

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Теоретическая механика и сопротивление материалов»

Технологическое оборудование

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 260601
«Машины и аппараты пищевых производств»
Часть 2**

Курган 2007

Кафедра: «Теоретическая механика и сопротивление материалов»

Дисциплина: «Технологическое оборудование» (специальность 260601)

Составил: канд. техн. наук О.Л. Уманская
(лабораторные работы № 1,2,3),
канд. техн. наук, доцент С.Г. Тютрин С.Г.
(лабораторная работа № 4).

Утверждены на заседании кафедры « 8 » ноября 2007 г.

Рекомендованы методическим советом
университета « 4 » декабря 2007 г.

Получение растительных масел

Современная технология производства растительных масел включает в себя следующие операции (рис. 1).

Подготовка семян к хранению и хранение семян (поступление семян транспортом поставщиков, очистка от примесей, сушка, хранение, передача в производство).

Подготовительные операции, связанные с подготовкой семян к извлечению масла (очистка от примесей, кондиционирование семян по содержанию влаги и размерам, обрушивание семян и отделение оболочки, измельчение).

Операции прессования (инактивация и влаготепловая обработка, отжим масла, получение лепестковой структуры экстрагируемого материала, первичная очистка прессового масла).

Экстракции масла, первичной и комплексной очистки масла, переработки шрота (очистка масла в гущеловушках, фильтрация, получение фосфатидного концентрата, извлечение белков и получение белковых продуктов).

Специфической особенностью подготовки семян подсолнечника к переработке является их разделение по размерам, как правило, на крупную и мелкую фракции, перерабатываемые отдельно по различным технологическим схемам.

В настоящее время для извлечения масла из семян применяют два способа: последовательное извлечение масла при переработке семян с высоким содержанием масла — сначала прессовым способом, при котором получают примерно $\frac{3}{4}$ всего масла, а затем экстракционным, с помощью которого извлекают остальное масло, и однократное извлечение масла из низкомасличных семян методом экстракции, получившее название *метода прямой экстракции*.

Как видно из рис. 1, технологическая схема получения растительных масел существенно упрощается при переходе к схеме прямой экстракции, при которой извлечение масла осуществляется только методом экстракции. В этом случае исключаются операции предварительного прессования.

При переработке масличного сырья, не требующего отделения семенной (или плодовой) оболочки от ядра семян, исключаются операции обрушивания и отделения оболочки.

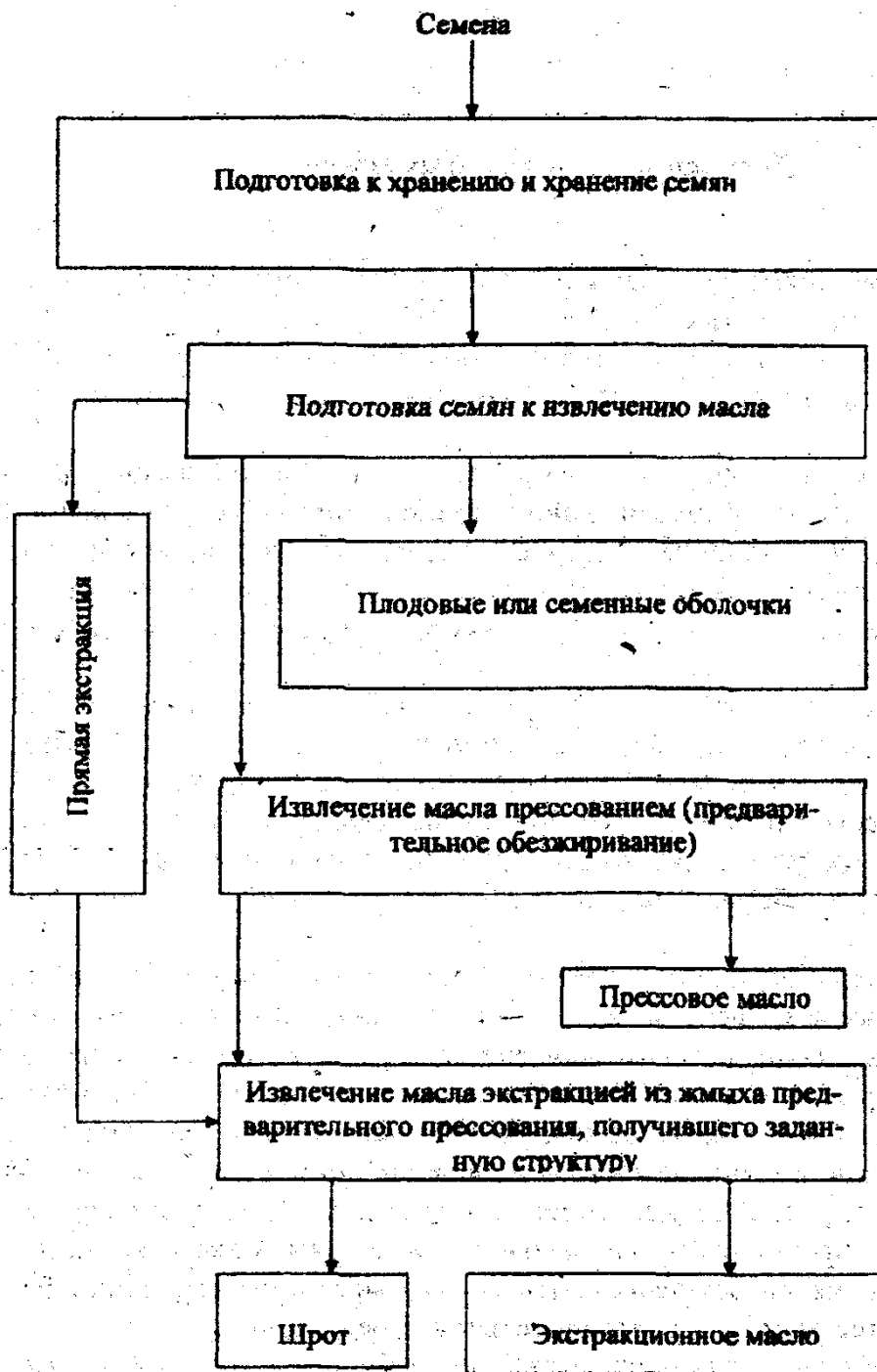


Рис. 1. Основные процессы получения растительных масел

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИНЫ БИЧЕВОЙ МБ-500

Цель работы

1. Изучение принципа действия и конструкции бичевой машины.
2. Экспериментальное определение коэффициента шелушения.
3. Определение производительности бичевой машины, мощность привода.

Применяемые материалы и приспособления: машина бичевая МБ-500, влагомер, весы, лабораторная мельница.

Основные теоретические положения

Все масличные семена имеют семенную или плодовую оболочку различной плотности. Соотношение оболочки и ядра в семенах колеблется в широких пределах. Значительное содержание плотной оболочки в рушанке хлопковых и подсолнечных семян препятствует хорошему измельчению ядра. Наличие нежировых веществ в оболочке (например, воскоподобных веществ в пленке и лузге подсолнечных семян), переходящих в процессе переработки семян в масло, снижает его качество как пищевого продукта.

Оболочка, будучи более легкой, нежели ядро, снижает объемную массу мятки, чем уменьшает процент использования полезной емкости производственного оборудования. Оболочка, переходящая из семян в шрот, понижает содержание в нем белков и делает его менее концентрированным кормом.

Высказанные соображения диктуют необходимость максимального отделения оболочки от ядра.

Процесс отделения оболочки (лузги, шелухи) от ядра предусматривает две самостоятельные операции: обрушивание (шелушение) семян и собственно отделение оболочки от ядра (отсевывание, сепарирование).

Обрушивание семян в зависимости от свойств оболочки может осуществляться путем динамического сжатия, динамического среза или статического сжатия. В соответствии с этим различают машины со стальными или чугунными рабочими органами, работающими по принципу многократного или однократного удара семян о металлические поверхности (бичевые и центробежные и семенорупки); машины с режущими стальными рабочими органами (дисковые, ножевые и вальцовые шелушилки для хлопковых семян); машины с гладкими и рифлеными металлическими поверхностями, работающие по принципу раздавливания (шелмашина, применяющаяся для обрушивания клешевины, и рифленые вальцовки для обрушивания семян сои и горчицы).

Рушанка, получаемая в процессе обрушивания (шелушения) масличных семян, представляет собой смесь, состоящую из частиц, различных по массе, форме, парусности и размерам. В рушанке имеются целые ядра, их осколки, це-

лый ряд разнообразных по величине и форме частиц оболочки и, наконец, целые семена – недорущка. Помимо структурного изменения составных частей семян – ядра и шелухи – в процессе обрушивания и отделения оболочек от ядра происходит некоторое перераспределение масла между ними за счет впитывания оболочкой маслянистой пыли разрушенного ядра.

В этих целях не следует допускать разрушения ядра в обрушивающих машинах, а в схемах ружально-веечных и сепарационных цехов необходимо максимально уменьшать путь и продолжительность соприкосновения ядра и оболочек, а также трение между ними. С этой точки зрения наиболее эффективной схемой обрушивания подсолнечных семян и отделения лузги от ядра следует признать такую, в которой семенорущка устанавливается над семеновейкой и ружанка подается в рассев вейки самотеком. При этом семенорущка и вейка должны работать в одном потоке с тем, чтобы ружанка и примеси не перемешивались.

Структурное разнообразие ружанки масляных семян и физические свойства частиц, составляющих ее, соответствующим образом определяют способы и конструкции машин для отделения оболочки от ядра. Применяемые при этом машины можно разбить на две группы: машины, разделяющие ружанку по размерам на ситах и в воздушном потоке по аэродинамическим свойствам (аспирационные вейки, шельмашинны, пурифайеры, веечные машины для горчишной ружанки); машины, разделяющие ружанку на ситовых поверхностях (двойные встряхиватели, биттер-сепараторы).

Основными показателями эффективности шелушения в крупном производстве служат коэффициенты шелушения и цельности ядра (кроме ячменя, кукурузы и пшеницы).

Изучение устройства и принципа работы машины бичевой МБ-500

Бичевая машина состоит из следующих узлов (см. рис. 1.1):

1. Ротор в сборе 1, представляющий сварочную конструкцию с закрепленными десятью бичевыми планками под углом 54° к радиусу. Наружный диаметр по бичевым планкам – 500 мм, ширина бичевых планок 250 мм.
2. Дозатор, представляющий сборно-сварную конструкцию состоящую из корпуса, заслонки 8, откоса, вала питателя, указателя 9.
3. Корпус ротора, представляющий сборно-сварную конструкцию для монтажа ротора и дозатора.
4. Привод состоит из станины, муфты центробежной и электродвигателя и служит для передачи, вращательного движения ротору и валу дозатора.
5. Дека представляет сварную конструкцию, состоящую из основания, валликов и ребра и предназначена для приема летящего потока семян от планок бичевых вращающегося ротора и раскрытия семян.

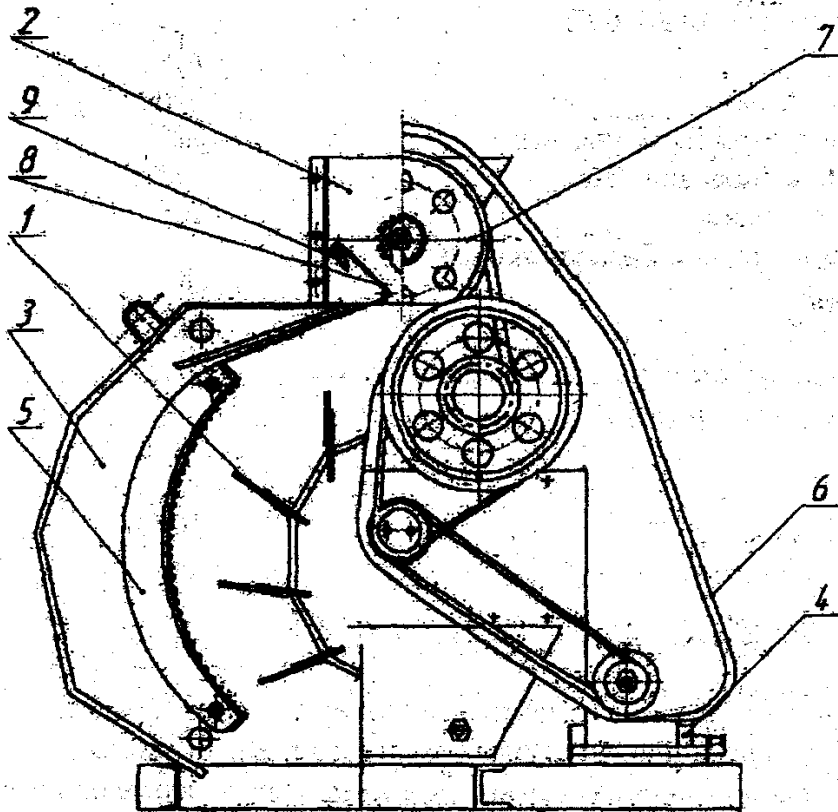


Рис. 1.1. Машина бичевая МБ-500
 1-ротор в сборе, 2-дозатор, 3-корпус ротора, 4-привод, 5-дека, 6-ограждение, 7-шкив, 8-заслонка, 9-указатель

Принцип работы бичевой машины основан на раскалывании (раскрытии) семени подсолнечника при многократных ударах о дека, бичевые планки и друг о друга.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Марка	- МБ-500
2. Тип	- стационарный
3. Производительность по сырю, кг/ч не более	- 500
4. Влажность семян, не более, %	- 14
5. Число оборотов	
- вала дозатора	- 84
- ротора бичевого	- 840
- электродвигателя	- 980
6. Потребляемая мощность, кВт, не менее	- 1,2

7. Электродвигатель 4А90 6УЗ	
- мощность	- 1,5
- число оборотов, мм	- 1000
8. Диаметр бичевого барабана, мм	- 500
9. Длина планок барабана, мм.	- 250
10. Количество планок, шт.	- 10
11. Зазор между декой и барабаном, мм	
- минимальный	- 8
- максимальный	- 78
12. Зазор между валом дозатора и заслонкой, мм	- 0-15
13. Габаритные размеры, мм	
- длина	- 1100
- ширина	- 10
- высота	- 1070
14. Масса, кг, не более	- 440

ПОРЯДОК РАБОТЫ МАШИНЫ

Семена подсолнечника с влажностью не более 14%, прошедшие магнитную и минеральную сепарацию, поступают в дозатор. Вращающийся дозатор захватывает определенную порцию семян своими пазы и передает их на бичевой барабан. Увеличение или уменьшение производительности осуществляется заслонкой 8 путем перемещения ее в требуемое положение по показанию указателя 9 и фиксации винтом 9.

Семена падают с дозатора в зону ротора и от удара о бичевые планки с определенной силой ударяются о деку, которая охватывает ротор углом 110° . Волнистая поверхность деки, образованная валиками, создает хаотическое движение семян от бичевых пластин на роторе к деке и обратно, сила удара регулируется перемещением деки относительно ротора посредством винтов, находящихся на боковинах корпуса ротора.

Величина зазора устанавливается в пределах от 8 мм до 78 мм и зависит от влажности семян, их маслянистости, производительности и устанавливается опытным путем в процессе эксплуатации.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ МАШИНЫ

1. Проверить комплектность изделия.
2. Проверить и при необходимости подтянуть резьбовые соединения.
3. Проверить легкость вращения ротора.
4. Проверить натяжение ременных передач.
5. Подключить машину к системе питания сырьем. Система должна быть оборудована запорными шиберами и дозирующим приемным бункером.
6. Подключить машину к электрической цепи.

7. Заполнить бункер сырьем.
8. Запустить электродвигатель машины и при полном включении центробежной муфты и достижения штатного числа оборотов ротора открыть шибер дозирующего бункера.
9. Путем регулировки производительности дозатора и требуемого зазора между декой и бичевыми планками ротора установить требуемый режим работы бичевой машины по производительности и качеству рушанки.

Порядок выполнения работы.

Часть I

Экспериментальное определение коэффициента шелушения

1. Перемешайте исходный откалиброванный продукт и выделите из него навеску 0,25 кг (N_0).
2. Отделите и взвесьте шелушенные зерна из навески $N_{ш}$. Определите количество нешелушенных зерен до шелушения N_H (шт).

$$N_H = N_0 - N_{ш}$$

3. Определите процентного содержания в навеске нешелушенных зерен до шелушения K_1 (%):

$$K_1 = \frac{100N_H}{N_0}$$

4. Определите вес и процентное содержание в исходной смеси дробленого зерна и мучки.
5. Включите электродвигатель бичевой машины и через 30-40 сек засыпать в бункер всю навеску исходного продукта и зафиксируйте время поступления продукта в зазор между валом дозатора и заслонкой t_1 (с).
Зафиксируйте время окончания шелушения t_2 (с).
6. Выделите из шелушенного продукта навеску 100 г. Отделите и взвесьте нешелушенные зерна из навески N_H , определите процентное содержание нешелушенных зерен после шелушения K_2
7. Определение коэффициента шелушения $K_{ш}$. Коэффициент шелушения $K_{ш}$ определяется по формуле

$$K_{ш} = [(K_1 - K_2) / K_1] \cdot 100,$$

где K_1 , K_2 – количество нешелушенного зерна в смеси до и после шелушения, %.

7. Определение коэффициент цельности ядра $K_{ц}$

$$K_{ц} = B / (B+D+M),$$

где B – выход целого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества шелушенного зерна в исходной смеси, %; D – выход дробленого ядра на данной системе шелушения за вычетом количества дробленого ядра в исходной смеси, %; M – выход мучки на данной системе шелушения за вычетом количества мучки в исходной смеси, %.

Отчет о работе

1. Название и цель работы.
2. Схема машины бичевой.
3. Результаты расчета коэффициента шелушения.
4. Результаты расчета коэффициента цельности ядра.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Объясните физический смысл шелушения.
2. Как разделяются шелушенный продукт и оболочка?
3. Чему равен коэффициент шелушения и коэффициент цельности ядра?

Часть 2

Определение производительности бичевой машины, мощности привода

1. Определяем влажность исходных семян. Воспользуемся влагомером (Чижовой).
2. Определение средней удельной работы разрушения семенной оболочки при динамическом сжатии, приходящейся на 1 кг семени,

$$A_c = 18,9 + 2,04\omega^{0,705} \text{ кГм/кг},$$

где ω – влажность семян, %.

Удельную работу разрушения можно выразить и таким равенством

$$A_c = \frac{mv^2}{2g},$$

где m – масса тела (семян), кг; v – скорость, с которой семена должны ударяться о неподвижную деку, или же скорость, с которой бичи должны ударяться по семенам, м/сек.

Приняв $m = 1$ кг, получим

$$\frac{v^2}{2g} = A_c,$$

отсюда

$$v = 4,42 \sqrt{A_c} \text{ м/сек.}$$

Для обрушивания семян влажностью 6-14% окружная скорость бичевого барабана должна быть в пределах 18-26 м/сек, или бичевой барабан должен делать 560-630 об/мин.

3. Определение производительности семенорушки производим по методике В.А. Масликова.

$$Q_c = \frac{n_b \cdot l \cdot q}{1000} \text{ т/сутки,}$$

где n_b – число бичей барабана; l – длина бичей, см; q – удельная нагрузка на 1 см бича в сутки, принимаемая равной 56 кг.

Число бичей и длину бичей определяем по технической характеристике машины.

4. Определение затрачиваемой мощности при обрушивании семян. Мощность складывается из следующих составных частей:

а) на разрушение оболочки семян

$$N_{\text{раз}} = \frac{1000 Q_c A_c}{3600 \cdot 102} = \frac{A_c Q_c}{367} \text{ кВт,}$$

где Q_c – производительность семенорушки, т/ч;

б) на преодоление сопротивления воздуха при вращении бичевого барабана

$$N_{\text{воз}} = 8,6 \cdot 10^{-9} D^3 n^3 \text{ а кВт,}$$

где D – диаметр бичевого барабана по наружной кромке, м; n – частота вращения барабана, об/мин; l – длина бичей, м; a – ширина выходного отверстия для рушанки, м;

в) на преодоление трения семян о деку

$$N_{тр} = 6,63 \cdot 10^{-9} \beta f_1 Q_c D^2 n^2 \text{ кВт},$$

где β – угол обхвата барабана декой, град; f_1 – коэффициент внутреннего трения семян = 0,6.

Диаметр бичевого барабана, частота вращения барабана, ширина выходного отверстия для рушанки, угол обхвата барабана декой берем по технической характеристике машины и согласно рисунку 1;

г) на создание скорости рушанки

$$N_{ск} = 3,8 \cdot 10^{-7} D^2 n^2 Q_c \text{ кВт}.$$

Общая потребная мощность на работу семенорушки

$$N = \frac{N_{раз} + N_{соз} + N_{тр} + N_{ск}}{\eta} \text{ кВт},$$

где η – КПД семенорушки, принимаемый равным 0,35-0,40.

Если формулу (10) представить в развернутом виде, то будет видно, что потребляемая мощность пропорциональна квадрату диаметра барабана и кубу частоты вращения. Отсюда следует, что при одинаковых окружных скоростях бичей выгодно строить семенорушку с небольшим диаметром барабана и с узкими бичами.

Отчет по работе

1. Название и цель работы.
2. Результаты расчета средней удельной работы разрушения.
3. Результаты расчета производительности семенорушки.
4. Результаты расчета общей потребной мощности на работу семенорушки.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Чем вызвана необходимость обрушивания масличных семян?
2. Каковы основные узлы бичевой семенорушки?
3. Каково назначение питающего устройства, и как оно работает в бичевой семенорушке?
4. Что влияет на однородность обрушивания?
5. Из каких мощностей складывается общая потребная мощность на работу семенорушки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ

Цель работы

1. Изучение устройства и принципа действия барабанной сушилки.
 2. Усвоение правил безопасной эксплуатации и подготовка сушилки к работе.
 3. Определение теоретической и экспериментальной производительности, массовой доли теплоты, передаваемой от воздуха к продукту, определение потерь.
- Применяемые инструменты и оборудование:** жаровня ЖР-0,5, влагомер, градусник, лабораторная мельница.

Основные теоретические положения

Под процессом жарения в производстве растительных масел понимается процесс влаготепловой обработки семян, ядра, рушанки, мятки и жмыха. Целью жарения является обеспечение условий для наиболее быстрого и полного извлечения масла из перерабатываемого материала как прессовым, так и экстракционным способами.

При жарении, помимо отмеченного, необходимо в то же время соблюдать условия, обеспечивающие сохранение по возможности природных качеств масла, отжимаемого на прессах, оставляемого в жмыхах для дальнейшей экстракции, а также извлекаемого из материала при экстракции; наименьшую денатурацию белковых и других питательных и физиологически ценных веществ; детоксикацию веществ, содержащихся в таких масличных семенах, как хлопковое, рапсовое, клещевинное и др.

Процесс жарения перед отжимом масла в производственных условиях сводится к воздействию на обрабатываемый материал влаги и тепла. В опытно-порядке американские исследователи проводили жарение мезги в щелочной среде и в растворителе. Однако такие способы не нашли промышленного применения.

Процесс жарения осуществляется в два этапа. На первом этапе обычно проводится как нагрев, так и увлажнение мятки до оптимальных пределов, осуществляемое в пропарочно-увлажнительных шнеках или в верхнем чане жаровни, а на втором – высушивание мезги с доведением температуры и влажности до значений, определяемых технологическими требованиями применительно к перерабатываемой мятке.

При высушивании мезги происходит изменение физических и химических свойств мятки в целом и ее составных веществ. Степень этих изменений зависит от равномерности и способа воздействия тепла на мятку, влажности мятки, темпа испарения влаги и продолжительности жарения.

Жарение мезги проводится как непосредственно в жаровнях, так и последовательно, сначала в пропарочно-увлажнительных аппаратах (шнеках), а затем в собственно жаровнях. Для удовлетворения условий правильной подготовки

мезги и соблюдения правил технологического режима жарения пропарочно-увлажнительные аппараты и жаровни в конструктивном отношении должны отвечать следующим требованиям: а) непрерывность товарного потока с момента питания аппарата или жаровни свежим материалом и кончая подачей мезги на пресс; б) тонкое и равномерное распределение воды или пароконденсата по всей массе обрабатываемой мятки; в) тщательное перемешивание мятки и мезги с целью равномерного подогрева и увлажнения; г) удобство компоновки пропарочно-увлажнительного аппарата, жаровни и одного или двух шнековых мешалок и количества подаваемого и выгружаемого материала; е) автоматическое поддержание заданной температуры и влажности мезги на главных участках процесса жарения; ж) экономия занимаемой площади рабочего помещения, удобство обслуживания, контроль за процессом и ремонт.

Существующие в настоящее время конструкции пропарочно-увлажнительных аппаратов и собственно жаровен лишь частично удовлетворяют изложенным требованиям. Применяющиеся конструкции жаровенных агрегатов можно разбить на три типа: шнековые, барабанные и чанные.

Описание установки

Установка подогрева сырья ЖР-05 предназначена для нагрева сырья до определенной температуры.

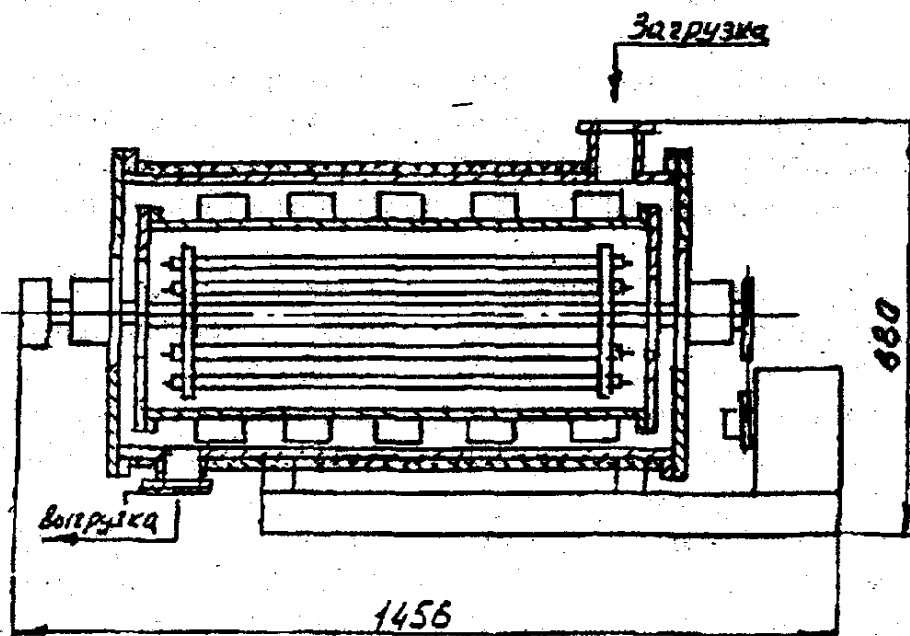


Рис.2.1. Установка подогрева сырья ЖР-05

Техническая характеристика

1. Перерабатываемое сырье – сыпучие пищевые продукты.
2. Температура продукта при производительности установки $428 \text{ дм}^3/\text{час}$ на входе, $^{\circ}\text{C} - 15$; на выходе, $^{\circ}\text{C} - 80$.
3. Мощность нагревателей, кВт 9.
4. Частота вращения барабана, об/мин – 8,45.
5. Привод: эл. двиг. 4А80В6У3 N = 1,1 кВт; n = 1000 об/мин.

Редуктор 4 - 63 - 63 - 2 - 1 - 2У3 i = 63.

Установка подогрева сырья состоит из сварного бочкообразного корпуса. С торцов он закрыт съемными крышками. В корпусе имеется загрузочное и разгрузочное отверстие с установленными на них шиберами.

Внутри корпуса в подшипниках установлен вращающийся ротор. Ротор представляет из себя сварную бочкообразную конструкцию с лопатками, расположенными по винтовой линии по образующей бочки. С торцов ротор закрыт съемными крышками с полуосями, на которых он и вращается.

Внутри ротора неподвижно расположена батарея электронагревателей, состоящая из 18 ТЭНов – 780А 13/0,5 е 220У31 общей мощностью 9 кВт. Электронагреватели закреплены на сварной металлоконструкции, соединены по электросхеме внутри установки, а подводящие концы выведены через полный вал наружу установки в распределительную коробку.

Вращение ротора от электромеханического привода через цепную передачу. В установке предусмотрено быстрое разъединение привода с ротором для возможности вращения ротора вручную (выгрузка сырья при отключении электроэнергии).

Работает установка следующим образом: при подаче электропитания электронагреватели и привод вращения ротора включаются одновременно. После выхода электронагревателей на рабочий режим (10 мин) в установку подают через загрузочное отверстие, при закрытом выгрузочном отверстии – сырье. Установку полностью заполняют сырьем, выдерживают 5-10 мин (для первоначального разогрева сырья) затем, приоткрывая шибер на выгрузочном отверстии, задают необходимую производительность. Производительность нужно согласовывать с температурой нагрева сырья – чем меньше производительность, тем большее время сырье находится в зоне нагрева, тем больше его температура и наоборот.

Таким образом, при работе установки происходит следующее: нагреватели, расположенные внутри ротора, разогревают его поверхность, а от ротора температура передается загружаемому сырью. При вращении ротора лопатками, сырье интенсивно перемешивается. За счет этого происходит равномерный прогрев сырья, исключается его пригорание и оно постоянно перемещается от загрузочного отверстия к выгрузочному.

При аварийном отключении электроэнергии необходимо перекрыть загрузочное отверстие, открыть разгрузочное отверстие, разъединить звездочку на валу ротора и вручную, проворачивая ротор при помощи бородки, разгру-

зить установку. Тем самым, предотвратив пригорание сырья находящегося внутри установки.

Порядок выполнения работы

1. Объектом сушки является сыпучий материал (семена подсолнечника). Перед началом испытания определяем влажность исходного материала (W_1) и температуру t_1 .

2. При подготовке установки к работе откройте шиберы, включите рубильник, после этого начинается быстрое повышение воздуха. Спустя некоторое время стенки барабана нагреваются, и при постоянных потерях теплоты в окружающую среду температуру воздуха, выходящего из барабана, становится постоянной. С этого момента начинается испытание установки.

3. На технических весах взвесьте порцию G_1 исходного продукта. При загрузке барабана материал засыпается небольшими порциями непрерывно и равномерно в течение всего испытания. За начало испытания принимается время засыпки первой порции материала в барабан. Продолжительность работы определяется временем, за которое весь влажный материал пройдет через барабан и попадет в камеру выгрузки. Определите производительность по исходному продукту G_{1T} .

4. Из высушенного материала отбираются пробы для определения конечной влажности материала W_2 и температуры t_2 .

5. Определение действительной производительности сушилки по испаренной влаге W_0 , кг/ч:

$$W_0 = G_{1T} \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2},$$

где G_{1T} – производительность по исходному продукту, кг/ч., W_1 – влажность исходного продукта, %, W_2 – конечная влажность продукта, %.

6. Определение действительной производительности по готовому продукту G_{2T} , кг/ч:

$$G_{2T} = G_{1T} - W_0.$$

7. Определение теоретической производительности по испаренной влаге W_T , кг/ч:

$$W_T = W_0 / k,$$

где k – коэффициент использования теоретической производительности, $k=0,95$.

8. Определение теоретической производительности по готовому продукту G_2 , кг/ч:

$$G_2 = W_T \frac{100 - W_3}{W_1 - W_2}$$

9. Определение теоретической производительности G_3 , кг/ч:

$$G_3 = G_2 - W_T$$

10. Определение количества подведенной теплоты в аппарате Q , Вт (используя технические характеристики установки).

11. Определение суммы составляющих полезно используемой теплоты $Q_{пол}$, Вт:

$$Q_{пол} = W_T r + G_3 c (t_2 - t_1)$$

где r – удельная теплота испарения влаги ($r=2258$ кДж/кг); c – удельная теплоемкость продукта, $c = 2,35 \dots 3,09$ кДж/(кг·К).

12. Исходя из уравнения теплового баланса определите суммарные потери теплоты в аппарате $\Sigma Q_{пот}$ Вт.

Общий вид уравнения теплового баланса.

$$Q = Q_{пол} + \Sigma Q_{пот}$$

Отчет о работе

1. Название и цель работы.
2. Схема установки подогрева сырья.
3. Результаты расчета действительной производительности сушилки по испаренной влаге W_s , кг/ч, по готовому продукту G_{2T} , кг/ч,
4. Результаты расчета теоретической производительности по испаренной влаге W_T , кг/ч., по готовому продукту G_2 , кг/ч, теоретической производительности G_3 , кг/ч.
5. Результаты расчета суммарных потерь теплоты в аппарате $\Sigma Q_{пот}$ Вт.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Каковы устройство и принцип действия барабанных сушилок?
2. Какова классификация барабанных сушилок?
3. В каких отраслях пищевой промышленности используются барабанные сушилки?
4. Каковы основные недостатки и преимущества барабанных сушилок?
5. Каковы основные направления повышения тепловой эффективности барабанных сушилок?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 АНАЛИЗ РАБОТЫ ПРЕССА МАСЛООТДЕЛЯЮЩЕГО ФП- 300

Цель работы

1. Изучение устройства и принципа работы маслоотделяющего пресса.
2. Усвоение правил безопасной эксплуатации и наладки пресса.
3. Выполнение технического обслуживания пресса.
4. Определение параметров шнека пресса, определение производительности и мощности пресса.
5. Обработка результатов испытаний.

Применяемые приборы и материалы: пресс маслоотделяющий ФП-300, штангенциркуль, тахометр.

Основные теоретические положения

Пресс предназначен для переработки семян подсолнечника на подсолнечное масло и жмыха для кормовых целей. Пресс может работать как самостоятельный агрегат, так и в составе технологической линии. Семена, поступающие на переработку, должны быть очищены от шелухи, металлических и минеральных включений и соответствовать ГОСТ-22391-77. По принятой технологии семена должны быть переработаны на мятку в специальных вальцах. Мятка должна быть переработана в мезгу – пропарка и термообработка в жаровнях до влажности – 3,5%. Пресс может быть использован в качестве устройства для переработки жмыха на повторное маслоотделение по специальной технологии. Полученное масло должно быть доработано по технологическому процессу и удовлетворять требованиям ГОСТ-1129-73. Пресс представляет устройство с зерным барабаном и секционным шнековым валом. Производительность регулируется путем изменения выходной щели. Производительность пресса и массовая доля жира в жмыхе в значительной степени зависят от влажности сырья; ее увеличение приводит к увеличению маслянистости жмыха и нарушению технологии.

Форпресс состоит (рис.3.1) из силового агрегата 1, включающего в себя зерный барабан 3, шнек 2, фильеру 8, нажимное устройство 7, приемный бункер 13, редуктор 4,5, электродвигатель 6, маслосборник 12, пульт управления. Пресс работает следующим образом: семена подсолнечника, очищенные от шелухи, прошедшие электромагнитную и минеральную сепарацию (технологическую переработку на мятку и мезгу – желательно) через бункер 13 поступают в маслоотделяющую камеру, где они измельчаются и сжимаются шнеком 2, подвергаясь при этом тепловой обработке давлением, при этом масло вытекает через щели зееров барабана 3,

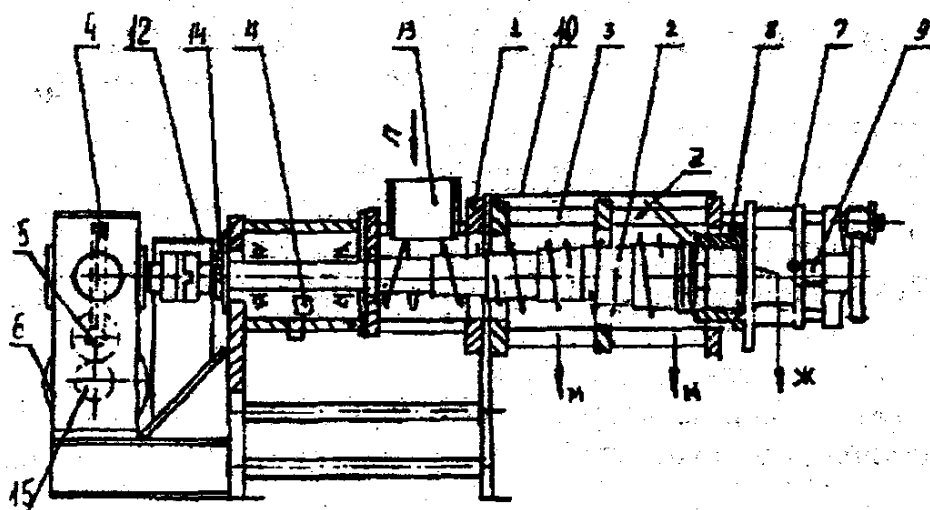


Рис. 3.1. Пресс маслоотделяющий ФП-300

попадая в маслосборник 12, жмых через щель, образуемую конечной втулкой шнека 2 и фильтром 8 удаляется по технологическому назначению.

Разогрев сырья в процессе эксплуатации производится за счет работы сил внутреннего трения семян и массы о шнек и зерновые планки. Величина давления в камере и соответствующая степень отжима масла регулируется изменением кольцевой щели, нажатием винта 9 нажимного устройства 7.

Рабочая температура в камере маслоотделения достигает 90-120⁰С, что обуславливает высокую температуру выходящих масла и жмыха.

К работе на прессе допускаются лица, изучившие техническое руководство и прошедшие инструкцию по технике безопасности. Запрещается стоять против регулирующего устройства во время пуска и отладки работы пресса. Запрещается производить разборку камеры при температуре корпуса выше 60⁰С. Инструмент и приспособления для технического обслуживания должны быть исправными, соответствовать своему назначению и обеспечивать безопасность выполнения работ. Пульт управления и электродвигатель заземлить. Техническое обслуживание производить при остывшей маслоотделяющей камере и отключенном электродвигателе.

Подготовка к работе. Проверить комплектность изделия. Проверить и при необходимости подтянуть болтовые соединения. Проверить уровень масла в камерах подшипников. Проверить легкость вращения шнека путем проварачивания вала вручную через соединительную муфту. Подключить пресс к системе питания сырьем. Система должна быть оборудована запорным шибером и дозирующим приемным бункером. Подключить пресс к электрической цепи. Заполнить бункер сырьем.

Порядок работы. Болт (рис.3.1) поз.9 повернуть до упора, при котором фильера 8 войдет в контакт с концевой втулкой шнека, а затем открутить на 1,5-2,0 оборота, что соответствует зазору 3-4 мм (шаг резьбы винта 9-2мм). Запустить двигатель пресса в работу. Засыпать в бункер нешелушенное зерно или одну шелуху дозами и в количестве, необходимом для прогрева масляной камеры до $t=90-110^{\circ}\text{C}$; при необходимости, путем регулирования зазора, добиться оптимального расхода шелухи до полного прогрева масляной камеры. При достижении температуры масляной камеры $90-110^{\circ}\text{C}$ прекратить подачу шелухи и начать подавать исходное сырье на отжатие масла. Оптимальный режим, отрегулированный болтом 9, характеризуется относительно высокой маслостдачей (25-30%) и выходом жмыха в форме рукава, при этом показание амперметра должно быть в пределах 16А. По окончании работы пресса необходимо прочистить зерную камеру во избежание спекания массы. Прочистку производить в следующей последовательности. Перекрыть подачу сырья и отключить привод. Снять нажимное устройство 7 и удалить фильеру 8. Включить привод и подать в бункер 13 семена с максимальной производительностью. После появления из камеры цельного сырья прекратить его подачу в бункер 13. После полного выхода (или его максимальной части) цельного сырья, отключить привод, смонтировать нажимное устройство 7. Запрещается останавливать пресс более 3 часов без прочистки шнековой части.

Порядок выполнения работы

1. Определите число оборотов шнека при помощи тахометра.
2. Измерьте диаметр $d_{ст}$ ступицы питающего шнека м, внутренний диаметр d_3 зерного барабана м.
3. Определение ориентировочной величины рабочей длины витка питающего шнека L , м.

$$L = Q / ((1 - \Psi) \cdot \rho \cdot n_{ш} \cdot d_3^2 \cdot 47,1),$$

где Ψ - коэффициент наполнения, $\Psi = d_{ст}^2 / d_3^2$, $d_{ст}$ - диаметр ступицы питающего шнека м, d_3 - внутренний диаметр зерного барабана м, $\rho = 450 \text{ кг/м}^3$ - объемная масса сырья, n - число оборотов шнека об/мин, Q - 450-200 кг/ час - производительность по перерабатываемому сырью.

4. Определение мощности электродвигателя N , кВт
- Мощность на сжатие сырья:

$$N_1 = 6,47 \cdot (b \cdot Q \cdot n) \cdot (E_{пр}^{пр61} - 1) / (e^{0,022w} \cdot \rho^v) \text{ кВт},$$

где $b = 0,008$ - коэффициент, зависящий от температуры обрабатываемого сырья ($+ 90^{\circ}\text{C}$) и влажности ($w = 3,5\%$), ρ^v - объемная масса сырья = 450 кг/м^3 , e - основание натурального логарифма, $e^{0,022w}$ - величина, постоянная

при данной влажности, $E_{пр}^{пр61} = 19,6$ – величина, постоянная для заданной величины щели $\delta = 1$ мм.

Приведенные данные не зависят от конструкции пресса, а характеризуют физическое состояние сырья и наладку пресса на определенный зазор $\delta = 1$ мм. Из данных рассуждений делаем вывод;

$6,47 \cdot 0,08 \cdot (E_{пр}^{пр61} - 1) / (e^{0,022w} \cdot \rho^v) = A$ – величина постоянная, тогда формула мощности примет вид;

$$N_1 = A \cdot Q \cdot n.$$

Определяем постоянную величину A для форпресса ФП $N_1 = 5,9$ кВт., при часовой производительности 1660 кг/час и числе оборотов шнека $n = 25$ об/мин. Следовательно:

$$A = N_1 / Qn.$$

Решая эту задачу в обратном направлении, применительно для нашего пресса получим N_1 .

Потери мощности в редукторе, на трение в шнеке и зерном барабане, на перемешивание сырья и его дробление для прессов типа ФП принимается в % от предварительно принятой установленной мощности с коэффициентом 1,65 от мощности на смятие сырья

$$N_{уст} = 1,65N_1,$$

Полученную величину округляем.

- Потери мощности в редукторе:

$$N_2 = 0,231N_{уст}.$$

- Потери мощности на трение продукта в шнеке:

$$N_3 = 0,0422N_{уст}.$$

- Потери мощности на трение в зерном барабане:

$$N_4 = 0,0146 N_{уст}.$$

- Потери мощности на перемешивание и дробление продукта:

$$N_5 = N_{уст} \cdot 0,0973.$$

- Общая мощность:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5.$$

Отчет по работе

1. Название и цель работы.
2. Кинематическая схема пресса.
3. Определение геометрических параметров шнека и числа оборотов.
4. Определение мощности пресса.

Контрольные вопросы

1. Каков принцип работы шнекового пресса?
2. Какие основные узлы шнекового пресса?
3. Что представляет собой зерная планка, и как из зерных планок собран зерный барабан?
4. Как регулируется давление в шнековом прессе?
5. Как устроен шнековый вал?
6. Каковы особенности эксплуатации и техники безопасности работы на шнековых прессах?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 УСТАНОВКА ФИЛЬТРОВ УФ-2-2

Цель работы

1. Изучение конструкции и принципа действия установки фильтров УФ-2-2.
2. Анализ конструктивных параметров аппарата и их зависимости от эксплуатационно-технологических требований.

Применяемые инструменты и оборудование: установка фильтров УФ-2-2, штангенциркуль, линейка металлическая (1м), ключ шестигранный №5.

Основные теоретические положения

Масло, получаемое со шнековых прессов, содержит примеси и поэтому оно подвергается очистке. Примеси в масле бывают двух видов: 1) твердые, суспендированные частицы мезги; 2) растворенные в масле коллоидные вещества – фосфатидный комплекс.

Цель первичной очистки масла – удаление твердых, суспендированных в масле частиц мезги, а при холодной фильтрации – удаление выпавшего в осадок фосфатидного комплекса. Первичная очистка масла обычно проводится в два приема: первый – очистка масла от крупных частиц на вибрационном сите или в центрифуге, второй – очистка масла от мелких частиц в фильтрпрессе или с помощью сепаратора.

Как известно, фильтровальные аппараты классифицируются:

- 1) по виду давления, создаваемого для движения фильтруемой жидкости, - на вакуум-фильтры и фильтр-прессы;
- 2) по типу фильтрующих перегородок – на рамные, листовые, дисковые, патронные, трубчатые;
- 3) по способу очистки – с ручной, механизированной и с регенеративной очисткой;
- 4) по способу действия – периодического и непрерывного действия.

К фильтрам, работающим под давлением, предъявляют повышенные требования к механической прочности. Их изготавливают согласно нормам Гостехнадзора, а если фильтр предназначен для работы при избыточном давлении более 0,7 атм, то он должен быть зарегистрирован и поставлен на учет в местном представительстве Гостехнадзора.

Основным узлом фильтровального аппарата является корпус, который определяет его форму, размеры, объем, производительность и стоимость.

Корпусы аппаратов классифицируются:

- 1) по форме – цилиндрические, сферические, конические, торовые, прямоугольные и комбинированные;
- 2) по схеме нагрузки – работающие под действием внутреннего или внешнего давления;

- 3) по расположению в пространстве – на вертикальные, горизонтальные и наклонные;
- 4) по толщине стенки – на тонкостенные (у которых толщина стенки не превышает 10% внутреннего диаметра, т.е. $S \leq 0,1 D_{\text{внут}}$) и толстостенные;
- 5) по температуре стенки – не обогреваемые, обогреваемые и охлаждаемые;
- 6) по материалу конструкции – стальные, чугунные, медные, алюминиевые и т. д.
- 7) по способу изготовления – сварные, литые, клепаные, паяные и т. п.;
- 8) по способу сборки – разъемные или неразъемные.

Сферическая оболочка обладает наименьшей материалоемкостью, наибольшей равномерностью распределения напряжений и наименьшей поверхностью на единицу объема. Но ввиду того, что сферические оболочки сложны и дороги в изготовлении, наибольшее распространение получили корпуса цилиндрической формы. Днища таких аппаратов выполняют плоскими, коническими, сферическими, эллипсоидальными, торовидными.

В связи с тем, что аппараты под давлением являются источником повышенной опасности, многие их показатели регламентированы стандартами и руководящими материалами. Так, диаметр болтов для фланцевых соединений назначается в зависимости от давления и диаметра аппарата (таблица 1). Шаг расположения болтов (для обеспечения герметичности фланцевых соединений) также назначается в зависимости от давления в аппарате (таблица 2).

Таблица 1

Рекомендуемые диаметры болтов d_b (мм)

Давление P, МПа	Внутренний диаметр аппарата, мм							
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	>2000
0-0,6	20	20	20	20	20	20	24	24-30
0,6-1,0	20	20	20	20	24-30	24-30	30	30
1,0-1,6	20	20	24-30	24-30	24-30	24-30	30	30
1,6-2,5	20	20	24-30	24-30	24-30	30	30	-
2,5-4,0	30	30	36	36	36	42	42	-
4,0-6,4	30	42	42	48	48	52	52	-
6,4-8,0	30-36	42	48	52-56	52-56	-	-	-
8-10	36-42	48	52-56	56-64	56-64	-	-	-

Описание установки

Установка фильтров УФ-2-2 производства Курганского завода элеваторно-мельничного оборудования (рисунок 4.1) предназначена для тонкого фильт-

рования подсолнечного масла, прошедшего отстаивание, удаление осадка и грубое

Таблица 2

Рекомендуемый шаг t расположения болтов фланцевого соединения в зависимости от их диаметра d_6

Давление P , МПа	Шаг t
До 0,3	(4,2...5,0) d_6
0,6	(3,8...4,8) d_6
1,0	(3,5...4,2) d_6
1,6	(3,0...3,8) d_6
2,5	(2,7...3,5) d_6
4,0	(2,3...3,0) d_6
8,4-10	(2,1...2,8) d_6

фильтрация. Установка может работать как самостоятельный агрегат, так и в составе технологической линии. Техническая характеристика установки приведена в таблице 3.

Таблица 3

Техническая характеристика установки УФ-2-2

Тип	стационарная
Фильтровальная поверхность одного фильтр-аппарата, m^2	0,38
Наибольшая продолжительность фильтрования до регенерации на каждом фильтр-аппарате, час	5
Схема работы фильтров-аппаратов	последовательность периодическая
Максимально допустимое избыточное давление в аппарате, МПа (kg/cm^2)	0,07(0,7)
Производительность установки по фильтрату, $kg/ч$ ($m^3/ч$)	140(0,176)
Емкость поддона, m^3	0,25
Мощность, кВт	1,1
Габаритные размеры (мм): длина ширина высота	1640 900 1200
Масса, кг	370
Вязкость фильтруемого масла при температуре $25^{\circ}C$, Пас (не более)	0,0474

Установка фильтров УФ-2-2 (рисунок 4.1) состоит из двух фильтровальных аппаратов 1, гидроагрегата 2, рукавов питающих 3, коллектора 4 и поддона 5.

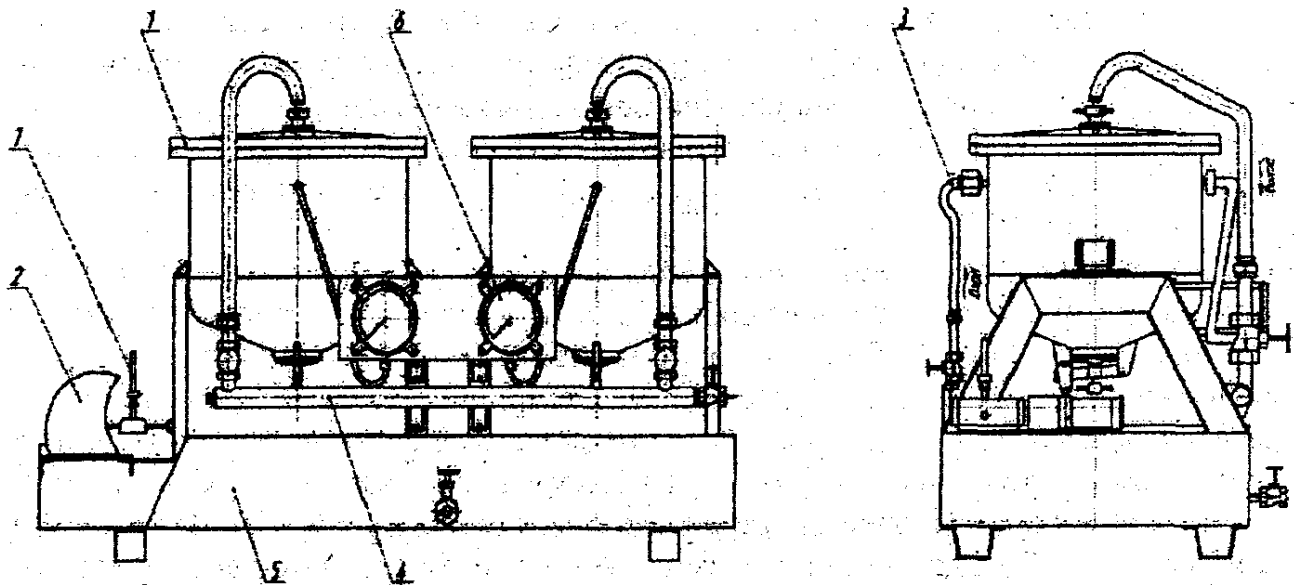


Рис. 4.1. Установка фильтров УФ-2-2

Фильтр-аппарат 1 представляет собой корпус, верхняя часть которого закрывается крышкой в сборе с фильтровальным патроном, а в нижней части корпуса имеется лючок для удаления осадка.

Фильтровальный патрон состоит из перфорированной обечайки, обтянутой фильтровальной перегородкой из бельтинга и скрепленной при помощи шпилек и торцовых дисков. Внутренняя полость фильтровального патрона имеет дренажный канал для вывода фильтрата в коллектор 4.

Гидроагрегат 2 содержит соединенные муфтой двигатель и пластинчатый ротационный насос производительностью 19 л/мин.

При включении установки масло из маслозаборника поступает в гидроагрегат 2, откуда по питающему рукаву 3 нагнетается в один из двух фильтровальных аппаратов 1 (при этом второй фильтровальный аппарат при помощи вентиля отсечен от питающих рукавов). Масло подается в полость между внутренней поверхностью корпуса и наружной поверхностью фильтр-патрона. Под действием избыточного давления масло проходит через фильтровальную перегородку во внутреннюю полость фильтр-патрона, откуда по дренажному отверстию поступает в коллектор 4 и далее в маслоборник.

По истечении 5-часового периода работы (или при подъеме давления в аппарате до $0,7 \text{ кг/см}^2$) в работу вводится второй фильтровальный аппарат, а первый — при помощи вентиля отсекается от питающего рукава 3. Отработанный фильтровальный аппарат становится на регенерацию.

Контроль величины давления в аппарате осуществляется при помощи манометров 6. Кроме того, установка снабжена предохранительным клапаном 7, который срабатывает при давлении $0,7 \text{ кг/см}^2$ и открывает канал слива масла в поддон.

Для проведения регенерации фильтровальной поверхности необходимо отвернуть гайку крепления сливного рукава к крышке аппарата, ослабить и откинуть болты крепления крышки. При помощи кран-балки снять крышку аппарата в сборе с фильтр-патроном. Отработанный фильтр-патрон заменяется новым или очищенным. Для удаления осадка из корпуса аппарата открывают люк в днище корпуса.

Пластинчатый ротационный насос, который применен в фильтровальной установке УФ-2-2, представляет собой ротор 1, эксцентрично расположенный в корпусе 2 (рисунок 4.2). Вал ротора через сальник в торцевой крышке выводится из корпуса для соединения с валом электродвигателя. В прорези ротора вставлены пластины 3, которые или с помощью специальной пружины, или за счет центробежных сил прижимаются к внутренней поверхности корпуса, разделяя серповидное рабочее пространство 4 между корпусом и ротором на две камеры *a* и *б*. При движении пластины (показано стрелкой) от всасывающего патрубка 5 к вертикальной оси объем камеры *a* увеличивается, в результате чего в камере *a* образуется разрежение и происходит всасывание жидкости через патрубок 5. При движении пластины от вертикальной оси в направлении вращения объем камеры *б* уменьшается, жидкость вытесняется из насоса через нагнетающий патрубок 6.

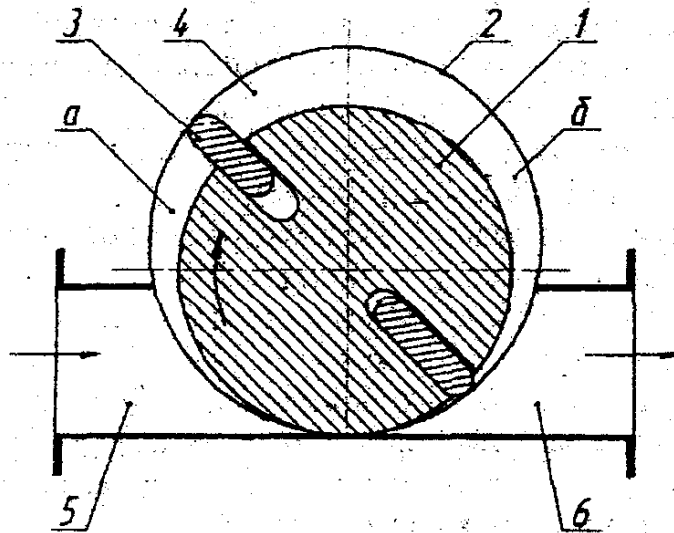


Рис. 4.2. Принципиальная схема пластинчатого ротационного насоса
1-ротор, 2-корпус, 3- пластины, 4-серповидное рабочее пространство,
5-всасывающий патрубок, 6-нагнетающий патрубок.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством установки, обращая внимание на конструкцию гидроагрегата (для чего с помощью шестигранного ключа вывернуть винты и снять крышку насоса), предохранительного клапана, корпуса (и днища) аппарата, крышки, трубопроводов и уплотнений.
2. Измерить основные размеры фильтровального аппарата: внутренний диаметр корпуса, толщину стенки корпуса, диаметр фланцевых болтов, сосчитать их количество.
3. Произвести замеры и выполнить эскиз рабочего чертежа детали аппарата согласно заданию (крышка, корпус, люк, болт, шпилька, гайка, обечайка и др.), обращая внимание на назначение элементов и качество обработки поверхностей.

Отчет по работе

1. Название и цель работы.
2. Схема фильтровальной установки.
3. Классификационная характеристика корпуса фильтровального аппарата
по форме _____
по схеме нагрузки _____
по расположению в пространстве _____
по толщине стенки _____
по температуре стенки _____
по способу изготовления _____
по способу сборки _____
вид днища _____
4. Результаты измерений и вычислений:

Параметр	Измеренный	Рекомендуемый
Внутренний диаметр аппарата $D_{\text{внутр}}$ (мм)		
Диаметр болтов d_b (мм)		
Шаг t расположения болтов фланцевого соединения		
Толщина стенки S (мм)		

5. Рабочий чертеж детали фильтровальной установки (эскиз).

Контрольные вопросы

1. С какой целью производится первичная очистка масла?
2. Поясните назначение установки УФ-2-2.
3. Поясните устройство установки УФ-2-2.
4. Поясните принцип действия и последовательность работы установки УФ-2-2.
5. С какой целью давление в установке УФ-2-2 ограничено величиной 0,7 кг/см²?
6. Какими средствами обеспечивается контроль и ограничение величины давления в установке?
7. Поясните устройство и принцип действия пластинчатого ротационного насоса.
8. По каким признакам и как классифицируются фильтровальные аппараты?
9. Какие сосуды относят к тонкостенным, а какие к толстостенным?
10. Как определяется диаметр болтов для фланцевых соединений аппаратов под давлением?
11. Из каких условий и как определяется необходимое число болтов для фланцевых соединений аппаратов под давлением?
12. По выполненному рабочему чертежу поясните конструктивные особенности заэскизированной детали.

Список литературы

1. Машины и аппараты пищевых производств. В 2кн: Учебник для вузов/ С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. В.А. Панфилова.-М.: Высш. шк., 2001.-680 с.
2. Гавриленко И. В. Оборудование для производства растительных масел. - М.: Агропромиздат, 1972.- 320 с.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1973. - 752 с.
4. Остриков А. Н., Абрамов О. В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 352 с.
5. РД 26 - 15 - 88. Нормы и методы расчета на прочность и герметичность фланцевых соединений.
6. Установка фильтров УФ-2-2. Паспорт. - Курган: АО «КЭМО», 1993.

Уманская Ольга Леонидовна
Тютрин Сергей Геннадьевич

Технологическое оборудование

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по специальности 260601
«Машины и аппараты пищевых производств»
Часть 2

Редактор Н.М. Кокина

Подписано к печати 21.12.07	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 2,0	Уч. изд. л. 2,0
Заказ 172	Тираж 50	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.