

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

Кафедра «Машины и аппараты пищевых производств»

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
МАЛЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Методические указания к лабораторным работам

БИШКЕК – 2011

«Рассмотрено»
на заседании кафедры
«МАПП»
Прот. №12 от 04.05.2011 г.

«Одобрено»
Методической комиссией
технологического факультета
Прот. №7 от 04.06.2011 г.

УДК: 664.61 (072)

Составители: СУЕРКУЛОВА В.М., АЛЫМКУЛОВ Н.ДЖ.

Технологическое оборудование малых и традиционных предприятий. Методические указания к лабораторным работам / КГТУ им. И.Раззакова; сост.: В.М.Суеркулова, Н.Дж.Алымкулов. – Б.: ИЦ «Техник», 2011. – 55 с.

Изложены методические принципы лабораторного практикума, методики выполнения работ и краткие теоретические сведения.

Предназначено для студентов направления 551802 «Пищевая инженерия» специальности 551802.02. «Пищевая инженерия малых и традиционных предприятий» очной и заочной формы обучения.

Рецензент: к. т. н., доц. Б.К.Джунусов.

Тех. редактор *Субанбердиева Н.Е.*

Подписано к печати 22.12.2011 г. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.

Бумага офс. Печать офс. Объем 3,5 п.л. Тираж 35 экз. Заказ 188. Цена 57,7 с.

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ «Техник» КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-29-43
e-mail: beknur@mail.ru

Лабораторная работа №1

Прессовые матрицы

Цель работы

1. Изучить конструкции матриц для формирования трубчатых, лентообразных и фигурных макаронных изделий.
2. Изучить устройство формующих каналов и вкладышей матриц.
3. Изучить применение конструкционных материалов в формующих элементах матриц.
4. Произвести расчет производительности матриц, исходя от основного фактора – пропускной способности.

Теоретические сведения

Макаронные изделия вырабатываются из пшеничной муки высокого качества специального помола (ГОСТ 12306 – 66 и ГОСТ 12307 – 66). При изготовлении макаронных изделий могут применяться различные вкусовые и обогатительные добавки: яйцопродукты, томатопродукты, молоко и др. Сорт изделия определяется сортом муки и применяемыми добавками.

Весь ассортимент макаронной продукции по ГОСТу подразделяется на 4 типа:

- трубчатые изделия (макароны, рожки, перья);
- нитеобразные изделия (вермишель);
- лентообразные изделия (лапша гладкая, гофрированная, волнообразная и др.);
- фигурные изделия (алфавит, звездочки, шестеренки, ушки, бантики, ракушки).

Макаронные изделия формируют выпрессовыванием теста через особые отверстия матрицы или методом штампования из тонкой ленты теста. В зависимости от способа формования различают 2 группы макаронных изделий: прессовые (формируются с помощью прессов) и штампованные (формируются штамповочными машинами из тестовой ленты).

Матрицы работают под значительными нагрузками, поэтому они изготавливаются из прочных материалов. Расчетное рабочее давление прессования принято 12 МПа. К материалам матрицы предъявляют высокие требования в отношении стойкости к коррозии. Тесто является агрессивной средой, поскольку она содержит кислореагирующие вещества.

Окисления металла матриц ведет к быстрому износу поверхности формирующих элементов, стиранию полировки, что и является причиной выпуска шероховатых изделий. Матрица должна выдержать значительные давления, противостоять к изгибу и срезающим нагрузкам, передаваемым матрице давлением теста.

Материалом для изготовления матрицы чаще всего служит латунь или бронза. Особо ценится фосфористая бронза, именно из нее изготавливаются лучшие матрицы. Для матрицы пригодна и нержавеющей сталь.

Формующие отверстия матриц можно свести к трем основным видам:

- 1) кольцевые или замкнутые любой геометрической конфигурации отверстия с вкладышами;
- 2) отверстия без вкладышей;
- 3) отверстия щелевые.

С помощью матриц с кольцевыми отверстиями и вкладышами получают трубчатые изделия (макаронеры круглые, макароны эллипсовидные, рожки трехгранные, круглые квадратные и пр.). Используя матрицы с круглыми отверстиями без вкладыша, получают нитеобразные изделия (вермишель разного диаметра и суповые засыпки в виде зерен, кружков, семян). Матрицы с щелевыми отверстиями дают лентообразные, фигурные изделия (лапшу, скорлупки, ракушки и пр.) и тестовую ленту (полотно) для формирования штампованных изделий.

Для формирования макарон применяются в основном два профиля формующего отверстия: модель ГМ – 25Д, разработанная НИЛМАП, и модель конструкции Коломейцева с двухперым вкладышем. Канал матрицы модели ГМ – 25Д с трехперым вкладышем показан на рис. 1а, б. Верхняя цилиндрическая часть называется входной камерой, диаметр ее 11 мм, высота 9 мм, в ней укреплен на своих опорах вкладыш. Вторая цилиндрическая часть является переходной, диаметр ее 8 мм и высота 9 мм. Третья часть, выходная, называется формующей камерой, или формирующим каналом, диаметр его 7 мм, высота 2 – 5 мм.

Поступая во входную цилиндрическую часть большого диаметра, тесто рассекается опорами вкладыша на три потока. Обойдя перья вкладыша, тесто попадает во вторую цилиндрическую часть меньшего диаметра, где оно подпрессовывается, склеивается и, обтекая ножку вкладыша, выходит из формирующего канала в виде трубки. Камеры подпрессовки и формирующий канал выполняют самую главную и ответственную роль: они не должны быть слишком низкими, чтобы было достаточно времени трем потокам теста вновь соединиться в трубку. Если камера высока, то возрастает сопротивление прессования и производительность пресса снижается.

Широко применяются матрицы с применением полимерных материалов в формирующих каналах. Они обладают малой адгезионной прочностью к тесту.

Наиболее просты матрицы для изготовления вермишели. К ним относятся матрицы с цилиндрическими отверстиями конструкции НИЛМАП и В.И. Коломейцева. Матрицы для вермишели (рис. 2) представляют собой диск из нержавеющей стали или бронзы, в котором высверлены цилиндрические углубления.

В доньшках просверлено семь формирующих цилиндрических отверстий $d = 1,2$ мм. При использовании фторопласта – 4, запрессовываются капсу-

ла с отверстиями из фторопласта, а сверху они защищены от давления запрессованными дисками из латуни.

Матрицы для формования лентообразных изделий (лапша) отличаются от матриц для вермишели формирующей щелью (рис. 3). Размеры щелей соответствуют толщине и ширине лапши.

Для формования тестовой ленты применяют матрицы с узкой щелью (рис. 3а). Матрица для формования гофрированной лапши показана на рис. 3б.

Расчет пропускной способности матрицы

Производительность макаронного пресса зависит от многих факторов. Решающим из них является пропускная способность матрицы. Расчеты пропускной способности матрицы могут производиться в 2-х вариантах: для действующих и для конструируемых.

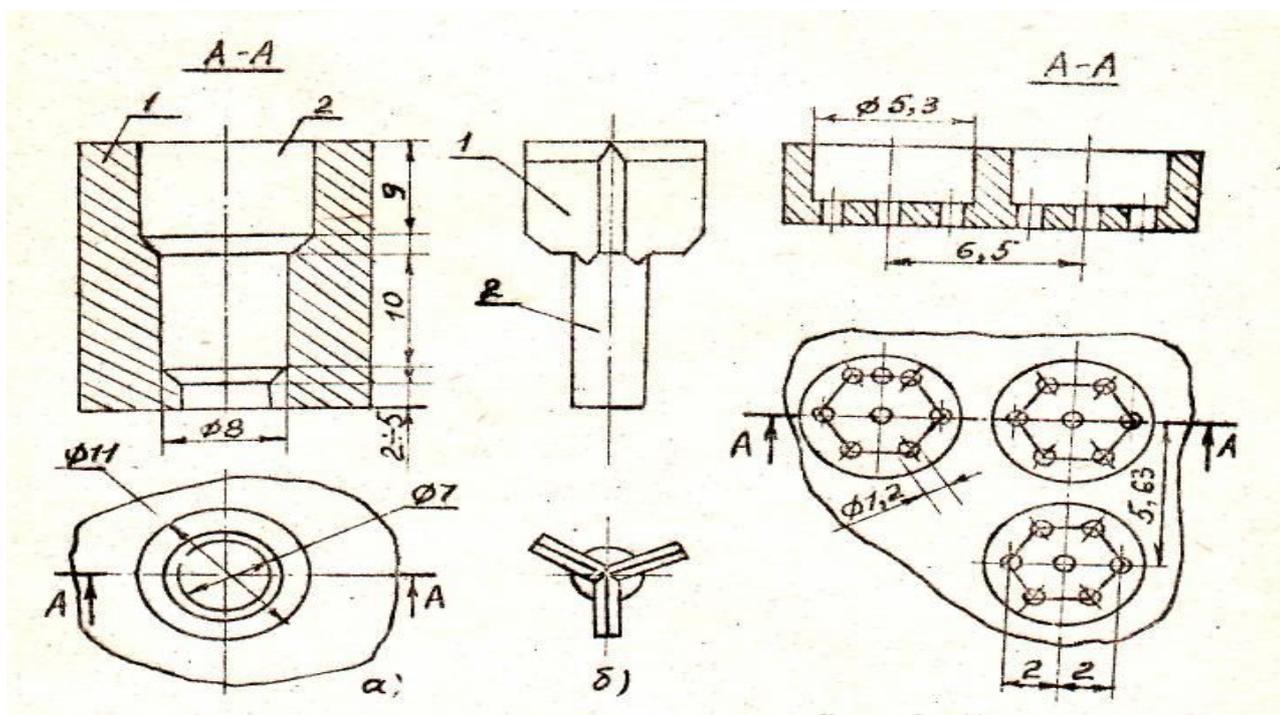


Рис. 1. формирующие элементы матрицы для макарон: а) канал матрицы: 1 – матрица, 2 – канал; б) трехперый вкладыш: 1 – опора вкладыша, 2 – ножка вкладыша

Рис. 2. Матрица для формования вермишели

В первом случае исходными данными для расчета являются размеры матрицы, ее диаметр, число отверстий, суммарная площадь живого сечения и средняя скорость прессования. Пропускная способность матрицы зависит от суммарной площади живого сечения формирующих отверстий, размещенных на ее поверхности и от скорости выхода теста через эти отверстия.

Для проектирования новой матрицы должны быть заданы пропускная способность (производительность), количество отходов вторичной переработ-

ки, скорость прессования изделий. На основании этих данных рассчитывается необходимая суммарная площадь живого сечения Σf :

$$\Sigma f = \frac{(1 + 0.01 K) G}{3.6 \rho \mathcal{G}}, \quad \text{м}^2,$$

где K – количество отходов вторичной переработки в %; G – часовая производительность матрицы, кг/ч; ρ – плотность теста, кг / дм³ (в диапазоне давлений 7,0 – 11,0 МПа применяются равной 1,44 (кг / дм³)); \mathcal{G} – скорость прессования макаронных изделий, см/с.

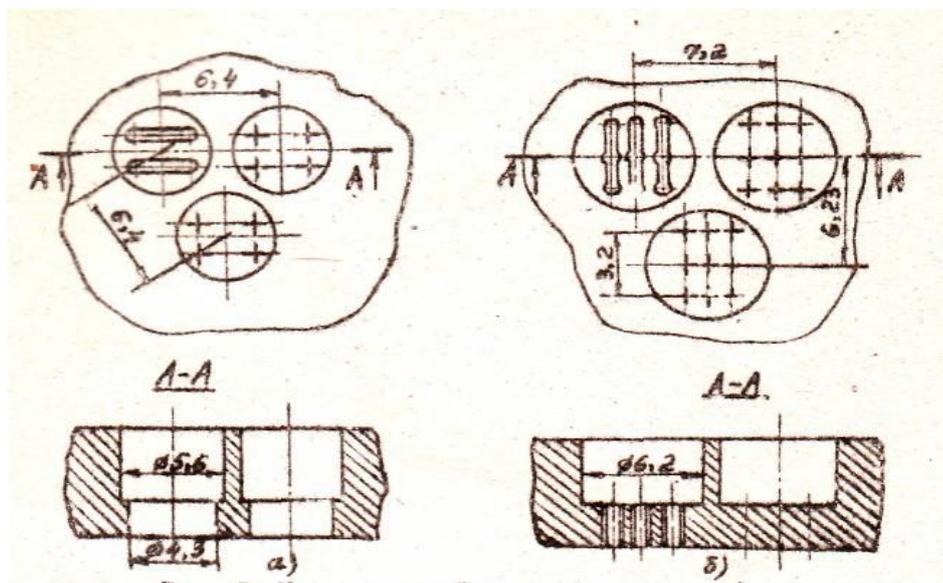


Рис. 3. Матрицы для формования лапши: а) для гладкой лапши; б) для тройной гофрированной лапши

Общая площадь матрицы:

$$F_M = \frac{\Sigma f}{0.01 S}, \quad \text{м}^2,$$

где S – суммарная площадь живого сечения отверстий, % и общей площади матрицы.

Диаметр круглой матрицы:

$$D_M = \sqrt{\frac{4 F_M}{\pi}}, \quad \text{м}^2,$$

Для расчета производительности матрицы принять следующие средние значения скоростей прессования (табл. 1).

Таблица 1

Изделия	Диаметр, мм	Скорость прессования, мм/с
Макаронны	7 × 4,8	15 – 25
Макаронны особые	6 × 4,0	10 – 15
Соломка	4 × 3,5	5 – 7
Вермишель	0,5 × 1,5	25 – 35
Прессовая лапша	-	20 – 25

Порядок выполнения работы

1. Изучить по (1, 2) процесс производства макаронных изделий и дать принципиальную схему шнекового макаронного пресса ЛПЛ – 2М.

2. Определить во время занятий, для производства каких видов макаронных изделий используются имеющиеся в лаборатории матрицы?

3. Изучить конструкции матриц, имеющихся в лаборатории, дать эскизы формирующих элементов, с нанесением размеров и указанием материалов матриц.

4. Рассчитать пропускную способность каждой матрицы, исходя из геометрических параметров матрицы и средней скорости прессования изделий.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется формование трубчатых и сплошных макаронных изделий?
2. С какой целью применяются в матрицах полимерные материалы?
3. Для каких целей вакуумируют тесто?
4. От каких параметров зависит производительность прессовых матриц?
5. Какие бывают конструкции вкладышей, из какого материала они изготавливаются?
6. Какие факторы влияют на качество макаронных изделий?
7. Почему к материалам матриц предъявляются особые требования?
8. Какое принято рабочее давление для макаронных матриц?
9. Как осуществляется проектный расчет матрицы?

Литература

1. Лукьянов В.В. Технология и оборудование для производства макаронных изделий. – М.: Пищепромиздат, 1959.
2. Назаров Н.И. Технология производства макаронных изделий. – М.: Пищевая промышленность, 1978.

Лабораторная работа №2

Изучение конструкции хлеборезки.

Цель работы

Изучить на практике принцип действия и конструкцию хлеборезки, основные параметры, влияющие на качество нарезки хлеба (угол заточки ножа, размеры дискового ножа, расстояние от оси вращения приводного вала до оси ножа; частота вращения приводного вала, дискового ножа) и определить коэффициент скольжения. Произвести замеры производительности, мощности и определить качественные показатели нарезки хлеба на ломтики.

Материальное оснащение

Хлеборезальная машина МРХ-200, масштабная линейка, угломер, тахометр, ваттметр (вольтметр, амперметр), весы, секундомер, штангенциркуль, хлеб.

Общие сведения

Хлеборезка предназначена для нарезания хлеба и хлебобулочных изделий на предприятиях общественного питания.

Машина (см. установку МРХ-200) состоит из следующих составных частей: рамы с электродвигателем, корпуса передаточного механизма, дискового ножа, двух горизонтальных лотков с ограждениями, а также механизмов регулировки толщины отрезаемых ломтиков, подачи к ножу и заточки ножа. Кинематическая схема хлеборезки представлена на рис.1.

Теоретические сведения

Качество нарезки характеризуется внешним видом ломтиков, которые должны быть одинаковой толщины, с гладкой поверхностью среза и не иметь следов деформации, при минимальном количестве отходов (крошки).

Качество нарезки хлеба на хлеборезке в большой степени зависит от величины коэффициента скольжения, который представляет собой отношение тангенциальной составляющей скорости движения лезвия рабочего инструмента к нормальной составляющей скорости (рис.2):

$$K_{\beta} = \frac{V_{\tau}}{V_n}$$

Нормальная составляющая V_n скорости движения рабочего инструмента равна

$$V_n = \frac{\pi \cdot r_b \cdot n_g}{30} \cos \alpha ,$$

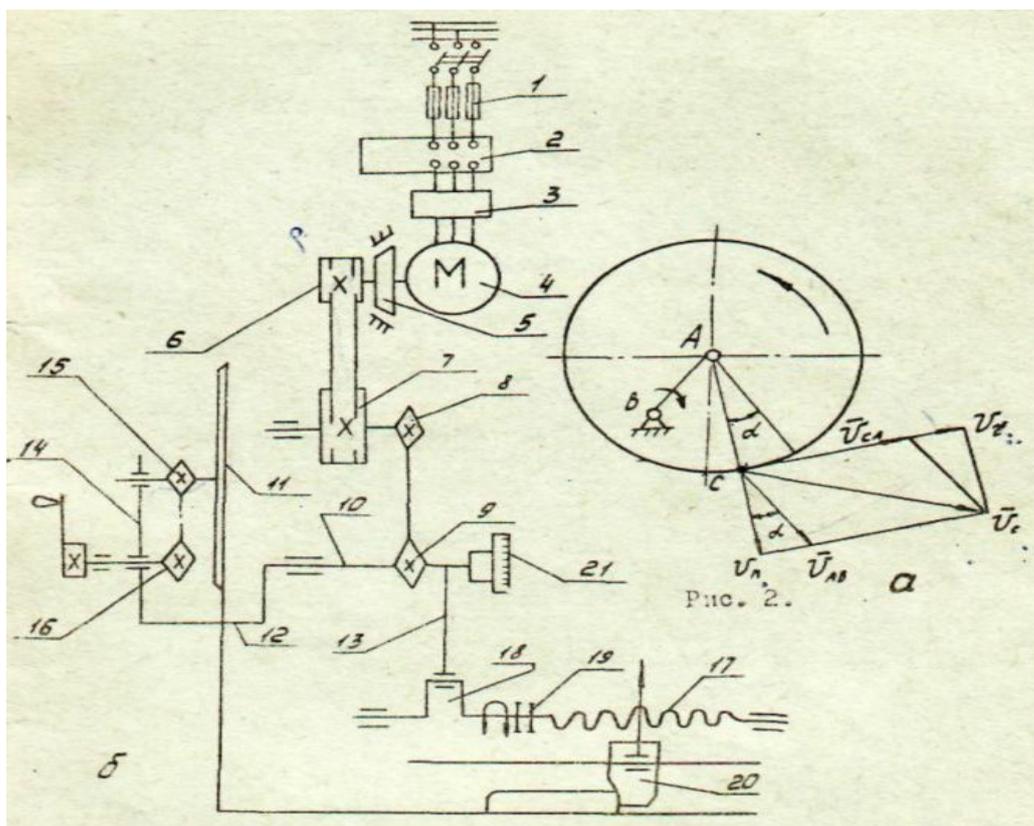


Рис.1. Схема экспериментального стенда

1 - предохранитель; 2 - контрольно-измерительные приборы; 3 - магнитный пускатель; 4 - электродвигатель; 5 - тормозное устройство; 6,7 - ведущий и ведомый шкивы; 8 - звездочка главного вала; 9 - звездочка; 10 - вал; 11 - нож; 12 - противовес; 13 - шатун; 14 - кронштейн; 15,16 - звездочки; 17 - винт; 18 - вал; 19 - муфта; 20 - каретка.

где r_b - расстояние между осью главного вала и осью дискового ножа, м; n_b - частота вращения дискового ножа вокруг оси приводного вала, мин^{-1} ; α - угол между перпендикуляром к водилу и радиусом ножа для произвольной точки.

Тангенциальная составляющая V_t скорости движения ножа равна

$$V = \frac{\pi \cdot r_n \cdot n_n}{30} + \frac{\pi \cdot r_b \cdot n_b}{30} \cdot \sin \alpha$$

где r_n - радиус дискового ножа, м; n_n - частота вращения дискового ножа вокруг собственной оси, мин^{-1} .

Таким образом, коэффициент скольжения определяется по формуле

$$K_\beta = \frac{r_n \cdot n_n}{r_b \cdot n_b \cdot \cos \alpha} \cdot \text{tg} \alpha.$$

Оптимальным коэффициентом скольжения при нарезке хлебобулочных изделий на ломтики считается K_β , равный 8 – 10.

На предприятиях общественного питания в основном эксплуатируются хлеборезки, имеющие один дисковый, вертикально расположенный нож, ко-

торый совершает планетарное движение. Коэффициент скольжения его равен 2,9 – 3,1.

Конструктивного увеличения коэффициента скольжения можно достичь путем соответствующего подбора передаточного отношения планетарной передачи (диаметра и межцентрового расстояния АВ), при этом $V_\tau > V_n$.

Другими основными показателями работы хлеборезок следует считать производительность и удельный расход энергии при нарезке 1 кг продукта.

Действительная производительность хлеборезок определяется по формуле

$$Q_d = \frac{m}{T} \cdot 3600 ; \text{ кг/ч},$$

где m - масса нарезанного хлеба, 0,5 кг ÷ 1 кг; T - время цикла нарезки хлеба, с.

$$T = t_3 + t_o, \text{ с},$$

где t_3 - время подачи хлеба, с (от закрепления до начала, резки);

t_o - время его нарезки, с.

Теоретическая производительность определяется так же, как и действительная, но при этом рассчитывается время, необходимое для нарезки порции хлеба:

$$t_o = \frac{l \cdot 60}{\delta \cdot n_b},$$

где l - длина подаваемого хлеба, м; δ - толщина отрезаемых ломтиков хлеба, м (5 ÷ 20 мм).

Полезная мощность определяется по формуле

$$N_{\text{пол}} = N_{\text{общ}} - N_{\text{х.х.}},$$

где $N_{\text{общ}}$ - мощность при работе машины под нагрузкой, кВт;

$N_{\text{х.х.}}$ - мощность при холостом ходе машины, кВт.

Процент отходов хлеба при нарезке его на ломтики вычисляет по формуле

$$y = \frac{m - m_b}{m} \cdot 100 \%,$$

$$Q_T = \frac{m \cdot 3600 \cdot \delta \cdot n_b}{t_3 + l \cdot 60},$$

где m_b - масса качественно нарезанных ломтиков хлеба, кг.

Удельный расход энергии для нарезки хлеба определяется по формуле

$$P = \frac{N_{\text{пол}} \cdot T}{3600 \cdot m}; \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кг}$$

$$N_{\text{теор}}^* = \frac{N_1 + N_2}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (1)$$

Теоретическую мощность хлеборезки можно определить по формуле (1),
 N_1 - мощность, затрачиваемая на нарезку хлеба, *кВт*.

$$N_1 = q_b \cdot l_1 \cdot V_n,$$

где q_b - удельное сопротивление резанию хлеба, которое зависит от его сорта и влажности, $q_b = 400 \div 1000$ *Н/м*;

l_1 - максимальный размер отрезаемого ломтика, *м*;

N_2 - мощность, затрачиваемая на преодоление трения продукта при его движении по лотку, *кВт*.

$$N_2 = T_{тр} \cdot \mathcal{G}_1,$$

где $T_{тр}$ - сила трения, возникающая между хлебом и ломтиком, *Н*

$$T_{тр} = G \cdot f_1; \quad G = \frac{m}{g};$$

где G - вес загружаемого хлеба, *Н*;

f - коэффициент трения хлеба о металл, *м* ($f = 0,5 \div 0,7$);

\mathcal{G}_1 - скорость продвижения хлеба, *м/с*.

$$\mathcal{G}_1 = \frac{\delta \cdot n_b}{60};$$

η - коэффициент полезного действия передаточного механизма; $\eta = 0,7 \div 0,8$.

Порядок выполнения работы

Работу необходимо начать с изучения хлеборезки, ее отдельных узлов и элементов. Затем ознакомиться с формой и расположением ножа; механизмов регулировки толщины отрезаемых ломтей (при этом надо обратить внимание на крепление эксцентрика в головке шатуна и регулировку эксцентриситета); механизмом подачи продукта к ножу; механизмом передачи движения рабочему инструменту; механизмом заточки ножа; приспособлением для очистки ножа от налипшего хлеба, а также с техникой безопасности и блокировкой машины. При этом пользуются плакатами, а описание хлеборезок принцип их работы изучают по учебнику.

После изучения конструкции хлеборезки и схемы опытной установки с разрешения преподавателя приступают к проведению экспериментальной части работы. Вид продукта и толщина нарезки ломтиков задаются преподавателем. С целью снятия замеров производят частичную разборку машины: закрепляют противовес стопором, снимают с кожуха точильное устройство, верхнюю часть, закрывают нож, а затем снимают кожух передаточного и регулировочного механизмов. Замеряют основные конструктивные параметры (диаметр дискового ножа, расстояние от оси главного приводного вала до оси дискового ножа), определяют передаточное отношение планетарной цепи передачи и замеряют угол обхвата продукта и угол заточки дискового ножа.

Угол заточки лезвия дискового ножа определяют угломером, остальные конструктивные параметры - масштабной линейкой и штангенциркулем.

Затем хлебрезку собирают, и, освободив противовес от стопора, проверяют готовность ее к работе. Для этого проворачивают вручную регулировочные диски и убеждаются в правильности сборки машины (дисковый нож должен вращаться в направлении, указанной стрелкой на кожухе машины). Затем включают электродвигатель и тахометром измеряют частоту вращения главного приводного вала и электродвигателя, а контрольно-измерительными приборами - мощность хлебрезки на холостом ходу.

Взвешивают порцию хлеба, закрепляют его вилкой в каретке подающего устройства и устанавливают заданную толщину ломтиков. Включает машину, секундомер отсчитывает время начала резания хлеба и время остановки машины.

Во время нарезки хлеба измеряют мощность электродвигателя. Расход электроэнергии определяют с помощью, контрольно - измерительных приборов, частоту вращения приводного вала посредством тахометра. Продукт - взвешивают на циферблатных весах и замеряют время секундомером. Угол обхвата продукта при нарезке измеряют специальным приспособлением, имеющим радиус, равный радиусу дискового ножа.

Порядок проведения испытаний.

При нарезании хлеба и хлебобулочных изделий нужно придерживаться следующего порядка работы:

- проверить качество заточки ножа. Если нож недостаточно острый, заточить его (в присутствии преподавателя);
- установить нужную толщину реза. Толщина резки хлеба регулируется при помощи диска, для чего надо ослабить гайку. На прижимной шайбе имеются пометки, против которых устанавливаются полосы увеличения толщины реза на диске, и поворотом этого диска в одну или в другую сторону устанавливается нужная толщина. В отрегулированном положении диск закрепляется гайкой;
- открыть защитную решетку;
- при помощи рукоятки отвести каретку подачи в правое положение;
- закрепить нарезанный хлеб вилками захвата.

Примечание. Хлеб, размеры которого больше чем 155×140 мм, должен быть вручную нарезан вдоль на две половинки.

- закрыть защитную решетку;
- включить машину, нажав на кнопку «Пуск».

После окончания работы машину отключают от электросети, отодвигают лоток с нарезанным хлебом от ножа, взвешивают хлеб и визуально оценивают качество его нарезки.

После этого скребками очищают нож от прилипшего к нему хлеба, для чего нажимают на кнопки, размещенные около приспособления.

Опыт повторяют на другом виде хлеба. Во время проведения опыта и после остановки машины категорически запрещается вынимать руками застрявшие ломтики хлеба.

По мере необходимости следует производить заточку ножа.

Обработка опытных данных и составление отчета

Для составления отчета необходимо начертить кинематическую схему, сделать расчеты по приведенным в работе формулам и занести результаты опытов и расчетов в таблицу.

Полученные данные по производительности, мощности сопоставить с расчетными и паспортными. Сравнить полученные данные при нарезании различных сортов хлеба.

Сделать выводы о работе хлебoreзальной машины.

Таблица.

№	Наименование показателя	Условн. обознач.	Ед. измер.	Опытн. данные	Расчет. данные
1	2	3	4	5	6
1.	Расстояние между осью главного приводного вала и осью дискового ножа.	$r_{\text{в}}$	<i>м</i>		
2.	Радиус дискового ножа	$r_{\text{н}}$	<i>м</i>		
3.	Мощность при работе машины	$N_{\text{общ}}$	<i>кВт</i>		
4.	Мощность при холос.ходе	$N_{\text{х.х.}}$	<i>кВт</i>		
5.	Масса нарезаемого хлеба	M	<i>кг</i>		
6.	Длина подаваемого хлеба	L	<i>м</i>		
7.	Толщина отрезаемого хлеба	δ	<i>м</i>		
8.	Максимальный размер отрезаемого ломтика	l_1	<i>м</i>		
9.	Масса качественно нарезаемых ломтиков хлеба	$m_{\text{в}}$	<i>кг</i>		
10.	Время подачи хлеба	t_3	<i>с</i>		
11.	Время его нарезки	t_o	<i>с</i>		
12.	Удельное сопротивление резания хлеба	$g_{\text{в}}$	<i>Н/м</i>		
13.	Коэффициент трения хлеба о дисковый нож	F			
14.	Механический к.п.д.	η			
15.	Частота вращения дискового ножа вокруг оси приводного вала	$n_{\text{в}}$	<i>мин⁻¹</i>		
1	2	3	4	5	6
16.	Частота вращения дискового ножа вокруг собственной оси	$n_{\text{н}}$	<i>мин⁻¹</i>		
17.	Угол между перпендикуляром к водилу и радиусом ножа для произвольной точки	α	<i>град</i>		
18.	Тангенциальная составляющая	V_{τ}	<i>м/с</i>		

	скорости движения				
19.	Нормальная составляющая скорости движения ножа	V_n	$м/с$		
20.	Действительная производительность хлеборезок	Q	$кг/ч$		
21.	Время цикла нарезки хлеба	T	$с$		
22.	Полезная мощность	$N_{пол}$	$кВт$		
23.	Удельный расход энергии для нарезки хлеба	ρ	$кВтч/кг$		
24.	Мощность, затрачиваемая на нарезку хлеба	N_1	$кВт$		
25.	Мощность, затрачиваемая на преодоление трения продукта при его движении по лотку	N_2	$кВт$		
26.	Сила трения, возникающая между хлебом и ломтиком	$T_{тр}$			
27.	Вес загружаемого хлеба	G	H		
28.	Скорость продвижения хлеба	\mathcal{G}_1	$м/с$		

Контрольные вопросы

1. Что называется скользящим резанием?
2. Как аналитически определяется коэффициент скольжения?
3. Как определяется действительная и теоретическая производительности хлеборезальной машины?
4. Для чего служит противовес водила дискового ножа?
5. Почему численное значение коэффициентов скольжения переменено для разных точек лезвия дискового планетарного ножа по мере проникновения его в разрезаемый продукт?
6. Как влияют структурно – механические свойства продукта и геометрические параметры ножа на энергозатраты при резании?
7. Назовите правила эксплуатации хлеборезальных машин.
8. Какое движение совершает дисковый нож хлеборезки и почему?

Литература

1. Елхина В.Д., Журин А.А. Механическое оборудование предприятий общественного питания. М.: Экономика, 1981.
2. Паспорт хлеборезки МХР – 200. Вильнюс, 1980.

Лабораторная работа №3

Сепараторы для осветления пива

Цель работы

1. Ознакомиться с теорией сепарирования.
2. Изучить конструкции и принцип действия сепараторов.
3. Научиться создавать кинематические схемы.
4. Произвести измерения отдельных параметров и определить основные эксплуатационные показатели сепараторов.

Материальное оснащение

Сепаратор марки ОМБ – 2, измерительная линейка.

Теоретические сведения

Для разделения жидких смесей (эмульсий) по их плотности и для концентрирования или осветления (очистки) суспензий, дисперсной фазой которых являются твердые частицы с плотностью, отличающейся от плотности дисперсной среды, – применяются сепараторы.

Сепараторы применяются в пищевой промышленности для осветления соков: виноградных, яблочных и др., для выделения жира из бульонов и жироводяных эмульсий, для очистки жира от воды и частичек шквары, для выделения сливок из молока, для осветления пива, для очистки сточных вод.

Перспективным способом осветления считается электросепарирование взвешенных частиц в свежесброженном пиве. Сепараторы внутри барабана имеют пакет конических вставок (тарелок) или цилиндрических вставок, разделяющих массу, поступающую на обработку, на отдельные тонкослойные потоки, вследствие чего улучшается качество и ускоряется ход процесса разделения.

Классификация сепараторов

1. По технологическому назначению:

- разделители (пурификаторы), применяемые для разделения жидкостей;
- осветители (классификаторы), предназначенные для выделения твердого осадка из жидкостей;
- комбинированные сепараторы, служащие для выполнения двух или более операций переработки жидких смесей;

2. По типу ротора:

- тарельчатые, ротор которых укомплектован пакетом конических вставок (тарелок), которые делят поток обрабатываемой жидкости на параллельные тонкие слои;
- камерные, ротор которых имеет реберную ставку (при одной камере) или комплект концентрических цилиндрических вставок, разделяющих его объем на кольцевые камеры, по которым обрабатываемая жидкость протекает последовательно.

3. По способу выгрузки твердой фракции из ротора:

- с ручной выгрузкой осадка;
- с центробежной выгрузкой осадка.

4. По способу подачи исходного продукта и вывода полученных жидких фракций:

- открытые;
- полузакрытые;
- герметические.

В открытых сепараторах подача в ротор жидкой смеси и отвод полученных жидких фракций осуществляется открытым потоком. Процесс сепарации не изолирован от доступа воздуха.

В полузакрытых сепараторах жидкость подается в ротор открытым потоком, а отвод происходит под давлением по закрытым трубопроводам. Процесс также не изолирован от доступа воздуха.

В герметических сепараторах подача в ротор исходной жидкости и отвод происходит под давлением по закрытым трубопроводам, герметически соединенными с выпускными патрубками. Процесс сепарации изолирован от доступа воздуха.

Для сепараторов всех типов основным критерием оценки эффективности работы служит разделяющий фактор:

$$\Phi = \omega^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot Z (R_{\max}^3 - R_{\min}^3), \text{ см}^3 / \text{с} \quad (1)$$

где ω - угловая скорость вращения, с^{-1} ; α – угол наклона, образующей тарелки, град.; Z – количество тарелок в барабане сепаратора;

R_{\min} – минимальный радиус тарелки, см; R_{\max} – максимальный радиус тарелки, см.

Чем труднее разделяемость продукта, тем выше должен быть разделяющий фактор, который численно равняется сопротивляемости дисперсной системы выделения частиц.

Значение тарелок и цилиндрических вставок в сепараторах

Пакет тарелок разделяет поток жидкости на отдельные, обычно очень тонкие слои толщины 0,3 – 0,5 мм. Он придает процессу потока жидкости организованный характер, направляя необходимым образом потоки исходной жидкости и получаемых фракций. В пакете тарелок мельчайшие частицы имеют в местах, более близких к оси вращения, настолько малую скорость относительного перемещения внутри потока, что увлекаются общим жидкостным потоком. В местах, более удаленных от оси вращения эти частицы, приобретая большую относительную скорость перемещения, выталкиваются из общего потока, достигая нижней поверхности, если она тяжелее окружающей среды, и верхней поверхности тарелки, если она легче. В результате частицы скапливаются у поверхности тарелок и образуют фракционный поток, позволяющий вытолкнуть из барабана сепаратора в виде жидкостной фракции выделяющиеся частицы.

Возможность увеличивать число тарелок ограничена, так как узкие щели скорее забиваются отложениями. Для маловязких жидкостей, подвергаемых обработке на сепараторах, рекомендуются следующие размеры:

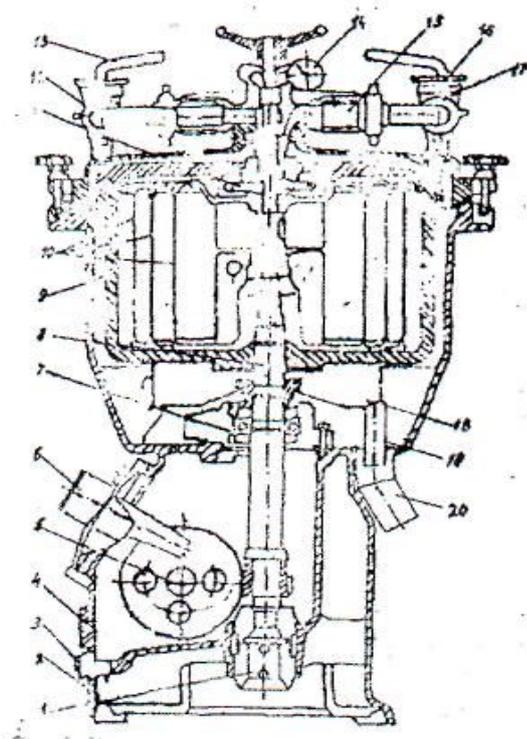
1. расстояние между тарелками- $0,3 \div 0,5$ мм;
2. толщина тарелок $0,4 \div 0,5$ мм.

В камерных сепараторах в роторе имеется набор концентрически расположенных цилиндрических вставок. В отличие от роторов с тарельчатыми вставками, где сепарация происходит в параллельных слоях жидкости между тарелками, здесь процесс сепарации происходит при последовательном прохождении потока суспензии через ряд кольцевых каналов, образованных цилиндрами. Продукт последовательно проходит через кольцевые вставки, подвергается воздействию центробежных сил инерции.

Конструкции сепараторов

В пищевой промышленности применяются сепараторы многокамерные марки «Лаваль», «Смычка» и тарельчатые «Вестфалия», «Бертуци». Рассмотрим сепаратор ВСМ - «Смычка».

Сепаратор ВСМ (рис. 1) – осветлитель с многокамерным барабаном, с ручной периодической выгрузкой осадка. Изготавливается в полузакрытом исполнении. Сепаратор состоит из станины, приводного механизма, барабана, коммуникаций и контрольных приборов. Станина представляет собой чугунную отливку сложной формы, в нижней части которой крепится приводной механизм, а в верхней размещен барабан, посаженный на конец вертикального вала. Станина крепится на фундаменте, внутренняя часть ее образует масляную ванну, в которую заливается масло для смазки приводного механизма. Уровень масла контролируется указателем уровня.



- 1- нижняя опора;
- 2- станина;
- 3- пробка;
- 4- указатель уровня;
- 5- горизонтальный вал;
- 6- валик тахометра;
- 7- верхняя опора;
- 8- вертикальный вал;
- 9- барабан;
- 10- вставки;
- 11- напорный диск;
- 12- подводящий патрубок;
- 13- кран;
- 14- манометр;
- 15- смотровое окно;
- 16- отводящий патрубок;
- 17- кран для регулировки давления;
- 18- сливное отверстие;
- 19- приемная труба;
- 20- Отводящий патрубок.

Рис. 1. Сепаратор ВСМ

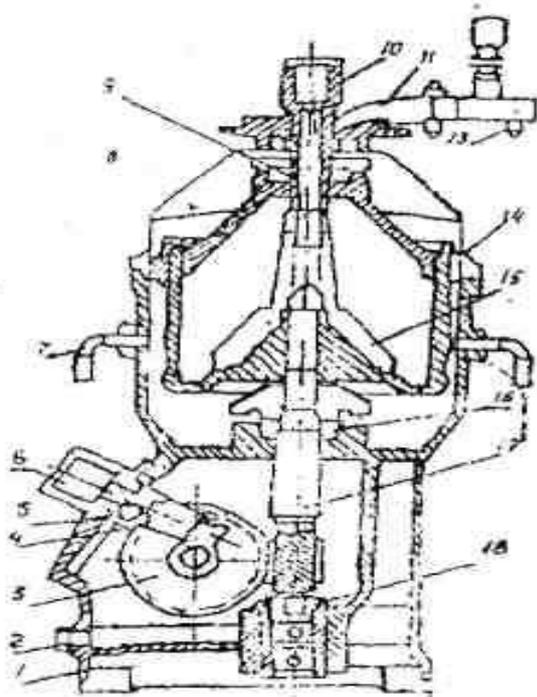
Отверстие, закрываемое пробкой, предназначено для выпуска загрязненного масла. Привод вала сепаратора осуществляется от индивидуального фланцевого электродвигателя через фрикционную муфту и винтовое зубчатое зацепление. Для пуска сепаратора служит фрикционная муфта, расположенная на горизонтальном валу. Вертикальный вал имеет две опоры: верхнюю горловую и нижнюю, воспринимающую осевую нагрузку. Станина сверху закрывается укрепленной шарнирной крышкой, на которой установлено приемно-отводящее устройство, состоящее из коммуникаций и отвода, а также корпуса с напорным диском. Подача жидкости на сепарирование продукта контролируется смотровыми окнами, пробные краны служат для отбора проб обрабатываемой жидкости. Регулирование производится краном, укрепленным на подводящем трубопроводе.

Барабан сепаратора снабжен тремя концентрическими вставками, которые установлены в нижнем и верхнем вставкодержателе. Камеры, образованные вставками, последовательно сообщаются каналами со вставко - держателями.

Сок, подлежащий осветлению, по подводящему трубопроводу поступает в первую камеру с ребрами, придающими жидкости вращение. Под действием центробежной силы самые тяжелые взвешенные частицы оседают на стенках камеры, а частично осветленный сок под напором вновь поступающей жидкости попадает во вторую, затем в третью камеры. Поток сока при этом постепенно освобождается от мелких частиц, которые остаются в виде кольцевого слоя осадка на вставках. Достигнув основания барабана, поток осветленной жидкости продвигается по наружным каналам верхнего вставкодержателя к оси вращения барабана и попадает в камеру напорного диска, в котором жидкость, вращаясь вместе с барабаном, захватывается погруженным в нее и укрепленным неподвижно диском, снабженным внутренними каналами спиральной формы. По каналам напорного диска продукт поступает в отводящий патрубок, снабженный смотровым окном, предназначенным для наблюдения за величиной и осветленностью жидкости, краном для взятия проб, манометром и краном для регулирования давления. Напорный диск создает давление в коммуникации отводной фракции порядка $2 \div 3,5 \text{ кг} / \text{см}^2$. После заполнения осадком камер сепаратор останавливается. Оставшаяся жидкость выливается под действием собственной тяжести через отверстие вблизи центра нижнего днища и стекает в приемную посуду, откуда отводится по специальному патрубку. Осадок удаляется вручную. Все детали барабана сепаратора, соприкасающиеся с соком, изготавливаются из кислотостойкой нержавеющей стали.

Сепаратор ОМБ – 2 (Рис.2) состоит из привода, имеющего электродвигатель, установленный на станине, фрикционной центробежной муфты, от которой вращение передается горизонтальному валу с жестко закрепленной на нем винтовой цилиндрической шестерней. Опорами горизонтального вала служат два радиальных однорядных подшипника, вертикального двухрядного сферического упорного подшипника. Верхняя часть вертикального вала выполнена в виде конуса, с цилиндрической резьбой на конце. На коническую часть вертикального вала устанавливается барабан, ступица основания которого закрепля-

ется на валу гайкой. Барабан состоит из основания, тарелкодержателя, пакета рабочих тарелок, крышки затяжного кольца, плотно прижимающего крышку с резиновой прокладкой к основанию барабана. Резиновая прокладка препятствует вытеканию жидкости из барабана во время работы. Межтарельчатый зазор образован планками, плотно прилегающими ко всей поверхности к образующей тарелке. Горловина крышки барабана образует напорную камеру, закрываемую решеткой с ребрами. В камере помещен напорный диск, принцип работы которого аналогичен принципу работы ротора центробежного насоса, но разница в том, что в данном случае вращается жидкость вокруг неподвижного диска со спиральными каналами. По каналам напорного диска очищенное пиво удаляется в отводную коммуникацию, снабженную манометром, дросселем для регулирования глубины погружения напорного диска и кранами для отбора проб.



- 1- станина;
- 2- пробка;
- 3- винтовая цилиндрическая шестерня;
- 4- приводной валик;
- 5- червячное колесо;
- 6- тахометр;
- 7- статор;
- 8- крышка;
- 9- напорный диск;
- 10- приемный штуцер;
- 11- отводная коммуникация;
- 12- манометр;
- 13- краник для отбора проб;
- 14- барабан;
- 15- рабочие тарелки;
- 16- верхняя опора;
- 17- вертикальный вал;
- 18- нижняя опора.

Рис.2. Сепаратор ОМБ - 2

Через центральное отверстие напорного диска проходит питающая трубка с приемным штуцером на верхнем конце. Опорой приемно-отводящего устройства служит крышка сепаратора, расположенная на верхнем торце станины и соединенная с ней двумя откидными болтами. В крышке сепаратора помещена диафрагма, служащая днищем приемника перелива сока из барабана. Для предотвращения поворачивания барабана при разборке сепаратор снабжен стопорами, входящими при разборке в пазы основания барабана. Пиво, подлежащее очистке, поступает в тарелкодержатель барабана по коммуникации, присоединенной к штуцеру, которым заканчивается сверху центральная питающая трубка сепаратора. Закрытый ввод пива предохраняет его от окисления воздухом. Через отверстие тарелкодержателя пиво поступает в шламовое пространство барабана к периферии тарелок и распределяется между ними равномерными слоями. Взвешенные частицы с большей плотностью, чем пиво, осаждаются

на внутренней поверхности тарелок и удаляются из межтарельчатого пространства в шлаковую полость барабана. Очищенное пиво по наружным каналам тарелкодержателя поступает в напорную камеру барабана и напорным диском выводится в производственные коммуникации под давлением до 0,35 МПа. По мере заполнения шлакового пространства осадок качества сепарации ухудшается. При определенном расстоянии кольцевого слоя осадка от периферийной кромки тарелок качество пива ухудшается, и сепаратор останавливается для очистки барабана от осадка. Средняя производительность непрерывной работы сепаратора 1,5 – 2 часа. Основные детали барабана, подверженные высоким напряжениям, изготавливаются из нержавеющей стали и проводят лужение, коммуникации изготавливаются оловом, рабочие тарелки – из кислотостойкой стали.

Порядок проведения работы

Производительность трехмерного сепаратора определяется по формуле:

$$V_K = \frac{2 \cdot g_0 \cdot \omega^2 \cdot \pi \cdot L}{3g} \left[\frac{R_1^3 - R_2^3}{R_1 - R_2} + \frac{R_3^3 - R_4^3}{R_3 - R_4} + \frac{R_5^3 - R_6^3}{R_5 - R_6} \right], \text{ м/с} \quad (2)$$

где g_0 - скорость осаждения частицы в поле тяжести, м/с ;

ω - угловая скорость ротора, рад/с ; L - длина пути жидкости в роторе (высота камеры), м ;

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$ - радиусы, ограничивающие жидкости в роторе, м .

Необходимая для сепаратора мощность электродвигателя рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta}, \text{ кВт} \quad (3)$$

где N_1 - мощность, необходимая для сообщения кинетической энергии осветленному соку составляет около 25% от общей мощности, кВт ;

$$N_1 = 1960 \cdot \varphi \cdot V \cdot \omega^2 \cdot r^2, \text{ кВт} \quad (4)$$

где φ - коэффициент, учитывающий радиальную скорость жидкости, выходящей из сепаратора, 1,5 – 1,6; N_2 - мощность, необходимая на преодоление трения ротора о воздух, кВт ;

$$N_2 = 2,57 \cdot 10^{-6} \cdot F \cdot g^3, \text{ кВт} \quad (5)$$

где F - боковая наружная поверхность ротора, м^2 ; g - окружная скорость ротора, м/с ; η - к.п.д. привода электродвигателя:

$$\eta = [\text{tg}(\alpha - \varphi) / \text{tg}] \cdot (1 - 0,26 \cdot f) \cdot \eta_0 \quad (6)$$

где α - угол подъема винтовой линии червяка по начальной окружности, град .; φ - угол трения; f - коэффициент трения, $f = 0,07$; η_0 - к.п.д. учитывающий потери на трение в подшипниках, для шарикоподшипников $\eta_0 = 0,97$.

Производительность тарельчатых сепараторов определяется по формуле:

$$G_T = 4,8 \cdot \eta_z \cdot n^2 \cdot Z \cdot \text{tg}\alpha (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \cdot d^2 \cdot t, \text{ л/час} \quad (7)$$

где η_z – к.п.д. барабана, $\eta_z = 0,5 - 0,7$; n – частота вращения барабана, мин^{-1} ; Z – число тарелок в барабане, шт ; α – угол наклона образующей тарелки барабана, град. ; R_{\max} – максимальный радиус тарелки барабана, см ; R_{\min} – минимальный радиус тарелки барабана, см ; d – диаметр частиц, см ; t – температура сепарируемого продукта, $^{\circ}\text{C}$.

Мощность электродвигателя сепаратора определяется по формуле:

$$N_T = \frac{\beta \cdot \varphi (R + H) \cdot R^3 \cdot n^3}{136 \cdot 10^{11}}, \text{ кВт} \quad (8)$$

где β – коэффициент, учитывающий расход мощности на трение (принимается $\beta = 1,1 - 1,5$); R – наружный радиус барабана, м ; n – частота вращения барабана, мин^{-1} ; φ – коэффициент, учитывающий радиальную скорость жидкости, выходящей из сепаратора $1,5 \div 1,6$; H – высота барабана до половины кожуха, м .

Произвести соответствующие замеры и рассчитать производительность трехкамерного сепаратора по формуле (2), производительность тарельчатого сепаратора по формуле (7), мощность электродвигателя трехкамерного сепаратора по формулам (4), (5), (6), мощность тарельчатого сепаратора по формуле (8). Результаты опытов и расчетов занести в таблицу 1.

Таблица 1

Показатели	Условные обозначения	Единицы измерения	Опытные данные	Расчетные данные
1	2	3	4	5
Скорость осаждения частиц	g_0	м/с		
Угловая скорость ротора	ω_0	рад/с		
Длина пути жидкости в роторе	L	м		
Коэффициент учитывающий радиальную скорость жидкости	φ			
Производительность сепаратора ВСМ	V_T			
Расстояние от оси вращения до входящего отверстия	r	м		
Мощность на сообщение кинетической энергии соку	N_1	кВт		
Мощность на преодоление трения ротора о воздух	N_2	кВт		
Боковая наружная поверхность ротора	F	м		

1	2	3	4	5
Окружная скорость ротора	ϑ	<i>м/с</i>		
К.П.Д. привода электродвигателя	η_1			
Угол подъема винтовой линии червяка	α	<i>град</i>		
Коэффициент трения	f			
К.П.Д. барабана	η_2			
Частота вращения барабана	n	<i>мин</i>		
Число тарелок	Z	<i>шт</i>		
Угол наклона образующей тарелки	α	<i>град</i>		
Максимальный радиус тарелки	R_{max}	<i>см</i>		
Минимальный радиус тарелки	R_{min}	<i>см</i>		
Диаметр частиц	d	<i>см</i>		
Температура продукта	t	$^{\circ}C$		
Производительность сепаратора ОМБ	G	<i>л/ч</i>		
Наружный радиус барабана	R	<i>м</i>		
Высота барабана	H	<i>м</i>		
Мощность электродвигателя ОМБ	N	<i>кВт</i>		

Контрольные вопросы

1. Разделяющий фактор и его определение.
2. Классификация сепараторов.
3. Что является разделяющими элементами в сепараторе?
4. Конструкция разделяющих элементов.
5. Процесс разделения в различных конструкциях сепараторов.
6. Подача и отвод неосветленного и осветленного продукта в различных типах сепараторов.
7. Отвод осадка из сепараторов различных марок.
8. Назначение напорного диска.
9. Устройство привода сепараторов.
10. Назначение мультипликатора в сепараторе.
11. Определение производительности трехкамерного сепаратора.
12. Определение производительности тарельчатого сепаратора.
13. Определение мощности электродвигателя сепаратора.
14. Контрольно – измерительные приборы, устанавливаемые на сепараторе и их назначение.

Литература

1. Каталог – справочник. Сепараторы жидкостные для промышленности Цин-тимаш. – М.: 1962.
2. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов. – М.: Пищевая промышленность, 1969.
3. Основные расчеты и конструирования машин и автоматов пищевых производств. Под ред. А.Я. Соколова. – М.: Машиностроение, 1969.

Лабораторная работа №4

Пластинчатый теплообменник для обработки виноматериалов.

Цель работы

1. Изучить устройство универсальных пластинчатых аппаратов.
2. Изучить различные формы пластин.
3. Изучение процессов по ходу движения виноматериалов.
4. Определение тепловых нагрузок.
5. Расчет поверхностей теплообмена секций пластинчатого пастеризатора.

Материальное оснащение

Пластинчатый теплообменник, пластины, измерительный инструмент.

Теоретические сведения

Для пастеризации виноматериалов широко применяются пластинчатые пастеризаторы.

Пластинчатые пастеризаторы компактные и имеют высокую производительность. Несмотря на многообразие конструктивных форм, принцип работы всех пластинчатых пастеризаторов одинаков.

В пластинчатых аппаратах осуществляются следующие процессы (все или часть из них) по ходу движения виноматериалов:

- а) частичное нагревание поступающего сока теплотой уходящего (пастеризованного) виноматериала (секция регенерации теплоты);
- б) нагревание виноматериала горячей водой или паром до заданной температуры (секция пастеризации сока);
- в) выдержка в течении определенного времени нагретого виноматериала до температуры пастеризации (секция выдержки);
- г) охлаждение уходящего виноматериала с передачей теплоты ему, поступающему на нагрев (секция регенерации теплоты);
- д) охлаждение виноматериала холодной водой (секция охлаждения водой);
- е) охлаждение виноматериалов рассолом (секция охлаждения рассолом).

Рассмотрим схему работы пластинчатого теплообменника.

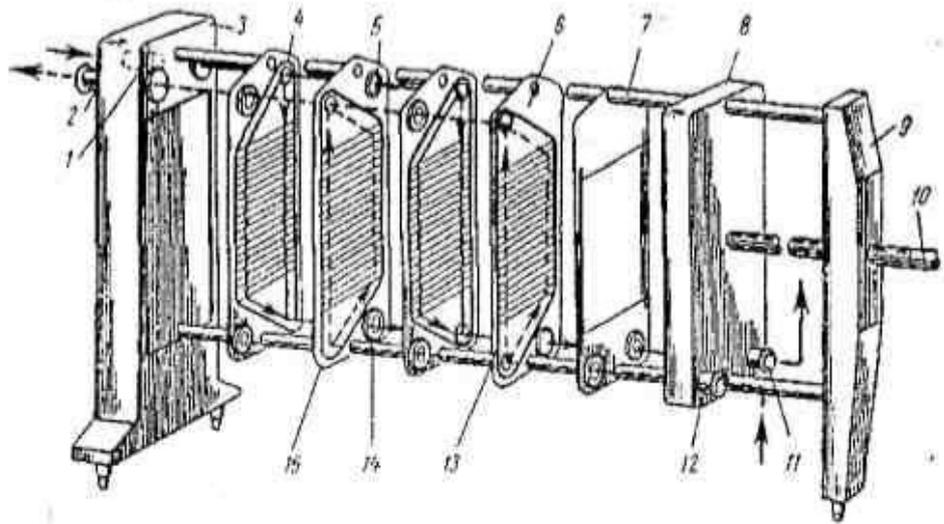


Рис.1. Схема пластинчатого теплообменника

1 – штуцер для входа продукта, 2 – штуцер для выхода теплоносителя, 3 и 9 – стойки, 4 и 5 – резиновые прокладки, 6 – граничная пластина, 7 – горизонтальные штанги, 8 – нажимная плита, 10 – нажимной винт, 11 – штуцер выхода продукта, 12 – штуцер, 13 и 14 – резиновые прокладки, 15 – теплообменные пластины.

Пластинчатый теплообменник состоит из группы теплообменных пластин, подвешенных на горизонтальных штангах, концы которых заделаны в стойках. При помощи зажимной плиты и винта пластины в собранном состоянии сжаты в один пакет. На схеме для более ясного изображения потоков жидкостей показаны только пять пластин в разомкнутом положении. В действительности пластины в рабочем положении плотно прижаты друг к другу на резиновых прокладках.

Путь обрабатываемого вина обозначен на схеме сплошной линией, а теплоносителя – пунктирной. Продукт входит в аппарат через штуцер и через верхнее угловое отверстие в первой слева пластине попадает в продольный коллектор, образованный угловыми отверстиями пластин после их сборки.

По коллектору продукт проходит до граничной пластины, имеющей глухой угол (без отверстия), и распределяется по нечетным каналам между пластинами, которые сообщаются с угловым коллектором благодаря соответствующему расположению резиновых прокладок. При движении вниз в межпластинчатом канале продукт обтекает волнистую поверхность пластин, обогреваемых с обратной стороны теплоносителем. Затем продукт выходит в продольный коллектор, образованный нижними угловыми отверстиями, и выходит из аппарата через штуцер.

Теплоноситель движется в аппарате навстречу продукту. Он поступает в штуцер, проходит через нижний коллектор, распределяется по четным каналам и движется по ним вверх. Через верхний коллектор и штуцер теплоноситель выходит из аппарата.

Основными рабочими элементами пластинчатого теплообменника являются пластины из тонкой листовой нержавеющей стали. Существует большое разнообразие форм пластин и их профилей. Они делятся по форме поверхности

и направлению потока жидкости в межпластинном пространстве. Пластины бывают канальчатыми (со спиралью или зигзагообразным каналом), однопоточными (с ленточным или сетчатым потоком); плоскими со вставками.

Возможность использования в теплообменниках нескольких секций допускается благодаря установке между пластинами специальных (промежуточных) пластин, позволяющих отводить и направлять к любому месту поток жидкости.

На рис.2 показан пастеризатор ВП1 – 95 с выносным выдерживателем.

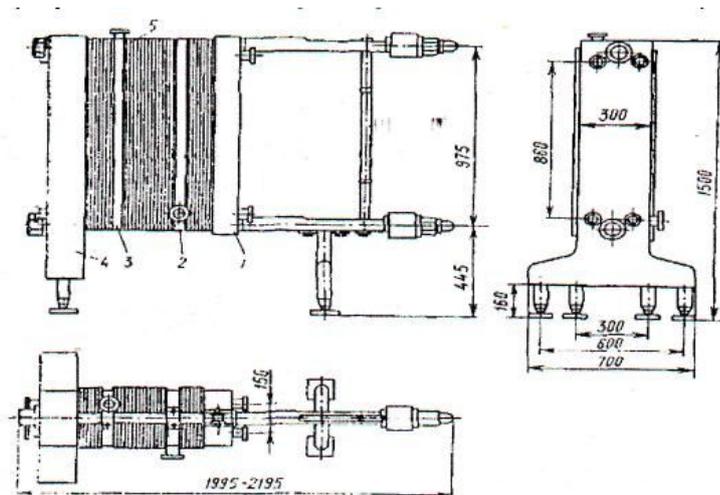


Рис.2. Пастеризатор ВП1 – 95 с выносным выдерживателем

Вино попадает в аппарат через штуцер, расположенный в промежуточной плите, и проходит в секцию регенерации, где под влиянием встречного потока горячего вина его температура повышается до 70°C .

Далее в секции пастеризации вино нагревается до $81 - 85^{\circ}\text{C}$ под действием встречного потока горячей воды температурой $86 - 90^{\circ}\text{C}$, подаваемого из бойлера насосом.

Вино, нагретое до температуры пастеризации, поступает сначала в выдерживатель, где находится около 100 секунд, а затем в секцию регенерации. Здесь вино отдает большую часть своего тепла вновь поступающему холодному вину и охлаждается до температуры 31°C . Затем оно поступает в секцию водяного охлаждения, где охлаждается до $13 - 16^{\circ}\text{C}$.

Порядок проведения работы

Вторичное использование теплоты в пластинчатых пастеризаторах значительно сокращает расход теплоты и охлаждающей воды. Показателем, характеризующим экономичность работы такого аппарата, является коэффициент регенерации E .

$$E = \frac{Q_p}{Q_{\text{общ}}} = \frac{G \cdot C \cdot (t_p' - t_n)}{G \cdot C \cdot (t_{\text{II}} - t_n)} = \frac{t_p' - t_n}{t_n - t_n} \quad (1)$$

где Q_p - количество теплоты, переданной в секции регенерации;

$Q_{\text{общ}}$ - общее количество теплоты, затраченной на подогрев вина от начальной температуры до температуры пастеризации;

G и C - масса нагреваемого вина (кг/с) и его теплоемкость в [Дж/(кг К)];

t_n - начальная температура холодного вина, $^{\circ}\text{C}$;

t_p - температура вина после подогрева в секции регенерации, $^{\circ}\text{C}$;

t_n - температура пастеризации вина, $^{\circ}\text{C}$.

Коэффициент регенерации противоточных пластинчатых пастеризаторов $E=0,6 - 0,8$.

Общий расход теплоты на нагрев вина до температуры пастеризации (в кДж/с):

$$Q_{\text{общ}} = Q_p + Q_n,$$

откуда

$$Q_{\text{II}} = Q_{\text{общ}} + Q_p,$$

где Q_{II} - расход теплоты на нагрев в секции пастеризации, кДж/с.

Так как

$$Q_p = E \cdot Q_{\text{общ}},$$

то

$$Q_{\text{II}} = Q_{\text{общ}} - E \cdot Q_{\text{общ}} = Q_{\text{общ}} \cdot (1 - E)$$

или

$$Q_{\text{II}} = (1 - E) \cdot G \cdot C \cdot (t_n - t_n), \quad (2)$$

и

$$Q_p = E \cdot G \cdot C \cdot (t_{\text{II}} - t_n). \quad (3)$$

Площадь поверхности теплообмена секции регенерации либо производительность аппарата определяют из теплового баланса:

$$F_p \cdot R_p \cdot \Delta t_p = Q_p = E \cdot G \cdot C \cdot (t_n - t_n), \quad (4)$$

где F_p - площадь поверхности теплообмена, м^2 ;

K_p - коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$;

Δt_p - разность между температурами нагревающего и охлаждающего вина, $^{\circ}\text{C}$.

В секции регенерации в начале и в конце движения сока разность температур Δt_p на поверхности остается постоянной и может быть определена по такому выражению:

$$\Delta t_p = t_{\Pi} - t_p \cdot$$

Из формулы (1) находим, что:

$$t'_p = t_n + E \cdot (t_n - t_n) \cdot$$

Тогда $\Delta t_p = t_{\Pi} - t_n - E \cdot (t_n - t_n) \cdot$

Площадь поверхности нагрева секции пастеризации либо производительность пастеризатора находят из теплового баланса:

$$F_n \cdot R_n \cdot \Delta t_{\Pi} = Q_n = (1 - E) \cdot G \cdot C \cdot (t_n - t_n)$$

или

$$F_n \cdot R_n \cdot \Delta t_{\Pi} = Q_n = G \cdot C \cdot (t_n - t'_p), \quad (5)$$

где F_{Π} - площадь поверхности нагрева пастеризатора, m^2 ;

R_{Π} - коэффициент теплопередачи, $R_{\Pi} = 128 \div 2100 \text{ Bm}/(m^2 K)$.

Средняя логарифмическая разность температур:

$$\Delta t_n = \frac{(t_{\Gamma}^H - t_n) - (t_2^K - t'_p)}{2.3 \cdot \lg \frac{t_2^H - t_n}{t_2^K - t_p}},$$

где t_{Γ}^H и t_{Γ}^K - начальная и конечная температура теплоносителя, $^{\circ}C$.

Расход теплоносителя (горячей воды) в секции охлаждения (в $кz/c$):

$$G_2 = \frac{Q_n}{C \cdot (t_2^H - t_2^K)} = \frac{G \cdot C \cdot (t_n - t'_p)}{C \cdot (t_2^H - t_2^K)}. \quad (6)$$

Площадь поверхности охлаждения в секции охлаждения (m^2)

$$F_0 = \frac{Q_0}{R_0 \cdot \Delta t_0 \cdot 3600} \quad (7)$$

После пастеризации и выдержки вино охлаждается до конечной температуры; при этом количество теплоты, отданной охлаждающей воде в секции охлаждения (в $кДж/c$):

$$Q_0 = G \cdot C \cdot (t_{\Pi} - t_K) - Q_p = G \cdot C \cdot (t_n - t_K) - E \cdot G \cdot C \cdot (t_n - t_K)$$

или

$$Q_0 = G \cdot C \cdot (t_{\Pi} - t_K) - F \cdot (t_n - t_K) \cdot$$

Разность между Δt_p находят как среднюю логарифмическую; при этом температуру вина, поступающего в секцию охлаждения, t''_p - находят из такого условия:

$$t'_p - t_n = t_n - t''_p,$$

откуда

$$t''_p = t_{\Pi} + t_n - t'_p \cdot$$

Расход охлаждающей воды в секции охлаждения из теплового баланса:

$$G \cdot C \cdot (t''_p - t_k) = G_x \cdot (t_x^k - t_x^H) \cdot C_e, \quad (8)$$

где G и C - масса (в кг) и теплоемкость [в Дж/(кг К)] пастеризуемого вина;
 t''_p и t_k - температура вина до секции охлаждения и после нее, $^{\circ}\text{C}$;

G_x - расход охлаждающей воды, кг/с;

t_{xH} и t_{xK} - начальная и конечная температура охлаждающей воды, $^{\circ}\text{C}$;

C_e - теплоемкость воды, Дж/(кг К).

Произвести соответствующие замеры и рассчитать расход теплоты в секции регенерации, пастеризации по формулам (2), (3), количество теплоты, отданной охлаждающей воде в секции охлаждения (7), площадь поверхности теплообмена регенерации по формуле (5), площадь поверхности охлаждения по формуле (6), расход охлаждающей воды в секции охлаждения по формуле (8).

Результаты опытов и расчетов занести в таблицу 1.

Таблица 1

Показатели	Условное обозначение	Единица измерения	Опытные данные	Расчетные данные
1	2	3	4	5
Начальная температура холодного вина	T_n	$^{\circ}\text{C}$		
Температура вина после подогрева в секции регенерации	t'_p	$^{\circ}\text{C}$		
Температура пастеризации	t_n	$^{\circ}\text{C}$		
Масса нагреваемого вина	G	кг/с		
Теплоемкость вина	C	Дж/(кг К)		
Коэффициент регенерации	E			
Количество теплоты, переданной в секции регенерации	Q_p	кДж/с		
Общее количество теплоты, затраченной на подогрев вина от начальной температуры пастеризации	$Q_{\text{общ}}$	кДж/с		
Расход теплоты на нагрев в секции пастеризации	Q_n	м^2		
Площадь поверхности теплообмена секции регенерации	F_p	м^2		
Площадь поверхности нагрева секции пастеризации	F_n	м^2		
Площадь поверхности охлаждения	F_0	м^2		
Количество теплоты отданной охлаждающей воде	Q_0	м^2		
Расход охлаждающей воды	G_x	кг/с		

Контрольные вопросы

1. Какие процессы осуществляются в пластинчатом теплообменнике?
2. Схема работы пластинчатого теплообменника.
3. Конструкции пластин теплообменника.
4. Устройство пастеризатора ВП1 – У5.
5. Расчет коэффициента регенерации.
6. Расчет расхода теплоты на нагрев в секции пастеризации.
7. Расчет расхода теплоты в секции регенерации.
8. Расчет площади поверхности теплообмена секции регенерации.
9. Расчет площади поверхности нагрева секции пастеризации.
10. Расход горячей воды в секции пастеризации.
11. Расход площади поверхности секции охлаждения.
12. Расчет расхода охлаждающей воды.

Литература

1. Зайчик Ц.Р. Оборудование предприятий винодельческой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971.
2. Попов В.Н. Примеры расчетов по курсу технологического оборудования предприятий бродильной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1969.
3. Балашов В.Е. Практикум по расчету технологического оборудования для производства пива и безалкогольных напитков. – М.: Агропромиздат, 1988.
4. Попов В.Н. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1974.
5. Технологическое оборудование консервных заводов. – М.: Агропромиздат, 1986.

Лабораторная работа №5

Изучение тестоделительной машины объёмного действия с поршневым нагнетанием типа РМК – 60

Цель работы:

1. Изучить конструкцию, принцип действия делительной машины.
2. Составить кинематические схемы приводов рабочих органов делителя.
3. Изучить конструктивное исполнение делительной головки, выполнить эскиз головки и его проверочный расчет.
4. Определить производительность тестоделителя при выработке булок массой 0,2 кг.

Теоретические сведения

Тестоделительные машины предназначены для получения одинаковых по массе кусков теста. Подавляющее большинство конструкций тестоделительных

машин основано на объемном принципе дозирования, при этом отмеривание одинаковых объемов теста может осуществляться различными способами (мерными карманами, измерением длины выпрессовываемой ленты и др.). Основным требованием, предъявляемым к работе делителя, является точность веса отмеренных кусков теста. Поэтому в делительных машинах, работающих по объемному принципу, для получения кусков теста одинакового веса обеспечивается постоянная равномерно распределенная плотность полуфабриката.

Постоянная величина давления на тесто в конце нагнетания в мерные карманы в течение всего периода работы машины обеспечивает постоянную степень уплотнения теста; куски из такого теста, равные по объему, получают равной массы.

Как видно из графика сжатия теста (рис.1), объемная масса нормального теста может изменяться. Например, плотность пшеничного теста 1 сорта меняется в пределах от 1,1 до 1,22 кг/м³ при изменении давления от 0,05 до 0,3 Мн/м².

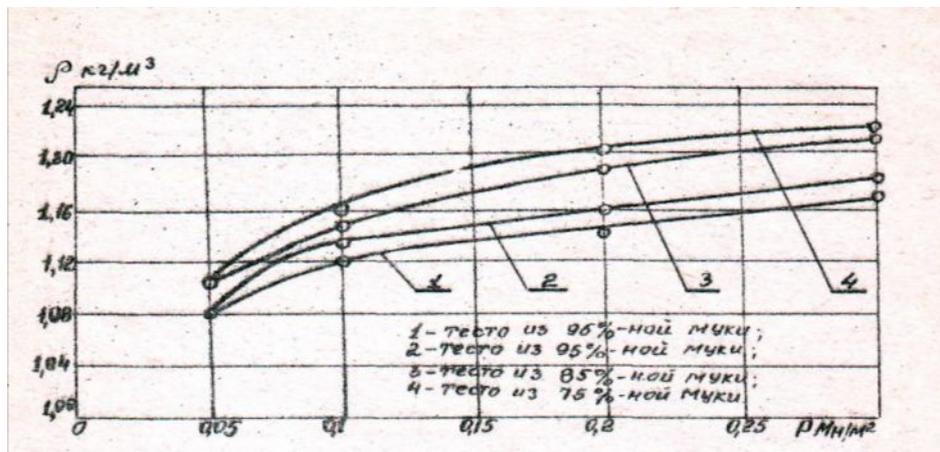


Рис.1. Зависимость объемной массы теста от давления

Расчет тестоделительных машин с поршневым нагнетанием

Производительность тестоделителя определяется по формуле

$$П = m \cdot n \cdot q, \text{ кг/мин,}$$

где m – число мерных карманов в головке;

q – масса куска теста в кг;

n – число выталкиваний кусков теста в минуту или число оборотов главного вала машины.

Мощность для делителей с поршневым нагнетанием теста определяется с учетом того, что рабочие органы машины за каждый цикл работы начинают и кончают двигаться в разное время, но, перемещаясь с различными скоростями, в некоторые периоды цикла они совершают движения одновременно. Поэтому сначала необходимо построить графики потребной мощности для каждого рабочего органа и на основании этих графиков получить суммарный график потребной мощности для машины.

На основании данных, полученных из практики, удельный расход энергии тестоделительных машин с поршневым нагнетанием составляет $1,5 \div 2$ кВт · ч на 1 т теста.

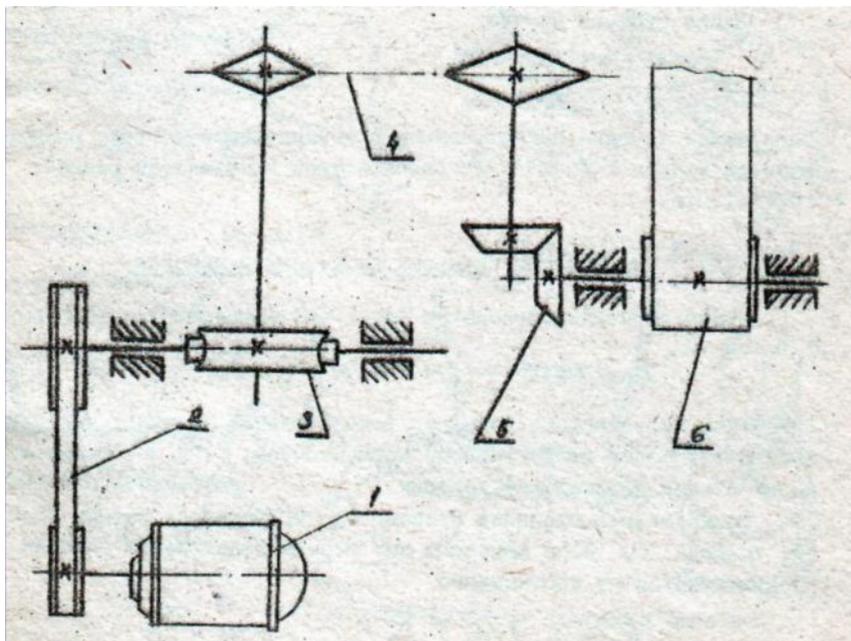


Рис.2 Привод транспортера

Определение конструктивных размеров рабочей камеры и мерных карманов делительной машины

При расчете тестоделительных машин с поршневым нагнетанием теста определяют размеры рабочей камеры, мерных карманов и ход нагнетательного поршня. Объем рабочей камеры (рис.3 поз.2; рис 4б, в) для малого веса кусков

$$V_{pk} = (16 \div 20) \cdot d^3 \cdot \sqrt{K}, \text{ м}^3.$$

Высота рабочей камеры определяется по формуле

$$h = (1.25 \div 1.35) \cdot d, \text{ м.}$$

Ширина рабочей камеры

$$C = m \cdot a + (m - 1) \cdot \delta_1 + 20, \text{ м,}$$

где m – число мерных карманов в делительной головке;

a, d – размеры сторон квадрата мерного кармана или диаметра d ;

K – отношение максимальной массы кусков теста к минимальной;

δ_1 – толщина перегородок между мерными карманами,

$\delta_1 = 0,018 \div 0,020$ м.

Длина рабочей камеры

$$L = \frac{V_{pk}}{h \cdot c}, \text{ м.}$$

Поперечное сечение нагнетательного поршня соответствует размерам рабочей камеры (h и c). Длина поршня принимается равной $(0,75 \div 1,0)C$.

Определение размеров делительной головки

Длина делительной головки (рис.4а) определяется по формуле

$$B = m \cdot d + (m + 1) \cdot \delta_1 + 2 \cdot \delta_2, \quad \text{м},$$

где m – число мерных карманов в делительной головке;

δ_1 - толщина перегородок между мерными карманами, м;

δ_2 - толщина боковых стенок делительной головки.

Во избежание слипания кусков δ_1 принимается равным $18 \div 20$ мм, толщина δ_2 - не менее 25 мм. Ширина делительной головки рассчитывается по соотношению

$$b = 1.3 \cdot d \cdot \sqrt{K}, \quad \text{м}.$$

Форма куска теста, получаемого из делительной машины, имеет важное технологическое значение для дальнейшей механической обработки теста. Наилучшей формой куска с технологической стороны является куб или цилиндр, по высоте равной диаметру. Назовем такой кусок оптимальным куском и массу этого куска обозначим q_{opt} .

Максимальную и минимальную массу кусков теста выразим через размеры мерных карманов и объёмную массу теста:

$$q_{\max} = a^2 \cdot l_{\max} \cdot \rho_T; \quad q_{\min} = a^2 \cdot l_{\min} \cdot \rho_T; \quad q_{opt} = a^3 \cdot \rho_T,$$

где l_{\max} и l_{\min} - максимальная и минимальная длины мерного кармана в м;

a – размер стороны квадрата мерного кармана в м.

При цилиндрической форме мерных карманов диаметр их может быть определен по следующим формулам:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot q_{opt}}{\pi \cdot \rho_T}}, \quad d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot q_{\min} \cdot \sqrt{K}}{\pi \cdot \rho_T}}, \quad d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot q_{\max}}{\pi \cdot \rho_T \cdot \sqrt{K}}},$$

где q_{opt} - оптимальная масса куска, кг;

q_{\max} , q_{\min} - максимальная и минимальная масса куска теста, кг;

ρ_T - плотность теста, для ржаного $\rho_T = 800 \text{ кг/м}^3$, пшеничного

$\rho_T = 1200 \text{ кг/м}^3$.

Практикой установлено, что K не должно быть больше 5.

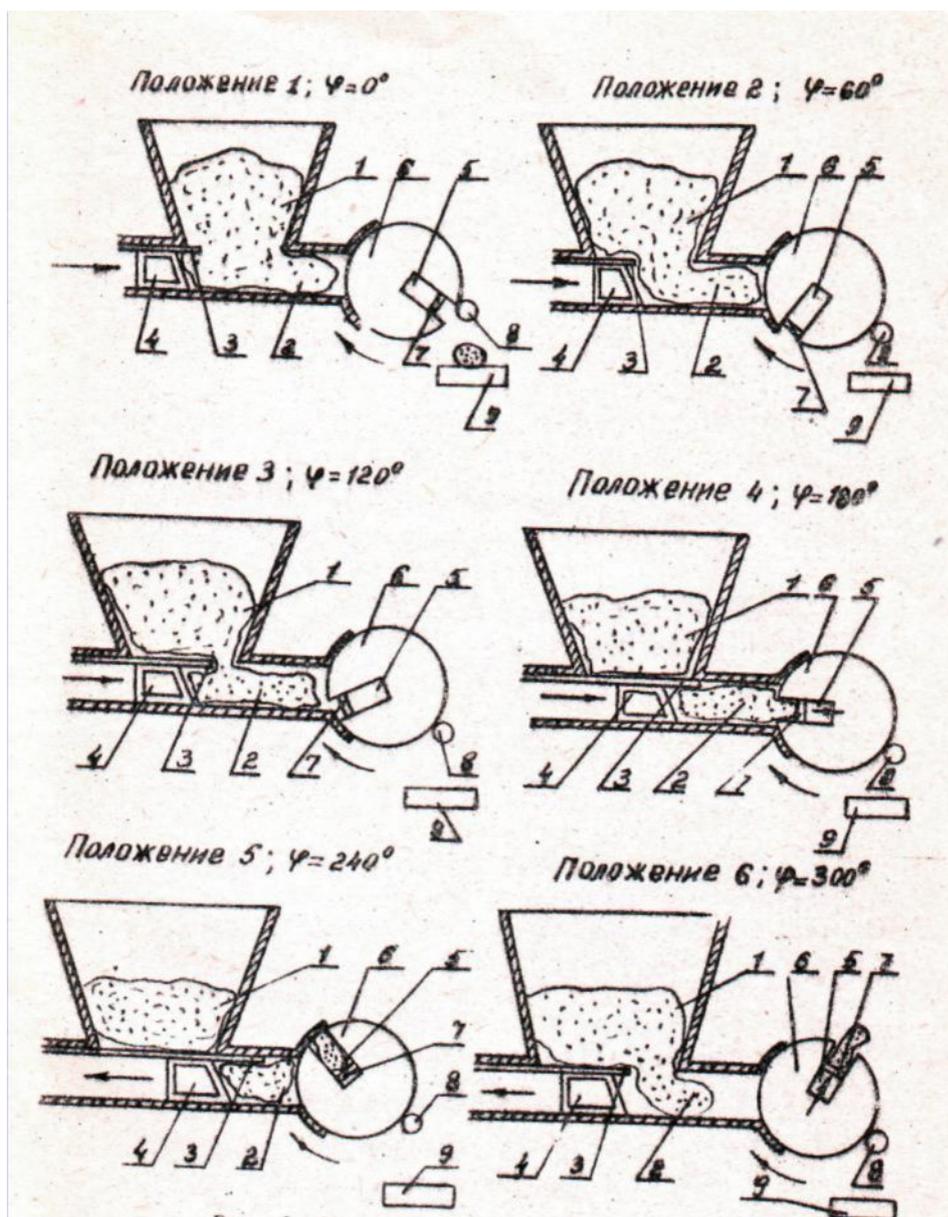


Рис.3. Схема технологического процесса работы делителя РМК – 60

Определение полного рабочего хода нагнетательного поршня

Величину полного хода поршня (рис. 4в) можно разделить на 3 части. Предварительный ход поршня $S_{пред}$ является ходом поршня при открытой заслонке и составляет только часть величины полного хода:

$$S_{пред} = \varphi \cdot S_{полн} \cdot$$

Величина φ принимается равной 0,3 ÷ 0,5. За этот период движения поршня тесто из рабочей камеры вытесняется обратно в приемную воронку.

Ход нагнетательного поршня $S_{нагн}$ при нагнетании соответствует перемещению из рабочей камеры объема теста, равного суммарному объему мерных карманов для кусков максимальной массы:

$$S_{нагн} = \frac{m \cdot d^3 \cdot \sqrt{K}}{F_{порш}} = \frac{m \cdot d^3 \cdot \sqrt{K}}{h \cdot c},$$

где $F_{порш}$ – площадь поперечного сечения поршня.

Ход сжатия $S_{сж}$ является частью хода поршня, при которой тесто, оставшееся в рабочей камере и в мерных карманах, уплотняется; при этом объёмная масса теста меняется от ρ_1 до ρ_2 . Для определения величины хода сжатия считаем, что масса теста в рабочей камере и в мерных карманах остается такой же, какой она была в момент окончания поршнем предварительного хода.

Учитывая это, можно записать:

$$V_1 \cdot \rho_1 = V_2 \cdot \rho_2 ,$$

где V_1, V_2 – объём теста до сжатия и после сжатия;

ρ_1 и ρ_2 - объёмная масса теста до сжатия и после сжатия.

Если принять, что

$$\frac{V_1 - V_2}{V_1} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2}, \quad V_1 - V_2 = \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) \cdot V_1 .$$

Зная разность между объёмами теста до и после сжатия, величину хода сжатия поршня можно определить по следующей формуле:

$$S_{сж} = \frac{V_1 - V_2}{F_{порш}} = \frac{V_1}{F_{порш}} \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) .$$

Следовательно, полный ход поршня

$$S_{полн} = S_{пред} + S_{нагн} + S_{сж} .$$

Подставляя значения составляющих, получим:

$$S_{полн} = \frac{m \cdot a^3 \cdot \sqrt{K} + V_{рк} \cdot \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\right)}{F_{порш} \cdot \left(1 - \varphi \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2}\right)} .$$

По полному ходу $S_{полн}$ подбирают размеры звеньев приводного механизма нагнетательного поршня тестоделительной машины.

Описание работы тестоделителя РМК – 60

Машина марки РМК – 60 (рис.3, 5) предназначена для деления теста из пшеничной муки массой от 0,05 ÷ 0,2 кг.

Из приемной воронки 1 тесто поступает в рабочую камеру 2 и заполняет ее. Затем нагнетательный поршень 4 и заслонка 3 одновременно начинают двигаться вправо, вытесняя часть теста из рабочей камеры в приемную воронку. Заслонка 3, двигаясь быстрее, обгоняет поршень, перекрывает отверстие и отделяет рабочую камеру от приемной воронки. Поршень 4, продолжая движение, нагнетает тесто в мерные карманы 5 делительной головки 6. Последняя, непрерывно вращаясь, занимает такое положение, при котором поршни 7 (рис.3) выталкивают из мерных карманов куски теста; рифленным валиком 8 тесто сбрасывается на ленточный транспортер 9.

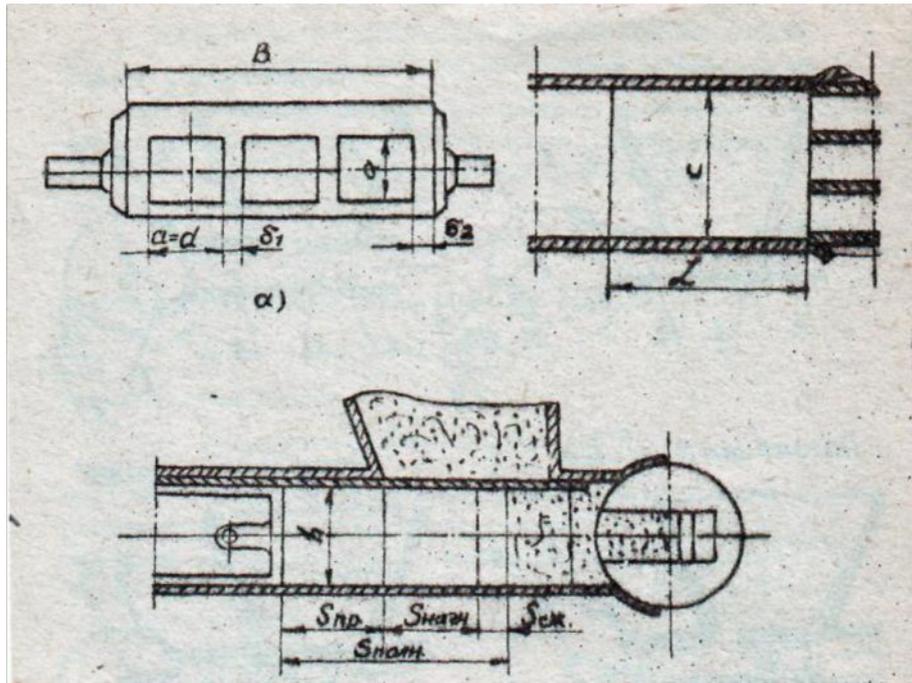


Рис.4. К определению размеров рабочих органов тестоделительной машины

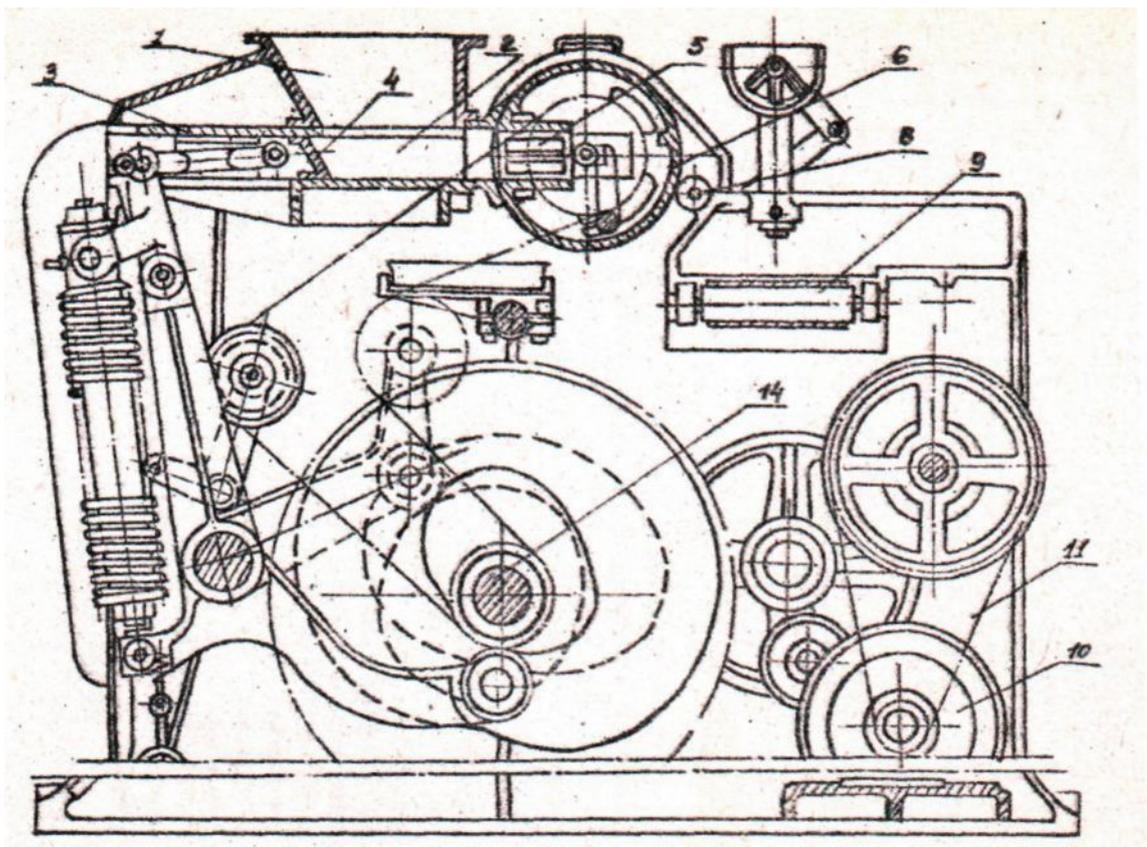


Рис.5. Тестоделительная машина РМК – 60

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию тестоделителя РМК – 60, пользуясь данными методическими указаниями и литературой.
 2. Изучить последовательность работы всех механизмов.
 3. Изучить конструктивное исполнение делительной головки и устройства для регулировки массы кусков теста. Составить кинематические схемы приводов:
 - а) нагнетающего поршня
 - б) заслонки
 - в) делительной головки
 - г) выталкивателей.
- Пример составления схемы привода показан на рис.2. Кинематические схемы выполняются в соответствии со стандартами ЕСКД.
4. Вычертить эскиз делительной головки с указанием основных размеров.
 5. Произвести проверочный расчет конструктивных размеров делительной головки и сопоставить их с замеренными размерами.
 6. Рассчитать производительность делителя при заданных массах кусков теста.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются преимущества и недостатки тестоделительных машин с фиксированным ритмом работы?
2. Каковы необходимые условия получения кусков теста определенного веса при объёмном принципе деления? С помощью каких средств это обеспечивается в делителе РМК – 60?
3. Назовите основные рабочие органы машины и расскажите об их взаимодействии при работе делителя.
4. С какой целью в делителе движение поршня начинается при незакрытом полностью отверстии приемной воронки?
5. Какими механизмами осуществляется рабочий и холостой ход нагнетательного поршня?
6. С помощью какого устройства осуществляется предварительное сжатие пружины в пружинном компенсаторе давления?
7. Как изменяется величина хода нагнетательного поршня делителя при уменьшении массы кусков теста?
8. Каково назначение пружин в приводе нагнетательного поршня, делительной головки и в механизме регулирования массы кусков теста?
9. Как обеспечивается неравномерное вращательное движение делительной головки?

Литература

1. Зайцев Н.В. Технологическое оборудование хлебозаводов. – М.: Пищевая промышленность, 1967.
2. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. / Под ред. Соколова А.Я. – М.: Машиностроение, 1969.

Лабораторная работа №6

Изучение конструкции картофелеочистительной машины

Цель работы

1. Изучить конструкции и принцип действия картофелеочистительных машин периодического действия КМО – 1/1 и МОК – 125.
2. Определить производительность и мощность картофелеочистки МОК – 125.
3. Охарактеризовать качественные показатели процесса очистки.

Материальное оснащение

Картофелеочистка МОК – 125, тахометр, ваттметр (амперметр, вольтметр), весы, секундомер.

Теоретические сведения

Существует несколько способов очистки корне – и клубнеплодов от кожуры: механический, термический, паровой и химический. На предприятиях общественного питания и консервной промышленности используют в основном механический, паровой и химический способы. Сущность механического способа очистки заключается в воздействии на наружные покровы корне – и клубнеплодов шероховатых поверхностей рабочей части машины при одновременном действии на них воды. Сущность парового способа очистки заключается в обработке продукта паром под давлением 0,2 – 0,3 МПа в специальных агрегатах. При этом на выходе из агрегата при атмосферном давлении, в результате самоиспарения влаги в подкожном слое кожура разрывается и затем легко отделяется в моечно – очистительной машине под действием вращающихся щеток и струй воды. Химический способ заключается в щелочной обработке 5 – 8 % - ным раствором каустической соды температурой 95 – 100 °С с последующей обработкой в моечных машинах водой температурой 90 – 98 °С и давлением 0,8 – 1 МПа. Водой смывается кожица и остатки каустической соды.

Картофелеочистительные машины для механической очистки овощей по структуре рабочего цикла разделяются на две группы – периодического и непрерывного действия, и по устройству рабочих органов – на корпусные, дисковые и роликовые. К периодически действующим машинам относят: МОК – 125, МОК – 250, КМО – 1/1. К непрерывно действующим машинам относятся : КНА – 600.

К основным показателям, характеризующим работу той или иной картофелеочистки, независимо от принципа ее действия, относят: частоту вращения очистительного диска, полезную мощность, которую необходимо сообщить от электродвигателя приводному валу картофелеочистки.

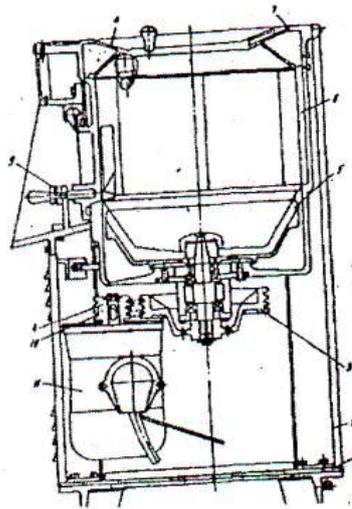


Рис.1. Картофелеочистка МОК – 125.

1 – опорная плита; 2 – корпус; 3 – шкив ведомый; 4 – шкив ведущий; 5 – коническая чаша; 6 - боковая поверхность абразивная; 7 – крышка откидная; 8 – загрузочное окно; 9 – ручка дверцы; 10 – вал приводной; 11 – электродвигатель.

Кроме того, работу картофелеочистки характеризуют эксплуатационные (технологические) характеристики: производительность, коэффициент загрузки рабочей камеры, удельный расход воды на 1 кг очищенного продукта, продолжительность обработки, процент отходов, средний показатель качества очистки продукта.

Описание экспериментального стенда

Стенд состоит из картофелеочистительной машины периодического действия типа МОК – 125 (рис.1), подключенной к источнику энергии и водопроводной сети, и контрольно – измерительных приборов (рис.2).

Машина подключается к водопроводу, на подводящей трубе которого устанавливается вентиль, регулирующий подачу воды в картофелечистку. Слив воды и отходов в процессе очистки производят через сливное отверстие в специальный мерный бачок, снабженный мерным стеклом. Сбор очищенного продукта производят в емкость, установленную рядом с разгрузочной дверцей.

Картофелеочистку включают в электросеть с помощью магнитного пускателя. Расход электроэнергии подсчитывают по показателям амперметра и вольтметра или ваттметра. Определение скорости вращения очистительного диска производят тахометром при включенной машине и снятом очистительном диске и загрузочном устройстве.

Для определения производительности машины используют циферблатные весы, с помощью которых отвешивают необходимое количество продукта. Для определения времени загрузки, обработки и выгрузки продукта служит секундомер.

Для измерения конструктивных параметров используют масштабную линейку и штангенциркуль.

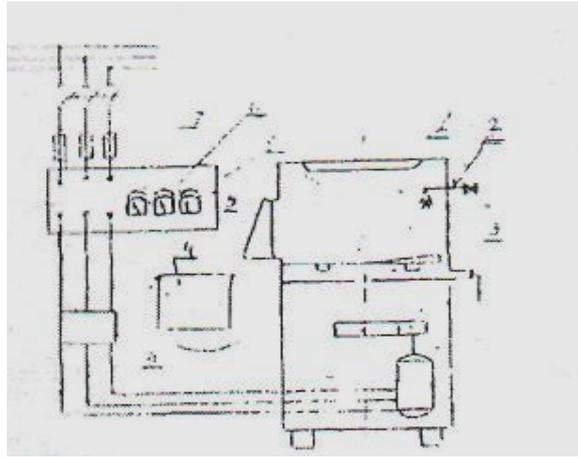


Рис.2. Схема экспериментального стенда

1 - картофелечистка МОК – 125; 2 – вентиль; 3 – сливной патрубок; 4 – бачок; 5 – разгрузочная дверца; 6 – магнитный пускатель; 7 – амперметр; 8 – вольтметр; 9 – ваттметр

Изучение устройства картофелеочистительных машин производят путем непосредственного их осмотра, знакомства с имеющимися в лаборатории отдельными элементами и узлами (очистительными дисками, сегментами, узлом крепления очистительных дисков на приводном валу). Изучение конструкции машин заканчивается составлением кинематических схем с использованием условных обозначений отдельных элементов по ЕСКД. Затем подробно знакомятся со схемой стенда, назначением контрольно – измерительных приборов и вычерчивают принципиальную схему экспериментального стенда.

Для определения основных конструктивных параметров, влияющих на эксплуатационные и качественные показатели, производят замер отдельных элементов, к числу которых относят наружный диаметр – D и внутренний диаметр – d рабочего органа конусной картофелечистки, длину его образующей L , высоту h – конусной чаши, высоту H – рабочей камеры, высоту h' и угол подъема α – волны на рабочем органе конусной и дисковой картофелечисток. Тип машины, вид продукта для обработки, коэффициент заполнения рабочей камеры задается преподавателем.

Действительная производительность картофелеочистительной машины определяется по формуле:

$$G_0 = \frac{m}{(t_3 + t_0 + t_y)} \cdot 3600, \text{ кг / ч} \quad (1)$$

где m – масса единовременно загруженной порции продукта, кг; t_3 – время загрузки продукта в рабочую камеру, с; t_0 – время обработки продукта, с; t_y – время удаления продукта из рабочей камеры, с.

Теоретическая производительность картофелеочистительной машины определяется по выражения:

$$G_T = \frac{V \cdot \rho \cdot \varphi}{(t_3 + t_0 + t_y)} \cdot 3600 \quad (2)$$

где V – объем камеры для обработки продукта, м^3 ;

а) для конусных картофелеочистительных машин:

$$V_K = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d) + \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \quad (3)$$

где D – диаметр камеры, м; d – диаметр дна чаши, м; h – высота чаши конусного диска, м; H – высота цилиндрической части рабочей камеры, $H = D/2$, м.

б) для дисковых картофелеочистительных машин:

$$V_D = \pi \cdot D^2 \cdot H / 4, \text{ м}^3 \quad (4)$$

где ρ – насыпная масса обрабатываемого продукта, кг / м³;

φ – коэффициент заполнения камеры.

Процент отходов продукта определяется его массой до и после очистки по формуле:

$$q = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где m – количество продукта до очистки, кг; m_1 – количество продукта после очистки, кг.

Полезная мощность машины определяется по формуле:

$$N_{\text{пол}} = N_{\text{общ}} - N_{\text{х.х.}}, \text{ кВт} \quad (6)$$

где $N_{\text{общ}}$ – мощность электродвигателя в процессе очистки продукта, кВт;

$N_{\text{х.х.}}$ – мощность электродвигателя при работе машины на холостом ходу, кВт.

Теоретическая мощность, которую необходимо сообщить от электродвигателя приводному валу картофелеочистительной машины, определяется:

а) для дисковых картофелеочистительных машин

$$N_{\text{теор}} = \frac{N_1 + N_2}{1000}, \text{ кВт} \quad (7)$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на преодоление силы трения клубней друг от друга, о диск и стенку камеры:

$$N_1 = \frac{\pi \cdot n \cdot D^4}{960} \cdot \rho \cdot g \cdot f \cdot \text{tg } \alpha, \text{ Вт} \quad (8)$$

где n – частота вращения очистительного диска, мин⁻¹; g – ускорение свободного падения, $= 9,8 \text{ м} / \text{с}^2$; f – коэффициент трения клубней об абразивную поверхность очистительного диска и стенку камеры $f = 0,8 - 1,3$; α – угол естественного откоса продукта, град; N_2 – мощность, затрачиваемая на подбрасывание продукта.

$$N = G \cdot h_1 \cdot Z \cdot k \cdot (n / 60), \text{ Вт} \quad (9)$$

где G – вес продукта, Н; h_1 – высота волны, м; Z – количество волн на очистительном диске, шт.; k – коэффициент проскальзывания клубней очистительного диска, $k = 0,4 - 0,7$.

б) для конусных картофелеочистительных машин

$$N_{\text{теор}} = \frac{M_{\text{тп}} \cdot \omega}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (10)$$

где M_{mp} – момент трения, приложенный к очистительному диску,

$$M_{mp} = m \cdot g \cdot f \cdot H \cdot \frac{D}{2} \quad (11)$$

где f – коэффициент трения продукта об абразивную поверхность очистительного диска; ω – угловая скорость очистительного диска, rad/l

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n \quad (12)$$

где n – частота вращения рабочего органа, c^{-1} .

Для конусной картофелеочистительной машины МОК – 125:

$$n = 6 \text{ } c^{-1}.$$

Удельный расход энергии на процесс очистки определяется по формуле:

$$P = \frac{N_{пол} \cdot T}{3600 \cdot m}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кг} \quad (13)$$

где T – суммарное время, затраченное на обработку продукта, с.

$$T = t_3 + t_6 + t_T$$

Передаточное отношение редуктора

$$i = n_1 / n \quad (14)$$

где n_1 – частота вращения электродвигателя, $мин^{-1}$.

Механический к.п.д. машины определяется отношением мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивлений обрабатываемого продукта, к общей мощности электродвигателя, находящейся под нагрузкой.

$$\eta = N_{пол} / N_{общ} \quad (15)$$

Машину включают при снятом рабочем органе и загрузочном устройстве. Частоту вращения рабочего органа измеряют с помощью тахометра. После этого машину выключают, устанавливают на вал рабочий орган и закрепляют его вместе с загрузочным устройством.

Подготовка к проведению эксперимента заключается в следующем: на циферблатных весах отвешивают освобожденную от загрязнений порцию продукта, затем включают машину на холостом ходу, измеряют его потребляемую мощность. Далее открывают вентиль для подачи воды и загружают отмеченную порцию продукта, определяя по секундомеру время загрузки продукта, обработки и выгрузки.

В процессе очистки продукта измеряют мощность электродвигателя машины. По окончании процесса очистки открывают загрузочный люк и, не останавливая машину, выгружают очищенный продукт в подставленную тару. После этого закрывают вентиль на водопроводе и выключают машину.

Для определения процента отходов очищенный продукт взвешивают и дают ему качественную оценку. Массу воды и полученных отходов определяют с помощью мерного бачка. Определяют производительность картофелеочистительной машины действительную по формуле (1), теоретическую по формуле (2), (3), (4). Мощность теоретическая определяется по формулам (6), (7), (8), (9), (10), (11) и сравнивают с экспериментальными. Удельный расход энер-

гии на процесс очистки определяется по формуле (13), передаточное отношение по формуле (14).

Результаты замеров, опытов и расчетов заносят в таблицу.

Таблица 1

Показатели	Условные обозначения	Единицы измерения	Опытные данные	Расчетные данные
1	2	3	4	5
Наружный диаметр рабочего органа конусной картофелеочистительной машины	D	m		
Внутренний диаметр	D	m		
Длина образующей рабочего органа	L	m		
Высота конусной чаши рабочего органа	H	m		
Высота цилиндрической части машины	H	m		
Высота волны рабочего органа	H'	m		
Количество волн рабочего органа	Z	$шт$		
Частота вращения рабочего органа	n	c^{-1}		
Частота вращения вала электродвигателя	n_1	$мин^{-1}$		
Масса загружаемого продукта	M	$кг$		
Масса очищенного продукта	M_1	$кг$		
Время обработки продукта загрузки	T	c		
разгрузки	t_3	c		
очистки	t_6	c		
	t_0	c		
Масса воды отходов	M_2	$кг$		
Мощность электродвигателя при работе картофелеочистительной машины на холостом ходу	$N_{х.х.}$	$кВт$		
Общая мощность электродвигателя в процессе работы картофелеочистительной машины	$N_{общ.}$	$кВт$		
Действительная производительность	G_D	$кг/ч$		
Теоретическая производительность	G_T	$кг/ч$		
Объем камеры для обработки продукта	V_k	m^3		
Коэффициент заполнения камеры для обработки продуктов	φ			

1	2	3	4	5
Масса порции одновременно загружаемого продукта	M_{np}	кг		
Процент отходов в процессе его очистки	Q	%		
Полезная мощность	$N_{пол.}$	кВт		
Теоретическая мощность	$N_{теор.}$	кВт		
Удельный расход энергии для очистки 1 кг продукта	P	кВт ч/кг		
Передаточное отношение	i			

Контрольные вопросы

1. В чем состоит принцип очистки корне – и клубнеплодов механическим способом?
2. Принцип очистки паровым способом.
3. Принцип очистки химическим способом.
4. Устройство моечно – очистительной машины КМО – 1/1.
5. Устройство моечно – очистительной машины МОК – 125.
6. Удаление отходов из машины.
7. Определение действительной и теоретической производительности и их сравнение.
8. Для чего рабочий орган моечной камеры имеет волнистую поверхность?
9. Почему загрузки и выгрузки продукта должна производиться во время работы машины?
10. Определение теоретической мощности моечно – очистительной машины?
11. Определение расходов воды на очистительный процесс.
12. Методы проведения эксперимента.

Литература

1. Дикис М.Я. Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов, - М.. Пищевая промышленность, 1965.
2. Главацкая В.И., Киселева И.Е. Лабораторный практикум по оборудованию предприятий общественного питания. – М.. Экономика, 1974.
3. Елхина В.Д. Механическое оборудование предприятий общественного питания. – М.. Экономика, 1981.

Лабораторная работа № 7

Изучение конструкции взбивального механизма

Цель работы

1. Изучить конструкцию, принцип действия взбивательно – перемешивающего механизма с планетарным движением рабочего органа.
2. Экспериментально определить производительность и мощность механизма.

3. Исследовать энергозатраты взбивального механизма при различных режимах его работы.

Теоретические сведения

Машины для перемешивания и сбивания служат для смешивания составных частей (сахара, масла, муки, яиц и других продуктов) как между собой, так и с воздухом в однородную массу. Основной задачей перемешивания является достижение тесного соприкосновения частиц различных фаз или веществ между собой. Особенно важным в теории перемешивания является вопрос эффективности перемешивания. Эффективность перемешивания определяется степенью однородности перемешиваемого объема, достигаемой при данном количестве подведенной полезной энергии в единицу времени к единице перемешиваемого объема.

$$E = f(A) = f(N\tau),$$

где N – мощность, потребляемая взбивалкой, $кВт$; τ – время работы взбивателя, $с$.

Работа взбивателя тем эффективнее, чем меньше энергии затрачивается на осуществление технологического процесса.

Действительная производительность взбивательных машин и механизмов определяется по формуле:

$$Q_d = \frac{m}{T} 3600, \quad \text{кг/ч},$$

где m – масса продукта, подвергающегося взбиванию, $кг$; T – суммарное время обработки порции продукта, $с$.

Теоретическая производительность Q_T взбивательных машин и механизмов будет зависеть от объема рабочей камеры V_0 , плотности продукта ρ , коэффициента заполнения рабочей камеры φ и времени загрузки, взбивания и выгрузки продукта t_3, t_0, t_6 :

$$Q_T = \frac{V_0 \cdot \rho \cdot \varphi}{t_3 + t_0 + t_6} \cdot 3600, \quad \text{кг/ч}.$$

Полезная потребляемая мощность машины определяется по формуле:

$$N_{\text{пол}} = N_{\text{общ}} - N_{\text{хх}},$$

где $N_{\text{общ}}$ – мощность, затрачиваемая в процессе смешивания, взбивания, $кВт$; $N_{\text{хх}}$ – мощность, затрачиваемая при работе машины на холостом ходу, $кВт$.

Теоретическая мощность взбивательных машин и механизмов зависит от многих факторов: реологических свойств продуктов, формы, размеров и скорости движения взбивателей и др.

Приблизительно теоретическую мощность можно определить по формуле:

$$N = \frac{N_1 \cdot a}{1000 \cdot \eta}, \quad \text{кВт},$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на преодоление сил межмолекулярного сцепления между частицами продукта, $Вт$.

$$N_1 = P_x \cdot \vartheta_{ин} = K_o \cdot F_{л} \cdot Z \cdot \vartheta_{ин}^3 ,$$

где P_x – сопротивление, оказываемое средой движущемуся взбивателю, H .

$$P_x = \xi \cdot F_{л} \cdot Z \cdot \frac{\rho \cdot \vartheta_{ин}^2}{2}$$

где $\vartheta_{ин}$ – скорость движения взбивателя относительно продукта, $м/с$.

$$\vartheta_{ин} = \frac{\pi \cdot R_1 \cdot n_1}{30} \cdot \alpha ,$$

где R_1 – радиус взбивателя, $м$; n_1 – частота вращения взбивателя вокруг своей оси, $об./мин.$; α – коэффициент проскальзывания, равный $0,2 - 0,8$;

ξ – коэффициент любого сопротивления (произведение $\frac{\xi \cdot \rho}{2} = K_o$).

При перемещении жидкого теста $K_o = 500 - 600$; при взбивании белков, сливок $K_o = 300 - 400$; при взбивании муссов, кремов $K_o = 400 - 500$.

$F_{л}$ – площадь проекции взбивателя на плоскость, перпендикулярную вектору скорости его перемещения, $м^2$; Z – количество лопастей, $шт.$;

α – коэффициент запаса мощности, $\alpha = (1,1 - 1,2)$; η – к.п.д. машины равный $0,7 - 0,8$.

Удельный расход электроэнергии, передаточное отношение и механический к.п.д. машины определяется по формуле:

$$N_{уд} = \frac{N_{пол} \cdot T}{3600t}, кВт, \quad i = \frac{n}{n_1}, \quad \eta = \frac{N_{пол}}{N_{общ}}$$

где T – суммарное время, затраченная на обработку продукта, $с$;

n – частота вращения вала электродвигателя, $об./мин.$

Описание установки

Работа выполняется на экспериментальном стенде (рис.1.), состоящем из универсального привода ПУ – 0,6, взбивального механизма МСЧ – 7 – 8 – 20, магнитного пускателя, контрольно – измерительных приборов (амперметр, вольтметр, ваттметр). Расход электроэнергии подсчитывают по показаниям амперметра и ваттметра или вольтметра, включенных в сеть взбивателя. Для определения производительности машины используются циферблатные весы, секундомер, емкости для загрузки и выгрузки продуктов, для определения плотности продукта до и после взбивания, цилиндр мерный, весы.

Конструктивные параметры взбивательной машины измеряют с помощью штангенциркуля и масштабной линейки. Частота вращения взбивателя определяется тахометром. Результаты измерения опытных данных заносятся в таблицу 1.

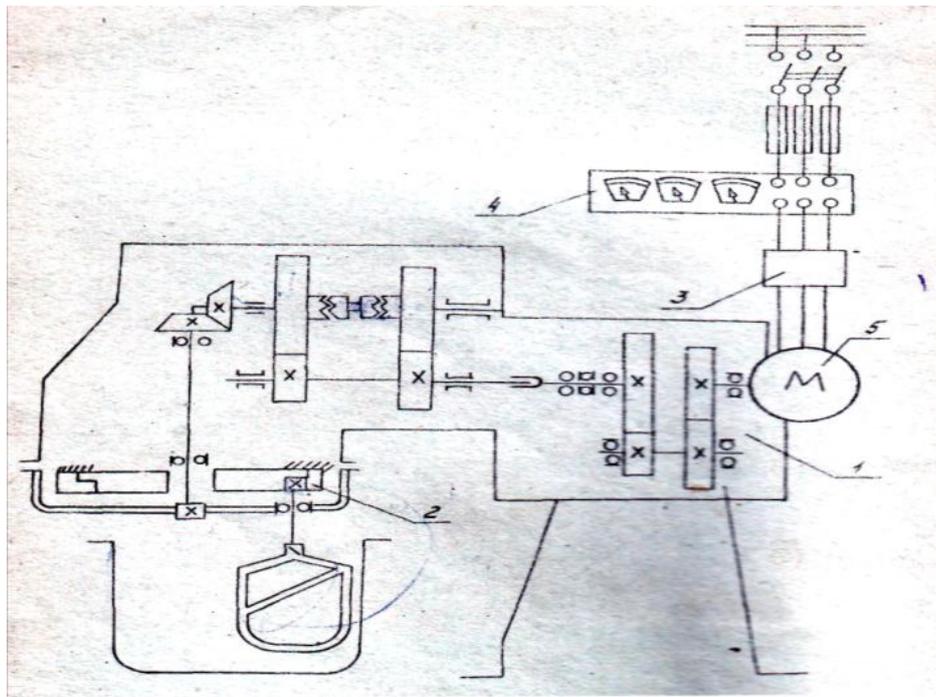


Рис.1. Схема лабораторного экспериментального стенда:
 1 – универсальный привод; 2 – взбивальный механизм; 3 – магнитный пускатель;
 4 – контрольно – измерительный прибор; 5 – электродвигатель

Таблица 1

№ пп	Показателя	Условное обозначен	Единицы и мерен.	Опыт. данные	Расчет данные
1	2	3	4	5	6
1	Диаметр месильного бачка	D			
2	Высота цилиндрической части месильного бачка	H	$м$		
3	Высота суженной части бачка	h^1	$м$		
4	Диаметр днища	d	$м$		
5	Высота взбивателя	H	$м$		
6	Ширина взбивателя	$в$	$м$		
7	Эксцентриситет взбивателя	e	$м$		
8	Зазор между взбивателем и месильным бачком	δ	$мм$		
9	Частота вращения электродвигателя	n	$об/мин$		
10	Частота вращения приводного вала	n_1 n_2 n_3	$об/мин$ $об/мин$ $об/мин$		
11	Мощность по ваттметру: для I замера при для II замера при	$N_{1x.x}$ $N_{1общ}$ $N_{1пол}$ $N_{2x.x}$ $N_{2общ}$ $N_{2пол}$	$кВт$ $кВт$ $кВт$ $кВт$ $кВт$ $кВт$		

	для III замера при	$N_{3x.x.}$ $N_{3общ}$ $N_{3хол}$	$кВт$ $кВт$ $кВт$		
12	Время за грузки обработки выгрузки	t_3 t_0 $t_в$	$с$ $с$ $с$		
13	Масса 100см продукта: до взбивания после взбивания: по 1 замеру по 2 замеру по 3 замеру	m_0 m_1 m_2 m_3	$г$ $г$ $г$ $г$		
14	Плотность продукта: до взбивания после взбивания: по 1 замеру по 2 замеру по 3 замеру	ρ_0 ρ_1 ρ_2 ρ_3	$кг/м^3$ $кг/м^3$ $кг/м^3$ $кг/м^3$		
15	Масса загружаемой порции продукта	m	$кг$		
16	Производительность	$Q_д$	$кг/ч$		
17	Объем месильного бачка	V_0	$м^3$		
18	Коэффициент заполнения бачка	φ			
19	Удельный расход электроэнергии	$P_{уд}$	$кВт ч/кг$		
20	Теоретическая мощность	$N_{теор}$	$кВт$		
21	Передаточное отношение	i			
22	Механический к.п.д.	η			

Порядок выполнения работы

1. Изучить методическое руководство и представить к началу занятия предварительный отчет со схемой экспериментальной установки и таблицу для замеров.

2. Ознакомиться с устройством взбивательного механизма универсального привода, составить кинематические схемы передаточного и взбивательного механизма.

3. Произвести замеры конструктивных параметров взбивательного механизма с помощью штангенциркуля и масштабной линейки, результаты замеров завести в таблицу 1.

4. Включить машину в сеть, измерить тахометром частоту вращения вала электродвигателя и приводного вала. Замеры повторяют 3 – 5 раз при различных скоростях вращения взбивателя. Измерить потребляемую мощность при работе машины на холостом ходу. Затем укрепляют взбиватель и устанавливают частоту вращения рабочего органа.

5. Загрузить в месильный бачок продукт или имитатор не более, чем на 2/3 объема и включить машину.

6. Измерить мощность машины под нагрузкой (т.е. при работе с продуктом). После получения однородной смеси механизм выключают, определяют плотность смеси. Затем производят взбивание новых порций продукта при других скоростях взбивателя (время взбивания одинаково).

7. Обработать экспериментальные данные, сделать расчеты и занести результаты опытов и расчетов в таблицу 1. По опытным и расчетным данным построить зависимость плотности продукта от частоты вращения взбивателя.

8. Сделать выводы, сравнивая действительную и теоретическую производительность, мощность с оптимальными его значениями.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей служат взбивательные машины?
2. Чем объясняется разновидность конструкций рабочего органа?
3. В какой зависимости находятся интенсивность взбивания от частоты вращения взбивательной лопасти?
4. От каких факторов зависит теоретическая мощность взбивательных машин?
5. Как определяется полезная потребляемая мощность машин?

Литература

1. Маршалкин Г.А. Технологическое оборудование кондитерских фабрик. – М.: Пищевая промышленность, 1968.

2. Буканов И.Г. и др. Лабораторные работы по оборудованию предприятий общественного питания. – М.: Экономика, 1979.

Лабораторная работа 8

Изучение конструкции пищеварочного котла

Цель работы

1. Изучить конструкции и принцип действия электрических пищеварочных котлов.
2. Ознакомиться со способами получения тепла и обогревом пищеварочных котлов.
3. Назначение и установка контрольно – измерительных приборов.
4. Произвести измерение отдельных параметров и определить основные эксплуатационные показатели пищеварочных котлов.

Материальное оснащение

Пищеварочный котел марки КПЭ – 100, масштабная линейка, ваттметр, расходомер.

Теоретические сведения

При изготовлении консервов продукты подвергаются тепловой обработке. При такой обработке из продуктов удаляется часть влаги, они приобретают определенный вкус, цвет и запах, в них прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, облегчает приведение последующих процессов и обеспечивает сохранение продукта.

Режим теплового действия выбирают такой, чтобы за минимальное время обеспечивалась необходимая тепловая обработка продукта при сохранении его высокого качества.

Рассмотрим электрический пищеварочный котел КПЭ – 100. Пищеварочный котел состоит из внутреннего варочного котла (рис. 1), конструкционной стали, облицовки и постамента. Пароводяной рубашкой служит пространство, между внутренним варочным котлом и наружным корпусом. В пространство между наружным корпусом и облицовкой уложена изоляция. К нижней части наружного корпуса приварен корпус парогенератора, в котором на отдельной доске смонтировано 6 штук ТЭНов (трубчатых электронагревателей). Герметичность достигается за счет установки паранитовой прокладки между фланцем корпуса электроподогревателя и доской ТЭНов.

Варочный котел закрывается откидной двустенной крышкой, закрепленной на петле шарнира и уравновешенной противовесом. Плотное прилегание крышки обеспечивает прокладкой из термостойкой пищевой резины, смонтированной в канале крышки и накладными рычагами. Для слива жидкостей из котла имеется сливной кран. Пищеварочный котел оборудован контрольно – измерительными приборами и арматурой.

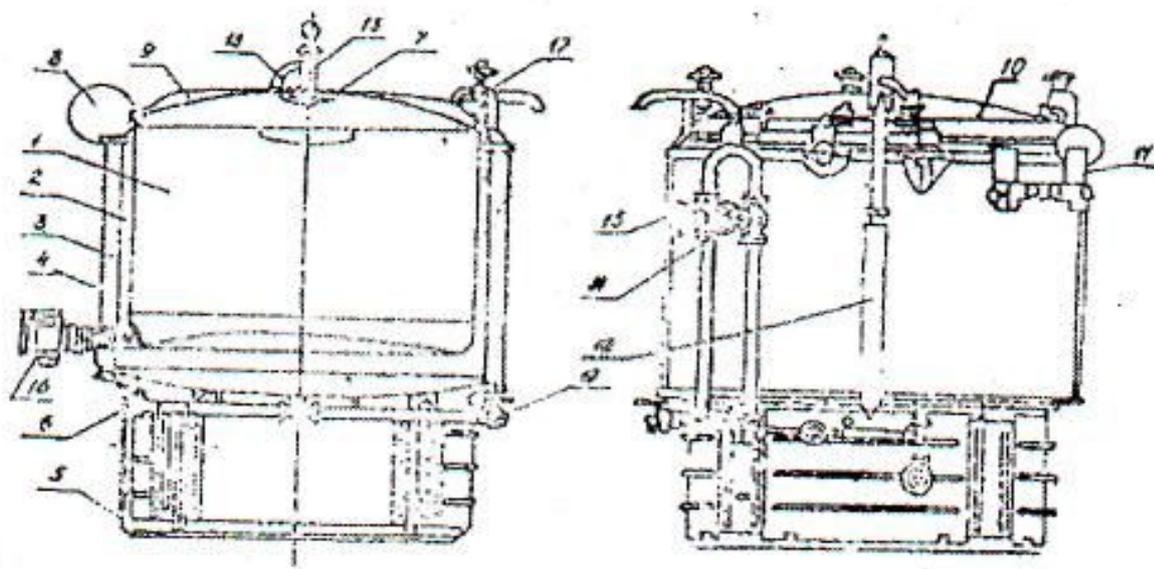


Рис.1. Схема пищеварочного котла КЭП - 100

1 – внутренний варочный котел; 2 – наружный корпус; 3 – изоляция; 4 – облицовка; 5 – постамент; 6 – парогенератор; 7 – отражатель; 8 – электроконтактный манометр; 9 – накладные рычаги; 10 – двустенная крышка; 11 – шарнир; 12 – противовес; 13 – клапан турбинка; 14 – заливная воронка; 15 – предохранительный клапан; 16 – сливной кран; 17 – кран уровня

Узел контрольно – измерительных приборов и арматуры соединен с паровым пространством котла через штуцер и служит для контроля за измерением давления пара и паровой рубашке и поддержания его в заданных пределах. Он состоит из электроконтактного манометра, предохранительного клапана, заливной воронки с краном, смонтированных в один узел, и клапаном турбинки, смонтированной на крышке котла. Кран уровня смонтирован в корпус электроподогревателя. Клапан турбинки с отражателем и пароотводной трубой служит для отвода пара из варочного пространства, образуемого в результате кипения содержимого в котле, в канализацию.

Предохранительный клапан (рис.2) служит для сброса давления пара из пароводяной рубашки свыше $0,5 \text{ кг/см}^2$ и устранения разрежения в ней. В корпусе предохранительного клапана имеется два клапана: верхний – паровой и нижний – воздушный. Верхний клапан служит для сброса давления пара из пароводяной рубашки свыше $0,5 \text{ кг/см}^2$. Нижний клапан служит для пропуска воздуха в пароводяную рубашку при остывании котла и тем самым предохраняет котел от смятия. В предохранительном клапане имеется также воздушный клапан, который служит для выпуска воздуха из пароводяной рубашки котла в момент его разогревания. Воронка с краном служит для заполнения электроподогревателя водой до уровня крана. Уровень крана служит для контроля за верхним уровнем воды в электроподогревателе. Нижний уровень воды контролируется электродами «сухого хода».

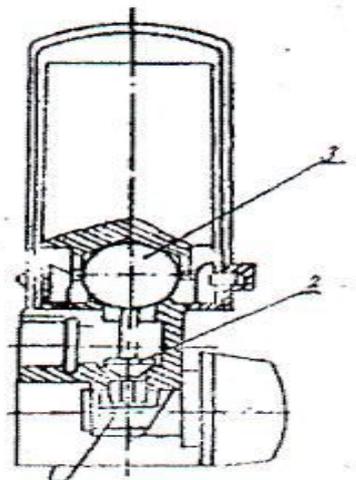


Рис.2. Предохранительный клапан 1 – паровой клапан; 2, 3 – воздушный клапаны

С помощью крана, воронки и воздушного клапана можно снять давление в пароводяной рубашке. Трубопроводы холодного и горячего водоснабжения служат для заполнения варочного котла холодной и горячей водой для варки или его санитарной обработки. Электрокотлы снабжены автоматическим управлением, тепловым режимом работы и автоматической защитой от «сухого хода» ТЭНов. Регулирование нагрева двухступенчатое: процесс разогрева и процесс варки, и основано на регулировании давления пара в пароводяной рубашке. Процесс разогрева содержимого в котле происходит на полной мощности, процесс варки 1/6 мощности от номинальной величины. Элементы автоматического управления тепловым режимом котла и защиты ТЭНов «сухого хода» на-

ходятся на станции управления, которая смонтирована в специальном шкафу. Защита ТЭНов от «сухого хода» осуществляется с помощью двух электродов. Электроподогреватель состоит из 6 ТЭНов.

ТЭНы (рис.3) представляют собой трубку (оболочку) с наружным диаметром 3,5 мм, изготовленную из углеродистой стали с защитным гальваническим покрытием или из нержавеющей стали, внутри которой помещена нагревательная спираль, выполненная из нихромовой проволоки диаметром 0,5 мм.

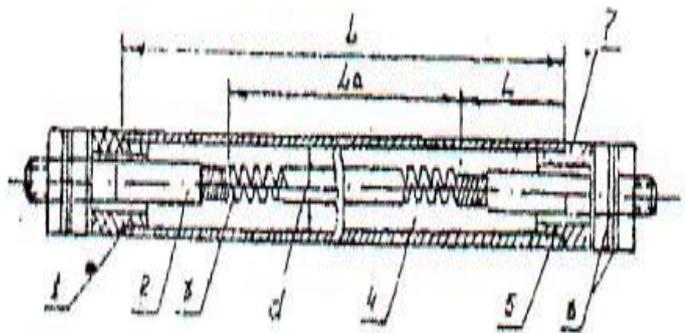


Рис.3. Трубчатый электродогреватель

1 – трубка; 2 – стержень; 3 – спираль; 4 – изоляция; 5 – жаростойкий лак; 6 – контактные гайки и шайбы; 7 – фарфоровые изоляторы.

В пространстве между оболочкой и нитками спирали запрессован периклаз (или кварцевый песок), который служит изоляцией и обладает хорошей теплопроводимостью, обеспечивает небольшой перепад температур между спиралью и поверхностью трубки. Спирали присоединяются (отпрессовываются) стальным контактом стержнем, свободные концы которых выводятся наружу, при помощи контактных гаек и шайб, подключаются к сети. Изоляция обеспечивается фарфоровыми изоляциями, закрепленными на специальном жаростойком лаке (герметика), что предохраняет трубу от попадания в нее воздуха и влаги.

Развернутая общая длина ТЭНа состоит из длины активной (греющей части) и пассивной, в которой размещаются контактные стержни.

Порядок проведения работы

Изучение устройства пищеварительного электрического котла производят его осмотром, особое внимание обращают на получение пара в парогенераторе, назначением контрольно – измерительных приборов, их расположением и устройством.

Рассчитать основные параметры котла: производительность, потребляемую мощность путем замера основных размеров котла.

Единовременная загрузка котла определяется по формуле:

$$G_e = \pi \cdot D^2 / 4 \cdot H \cdot \varphi \cdot \rho, \text{ кг} \quad (1)$$

где D – внутренний диаметр котла, м; H – высота котла, м; φ – коэффициент заполнения котла, $\varphi = 0,7 - 0,8$; ρ – плотность продукта, кг/м^3 .

Производительность котла рассчитывается по формуле:

$$G_{np} = G_e / T, \text{ кг / с} \quad (2)$$

где G_e – единовременная загрузка котла, кг; T – длительность теплообработки, с;

$$T = \tau_z + \tau_0 + \tau_p$$

здесь τ_z – время загрузки, с; τ_0 – время обработки продукта, с;

τ_p – время загрузки, с.

Рассчитать потребляемую котлом мощность и его к.п.д. Для чего определяем расход тепла на:

а) нагревание продукта

$$Q_1 = G_{np} \cdot C_{np} \cdot (t_k - t_n) \cdot \tau_1, \text{ Дж} \quad (3)$$

где G_{np} – производительность аппарата, кг/с; C_{np} – теплоемкость продукта, кДж / кг · К; t_k – температура кипения, °С; t_n – начальная температура продукта, °С; τ_1 – время нагревания продукта, с.

б) кипение продукта

$$Q_2 = G_{np} \cdot C_{np} \cdot t_k \cdot \tau_2, \text{ Дж} \quad (4)$$

где τ_2 – время кипения продукта, с:

в) потери тепла в окружающую среду – Q_3 . Потери тепла происходят:

- через крышку котла – Q_n'

- через боковую поверхность котла – Q_n''

- через днище котла – Q_n'''

$$Q_n' = F_{np} \cdot \alpha_0' \cdot (t_{cm}' - t_e) \cdot \tau_3, \text{ Дж} \quad (5)$$

где F_{np} – поверхность крышки, м²; α_0' – суммарный коэффициент теплоотдачи конвекцией и излучением, Вт / м² · К; t_{cm}' – температура поверхности крышки, °С; t_e – температура воздуха, °С; τ_3 – время обработки продукта, с;

$$\alpha_0' = 9,76 + 0,07 (t_{cm}' - t_e), \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К} \quad (6)$$

$$Q_n'' = F_{\delta n} \cdot \alpha_0'' \cdot (t_{cm}'' - t_e) \cdot \tau_3, \text{ Дж} \quad (7)$$

где $F_{\delta n}$ – боковая поверхность аппарата, м; α_0'' – коэффициент теплоотдачи конвекцией и излучением, Вт / м² · К; t_{cm}'' – температура боковой поверхности, °С;

$$\alpha_0'' = 9,76 + 0,07 (t_{cm}'' - t_e), \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К} \quad (8)$$

$$Q_n''' = F_{\delta} \cdot \alpha_0''' \cdot (t_{cm}''' - t_e) \cdot \tau_3, \text{ Дж} \quad (9)$$

где F_{δ} – поверхность длина аппарата, м²;

$$\alpha_0''' = 9,76 + 0,07 (t_{cm}''' - t_e), \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К} \quad (10)$$

Потери тепла в окружающую среду:

$$Q_n = Q_n' + Q_n'' + Q_n''' \quad (11)$$

Общий расход тепла равен:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ Дж} \quad (12)$$

Потребляемая мощность определяется по формуле:

$$N = \frac{k \cdot Q_{\text{общ}}}{\tau_{\text{ц}} \cdot 1000}, \text{ кВт} \quad (13)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – количество тепла, которое необходимо получить от электронагревателя за один цикл, Дж; $\tau_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла в мин; k – коэффициент запаса, учитывающий понижение напряжения, ухудшение тепловой изоляции, $k = 1,2$.

Коэффициент полезного действия котла определяется по формуле:

$$\eta = \frac{(Q_{\text{общ}} - Q_{\text{пот}})}{Q_{\text{общ}}} \quad (14)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий расход тепла, Дж; $Q_{\text{пот}}$ – потери тепла в окружающую среду, Дж.

Произвести соответствующие замеры и рассчитать производительность котла по формулам (1), (2), определить расход тепла на нагревании продукта по формуле (3), на кипение продукта по формуле (4), потери тепла в окружающую среду по формулам: (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11); общий расход тепла по формуле (13), коэффициент полезного действия по формуле (14). Результаты и опытов и расчетов занести в таблицу 1.

Таблица 1

Показатели	Условные обозначения	Единицы измерения	Опытные данные	Расчетные данные
1	2	3	4	5
Внутренний диаметр котла	D	$м$		
Высота котла	H	$м$		
Коэффициент заполнения котла	φ			
Плотность продукта	ρ	$кг/м^3$		
Единовременная загрузка котла	G_e	$кг$		
Длительность цикла:	T	$с$		
- время загрузки	τ_3	$с$		
- время обработки продукта	τ_0	$с$		
- время загрузки	τ_p	$с$		
Производительность котла	G_n	$кг/с$		

1	2	3	4	5
Теплоемкость продукта	C	$\text{Дж/кг } K$		
Температура залитого в котел продукта	t_n	$^{\circ}C$		
Температура кипения продукта	t_k	$^{\circ}C$		
Время нагревания продукта	τ_1	c		
Время кипения продукта	τ_2	c		
Расход тепла на нагревание продукта	Q_1	Дж		
Расход тепла на кипение продукта	Q_2	Дж		
Температура поверхности крышки: - боковой поверхности - днища - воздуха	$t_{кр}$ $t_{б.н}$ t_{∂} $t_{г}$	$^{\circ}C$		
Суммарный коэффициент теплоотдачи конвекцией и излуч.: - для поверхности крышки - для боковой поверхности - для днища котла	α' α'' α'''	$\text{Вт/м}^2 K$ $\text{Вт/м}^2 K$ $\text{Вт/м}^2 K$		
Поверхность крышки: - боковой поверхности - днища	$F_{кр}$ $F_{б.н}$ F_{∂}	м^2 м^2 м^2		
Потеря тепла в окружающую среду - через крышку - через боковую поверхность - через днище	Q_n Q_n' Q_n'' Q_n'''	Дж Дж Дж Дж		
Общий расход тепла	$Q_{общ}$	Дж		
Коэффициент запаса	k			
Мощность, потребляемая котлом	N	кВт		
Коэффициент полезного действия котла	η			

Контрольные вопросы

1. Назначение предварительной тепловой обработки продукта.
2. Устройство котла КЭП – 100.
3. Получение греющего пара в аппарате.

4. Что служит пароводяной рубашкой котла?
5. За счет чего обеспечивается герметичность соединения крышки с корпусом?
6. Перечень контрольно – измерительных приборов и их назначение.
7. Назначение противовеса.
8. Устройство предохранительного клапана.
9. Устройство ТЭНа.
10. Для чего служит клапан – турбинка?
11. Когда удаляется воздух из пароводяной рубашки, а когда впускается в нее и как?
12. Как контролируется количество воды в парогенераторе?
13. Какую воду наливают парогенератор котла и почему?
14. Определение производительности котла.
15. Определение расхода тепла на нагревание и на кипение продукта.
16. Определение тепла на потери тепла в окружающую среду.
17. Определение коэффициента полезного действия.

Литература

1. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов. – М.: Пищевая промышленность, 1969.
2. Никитин Г.М., Автократов Ю.Д. Электрооборудование предприятий общественного питания. – М.: Пищевая промышленность, 1977.
3. Беляев М.И. Оборудование предприятий общественного питания. Том 3. Тепловое оборудование. – М.: Экономика, 1990.

