

## Практическая работа 9

### Расчет протирочной машины

Цель работы: изучение теоретических основ процесса разделения методом протирания, знакомство с классификацией протирочных машин, их устройством и принципом действия, приобретение практических навыков по расчету протирочных машин.

*Протирочные машины* используются в производстве пюреобразных продуктов, соков, концентрированных томатопродуктов и других растительных полуфабрикатов. Они служат для разделения растительного сырья на две фракции: жидкую с мякотью, из которой изготавливаются консервированные продукты, и твердую, представляющую собой отходы (кожица, семена, косточки, плодоножки и т.п.).

Протирание - это процесс отделения массы плодовоовощного сырья от косточек, семян, кожуры путем продавливания на ситах через отверстия с диаметром 0,8...5,0 мм.

*Финиширование* - это дополнительное, более тонкое измельчение протертой массы путем пропускания через сито с диаметром отверстий менее 0,4 мм.

В процессе протирания или финиширования перерабатываемая масса попадает на поверхность движущегося бича. Под действием центробежной силы она прижимается к рабочему сити. Полуфабрикат через отверстия проходит в сборник, а отходы под действием силы, обусловленной углом опережения бичей, продвигаются к выходу рабочего сита.

Протирочные машины классифицируются по следующим признакам: по числу барабанов - одинарные, двойные и строенные; по принципу действия - бичевые и безбичевые; по форме барабанов - с цилиндрическим или коническим барабаном; по назначению - для семечковых плодов, для косточковых плодов и универсальные; по способу регулирования производительности - с изменяющимся углом опережения бичей, изменяющимся зазором между бичами и барабаном, изменяющейся частотой вращения ротора (рис. 8.1).

Основными рабочими органами протирочных машин являются ситчатый барабан, бичевое устройство, устройства загрузки сырья на бичи и удаления отходов из барабана.

|           |        |          |         |      |                              |               |      |        |
|-----------|--------|----------|---------|------|------------------------------|---------------|------|--------|
|           |        |          |         |      | Практическая работа №9       |               |      |        |
|           |        |          |         |      |                              |               |      |        |
| Изм.      | Лист   | № докум. | Подпись | Дата |                              |               |      |        |
| Разраб.   |        |          |         |      | Расчет<br>протирочной машины | Лит.          | Лист | Листов |
| Провер.   | Шишков |          |         |      |                              |               | 1    | 5      |
| Реценз.   |        |          |         |      |                              | ГГТУ, гр С-__ |      |        |
| Н. Контр. |        |          |         |      |                              |               |      |        |
| Утверд.   |        |          |         |      |                              |               |      |        |

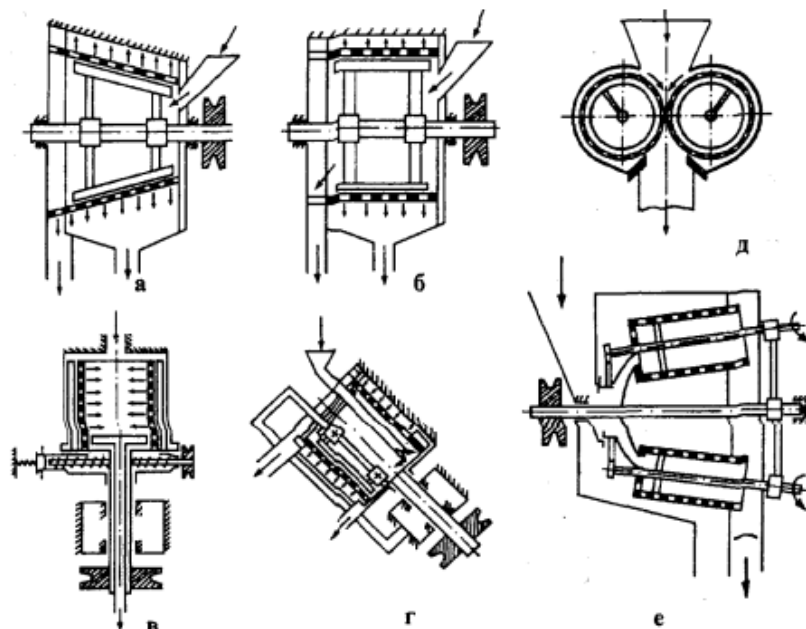


Рисунок. 8.1. Основные конструктивные схемы протирочных машин:

а - с коническим ситчатым барабаном; б - с цилиндрическим ситчатым барабаном; в - с вращающимся вертикальным ситчатым барабаном при наружной подаче сырья; г - с наклонным вращающимся ситчатым барабаном и внутренней подачей сырья; д - двухбарабанная безбичевая протирочная машина; е - трехбарабанная безбичевая протирочная машина

Основными рабочими органами протирочных машин являются ситчатый барабан, бичевое устройство, устройства загрузки сырья на бичи и удаления отходов из барабана.

Протирочная машина (рис. 8.2), предназначенная для отделения косточек плодов (яблок, слив и т.д.) от мякоти, состоит из корпуса 2, станины 1, петельного вала 4, загрузочного бункера 5, сборника 7 и привода. Внутри корпуса машины на двух подшипниках скольжения вращается петельный вал с четырьмя рядами петель 6 и установлена сетка 3 с отверстиями диаметром 5 мм, укрепленная для жесткости в каркасе. Вал приводится во вращение от электродвигателя через редуктор.

Плоды поступают в машину через загрузочный бункер. Попадая в полость, образуемую ситом, плоды разбиваются петельным валом и отбрасываются на сетку. Жидкая фаза плодов и мякоть проходит сквозь сито в полость между ситом и корпусом, откуда стекают в сборник. Косточки продвигаются к выходному лотку и по нему сходят в тару

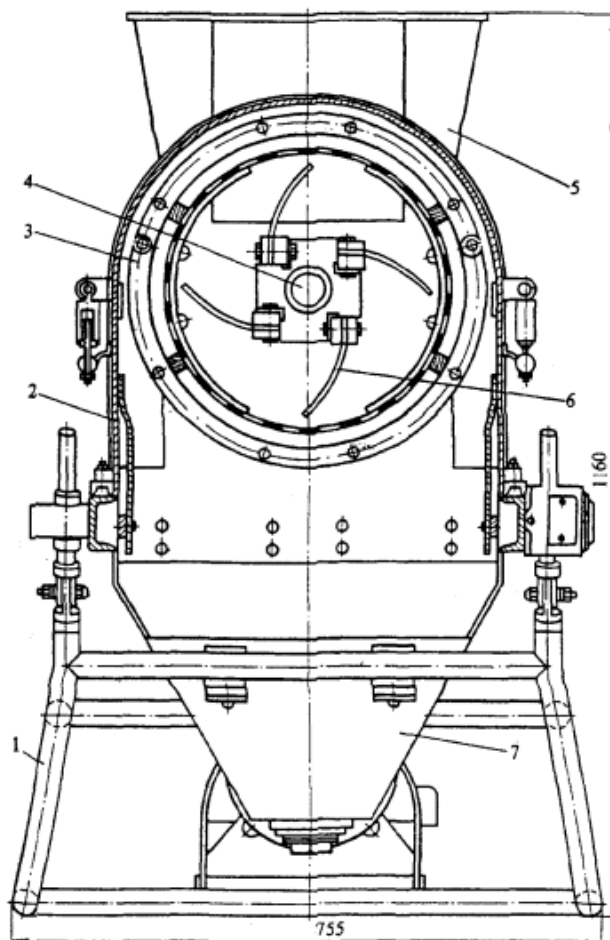


Рисунок. 8.2. Протирочная машина:

1 - станина; 2 - корпус; 3 - сетка; 4 - петельный вал; 5 – загрузочный бункер; 6 - петли; 7 – сборник в полость, образуемую ситом, плоды разбиваются петельным валом и отбрасываются на сетку

#### Расчетная часть

1.Диаметр трубопровода для подвода обрабатываемой массы в машину  $d_3$ , м:

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot v_{np}}} =$$

$$d_3 =$$

где  $G$  - производительность машины, кг/с;  $\rho$  - плотность перерабатываемой массы, кг/м<sup>3</sup> (табл. 8.1);  $v_{np}$  - скорость массы в загрузочной трубе машины, м/с (рекомендуется  $v_{np} = 0,5 \dots 1,0$  м/с).

2.Угловая скорость вращения бичевого вала  $\omega$ , рад/с:

$$\omega = \sqrt{\frac{Fr}{R}} =$$

$$\omega =$$

где  $Fr$  - фактор разделения ( $Fr = 200 \dots 300$ );  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> - ускорение свободного падения;  $R$  - радиус бичей, м.

Таблица 8.1 - Параметры перерабатываемого продукта

|      |      |          |         |      |                        |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Практическая работа №9 | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                        | 3    |

| Продукт  | Плотность перерабатываемой массы $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | Массовая доля мякоти в продукте $\Theta$ , % | Энергия, затрачиваемая на образование 1 м <sup>2</sup> поверхности, $W$ , Дж/м <sup>2</sup> |
|----------|---|--|---|
| Яблоки   | 1070  | 25...40                                      | 15,0...18,5   |
| Томаты   | 1090  | 20...30                                      | 8,0...12,0  |
| Морковь  | 1130  | 27...46                                      | 19,8...22,4   |
| Груши    | 1060  | 27...45                                      | 19,0...21,8   |
| Сливы    | 1040  | 18...28                                      | 12,0...15,0   |
| Виноград | 1030  | 17...26                                      | 9,0...12,0  |

3. Живое сечение каркаса ситчатого барабана при круглых отверстиях в каркас:

$$\phi_o = d_{отв}^2 / a_{отв}^2 =$$

где  $d_{отв}$  - диаметр отверстий каркаса, м;  $d_{отв} = (8...12) \cdot 10^{-3}$  м;  $a_{отв}$  - шаг отверстий каркаса, м.

4. Безразмерная производительность  $q$ :

Живое сечение сит  $\phi_c$  ориентировочно определяется в зависимости от диаметра отверстий в сите

|                              |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| диаметр отверстий в сите, мм | 0,4   | 0,8   | 1,2   | 2,8   |
| живое сечение сит, $\phi_c$  | 0,134 | 0,165 | 0,196 | 0,305 |

$$q = 0.0905 \cdot G / (\phi_o \cdot \phi_c \cdot \rho \cdot R^2 \cdot \sqrt{R \cdot g}) =$$

5. Длина зоны активного отделения жидкой фазы при протирании томатов  $l_1$ , м

$$l_1 = R \cdot 30.4 \cdot q^{0.29} \cdot Fr^{-0.53} \cdot z^{0.31} =$$

При протирании яблочной или другой перерабатываемой массы длину зоны активного отделения жидкой фазы увеличивают на 30 %.

6. Длина зоны центробежного отжима  $l_2$ , м

$$l_2 = 0.11 \cdot R =$$

8. Длина ситчатого барабана  $l$ , м

$$l = l_1 + l_2 =$$

8. Продолжительность пребывания продукта в протирочной машине  $\tau$ , с

$$\tau = L / V_1 =$$

где  $L$  - длина бича, м (в расчете принимается  $L = l$ );  $v_1$  - скорость перемещения продукта вдоль бича, м/с

$$V_1 = 2 \cdot R \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha =$$

здесь  $R$  - радиус бичей, м;  $\omega$  - угловая скорость бичевого вала, рад/с;  $\alpha$  - угол опережения бича, град, ( $\alpha = 1,5...6,0^\circ$ ).

Мощность привода протирочной машины, Вт, складывается из следующих величин:

9. мощности, затрачиваемой на сообщение продукту скорости

$$N_1 = 0.5 \cdot G \cdot \omega^2 \cdot R^2 =$$

|      |      |          |         |      |                        |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Практическая работа №9 | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                        | 4    |

10.мощности, затрачиваемой на трение массы о сито

$$N_2 = z \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R^2 \cdot f =$$

где  $f$  - коэффициент трения массы о сито ( $f = 0,2...0,9$ );  $t$  - масса сырья вращающегося совместно с бичом, кг

$$m = \gamma \cdot \rho \cdot l \cdot R^2 =$$

здесь  $\gamma$  - эмпирический коэффициент ( $\gamma = 0,05$ );  $l$  - длина барабана, м;

11.мощности, затрачиваемой на измельчение сырья

$$N_3 = G \cdot W \cdot F_1 =$$

где  $W$  - энергия, затрачиваемая на образование 1 м<sup>2</sup> новой поверхности, Дж/м<sup>2</sup> (табл. 8.1)  $F_1$  - площадь вновь образованной поверхности при переработке 1 кг сырья, м<sup>2</sup>/кг

$$F_1 = (2 / \rho d_2 - 2 / \rho d_1) \cdot \theta \cdot 10^{-2} =$$

здесь  $d_1$  - средний размер частиц до обработки;  $d_1 = (1,0...1,5) 10^{-3}$  м;  $d_2$  - средний размер частиц после обработки (при обработке массы на сите с отверстиями диаметром  $d_c$  принимают  $d_2 = 0,3 d_c$  м);  $\theta$  - массовая доля мякоти в продукте, % (см. табл. 8.1).

12.Общая мощность привода, Вт:

$$N = k \cdot (N_1 + N_2 + N_3) / \eta_m =$$

где  $k = 1,5$  - коэффициент запаса мощности;  $\eta_m$  - механический КПД привода ( $\eta_m = 0,85...0,90$ ).

Вывод: изучили теоритические основы процесса разделения методом протирания, ознакомились с классификацией протирочных машин, их устройством и принципом действия, приобрели практические навыки по расчету протирочных машин

|      |      |          |         |      |                        |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Практическая работа №9 | Лист |
|      |      |          |         |      |                        | 5    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                        |      |

Таблица 8.2. Варианты индивидуальных заданий.

| Номер варианта | Производительность $G$ , кг/с | Вид перерабатываемого сырья | Радиус бичей $R$ , м | Диаметр отверстий в сите $d_{\text{сн}}$ , мм | Число бичей $z$ , шт. | Шаг отверстий каркаса $a_{\text{отв}}$ , мм | Марка протирочной машины |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|---|-----------------------|---|--------------------------|
| 1              | 0,30                          | Яблоки                      | 0,10                 | 0,4   | 2                     | 11  | КПУ-М                    |
| 2              | 0,31                          | Томаты                      | 0,11                 | 0,4   | 2                     | 11  |                          |
| 3              | 0,32                          | Морковь                     | 0,12                 | 0,4   | 2                     | 11  |                          |
| 4              | 0,33                          | Груши                       | 0,17                 | 0,4   | 2                     | 11  |                          |
| 5              | 0,34                          | Сливы                       | 0,15                 | 0,4   | 2                     | 11  |                          |
| 6              | 0,35                          | Виноград                    | 0,20                 | 0,4   | 2                     | 11  |                          |
| 7              | 0,40                          | Яблоки                      | 0,12                 | 0,6   | 4                     | 12  | 1ПЗ1                     |
| 8              | 0,41                          | Томаты                      | 0,13                 | 0,6   | 4                     | 12  |                          |
| 9              | 0,42                          | Морковь                     | 0,13                 | 0,6   | 4                     | 12  |                          |
| 10             | 0,43                          | Груши                       | 0,16                 | 0,6   | 4                     | 12  |                          |
| 11             | 0,44                          | Сливы                       | 0,12                 | 0,6   | 4                     | 12  |                          |
| 12             | 0,45                          | Виноград                    | 0,18                 | 0,6   | 4                     | 12  | А9-КИТ                   |
| 13             | 0,36                          | Яблоки                      | 0,14                 | 0,8   | 6                     | 13  |                          |
| 14             | 0,37                          | Томаты                      | 0,15                 | 0,8   | 6                     | 13  |                          |
| 15             | 0,35                          | Морковь                     | 0,14                 | 0,8   | 6                     | 13  |                          |
| 16             | 0,39                          | Груши                       | 0,15                 | 0,8   | 6                     | 13  |                          |
| 17             | 0,40                          | Сливы                       | 0,11                 | 0,8   | 6                     | 13  | Т1-КП2У                  |
| 18             | 0,43                          | Виноград                    | 0,16                 | 0,8   | 6                     | 13  |                          |
| 19             | 0,41                          | Яблоки                      | 0,16                 | 1,0   | 8                     | 14  |                          |
| 20             | 0,34                          | Томаты                      | 0,17                 | 1,2   | 8                     | 14  | Т1-КП2Т                  |
| 21             | 0,38                          | Морковь                     | 0,15                 | 1,2   | 8                     | 14  |                          |
| 22             | 0,32                          | Груши                       | 0,14                 | 1,2   | 8                     | 14  |                          |
| 23             | 0,30                          | Сливы                       | 0,13                 | 1,2   | 8                     | 14  |                          |
| 24             | 0,31                          | Виноград                    | 0,14                 | 1,2   | 8                     | 14  |                          |
| 25             | 0,33                          | Яблоки                      | 0,18                 | 1,2   | 10                    | 15  |                          |