	45	40	40	50	50	40	50	50	45

Если необходима регулировка и времени расстойки, и времени выпечки, следует решить, что будет регулироваться в первую очередь – блок расстойки или вариатор скорости и почему именно.

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте характеристика расстойно-печного агрегата ХПА-40.
2. Опишите устройство и принцип работы агрегата ХПА-40.
3. Как рассчитать необходимое количество люлек?
4. Как рассчитать производительность агрегата ХПА-40?

РАБОТА № 5

Анализ влияния конструктивных размеров матрицы на работу макаронного пресса.

Цель работы: ознакомиться с производством макарон, изучить устройство макаронных матриц и оценить влияние их конструктивных параметров на производительность машины. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические данные о устройстве макаронных матриц и конструктивные параметры производительности макаронного пресса.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика технологической линии производства макаронных изделий.
2. Устройство макаронных матриц.
3. Устройство и принцип работы макаронного пресса.

Краткие теоретические сведения

Участок производства макарон состоит из: шнекового пресса, режущего устройства, двух сушилок – предварительной и окончательной, накопителя стабилизатора и транспортирующих механизмов. Возможны различные компоновки оборудования для короткорезанных макарон, может быть включена виброподсушка.

Макаронное тесто замешивается более крутым, чем хлебопекарное и состоит из муки и воды с температурой, как правило, 50-65 °С возможны обогатительные и вкусовые добавки (яичные, молочные, овощные, витаминные и т.п.). Такие добавки обычно смешиваются с водой идущей на замес теста. При замесе макаронного теста используется гораздо меньшее количество воды, чем при замесе хлебного теста. Это количество составляет примерно половину того, которое могут поглотить основные компоненты муки – крахмал и белок. Поэтому макаронное тесто после выхода из тестосмесителя представляет собой сыпучую массу увлажненных комочков и крошек, а не связанное пластичное тело.

Матрица – основной рабочий орган пресса, подразделяются на круглые и прямоугольные (тубусные) с отверстиями различного профиля. Изготавливают матрицы из прочных антикоррозийных материалов бронзы БрАЖ9-4; латуни – ЛС 56-1; стали – Х18Н9Т. Круглые матрицы используют для формования любых видов макаронных изделий, прямоугольные – для формования длинных макаронных изделий. Для увеличения прочности тонких (22 и 28 мм) используют подкладные и накладные колосники. Матрица

высотой 60 мм имеет необходимую прочность и используется без колосников.

Формующие отверстия матриц подразделяются на два типа: без вкладышей – для формования нитеобразных и лентообразных изделий; с вкладышами для формования трубчатых и фигурных изделий.

Для формования тестовой ленты применяются матрицы с щелями длиной до 600 мм и шириной 1,2 мм. После формования тестовая лента подается на штампованную машину.

Отверстия для вкладышей в матрицах имеют два разных диаметра, на заплечики меньшего устанавливаются вкладыши. Вкладыши должны быть из того же металла что и матрица, для того чтобы не возникала гальваническая коррозия.

Возникают специальные вставки из фторопласта, тефлона. Вкладыши обеспечивают необходимую форму изделий и выпускаются трехопорными, двухопорными, серповидными и т.п.

Задания

Задание 1. Рассчитать производительность макаронного прессы.

Условно примем, что на прессе ЛПШ вырабатываются длиннотрубчатые макароны, с последующей сушкой в кассетах. Исходя из этого, можно принять круглую матрицу с пропускной способностью Пм, см. таблицу вариантов.

Данные вариантов выбираются по последней цифре шифра.

Таблица 4 – Варианты для расчета

Конструктивные параметры	Варианты										
	размерность	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пропускная способность матрицы, Пм	кг/ч	45	43	42	40	39	38	36	35	34	32
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 4

Размеры длиннотрубчатых макарон	мм										
d1		7,0	7,0	7,5	7,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
d2		4,8	4,6	4,8	4,6	4	3,8	3,6	3,8	3,6	3,8
Влажность теста, w	%	28	28,5	28,8	30,0	30,5	30,8	31,0	31,5	32	30,8

Остальные данные работы макаронного пресса условно принимаем:

скорость выхода теста $v = 1,2$ см/с; плотность теста = 1330–1450 кг/м³; величина заплечика в матричном кольце, на который опирается матрица $e = 15$ мм; коэффициент живого сечения матрицы $k_f = 0,137–0,203$. Необходимо определить диаметр матрицы.

В основу расчета положены формулы производительности пресса и числа отверстий в матрице из соображений возможности размещения нитей изделий в кассете.

Π_ϕ – пропускная способность одного формирующего отверстия, кг/ч;

$$\Pi_\phi = f_\phi \cdot \rho \cdot v, \quad (50)$$

где f_ϕ – площадь живого сечения формирующего отверстия, мм²;

$$f_\phi = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2), \quad (51)$$

Число отверстий определяют из соотношения

$$n = \frac{\Pi_M}{\Pi_\phi}, \quad (52)$$

где Π_M – пропускная способность матрицы, кг/ч.

Рабочую площадь матрицы F можно определить:

$$F = \frac{f_{\epsilon} \cdot n}{k_f}, \quad (53)$$

Диаметр матрицы определим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi} + \frac{2\epsilon}{m}}, \quad (54)$$

Производительность пресса определим:

$$П_n = \frac{v \cdot f_{\epsilon} \cdot n \cdot \rho(100 - w_T)}{(100 - w_M)}, \quad (55)$$

где w_T – влажность теста 28–32% w;

w_M – влажность готовых макарон 13% w.

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте характеристика технологической линии производства макарон.
2. Матрица – это?
3. Как определить диаметр матрицы?
4. Как определить производительность пресса?

Рекомендуемая литература

1. Авилова, И.А., Беляев А.Г., Бывалец О.А., Потребва Е.Ю., Чугунов С.А. Современные физико-химические методы анализа сырья и пищевых продуктов [Текст]: учебное пособие / И.А. Авилова, А.Г.Беляев, О.А. Бывалец, Е.Ю. Потребва, С.А.Чугунов.- Изд-во «Перо». – Курск, 2014.- 166 с.

2.Бутковский, В. А. Технологическое оборудование мукомольного производства [Текст] : учеб. пособие для студ. вуз. / Г. Е. Птушкина. - М. : ГП Журнал Хлебопродукты, 1999. - 208 с.

3. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование : хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. М. Хромеев, М. Е. Чернов. - М. : Академия, 2004. - 432 с. - (Среднее профессиональное образование). 4. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК [Текст]: учебник / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. - М. : Колос, 2001. - 352 с.

5.Ковриков, И.Т. Технологическое оборудование производства хлебопродуктов: лабораторный практикум [Текст] : учебное пособие / И. Т. Ковриков ; Оренбургский государственный университет. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2008. - 262 с.

6.Спичак, В.В.Технологическое оборудование свеклосахарных заводов [Текст]: учебное пособие / В. В. Спичак, М. И. Егорова, Н. В. Ермакова ; МИНОБРНАУКИ РОССИИ, Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 147 с.

7.Хромеев, В. М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик [Текст] : учебное пособие / В. М. Хромеев. - СПб. : ГИОРД, 2004. - 496 с.

Приложение 1

Кинематическая схема

Кинематическая схема представляет собой условное плоскостное, либо изометрическое изображение всех ее механизмов привода и рабочих органов и их взаимозаменяемость. Она должна давать представление о порядке присоединения механизмов, распределения потоков энергии, кинематических связях элементов машин, о взаимном расположении ведущих звеньев.

Необходимость составления кинематической схемы бывает при конструировании новой машины, модернизации старой при исследовании (анализе). Кинематическая схема является исходным документом для кинематического расчета машины. Она также является обязательным приложением к описанию инструкции по эксплуатации машины, автомата, составляемых машиностроительными заводами.

Каждый инженер должен не только читать и понимать кинематическую схему, но также быстро и четко составлять ее.

Кинематическая схема показывает, как движение передается от двигателя к рабочим органам машины, автомата.

В большинстве случаев механизмы привода обладают постоянными для определенных режимов передаточными отношениями скоростей. Эти механизмы обычно являются либо механизмами непрерывного действия, либо прерывистого, но однонаправленного действия с обязательной увязкой их работы с цикличностью действия других механизмов.

Работа исполнительных механизмов, как правило, должна быть подчинена цикличности технологического процесса, выполняемого машиной, автоматом.

Непосредственно на кинематической схеме привода должны указываться мощность двигателя, скорость вращения выходного вала двигателя и всех других валов машины, автомата, диаметры шкива, числа зубьев колес, звездочек, храповиков, модули зубчатых передач, шаги цепных передач, числа и величины ходов рабочих органов. Все валы должны быть пронумерованы римскими цифрами. Все повторяющиеся элементы схемы, такие как кривошип, кулачки и другие, ведущие и ведомые звенья

исполнительных механизмов, а также элементы схемы, произвольно обозначенные в связи с отсутствием таковых в ГОСТе 2.770-78, должны быть пронумерованы арабскими цифрами в порядке обхода схемы слева направо и либо справа налево.

Все элементы схемы, получившие номера, должны быть пояснены на свободном поле чертежа текстовой частью.

При описании принципа действия и устройства машины, автомата ссылка на цифровое обозначение элементов схемы обязательны.

Использование условных обозначений по ГОСТу 2.770-78 при составлении плоских схем обязательно.

Направление вращения ведущего звена указывается стрелкой.

Конструктивные особенности звеньев и механизма в целом, не оказывающие влияния на движение механизма и его элементов, кинематической схемой не учитываются.

Кинематический расчет любой машины состоит из расчета передаточных отношений и определения скоростей всех валов и рабочих органов.

$$U_{об} = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \dots U_n$$

$$U_{об} = \frac{n_{дв}}{n_{ро}} = \frac{n_{дв}}{n_i} \cdot \frac{n_1}{n_2} \dots \frac{n_{n-1}}{n_n}, \quad (35)$$

где $U_{об}$ - общее передаточное отношение;

$U_1, U_2 \dots U_n$ - передаточное отношение каждой из конкретных передач;

$n_{дв}$ - частота вращения вала двигателя;

$n_{ро}$ - частота вращения рабочего органа;

$n_i, n_2 \dots n_n$ - частота вращения соответствующего вала.

$$U_{об} = \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} \dots \frac{z_n}{z_{n-1}}, \quad (36)$$

где d_2 и d_1 - диаметры соответствующего ведомого и ведущего шкива;

z_2 и z_1 - число зубьев ведомого и ведущей звездочки;

z_2, z_3 и z_4, z_{n-1} – число зубьев ведомого и ведущей шестерни.

Соответственно

$$\frac{n_{\text{дв}}}{n_1} = \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdots \frac{z_n}{z_{n-1}} \text{ и т.д.} \quad (37)$$

Совмещая стороны уравнивания $U_{\text{об}}$ находим $n_{\text{ро}}$ - частоту вращения рабочего органа, или любого вала.