

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

С.П. Василевская
Р.Н. Касимов
А.Н. Холодили

ПРАКТИКУМ ПО РАСЧЕТУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Рекомендовано к изданию Ученым советом
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам
высшего профессионального образования по направлению подготовки
260100.62 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2012

УДК 664(075.8)
ББК 36.81-5я73
В 19

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.С. Тарасенко

Василевская, С.П.

В 19 Практикум по технологическому оборудованию пищевых производств:
учебное пособие / С.П. Василевская, Р.Н. Касимов, А.Н. Холодилин;
Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. - 97 с.
ISBN

В учебном пособии приведены практические работы по расчету основного технологического оборудования цехов и предприятий пищевых производств различной мощности. Кратко изложены теоретические сведения и методики расчетов основных технологических и конструктивных параметров оборудования. Приведены варианты индивидуальных заданий, контрольные вопросы, справочный и нормативный материал, необходимый для выполнения необходимых расчетов.

Пособие предназначено для выполнения практических занятий по технологическому оборудованию отрасли для студентов по направлению подготовки 260100.62 Продукты питания из растительного сырья.

УДК 664(075.8)
ББК 36.81-5я73

4001010000
В _____

ISBN

© Василевская С.П.,
Касимов Р.Н.,
Холодилин А.Н., 2012
© ОГУ, 2012

Содержание

Введение	4
Глава 1 Оборудование для сортировки и калибровки сырья	6
§1 Расчет параметров рабочих поверхностей сортировочно-калибровочных машин.....	9
§2 Расчет просеивателя с вращающимся ситом.....	30
Глава 2 Оборудование для мойки и очистки	47
§3 Расчет картофелеочистительной машины периодического действия.....	47
§4 Расчет посудомоечной машины непрерывного действия.....	64
Глава 3 Прессующее оборудование	85
§5 Расчет шнековой соковыжималки.....	85
Заключение	96
Список использованных источников	97

Введение

Основными задачами, стоящими перед пищевой промышленностью, являются обеспечение устойчивого снабжения населения качественными продуктами питания, выпуск принципиально новых видов продуктов, создание и внедрение современных и высокоэффективных видов технологического оборудования, которые на основе использования прогрессивной технологии и материалов значительно повышают производительность, сокращают негативное воздействие на окружающую среду и способствуют экономии исходного сырья, топливно-энергетических и материальных ресурсов.

Удовлетворение потребностей в безопасных и высококачественных продуктах питания – важная социально-экономическая проблема сегодняшнего дня. Состояние питания населения – один из важнейших факторов, определяющих здоровье и сохранение генофонда нации. Правильное питание способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, созданию условий для повышения способности организма противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды, обеспечивает полноценный нормальный рост и развитие детей.

Перерабатывающая промышленность России, которая должна обеспечивать устойчивое снабжение населения широким ассортиментом качественных продуктов питания, в последние годы находится в сложном положении. Рыночная экономика подразумевает значительную конкуренцию, что особенно актуально в перспективе вступления нашей страны в ВТО. Однако, технический уровень многих пищевых производств, не удовлетворяет современным требованиям. Производительность труда на российских предприятиях, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, ниже, чем на аналогичных предприятиях развитых стран; значительная часть трудоёмких операций выполняются вручную, высока степень износа основных фондов.

Для выхода из создавшегося положения требуется коренная реконструкция многих предприятий пищевых отраслей, оснащение их современной техни-

кой, создание принципиально новых, энергетически выгодных технологий, обеспечивающих комплексную безотходную переработку сырья и производство экологически безопасных продуктов питания с учетом потребностей различных возрастных групп и состояния здоровья населения.

Знания, приобретенные студентами при выполнении расчетно-проектных работ, позволят не только более детально изучить устройство, принцип действия оборудования, методику его расчета, но и наметить основные пути его совершенствования и модернизации.

Глава 1 Оборудование для сортировки и калибровки сырья

Теоретическая часть

Сущность сортировочно-калибровочного процесса заключается в разделении сыпучих продуктов на фракции, различающиеся качеством частиц (сортировка), величиной частиц (калибровка), а также в отделении от сыпучих продуктов посторонних примесей (просеивание).

Разделение сыпучих продуктов по размерам частиц называют классификацией. Путем классификации продукты разделяют на классы (фракции), имеющие определенные размеры частиц. Различают гидравлическую, воздушную и механическую классификацию.

Гидравлическую классификацию применяют для разделения на фракции продукта тонкого мокрого помола. В основу этого способа положен принцип использования разности скоростей падения зерен или частиц продукта в слое жидкости.

Воздушную классификацию (сепарацию) используют для разделения продукта на фракции в основном при тонком помоле в воздушном потоке под действием сил тяжести, центробежных сил и давления струи воздуха.

При *механической классификации* (грохочение, просеивание) сыпучие продукты пропускают через сита или решета. Крупность получаемых фракций при этом определяется размерами отверстий сит, а число получаемых фракций – числом сит в просеивающей установке, т.е.

$$\Phi = n + 1, \quad (1.1)$$

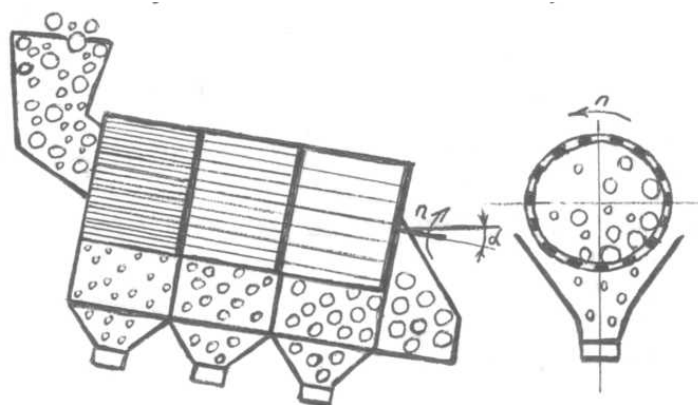
где Φ – число фракций,

n – число сит, шт.

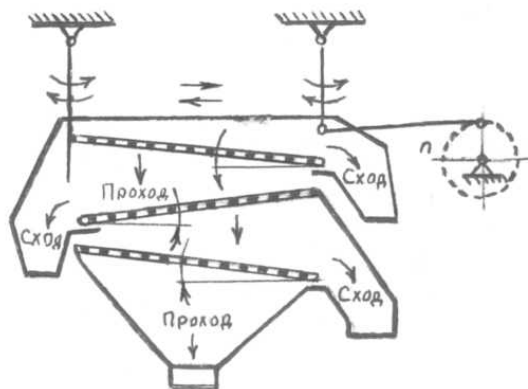
При прохождении сыпучего продукта через сито получают две фракции. Ту часть продукта, которая проходит сквозь отверстия сита, называют *проходом*, а ту, что остается на сите, – *сходом*.

Отверстия сит просеивающих устройств могут иметь различную конфигурацию. Наиболее часто встречаются квадратные, круглые, щелевидные и ромбические отверстия.

Для сортировки крупнокусковых сыпучих продуктов по размерам используют устройства, в которых последовательно установлено несколько секций сит с различными размерами отверстий. В первой секции располагают сита с отверстиями меньшего размера, а в последующих секциях – с большими размерами отверстий (рисунок 1.1, а).



а



б

а – барабанное многосекционное сортировочное устройство;

б – многоярусное просеивающе-сортировочное устройство с плоскими ситами.

Рисунок 1.1 – Схемы сортировочно-калибровочных устройств

В первой секции отделяются мелкие частицы продукта и удаляются из машины в виде прохода (*I* фракция), а крупные частицы поступают в виде схода во вторую секцию, где отделяются частицы *II* фракции, и т. д. Сходом являются самые крупные частицы продукта, представляющие последнюю фракцию.

Для сортировки мелкокусковых сыпучих продуктов (например, зерновых, семечковых, круп и т.п.) применяют в основном плоские сита, расположенные в несколько ярусов (рисунок 1.1, б). Верхнее сито имеет крупные отверстия, последующие – постепенно уменьшающиеся.

Для сортировки крупнокусковых сыпучих продуктов по размерам используют устройства, в которых последовательно установлено несколько секций сит с различными размерами отверстий. В первой секции располагают сита с отверстиями меньшего размера, а в последующих секциях – с большими размерами отверстий (рисунок 1.1, а). В первой секции отделяются мелкие частицы продукта и удаляются из машины в виде прохода (*I* фракция), а крупные частицы поступают в виде схода во вторую секцию, где отделяются частицы *II* фракции, и т. д. Сходом являются самые крупные частицы продукта, представляющие последнюю фракцию.

Для сортировки мелкокусковых сыпучих продуктов (например, зерновых, семечковых, круп и т.п.) применяют в основном плоские сита, расположенные в несколько ярусов (рисунок 1.1, б). Верхнее сито имеет крупные отверстия, последующие – постепенно уменьшающиеся.

Таким образом, с верхнего сита в виде схода удаляются наиболее крупные частицы (*I* фракция), а в виде прохода – оставшаяся масса частиц. Со второго сита в виде схода удаляются частицы меньшего размера, а в виде прохода – еще более мелкие частицы и т.д.

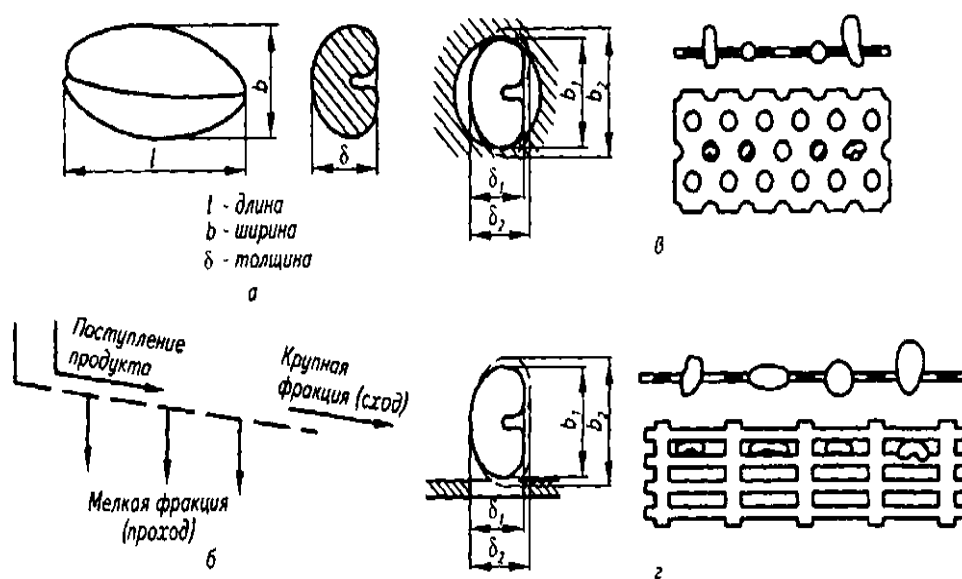
Гидравлическую и воздушную классификацию на предприятиях общественного питания не применяют, а используют преимущественно на предприятиях пищевой промышленности.

§1 Расчет параметров рабочих поверхностей сортировочно-калибровочных машин

Теоретическая часть

При механической классификации сыпучие продукты пропускают через сита или решета. Иногда процесс разделения сыпучих продуктов на фракции, отличающиеся свойствами частиц, называют сепарированием, а для сепарирования по геометрическим размерам (кроме длины) и применяются различные сита.

Принципиальный технологический процесс сепарирования сыпучих продуктов на плоских рабочих поверхностях сортировочно-калибровочных машин показан на рисунк 1.2.



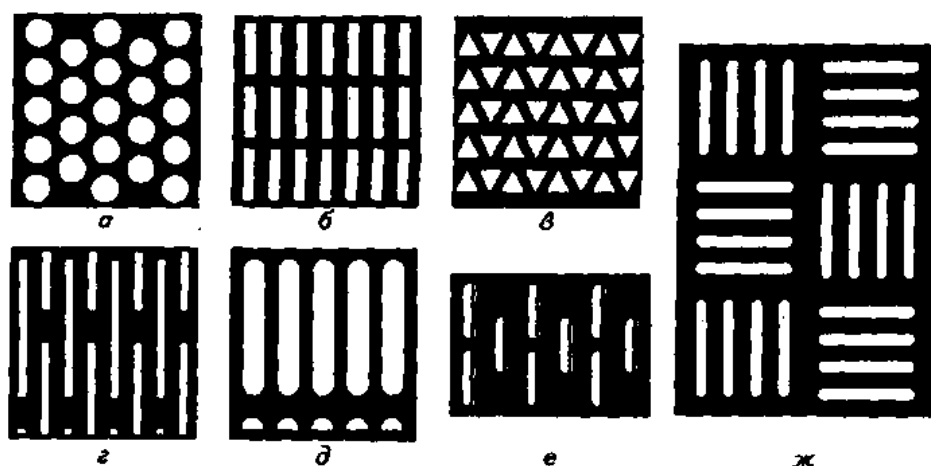
a – размеры частиц; $б$ – разделение смеси на две фракции; $в$ – разделение сыпучих продуктов по ширине на сите с круглыми отверстиями; $г$ – разделение сыпучих продуктов по толщине на сите с прямоугольными отверстиями.

Рисунок 1.2 – Сепарирование сыпучих продуктов на ситах

Процесс сортирования включает две одновременно протекающие стадии: самосортирование и просеивание. При самосортировании тяжелые и мелкие частицы осаждаются в нижние слои, а крупные и легкие концентрируются в верхних. Мелкие частицы входят в контакт с ситом и просеиваются. Понятие «сито» можно определить как плоское относительно тонкое тело, имеющее множество одинаковых отверстий. Скользя по поверхности сита, исходный продукт делится на две фракции: проход, состоящий из частиц меньше отверстия сита, и сход, состоящий из частиц размером больше отверстий сита. Сита различаются как по способу изготовления, так и по материалам, из которых они изготавливаются. Наибольшее распространение имеют металлические сита – штампованные и тканые (проволочные), а также полиамидные, шелковые и капроновые тканые сита. Штампованные сита называют решетными полотнами, а металлотканые – сетками.

Металлоштампованные сита

Ситовые решетные полотна изготавливают методом штамповки. Форма ячеек стандартных ситовых полотен показана на рисунке 1.3.



а – круглые; *б, д* – щелевидные; *в* – треугольные; *г* – щелевидные узкопрофильные; *е* – чешуйчатые; *ж* – щелевидные с шахматным расположением отверстий.

Рисунок 1.3 – Форма ячеек стандартных ситовых полотен

Основная номенклатура штампованных сит включает три типа, схема расположения отверстий на которых показана на рисунок 1.4.

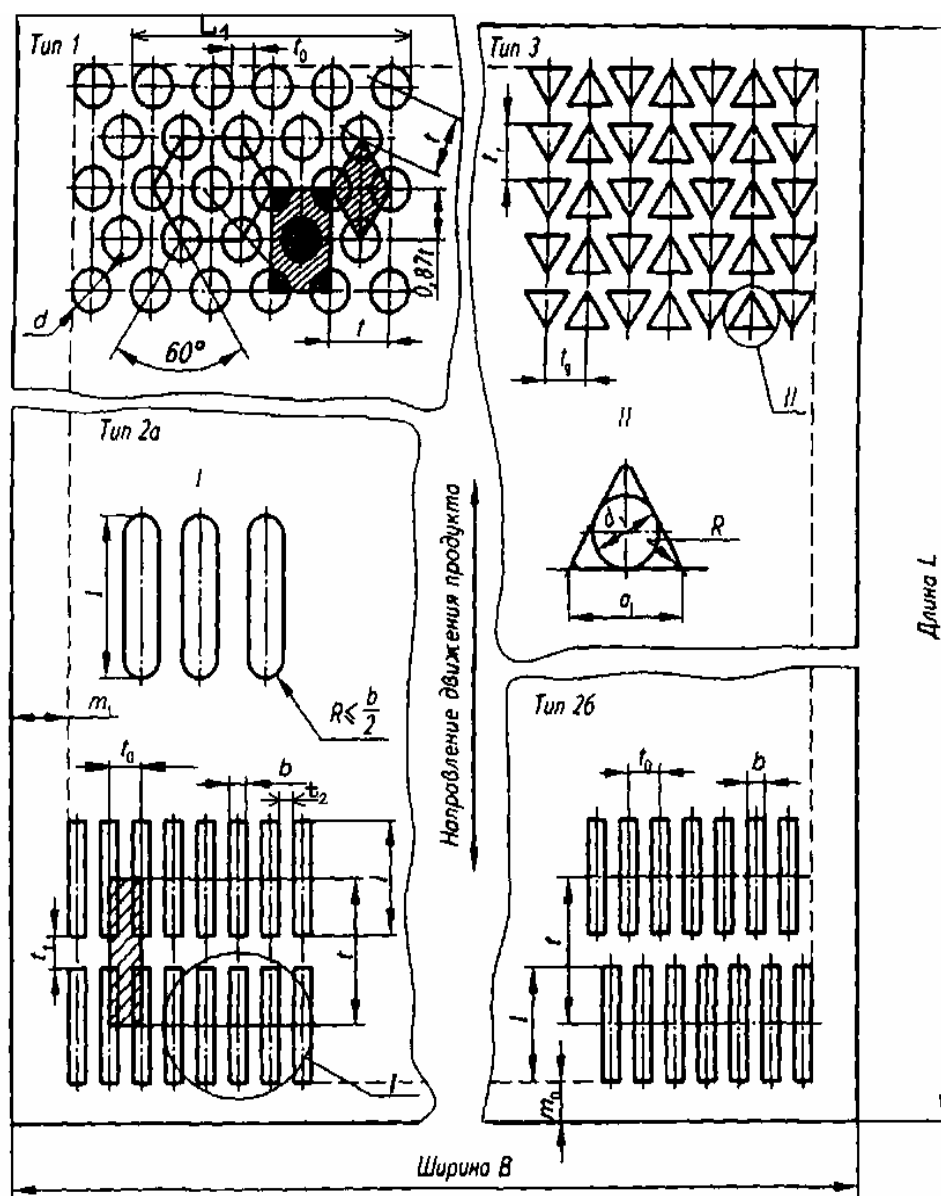


Рисунок 1.4 – Схема расположения отверстий на стандартных ситовых полотнах

Тип 1 – с круглыми отверстиями, центры которых располагаются в вершинах правильного шестиугольника. При этом две стороны шестиугольника перпендикулярны длине полотна (направлению движения продукта).

Тип 2 – с продолговатыми (щелевидными) отверстиями, которые образуют параллельные ряды. Длинные стороны отверстий параллельны длине полотна. Отверстия в двух смежных рядах могут располагаться на одной продольной оси (исполнение *а*) или быть симметрично-смещенными (исполнение *б*). Полотна каждого исполнения по форме и длине отверстий изготавливают в двух вариантах – с прямыми и скругленными углами.

Тип 3 – с отверстиями в виде равносторонних треугольников, которые расположены рядами. При этом одна из сторон треугольного отверстия должна быть перпендикулярна длине полотна.

Основным признаком, по которому происходит разделение сыпучих продуктов на ситах с круглыми отверстиями, является ширина частиц, а с продолговатыми – толщина.

Сита с треугольными отверстиями применяются в основном для сепарирования и разделения на фракции гречихи.

Номенклатура сит приведенных трех типов по размерам ячеек представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Размеры ячеек ситовых полотен

Форма ячеек	Размеры, мм (Ø; ширина x длина; размеры стороны равностороннего треугольника)
Круглые	1,1; 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,5; 4,7; 4,9; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 12,0; 13,0; 14,0; 15,0; 16,0; 18,0; 20,0; 24,0; 25,0; 30,0; 36,0; 40,0
Щелевидные	0,5x8; 0,6x8; 0,7x10; 0,8x10; 0,9x10; 1x10; 1,1x10; 1,2x12; 1,3x12; 1,4x12; 1,5x12; 1,7x16; 1,7x20; 1,8x16; 1,8x20; 1,9x20; 2,0x16; 2,0x20; 2,2x16; 2,2x20; 2,4x20; 2,6x20; 3,0x20; 3,2x25; 3,4x25; 3,6x25; 3,8x25; 4,0x25; 4,2x25; 4,5x32; 5,0x32; 5,2x32; 5,5x32; 6,0x32; 6,5x40; 7,0x40; 7,5x40; 8,0x40; 9,0x40; 10,0x40; 12x50
Треугольные	3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0
Чешуйчатые	От 1,5x12 до 2,0x12

Ситовые полотна изготавливаются толщиной от 0,5 до 1,5 мм 8-ми типоразмеров листа по длине и ширине, что необходимо учитывать при проектировании машин и замене изношенных сит (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Размеры ситовых полотен

Типоразмер	Длина L, мм	Ширина В, мм
1	990±3,0	990±3,0
2	990±3,0	790±2,5
3	790±2,5	990±3,0
4	990±3,0	490±2,5
5*	990±3,0	740±2,5
6*	740±2,5	990±3,0
7	1420±10,0	710±6,0
8	710±6,0	1420±10,0
* Применять при новом проектировании не рекомендуется.		

В сортировочно-калибровочных машинах с круговым поступательным движением применяют также решетные полотна с продолговатыми отверстиями, расположенными во взаимно перпендикулярных направлениях, а группы различно ориентированных отверстий чередуются в шахматном порядке, что значительно повышает севкость сит (рисунок 1.3, ж).

В дробилках, шелушильных и моечных машинах наряду с ситовыми полотнами 1 и 2-го типов применяют специальные чешуйчатые сита. Находят применение сита с отверстиями и других форм. Например, воронкообразные и желобчатые штампованные сита позволяют повысить эффективность калибрования семян кукурузы. Специальные сита изготавливают по отраслевым нормам.

Ситовые полотна в основном изготавливают из оцинкованной холоднокатанной стали.

Отверстия на полотне выполняют с отступлением от края так, что образуются поля размером m_1 по длинной стороне и m_0 по короткой (рисунок 1.4), величина которых зависит от номера сита.

На рабочей поверхности полотна заусенцы («выдра») не допускаются. На нерабочей стороне они должны быть не более 0,1 мм.

Для круглых отверстий сит рабочим размером является диаметр, для продолговатых – ширина, для треугольных – сторона треугольника. Номер таких сит – это удесятеренный рабочий размер отверстия, выраженный в мм. Например, если диаметр отверстия равен 3 мм, то номер сита 30.

Условное обозначение включает: тип и номер полотна, вариант исполнения, типоразмер, толщину.

Примеры условных обозначений:

- полотно 1-го типа, номер 30, 3-го типоразмера и толщиной 1 мм обозначается следующим образом:

Полотно 1-30-3х1,0;

- полотно 2-го типа, исполнения *a* (рисунок 1.4), номер 15 с длиной отверстия 12 мм 3-го типоразмера и толщиной 1 мм:

Полотно 2а -15х12-3х1,0;

- полотно 3-го типа, номер 50, 3-го типоразмера и толщиной 0,8 мм:

Полотно 3-50-3х0,8.

Основными параметрами сит являются: размер отверстия (ячейки), коэффициент живого сечения и толщина листа.

Коэффициент живого сечения определяется как процентное отношение площади отверстий S_0 к общей площади сита S .

Наиболее крупным производителем ситовых полотен является Харьковское объединение им. Фрунзе, имеющее многолетнюю специализацию и высокий уровень технического оснащения производства данной продукции.

Ситовые полотна широко используются в зерноперерабатывающей промышленности, являясь часто основным рабочим элементом машины, они в значительной степени определяют надежность и долговечность рабочих органов.

В последние годы в качестве сортировочных используются сита с щелевидными отверстиями, начиная с 4,0х25. в зависимости от отрабатываемой

культуры. При этом предпочтение отдается ситам с ячейками, расположенными в шахматном порядке (рисунок 1.3, ж) как более эффективным.

Как уже упоминалось, сита изготавливаются в основном толщиной от 0,5 до 1,5 мм из оцинкованной, холоднокатаной и нержавеющей стали, латуни, алюминия и других материалов. Максимальные размеры стальных ситовых полотен 2000x1000 мм. Сита также поставляются под размер ситовых рамок, например, для ситовых сепараторов 710x1420 мм и т. п.

Металлотканые проволоочные сетки

Металлотканые проволоочные сетки выпускаются с квадратными ячейкам перекрестного (полотняного) переплетения проволоки ТУ 14-4-1569-89 (рисунок 1.5). Сетки изготавливают из низкоуглеродистой отожженной, луженой или оцинкованной стальной проволоки, а также из высоколегированной травленой или оксидированной стальной нержавеющей проволоки (сталь 12X18H9T, 12X18H10T и 12X18H9).

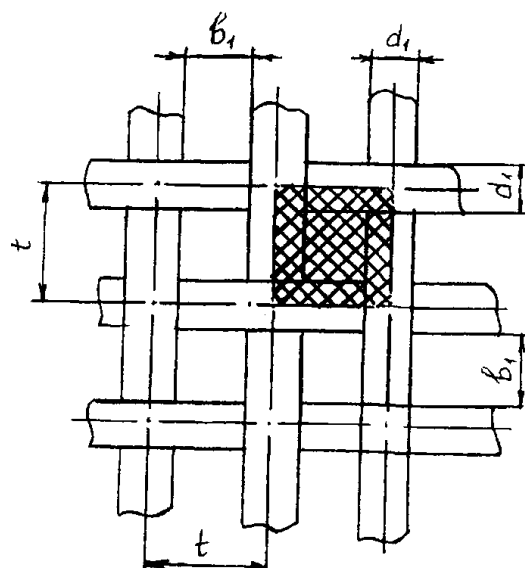


Рисунок 1.5 – Полотняное переплетение

Номер такой сетки обозначает размер стороны квадратного отверстия в свету, в мм. Например, если размер стороны отверстия равен 0,8 мм, то номер сита 08.

Условное обозначение сетки из низкоуглеродистой отоженной проволоки номинальными размерами стороны ячейки в свету 0,8 мм следующее: сетка – 08-НУ ТУ 14-4-1569-89, а из высоколегированной проволоки – сетка 08-12Х1811 ТУ 14-4-1569-89.

Для сепарирования продуктов измельчения зерна в мельничных отсевах и ситовечных машинах (сходовые продукты, крупа и дунсты) разработаны новые металлические тканые сетки полотняного переплетения повышенной точности и с квадратными ячейками, выпускаемые по ТУ 14-4-1063-80. Сетки изготавливают из низкоуглеродистой луженой и нержавеющей проволоки.

Условное обозначение тканой сетки включает номинальный размер стороны ячейки в свету в мм и ТУ. Например, сетка со стороной ячейки 0,666 мм обозначается следующим образом: сетка 0,666 ТУ 14-4-1063-80.

Сетки выпускаются шириной 1000 мм (по спецзаказу – от 600 до 1500 мм).

В таблице 1.3 дана характеристика эквивалентных по производительности и взаимозаменяемых проволочных сеток для сепарирования продуктов измельчения зерна.

Полиамидные, капроновые и шелковые сита

Отечественной промышленностью освоено производство высокопрочных тканей из полиамидных моноплетей с фиксированными отверстиями, которые применяют в мельничных отсевах, ситовечных и других сортировочно-калибровочных машинах.

Эти ткани характеризуются высокой однородностью размера отверстия и позволяют существенно увеличить срок службы сит.

Промытые или в суровом виде полиамидные ткани после ткачества подвергаются температурной обработке в стабилизационной сушильно-ширильной камере.

Ткани для сепарирования сходовых продуктов, крупок и дунстов вырабатываются полотняным переплетением (рисунок 1.5) из полиамидных мононитей отечественного и импортного производства.

Ткани для высеивания муки вырабатываются полотняным и полуажурным переплетением (рисунок 1.6) из импортных полиамидных мононитей.

Новые ткани рекомендовано применять на всех мукомольных заводах взамен капроновых тканей (ОСТ 17-46-82), так как их прочность выше в 1,5 – 2,5 раза, а точность размеров ячеек – в 2,5 раза.

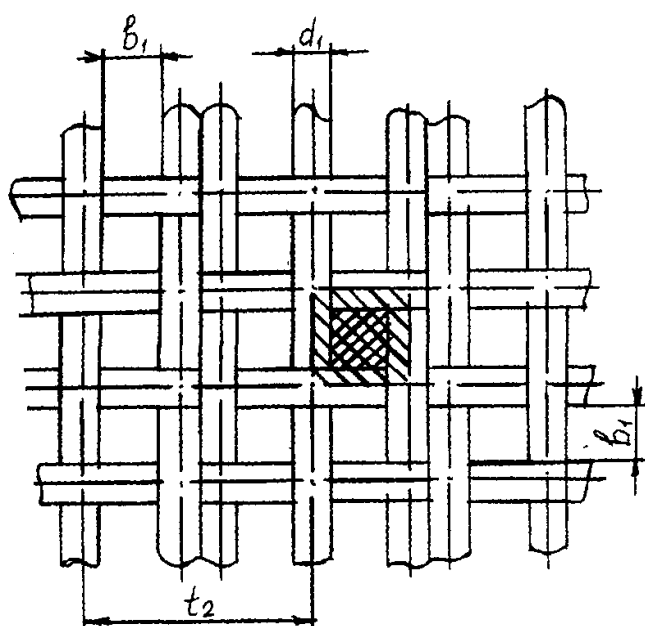


Рисунок 1.6 – Полуажурное переплетение

Номер ситовой ткани (артикул) определяется двумя числами. В номере ткани, изготовленной полотняным переплетением, первое число обозначает количество отверстий на 1 см, а второе – диаметр мононити в мкм, из которой выработана ткань. В номере ткани, изготовленной полуажурным переплетением, первое число обозначает число отверстий на 1 см между нитями основы, а второе – между нитями утка. В номера новых тканей входят также две буквы, в номера капроновых – одна.

Таблица 1.3 – Характеристика эквивалентных по производительности и взаимозаменяемых проволочных тканых сеток с квадратными) отверстиями для сепарирования продуктов измельчения зерна

ТУ 14-4-1963-80		ТУ 14-4-1569-89			Швейцарский стандарт
номинальный размер стороны ячейки, мм	коэффициент живого сечения, %	номер	номинальный размер стороны ячейки, мм	коэффициент живого сечения, %	номер *
1	2	3	4	5	6
2,884	72,4	2,8	2,80	68	8
2,257	69,0	2,5	2,50	67	10
1,898	70,4	2	2,00	67	12
1,614	68,5	1,6	1,60	64	14
1,412	69,4	1,4	1,40	68	16
1,224	66,0	1,2	1,20	60	18
1,114	67,5	1	1,00	56	20
0,990	64,4	1	1,00	56	22
0,908	64,5	09	0,90	58	24
0,666	61,8	067	0,67	53	32
0,636	63,8	063	0,63	55	34
0,592	61,6	06	0,60	64	36
0,562	62,0	056	0,56	52	38
0,527	60,2	053	0,53	50	40
0,472	61,2	05	0,50	51	45
0,421	60,3	0,45	0,45	48	50
0,372	56,8	04	0,40	44	55
0,341	56,8				60
0,306	53,6				65
0,287	54,6				70
0,261	52,0				75
0,248	53,6				80
0,228	51,0				85
*Номер означает число отверстий на дюйм.					

Обозначение и расшифровка артикулов тканей следующие:

- например, ткани для сепарирования сходовых продуктов, крупок и дунстов: 10,3 ПЧ-270 (ТУ 17 РСФСР 62-10838-84); 10,3 ПА-260 (ТУ 17 РСФСР 62-10849-84); 10К (ОСТ 17-46-82). В этих артикулах: 10,3 и 10 - количество отверстий на 1 см; 260 и 270 - диаметр мононитей, мкм; ПЧ – полиамидная мононить производства Черниговского п/о «Химволокно»; ПА - полиамидная мононить импортного производства; К - капроновая мононить.
- например, ткани для высеивания муки; 49/52 ПА (ТУ РСФСР 62-10680-83); 49 ПА-60 (ТУ 17 РСФСР 62-10619-83); 49К (ОСТ 17-46-82). В этих номерах числа 49 и 52 обозначают количество отверстий на 1 см, соответственно, по основе и утку. Остальные числа и буквы расшифровываются аналогично тканям для сортирования сходовых продуктов, крупок и дунстов.

Ткани выпускают кусками длиной не менее двух метров и шириной в основном (123 ± 2) см. Ткани полуажурного переплетения выпускают также шириной (102 ± 2) см, а капроновые – (97 ± 2) см; $(110 \pm 2,5)$ см и (165 ± 3) см.

Максимальное отклонение действительного размера стороны ячейки от номинального в новых полиамидных тканях не должно превышать ± 20 %, а в капроновых - ± 50 %. При этом в полиамидных тканях количество отверстий с допустимым отклонением не должно превышать 5 %.

В таблицах 1.4 и 1.5 приведены характеристики эквивалентных по производительности и взаимозаменяемых полиамидных ситовых тканей.

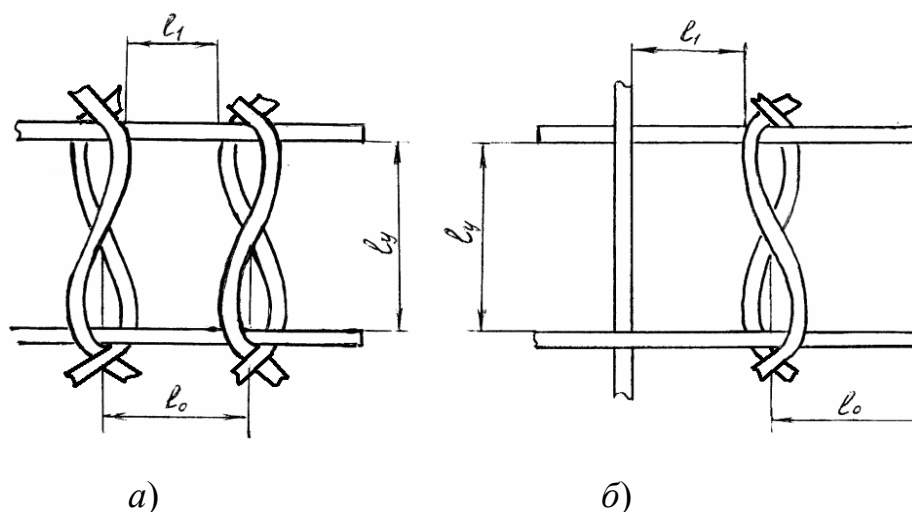
Таблица 1.4 – Характеристика эквивалентных по производительности и взаимозаменяемых полиамидных ситовых тканей для сортирования сходовых продуктов, крупок и дунстов в мельничных отсевах и ситовечных машинах

ТУ 17РСФСР 62-10838-84. Ткани из отечественных поли- амидных монопоней			ТУ 17РСФСР 62-10849-84. Ткани из импортных поли- амидных монопоней			ОСТ 17-46-82. Ткани капроновые			Швей- царский стандарт
номер	размер сторон ячейки, мкм	коэффи- циент живого сечения, %	номер	размер сторон ячейки, мкм	коэффи- циент живого сечения, %	номер	размер сторон ячейки, мкм	коэффи- циент живого сечения, %	номер
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6,5ПЧ-340	1180	59,0	6,5ПА-350	1180	59,0	7К	1093	58,5	18
7,5ПЧ-340	1000	59,0	7,5ПА-320	1000	58,5	7К	1093	58,5	20
8ПЧ-300	950	57,5	8ПА-300	950	57,5	8К	1013	65,6	22
8ПЧ-300	950	57,5	8ПА-300	950	57,5	9К	874	62,0	22
8,7ПЧ-300	850	56,0	8,7ПА-300	850	56,0	10К	763	58,2	24
9,3ПЧ-270	800	55,0	9,3ПА-280	800	55,0	11К	763	58,2	26
10,3ПЧ-270	710	53,5	9,3ПА-280	710	53,5	11К	677	54,6	28
11ПЧ-240	670	53,0	11ПА-240	670	53,0	11К	677	54,6	30
12ПЧ-240	600	51,0	12ПА-240	600	51,0	12К	596	51,2	32
12,5ПЧ-240	560	50,0	12,5ПА-240	560	50,0	13К	619	64,8	34
12,5ПЧ-240	560	50,0	12,5ПА-240	560	50,0	14К	564	62,3	34
13,3ПЧ-220	530	50,0	13,3ПА-220	530	50,0	15К	517	60,1	36
14ПЧ-200	500	49,5	14ПА-200	500	49,5	16К	475	57,8	38
14ПЧ-200	500	49,5	14ПА-220	500	49,5	16К	475	57,8	40
15,5ПЧ-200	450	48,0	15,5ПА-200	450	48,0	17К	438	55,5	42
16ПЧ-200	425	46,2	16ПА-200	425	46,2	18К	405	53,0	44
16ПЧ-200	425	46,2	16ПА-200	425	46,2	19К	420	63,7	44
17,5ПЧ-180	390	47,0	17,5ПА-180	390	47,0	20К	394	62,0	46
17,5ПЧ-180	390	47,0	17,5ПА-180	390	47,0	21К	370	60,4	46
18,5ПЧ-180	363	47,2	18,5ПА-180	363	47,2	23К	329	57,2	48
19,5ПЧ-150	355	47,5	19,5ПА-160	355	47,5	23К	329	57,2	50
20,2ПЧ-150	335	46,0	20,2ПА-160	335	46,0	23К	329	57,2	52
21ПЧ-150	315	44,0	21ПА-160	315	44,0	25К	294	54,0	54
22,7ПЧ-120	300	46,5	22,7ПА-140	300	46,5	25К	294	54,0	58
24,7ПЧ-120	265	43,0	24,7ПА-140	265	43,0	25К	294	54,0	64
27ПЧ-120	250	46,0	27ПА-120	250	46,0	27К	284	50,8	64
27ПЧ-120	250	46,0	27ПА-120	250	46,0	29К	258	56,0	66
29ПЧ-120	224	42,5	29ПА-120	224	42,5	35К	226	52,3	72
30ПЧ-120	212	41,0	30ПА-120	212	41,0	35К	219	56,1	74

Таблица 1.5 – Характеристика эквивалентных по производительности и взаимозаменяемых полиамидных ситовых тканей для высеивания муки в мельничных отсевах

ТУ 17РСФСР 62-10619-83. Ткани полиамидные полотняного переплетения			ТУ 17РСФСР 62-10680-83. Ткани полиамидные полужурного переплетения			ОСТ 17-46-82. Ткани капроновые полотняного переплетения		
номер	размер стороны ячейки, мкм	коэффициент живого сечения, %	номер	размер стороны ячейки, мкм	коэффициент живого сечения, %	номер	размер стороны ячейки, мкм	коэффициент живого сечения, %
-	-	-	33/36ПА	200	47,5	38К	195	54,0
-	-	-	36/40ПА	180	46,0	-	-	-
43ЦА-70	163	49,0	41/43ПА	160	45,5	43К	165	48,5
46ПА-60	157	52,3	42/48ПА	150	45,5	46К	156	50,2
49ПА-60	144	49,7	45/50ПА	140	44,5	49К	143	47,7
52ПА-50	142	54,6	49/52ПА	132	44,2	52К	142	53,4
55ПА-50	130	52,5	52/60ПА	118	43,5	55К	132	51,5
-	-	-	54/62ПА	112	41,7	58К	122	48,9
-	-	-	56/64ПА	106	40,2	61К	114	47,0
-	-	-	58/67ПА	100	38,5	64К	106	45,1
-	-	-	61/69ПА	95	38,0	70К	93	41,5

В пищевой промышленности на некоторых предприятиях (в лабораториях и цехах) пока еще применяют шелковые ситовые ткани, вырабатываемые из крученого натурального шелка ажурным (рисунок 1.7, а) или смешанным (ажурным и полотняным) (рисунок 1.7, б) переплетением.



l_0 – расстояние между нитями основы, l_y – расстояние между нитями утка.

Рисунок 1.7 – Ажурное (а) и смешанное (б) переплетение

Шелковые ткани после изготовления промывают горячей водой и ширят с нанесением раствора аппрета, в состав которого входят желатин, вазелиновое масло, олеиновая и уксусная кислоты, мыло и формалин. Аппретирование фиксирует переплетение нитей, увеличивает прочность и долговечность сит.

Номер облегченной ткани означает число отверстий на 1 см по основе и утку, утяжеленной – число отверстий на 10 см также по основе и утку.

Расчетная часть

Цель работы: изучение теоретических основ процесса разделения сыпучих продуктов; ознакомление с номенклатурой сит, применяемых на предприятиях пищевых производств; получение практических навыков расчета основных параметров предложенных образцов сит.

Задание: определить основные параметры предложенных образцов сит (рабочий размер металлоштампованных сит и толщину листа; размер стороны квадратного отверстия в свету металлотканой проволоочной сетки и диаметр проволоки; количество отверстий на единицу длины полиамидных, капроновых и шелковых ситовых тканей, а также диаметр нити) и рассчитать коэффициент живого сечения по предложенной методике. Сравнить полученные результаты со стандартным значением. Объяснить причины расхождения. Записать обозначение измеренных образцов сит.

Оборудование и измерительные приборы: набор образцов сит (металлоштампованное, металлотканое; полиамидное, капроновое и шелковое ситовые ткани); калиброммер; штангенциркуль; микроскоп; металлическая линейка; лупа текстильная.

Методика расчета

Металлоштампованные сита

Основными параметрами металлоштампованных сит являются: размер отверстия (ячейки), коэффициент живого сечения и толщина листа.

Коэффициент живого сечения определяется как процентное отношение площади отверстия S_o к общей площади сита S .

Определяющие размеры штампованных сит измеряют специальным калиброммером или универсальными измерительными инструментами.

Для определения коэффициента живого сечения выбирают элементарные площадки, полностью характеризующие поверхность сита.

Для сит с круглыми отверстиями диаметром d коэффициент живого сечения K_1 можно рассчитать, взяв элементарную площадку (рисунок 1.4 – тип 1) в виде ромба или прямоугольника. В первом случае K_1 определяется как

$$K_1 = \frac{S_o}{S} \cdot 100 = \frac{\pi d^2 \cdot 100}{4(d + t_0)^2 \sin 60^\circ} = 25 \frac{\pi d^2}{0,87 t^2}, \quad (1.2)$$

где S_o – площадь отверстия, мм²;

S – площадь сита, приходящаяся на одно отверстие, мм²;

t – шаг ячеек, мм, $t = d + t_0$.

На рисунке 1.4 тип 1 показана заштрихованная площадь сита в виде ромба, равная половине произведения диагоналей ромба.

$$S = \frac{1}{2} (d + t_0) \cdot 2 (d + t_0) \sin 60^\circ. \quad (1.3)$$

Во втором случае, при выборе элементарной площадки в виде прямоугольника (в элементарной площадке две ячейки сита (рисунок 1.4 – тип 1), коэффициент живого сечения K_1 определяется аналогично:

$$K_1 = \frac{S_o}{S} \cdot 100 = \frac{\pi d^2 \cdot 100}{4t \cdot 2 \cdot 0,87t} = 25 \frac{\pi d^2}{0,87t^2}. \quad (1.4)$$

Круглые отверстия обычно пробивают в металлических листах в шахматном порядке, каждое из них находится в центре правильного шестиугольника, вершины которого составляют центры смежных отверстий. Такое расположение обуславливает наиболее высокий коэффициент использования площади сита и обеспечивает одинаковую его прочность во всех направлениях. Если круглые отверстия совмещены с вершинами квадрата при неизменной длине перемычки, то коэффициент живого сечения будет

$$K'_1 = \frac{S_o}{S} \cdot 100 = \frac{\pi d^2 \cdot 100}{4(d + t_0)^2}. \quad (1.5)$$

Тогда следует, что при неизменном диаметре первый способ размещения круглых отверстий рациональнее, чем второй, так как

$$\frac{K_1}{K'_1} = 1,16. \quad (1.6)$$

Сита с круглыми отверстиями располагают в машине так, чтобы две стороны шестиугольника, с вершинами которого совмещены центры отверстий, были перпендикулярны направлению движения сортируемого продукта (рисунок 1.4 – тип 1). Диаметр отверстий d , мм, определяется как среднее из трех замеров диаметров отверстий, расположенных по диагонали предложенного образца сита – одно в центре, два по краям.

Средний размер малой перемычки $\overline{t_0}$ определим по формуле:

$$\overline{t_0} = \frac{L_1 - nd}{n - 1}, \quad (1.7)$$

где L_1 – размер в соответствии с рисунок 1.4, охватывающий n отверстия, мм;

Величину L_1 измеряют штангенциркулем с губками для замера внутренних замеров или металлической линейкой.

Толщину δ листа измеряют микрометром или штангенциркулем.

Результаты измерений и расчетов заносим в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Металлоштампованные сита с круглыми отверстиями

Измерения	Элементы сита, мм						Коэфф. живого сечения K_1 , %
	d	L_1	n	t_0	t	δ	
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
Среднее							
Стандартное							
Расхождение							

Сита с прямоугольными отверстиями выполняют с прямыми рядами отверстий (рисунок 1.4 – тип 2а) и с поперечно – смещенными рядами (рисунок 1.4 – тип 2б). Для сита с прямоугольными отверстиями, у которого величина выделенного участка представляет площадь прямоугольника (на рисунок 1.4 – 2а заштрихована), коэффициент живого сечения K_2 (%) будет

$$K_2 = \frac{bl}{t_0(l+t_1)}100, \quad (1.8)$$

а с учетом радиуса закругления ячеек

$$K_2 = \frac{b \cdot l - 0,215b^2}{t_0(l+t_1)}100, \quad (1.9)$$

где b и l – ширина и длина прямоугольного отверстия, мм;

t_1 – размер первой перемычки;

t_2 – размер второй перемычки, $t_0 = b + t_2$ – шаг ячеек, мм.

Сита располагают в машине так, чтобы продольная ось отверстий совпала с направлением движения продукта.

Ширина b , мм и длина l , мм прямоугольного отверстия определяется также как среднее из трех замеров соответствующих размеров предложенного образца сита. Средние размеры $\overline{t_1}$ и $\overline{t_2}$ соответствующих перемычек определяется аналогично $\overline{t_0}$ для сит с круглыми отверстиями. Треугольные отверстия в

ситах (рисунок 1.4 – тип 3) расположены рядами по ходу движения продукта. В ряду отверстия располагаются с шагом t_2 , и они сориентированы так, что одна из сторон треугольника перпендикулярна длине полотна и в смежных рядах треугольники направлены в разные стороны.

Штампованные сита с равносторонними треугольными отверстиями (тип 3) имеют длину стороны треугольника $a_T = 3,5 - 10,0$ мм, контрольный диаметр отверстия, равный от 2,0 до 5,0 мм, и коэффициент живого сечения от 28 % до 48 %.

Результаты измерений и расчетов заносим в таблицу 1.7

Таблица 1.7 – Штампованные сита с продолговатыми отверстиями

Измерения	Элементы сита, мм						Кэфф. живого сечения K_2 , %
	b	l	t_1	t_2	t_0	δ	
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
Среднее							
Стандартное							
Расхождение							

Металлотканые проволочные сетки

Средний диаметр $\overline{d_1}$ (рисунок 1.5) рассчитывают из трехкратных замеров диаметров проволоки микрометром или микроскопом МПБ-2 с 24-х кратным увеличением.

Размер отверстий b_1 рассчитывают по формуле

$$b_1 = \frac{10 - i\overline{d_1}}{p}, \quad (1.10)$$

где $\overline{d_1}$ – средний диаметр нити, мм;

i – число нитей, приходящихся на 10 мм;

p – число отверстий, приходящихся на 10 мм.

Количество нитей и отверстий подсчитывают при помощи текстильной лупы, в основании которой имеется квадратное отверстие со стороной 10 мм.

Коэффициент живого сечения K_n сит полотняного переплетения определяют по формуле

$$K_n = \frac{\overline{b_1^2}}{\overline{t}} 100 = \frac{\overline{b_1^2}}{(\overline{d_1} + \overline{b_1})^2} 100, \quad (1.11)$$

где $\overline{t} = \overline{d_1} + \overline{b_1}$ – средний шаг нитей по основе и утку, мм.

Результаты измерений и расчетов заносим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – Металлотканое проволочное сито

Измерения	Элементы сита, мм				Коэфф. живого сечения K_n , %
	d_1	i	P	b_1	
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					
Среднее					
Стандартное					
Расхождение					

Полиамидные и капроновые сита

Диаметр нити измеряют при помощи микроскопов МПБ-2 с 24-х кратным увеличением. При измерении элементов сита, его кладут на светлую опорную поверхность, и прижимают микроскопом, причем вырез в нижней части микроскопа ориентируют на источник света.

Вращая нижнее и верхнее кольцо, добиваются четкой настройки на резкость. Цена деления составляет 0,05 мм. Умножая количество делений, приходящихся на одну нить на цену деления, получают диаметр нити в миллиметрах.

При измерениях никакого смещения микроскопа относительно сита не допускается. Размер отверстий рассчитывают по формуле (1.9) или замеряют как и диаметр нити, а коэффициент живого сечения рассчитывают по формуле (1.10) для сит полотняного переплетения. Коэффициент живого сечения при полуажурном переплетении (рисунок 1.6) определяют по формуле

$$K_n = \frac{\overline{b_1^2}}{(b_1 + 1,5d_1)(b_1 + d_1)} 100. \quad (1.12)$$

Номер сита определяют подсчетом отверстий на 1-ом погонном сантиметре при помощи текстильной лупы или рассчитывают по формуле

$$N = \frac{10}{\overline{b_1 + d_1}}. \quad (1.13)$$

Шелковые сита

Номер сита определяют подсчетом отверстий на 1-ом погонном сантиметре при помощи текстильной лупы.

Коэффициент живого сечения K шелковых сит ажурного или смешанного переплетения определяют по формуле

$$K = \frac{S_{отв} n}{S_{общ}} 100, \quad (1.14)$$

где $S_{общ}$ – общая площадь сита, равная 100 мм^2 ;

n – число отверстий на участке сита площадью 100 мм^2 ;

$S_{отв}$ – площадь отверстий, мм^2 .

Площадь отверстий определяется по формуле

$$S_{отв} = 0,5l_y(l_0 + l_1)^2, \quad (1.15)$$

где l_y – расстояние между нитями утка, мм;

l_0 – расстояние между перекрещенными нитями основы, мм;

l_1 – расстояние между нитями основы у основания отверстий, мм.

Определение параметров отверстий l_y, l_0, l_1 производится микроскопом МПБ-2.

Результаты измерений и расчетов полиамидных, капроновых и шелковых сит занести в таблицы, аналогичные таблице 1.8.

Порядок оформления отчета

Отчет о расчетно-практической работе включает в себя:

- цель работы;
- теоретическую часть, в которой излагается сущность процесса сепарирования сыпучих материалов, рассматривается понятие «сито», способы изготовления и материал;
- графическую часть с выполнением эскизов предложенных образцов сит;
- практическую часть, в которой измерительными приборами определяются основные параметры сит и наносятся на выполненные эскизы;
- расчетную часть, в которой определяются коэффициенты живого сечения сит по предложенным методикам и заносятся в таблицы.

Контрольные вопросы и задания

1. От каких параметров зависит коэффициент живого сечения сит?
2. По каким основным размерам зерновки происходит разделение зерновой массы на штампованных ситах с круглыми и продолговатыми отверстиями?
3. Как производится аппретирование шелковых, капроновых сит?
4. Какие можете назвать специализированные штампованные сита, для чего они применяются?
5. Каков характер переплетения нитей в шелковых, полиамидных и капроновых ситах?
6. Что показывает номер полиамидного, облегченного шелкового, утяжеленного шелкового, капронового, металлотканого, штампованных сит?

Теоретическая часть

На предприятия общественного питания продукты поступают в различной таре – мешках, кулях, картонных и деревянных коробах и т.п., что ведет к их засорению мешковиной, зашивочной нитью, щепой и другими механическими включениями. Кроме того, при длительном хранении сыпучих продуктов в них могут появиться органические примеси как результат жизнедеятельности сельскохозяйственных вредителей, грызунов и др. Все эти механические примеси необходимо удалять из продуктов путем их просеивания. Просеивание способствует также аэрации продуктов, т. е. насыщению их воздухом, что повышает качество изготавливаемой продукции. Например, тесто, замешанное из такой муки, дает большой припек, а готовые изделия получаются более пышными.

Процесс разделения сыпучих продуктов может иметь самостоятельное значение – для приготовления готовых продуктов определенных сортов (сортировка и калибровка) или служить вспомогательной операцией – для удаления посторонних примесей из муки, зерен, сахарного песка и т. п. В первом случае процесс называют сортировкой, во втором – просеиванием.

В данной работе рассматриваются только машины и механизмы для просеивания, применяемые на предприятиях общественного питания. В зависимости от устройства сита и его кинематики просеиватели можно классифицировать следующим образом:

Просеиватели

Просеиватели предназначены для механизации отделения от сыпучих продуктов посторонних примесей (механических и органических). Используют просеиватели в основном в кондитерских, мучных и горячих цехах предпри-

ятий общественного питания, а также на специализированных предприятиях – блинных, пельменных, вареничных, пирожковых и др.

Основными рабочими органами просеивателей служат сита различной конструкции, изготавливаемые главным образом из металлических плетеных сеток (реже капроновых или шелковых) или перфорированной тонколистовой стали с отверстиями круглой, овальной или прямоугольной формы.

Сита имеют номер, который соответствует размеру стороны его отверстия в свету в миллиметрах. Так, применяют сита № 1,4; 2,8; 4 и др.

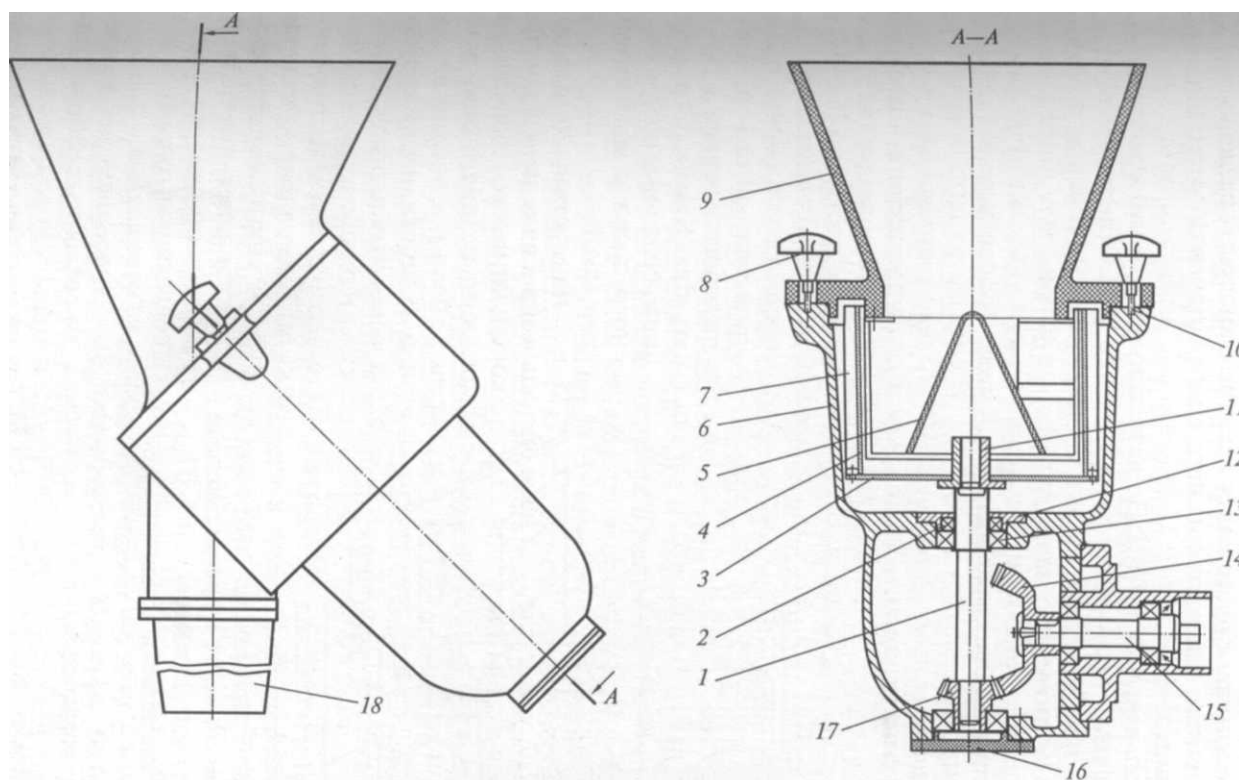
В результате просеивания исходные продукты разделяются на две фракции – качественные продукты (проход) и механические примеси (сход). Качество просеивания обуславливается следующими факторами: формой и размерами ячеек сит, размерами частиц и влажностью продукта, толщиной слоя продукта на сите, характером движения продукта по поверхности сита и характером движения рабочего органа (сита). На предприятиях общественного питания применяют просеиватели различных конструкций.

Просеиватели с вращающимся ситом. Классификация просеивателей приведена в зависимости от устройства сита и характера его движения.

Просеиватель МП. Предназначен для просеивания и аэрации муки всех сортов, а также для просеивания крахмала, сахарного песка, соли и дробленых круп. Присоединяют просеиватель МП к приводу ПМ универсальной кухонной машины типа УКМ.

Механизм состоит из следующих узлов: корпуса, конического зубчатого мультипликатора, хвостовика, легкоъемного просеивающего барабана-сита, загрузочного бункера с прикрепленным к нему рассекателем и разгрузочного патрубка. Корпус 6 (рисунок 1.8) имеет рабочую камеру и полость, внутри которой смонтирован конический мультипликатор, закрытый с двух сторон крышками 12 и 16. В состав последнего входят коническая зубчатая шестерня 14, закрепленная на приводном валу 15, и коническая зубчатая шестерня 17, установленная на вертикальном рабочем валу 1, вращающемся в опорах качения

13 (шарикоподшипниках). Просеивающий барабан-сито 4 насажен с помощью втулки на верхний конец рабочего вала, который имеет лыску.



1 – вал; 2 – манжета; 3 – днище; 4 – барабан-сито; 5 – рассекатель; 6 – корпус рабочей камеры и мультипликатора; 7 – скребок; 8 – гайка; 9 – загрузочный бункер; 10 – шпилька; 11 – втулка; 12, 16 – крышки; 13 – шарикоподшипник; 14, 17 – конические шестерни; 15 – приводной вал; 18 – приемный патрубок

Рисунок 1.8 – Просеиватель МП

Барабан-сито 4 выполнен из днища 3, втулки 11, цилиндрического барабана и скребков 7. Загрузочный бункер 9 с рассекателем 5 прикреплен к корпусу рабочей камеры с помощью шпилек 10 и гаек 8. В комплект механизма МП входят три сменных барабана-сита с различными размерами ячеек (№ 1,4; 2,8, 4,0), которые применяют для просеивания различных сыпучих продуктов:

- барабан 1,4 (основной) с ячейками 1,4 мм предназначен для просеивания муки всех видов, крахмала и соли высшего сорта № 0.

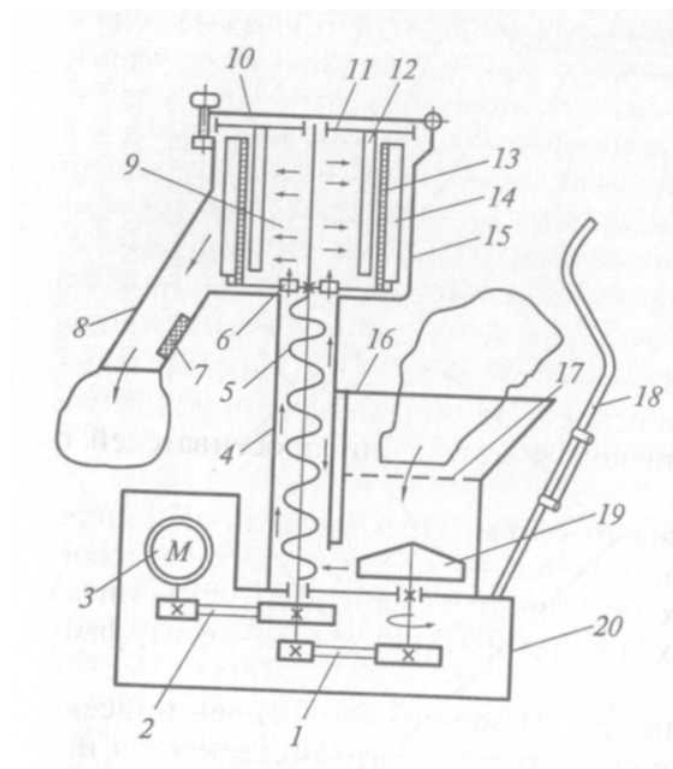
- барабан 2,8 с ячейками 2,8 мм предназначен для просеивания круп «Артек», кукурузной № 5, перловой № 5, ячневой № 3, манной, мелкого сахарного песка, соли;

- барабан 4 с ячейками 4,0 мм предназначен для просеивания дробленых круп: кукурузной № 2, 3, 4; пшеничной № 1,2,3,4; ячменной (перловой) № 1,2, 3, 4; ячневой № 1, 2 и крупного сахарного песка.

Принцип действия. При включении электродвигателя привода вращение от приводного вала через конический мультипликатор передается вертикальному рабочему валу, а от него — просеивающему барабану-ситу. В загрузочный бункер засыпают продукт для просеивания, который под действием силы тяжести по рассекателю поступает внутрь вращающегося барабана-сита, увлекается им во вращение и под действием центробежной силы отбрасывается к поверхности просеивающего барабана и просеивается через него. Частицы продукта, размер которых меньше размера ячеек сита, проходят через них, удаляются в приемный патрубок 18 и сыпаются в подставленную тару. Крупные частицы и механические примеси остаются внутри барабана-сита и периодически удаляются из него после остановки электродвигателя привода.

Просеиватель МПП-II-1. По назначению и конструкции данный просеиватель аналогичен просеивателю МП. Отличия состоят в способе прикрепления загрузочного бункера к корпусу рабочей камеры (с помощью защелок), форме рассекателя (применяют распределительный конус с ножами-разрыхлителями) и форме верхнего хвостовика рабочего вала, передающего движение барабану-ситу. В движение просеиватель приводится от привода типа П-II.

Машина для просеивания муки МПМ-800. Устанавливают машину в мучных и кондитерских цехах крупных предприятий общественного питания, а также на фабриках-заготовочных. Машина (рисунок 1.9) состоит из приводного устройства, шнека-питателя, просеивающей головки, платформы, загрузочного бункера и разгрузочного лотка с магнитной ловушкой.



1, 2 – клиноременные передачи; 3 – электродвигатель; 4 – труба; 5 – шнек; 6 – отверстие; 7 – магнитная ловушка; 8 – разгрузочный лоток; 9 – просеивающая головка; 10 – крышка; 11 – крестовина; 12 – ножи-разрыхлители; 13 – цилиндрическое сито; 14 – скребки; 15 – рабочая камера; 16 – загрузочный бункер; 17 – предохранительная решетка; 18 – подъемник-опрокидыватель; 19 – крыльчатка; 20 – платформа.

Рисунок 1.9 – Просеиватель МПМ-800. Структурная схема

Платформа 20 выполнена в виде полой коробки, внутри которой размещено передаточное устройство, состоящее из двух понижающих клиноременных передач 1 и 2.

Рядом с электродвигателем 3 на платформе закреплена полая стойка (труба) 4, внутри которой вращается шнек-питатель 5, подающий продукт в просеивающую головку 9 через отверстие 6.

Просеивающая головка состоит из рабочей камеры 15, вращающегося цилиндрического сита 13 со скребками 14, закрепленного на верхней консоли шнека-питателя, и крестовины 11 с прикрепленными к ней ножами-

разрыхлителями 12. Крестовина закрыта крышкой 10, запирающейся откидным винтом с гайкой.

На уровне днища рабочей камеры выполнен разгрузочный лоток 8 с магнитной ловушкой 7.

На платформе рядом с полый стойкой (трубой) смонтирован загрузочный бункер 16, имеющий предохранительную решетку 17 и ручной подъемник-опрокидыватель 18 для загрузки бункера мукой. На дне бункера размещена крыльчатка 19. Машина комплектуется просеивающими барабанами с ситами № 1,4 и 1,6.

Принцип действия. При включении электродвигателя с помощью клиноременных передач во вращение приводятся шнек-питатель, цилиндрическое сито и крыльчатка бункера, которая подает муку в окно полый стойки, где она подхватывается шнеком-питателем и подается внутрь вращающегося сита. Частицы увлекаются ситом во вращательное движение и под действием центробежной отбрасываются к стенкам сита, проходят через его отверстия, ударяются о неподвижную стенку рабочей камеры, падают вниз, а далее вращающимися скребками отбрасываются к разгрузочному лотку. При прохождении муки по лотку из нее магнитами извлекаются металлические примеси. Непросеявшиеся частицы и примеси, не прошедшие через сито, остаются внутри него и по мере накопления периодически удаляются вручную после отключения электродвигателя.

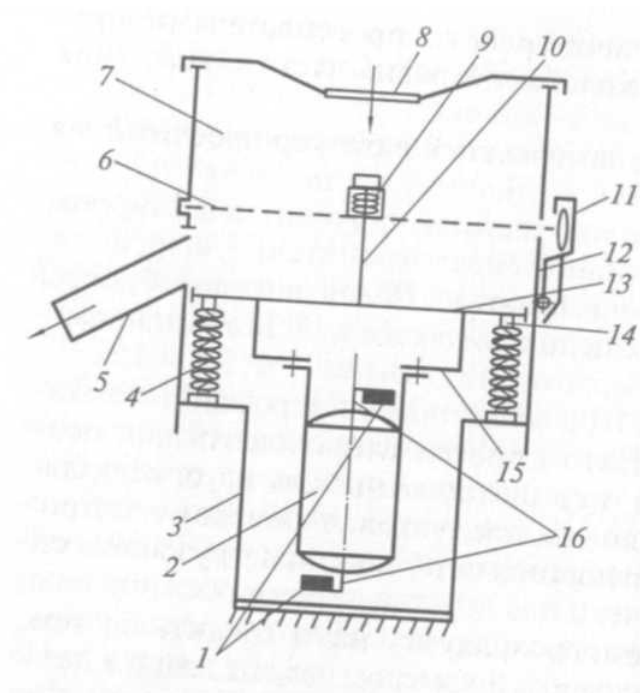
Слежавшиеся комочки муки и другие органические включения в процессе работы просеивателя разбиваются ножами-разрыхлителями и не исключена возможность их попадания в просеянную муку. Это считается недостатком конструкций просеивателей с вращающимся ситом.

Просеиватель с неподвижным ситом. Просеиватель «Пионер» предназначен для просеивания муки на предприятиях пищевой промышленности, крупных предприятиях общественного питания, в специализированных мучных и кондитерских цехах, фабриках-заготовочных.

По конструкции просеиватель «Пионер» аналогичен просеивателю МПМ-800. Отличие состоит в том, что применяется неподвижное цилиндрическое сито и верхнее расположение электродвигателя с передаточным механизмом.

Просеиватель с плоским ситом. Предназначен для отделения -сыпучих продуктов механических примесей и широко применяется на предприятиях общественного питания.

Вибрационный просеиватель МПМВ-300. Состоит из основания плоского сита, корпуса, электродвигателя, а также загрузочного, разгрузочного и пускового устройств (рисунок 1.10). Устанавливают просеиватель на столе.



1 – грузы-дебалансы; 2 – электродвигатель; 3 – основание; 4 – пружина; 5 – разгрузочный лоток; 6 – плоское сито; 7 – бункер; 8 – загрузочное окно; 9 – пружина; 10 – шпилька; 11 – защелка; 12 – корпус; 13 – днище; 14 – штырь; 15 – кронштейн; 16 – рабочий вал

Рисунок 1.10 – Вибрационный просеиватель МПМВ-300

Корпус 12 представляет собой цилиндр из тонколистовой нержавеющей стали, разделенный плоским ситом 6 на две части. Бункер 7 и сито соединены с корпусом быстродействующими защелками 11. В центре корпуса приварена шпилька 10, на которую насажена пружина 9 для натяжения сита. В нижней части корпуса сделано окно, к которому прикреплен разгрузочный лоток 5. К днищу 13 корпуса по всему периметру приварены штыри 14, фиксирующие пружины 4, а снизу приварен П-образный кронштейн 15, к которому прикреплен однофазный электродвигатель 2. Последний имеет две консоли рабочего вала 16, на которых закреплены грузы-дебалансы 1.

Сито изготовлено из металлического обрезиненного кольца таврового сечения, к горизонтальной полке которого прикреплена сетка. При установке на корпус сито обрезиненной поверхностью опирается на торец корпуса, а сверху на обрезиненное кольцо сита установлен загрузочный бункер. В собранном виде корпус с бункером и загрузочным окном 8 представляет собой рабочую камеру, разделенную ситом на два отделения: верхнее – загрузочное и нижнее – приемное для просеянных продуктов. Рабочая камера с помощью пружин устанавливается на основание 3, на котором закреплено пусковое устройство.

Просеиватель комплектуют сменными ситами: № 1,2 – для просеивания муки высших сортов, № 1,6 – для муки низших сортов, № 2,8 – для просеивания сахара-песка и соли и № 4 – для просеивания дробленых круп.

Принцип действия. При включении электродвигателя вместе с его валом вращаются грузы-дебалансы, создающие возмущающий момент от центробежной силы, под воздействием которого рабочая камера благодаря пружинам получает колебательное движение.

В результате колебания камеры частицы продукта продвигаются через отверстия сита и попадают в разгрузочный лоток. Амплитуда колебаний камеры в процессе работы просеивателя не превышает от 1,5 до 2 мм, а частота колебаний равна частоте вращения вала электродвигателя.

Обрабатываемые продукты загружаются в бункер просеивателя порциями по от 5 до 6 кг после включения электродвигателя. Просеиватель полностью исключает возможность попадания в просеянные продукты органических примесей.

Правила эксплуатации просеивателей. Перед началом работы проверяют исправность машины или механизма. Затем устанавливают необходимое сито.

Просеиватели МП и МПП-II-1 закрепляют в горловине привода зажимным устройством. Далее к просеивателю доставляют подлежащий обработке продукт, под разгрузочный лоток подставляют емкость для сбора просеянных продуктов, включают электродвигатель привода и подают порциями продукт в загрузочное устройство.

При подаче обрабатываемого продукта надо следить за тем, чтобы он постоянно находился в загрузочном устройстве просеивателя; в противном случае воздух будет затягиваться внутрь просеивателя и образовывать вихревые потоки внутри камеры. Через каждые 30 мин работы просеиватель останавливают, очищают сито и рабочую камеру от непросеянных частиц. Если применялся продукт повышенной влажности и он осел на поверхностях рабочей камеры, то образовавшиеся слои продукта можно разрушить, постукивая по наружным стенкам и не выключая электродвигателя.

В просеивателях МПМ-800 необходимо периодически протирать поверхность над магнитной ловушкой вначале влажной, затем сухой тканью для удаления мелких ферромагнитных примесей.

После окончания работы выключают электродвигатель, разбирают рабочую камеру, очищают сито от отходов, промывают горячей водой и протирают насухо чистой тканью.

В процессе эксплуатации просеивателя МПМ-800 необходимо периодически проверять натяжение клиновых ремней и в случае их ослабления путем перемещения по направляющим основания восстанавливать их работоспособность. Натяжение клинового ремня привода крыльчатки осуществляется натяжным роликом.

Не реже одного раза в год проверяют подшипники качения и в случае их износа заменяют. Смазку зубчатых передач меняют в соответствии с инструкцией по эксплуатации и уходу за машиной.

При эксплуатации просеивателя вибрационного МПМВ-300 необходимо следить за надежностью и правильностью крепления грузов-дебалансов на валу электродвигателя и за исправностью пружин.

К обслуживанию допускаются работники, сдавшие технический минимум по технике безопасности, ознакомившиеся с правилами эксплуатации просеивателей и прошедшие инструктаж по правильным приемам обслуживания машин данного вида. Техническая характеристика просеивателей приведена в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики просеивателей

Показатель	МПМ-800	МП	МПП-II-I	«Пионер»	МПМВ-300
Производительность, кг/ч	800	230	300	1500	300
Частота вращения сита, с ⁻¹	12,1	12,6	12,6	-	-
Частота колебаний сита, с ⁻¹	-	-	-	-	24
Частота вращения шнека, с ⁻¹	12,1	-	-	11,8	-
Частота вращения крыльчатки, с ⁻¹	8,0	-	-	7,6	-
Диаметр шнека, мм	78	-	-	100	-
Мощность электродвигателя, кВт	1,1	1,5*	0,6...0,8*	1,1	0,18
Частота вращения вала электродвигателя, с ⁻¹	23,2	-	-	23,6	25,0
Напряжение, В	380/220	380	380	380/220	220
Габаритные размеры, мм:					
длина	820	450	340	1200	520
ширина	750	330	420	1000	500
высота	1470	550	450	1960	480
Масса, кг, не более	160	12,3	14	240	26
* Мощность привода кухонной машины.					

Расчетная часть

Цель работы: изучение теоретических основ сортировочно-калибровочного процесса; знакомство с классификацией машин и механизмов для просеивания, применяемых на предприятиях общественного питания, их устройством и принципом действия; приобретение практических навыков по расчету просеивателей; выполнение расчета просеивателя с вращающимся ситом.

Задание: выполнить расчет просеивателя с вращающимся ситом, если заданы: вид перерабатываемого сырья; диаметр барабана D , м; высота барабана H , м.

Методика расчета

Теоретическая производительность просеивателей с вращающимся ситом может быть найдена по общей формуле для определения теоретической производительности машин непрерывного действия. При этом необходимо учитывать насыпную массу продукта и коэффициент использования рабочей поверхности сита. Таким образом, теоретическую производительность просеивателей с вращающимся ситом можно определить по формуле

$$Q_T = F_0 v_0 \rho_n \varphi, \quad (1.16)$$

где F_0 – площадь живого сечения поверхности сита, м^2 ;

v_0 – скорость движения частиц продукта через сито, м/с ;

ρ_n – насыпная масса продукта, кг/м^3 ;

φ – коэффициент использования площади сита.

Площадь живого сечения поверхности сита определяется размерами его ячеек и их общим количеством. Для сит с плетеными сетками поверхность, занимаемая отверстиями ячеек, приближенно может быть рассчитана по уравнению

$$F_0 = k\pi DH, \quad (1.17)$$

где k – коэффициент живого сечения сетки ($k = 0,6 - 0,9$);

D – диаметр барабана, м;

H – высота барабана, м.

Коэффициент живого сечения сетки зависит от толщины нити и размеров ячеек. Для густо плетенных сеток этот коэффициент минимальный, с увеличением размеров ячеек величина его возрастает.

Скорость движения продукта через сито (скорость просеивания) практически зависит от толщины слоя продукта, находящегося на поверхности сита, и числа оборотов последнего. Слой муки (продукта) примем равным от 1,5 до 2,0 мм. Таким образом, скорость движения продукта через отверстия сита можно определить по уравнению

$$v_0 = nhk_{np}, \quad (1.18)$$

где n – число оборотов сита, с^{-1} ;

h – толщина слоя продукта, ($h = 0,0015 - 0,002$ м);

k_{np} – коэффициент проскальзывания, $k_{np} = 0,7 - 0,8$.

Коэффициент использования площади сита для просеивателей с вращающимся ситом может определяться из отношения площади продукта, соприкасающегося с поверхностью сита, к полной поверхности последнего. В связи с тем, что площадь контакта продукта с поверхностью сита в процессе работы просеивателя незначительна и в каждый момент времени изменяется в небольших интервалах, величина коэффициента использования площади сита φ принимается в пределах 0,2–0,4. Экспериментально установлено, что для продуктов с большой объемной массой величина коэффициента уменьшается, а для более легких и пористых продуктов возрастает.

Объемная масса продукта ρ_i зависит от вида обрабатываемого сырья. В таблице 1.10 приводятся значения насыпной массы для различных видов сыпучих продуктов.

Таблица 1.10 – Объемная масса некоторых сыпучих продуктов

Продукты	Насыпная масса, кг/м ³	Продукты	Насыпная масса, кг/м ³
Мука пшеничная в/с	520	Сахар-песок	730
Мука пшеничная 1/с	500	Соль поваренная: крупная мелкая	900 1600
Мука пшеничная 2/с	490	Макаронная крупка и полукрупка	550
Мука пшеничная обойная	300	Крупа гречневая	640
Мука ржаная сеяная	450	Крупа манная	750
Мука ржаная обдирная и обойная	300	Крупа овсяная	660
Мука овсяная	570	Крупа перловая: № 1 № 2	820 840
Мука соевая	530	Крупа перловая № 5	830
Мука ячменная	560	Крупа ячневая	610
Рис	630	Крупа Полтавская: № 1 № 3	810 835
Пшено	600	Крупа Артек	740

Мощность просеивателя с вращающимся ситом.

В процессе работы просеивателя с вращающимся ситом подводимая к рабочему валу мощность расходуется на преодоление трения в цапфах вала просеивающего барабана и трения продукта о поверхность сита. Таким образом, мощность электродвигателя просеивателя с вращающимся ситом будет определяться по формуле

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta_0}, \quad (1.19)$$

где N_1 – мощность, необходимая на преодоление трения продукта о поверхность сита просеивающего барабана, Вт;

N_2 – мощность, необходимая на преодоление трения цапф вала в подшипниках просеивающего барабана, Вт;

N_3 – мощность, необходимая на перемещение просеянного продукта скребками барабана-сита, Вт;

η_0 – общий КПД передаточного механизма просеивателя.

При вращении барабана просеивателя возникает центробежная сила инерции массы продукта P_c , находящегося на поверхности вращающегося сита, величина которой определяется из уравнения

$$P_c = m_{np} \omega^2 R, \quad (1.20)$$

где m_{np} – масса продукта, находящегося на поверхности сита, кг;

ω – угловая скорость вращения сита, рад/с;

R – радиус приложения силы трения, равный радиусу просеивающего барабана, м.

Сила трения T_1 , вызываемая центробежной силой, будет соответственно определяться по уравнению

$$T_1 = P_c f_1, \quad (1.21)$$

где f_1 – коэффициент трения скольжения продукта по сита ($f_1 = 0,6 - 0,8$);

Следовательно, мощность, необходимая на преодоление трения продукта о поверхность сита, определяется по уравнению

$$N_1 = T_1 R \omega. \quad (1.22)$$

Масса продукта, находящегося на поверхности сита, может быть определена по формуле

$$m_{np} = \pi D H h \rho_n \varphi_c, \quad (1.23)$$

где D – диаметр барабана-сита, м;

H – высота просеивающего барабана, м;

h – толщина слоя продукта на сите, м;

ρ_n – насыпная масса продукта, кг/м³.

φ_c – коэффициент использования поверхности сита ($\varphi_c = 0,7 - 0,8$);

Мощность, необходимая на преодоление трения цапф вала в подшипниках просеивающего барабана, определяется из уравнения

$$N_2 = (m_{\delta} + m_{np}) g r_1 \omega f_2 \quad (1.24)$$

где m_{δ} – масса просеивающего барабана, $m_{\delta} = 1,0$, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

r_1 – радиус цапфы вала просеивающего барабана, м ($r_1 = 0,01$ м);

f_2 – коэффициент трения в подшипниках вала просеивающего барабана.

При наличии подшипников скольжения $f_2 = 0,15 - 0,3$, а при наличии подшипников качения $f_2 = 0,001 - 0,015$.

Мощность, необходимая на перемещение просеянного продукта скребками, зависит от центробежной силы, возникающей при вращении скребков P_{cc} . Величина центробежной силы определяется из уравнения

$$P_{cc} = m_{np} \omega^2 R_c, \quad (1.25)$$

где R_c – радиус приложения силы трения, равный среднему радиусу скребков, м;

Сила трения T_2 , вызываемая центробежной силой P_{cc} , определяется по уравнению

$$T_2 = P_{cc} f_3, \quad (1.26)$$

где f_3 – коэффициент трения скольжения продукта по поверхностям скребков

($f_3 = 0,2 - 0,4$);

Следовательно, мощность, необходимая на перемещение продукта скребками, будет определяться по уравнению

$$N_3 = T_2 R_c \omega_3, \quad (1.27)$$

где ω_3 – угловая скорость вращения скребков, равная угловой скорости барабана-ситы, рад/с .

Принимаем: высота скребка равна высоте просеивающего барабана H , ширина равна $0,01$ м.

Масса продукта, перемещаемая скребками, зависит от величины площади, описываемой скребками, и высоты скребка, т. е.

$$m_{np} = \pi (R_{\max}^2 - R_{\min}^2) h_c \rho \varphi_c, \quad (1.28)$$

где $R_{\max}$ – расстояние от оси вращения до конца скребков, м,

$$R_{\max} = D/2 + 0,01;$$

$R_{\min}$ – расстояние от оси вращения до начала скребков, м,

$$R_{\min} = D/2;$$

h_c – высота скребка, м;

φ_c – коэффициент использования площади, описываемой скребками
($\varphi_c = 0,6 - 0,7$).

Общий КПД передаточного механизма просеивателя определяется как произведение коэффициентов полезного действия каждой отдельной ступени передаточного механизма, т. е.

$$\eta_0 = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n, \quad (1.29)$$

где $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ – КПД отдельных ступеней передаточного механизма машины.

Принимаем $\eta_0 = 0,9$.

Порядок оформления отчета

Отчет о расчетно-проектной работе включает в себя:

- цель работы;
- теоретическую часть, в которой излагается сущность сортировочно-калибровочного процесса, виды классификации продуктов и их характеристика;
- расчетную часть, в которой приводится расчет просеивателя с вращающимся ситом типа МП по предлагаемому варианту (таблица 1.11);
- графическую часть, в которой дается чертеж просеивателя и спецификация к нему.

Таблица 1.11 – Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Вид перерабатываемого сырья	Диаметр барабана, D , м	Высота барабана, H , м
1	Мука пшеничная в/с	0,20	0,14
2	Мука пшеничная 1/с	0,25	0,15
3	Мука пшеничная 2/с	0,30	0,12
4	Мука пшеничная обойная	0,20	0,12
5	Мука ржаная сеяная	0,25	0,14
6	Мука ржаная обдирная и обойная	0,30	0,15
7	Мука овсяная	0,18	0,12
8	Мука соевая	0,20	0,14
9	Мука ячменная	0,25	0,12
10	Рис	0,30	0,14
11	Пшено	0,30	0,16
12	Сахар-песок	0,20	0,15
13	Соль поваренная крупная	0,25	0,12
14	Соль поваренная мелкая	0,30	0,14
15	Макаронная крупка и полукрупка	0,20	0,15
16	Крупа гречневая	0,25	0,12
17	Крупа манная	0,18	0,12
18	Крупа овсяная	0,30	0,14
19	Крупа перловая № 1	0,20	0,13
20	Крупа перловая № 2	0,25	0,15
21	Крупа перловая № 5	0,18	0,16
22	Крупа ячневая	0,30	0,18
23	Крупа Полтавская № 1	0,20	0,14
24	Крупа Полтавская № 3	0,20	0,12
25	Крупа Артек	0,25	0,14

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите основные способы разделения продуктов на фракции.
2. По каким признакам классифицируют просеиватели?
3. Каково принципиальное устройство просеивателей с вращающимся ситом?
4. Устройство и принцип действия вибрационных просеивателей с плоским ситом.
5. Как определить производительность просеивателей?
6. Сформулируйте правила эксплуатации просеивателей.

Глава 2 Оборудование для мойки и очистки

§3 Расчет картофелеочистительной машины периодического действия

Теоретическая часть

Очистительное оборудование предназначено для удаления с продуктов поверхностного слоя (кожицы с овощей и фруктов, чешуи с рыбы и др.), имеющего небольшую пищевую ценность. На предприятиях общественного питания используют машины для очистки овощей и приспособление для очистки рыбы от чешуи.

Термический способ очистки может быть огневым и паровым.

При огневом способе очистки клубни в термоагрегатах подвергаются в течение нескольких секунд (3 – 15) обжигу при температуре от 1200 °С до 1300 °С. При этом кожура обугливается и происходит проваривание поверхностного слоя клубней на глубину от 0,6 до 1,5 мм. После обжига клубни очищаются в моечно-очистительной машине (пиллере) с помощью вращающихся щеточных и резиновых валиков.

При паровом способе очистки клубни в паровых агрегатах подвергаются воздействию острого водяного пара повышенного давления (от 0,4 до 1,1 МПа) и температуры в течение от 1 до 2 мин, далее сбрасывают давление до атмосферного (или в самой рабочей камере, или при разгрузке). В результате резкого снижения давления влага в слое под кожурой мгновенно закипает и превращается в пар, который отслаивает и разрывает кожуру клубней. Из-за повышенной температуры пара небольшой поверхностный слой клубней проваривается. Окончательная очистка осуществляется в пиллере.

При химическом способе очистки клубни подвергают обработке раствором щелочи с последующей очисткой механическим способом и нейтрализацией остатков щелочи кислотой (уксусной или лимонной).

Технологический процесс обработки может быть различным. В одних случаях подогревается непосредственно раствор щелочи (до 100 °С), в других клубни, вынутые из раствора (до 48 °С). Продолжительность обработки щелочным раствором до 3 до 8 мин.

Химический и паровой способы можно объединить в щелочно-паровой способ очистки. При этом способе очистки используют и химический, и паровой агрегаты: вначале клубни обрабатываются 12%-ным раствором каустической соды при температуре от 75 °С до 80 °С в течение 10 мин, а затем острым паром при давлении от 0,5 до 0,6 МПа в течение 1 мин – далее осуществляется очистка в моечно-очистительной машине.

Для овощей, предварительно прошедших термическую обработку наружного покрова (острым паром или обжигом), в условиях некоторых заготовочных цехов применяются щеточные очистительные машины с рабочими органами в виде чередующихся вращающихся валиков с капроновыми и резиновыми щетками. Валики установлены вдоль цилиндрического корпуса в нижней его части, а в центральной части установлен вращающийся с остановками шнек. Шнек периодически перемещает овощи от загрузочного бункера к люку для выгрузки по поверхности вращающихся щеток. В верхней части корпуса смонтирован коллектор для подачи воды, которая смывает очищенную кожуру, и она проваливается через щеточные валы в специальную ванну.

При механическом способе очистки наружный покров сдирается с овощей шероховатыми рабочими поверхностями во время относительного их перемещения (проскальзывания). При этом клубень должен прижиматься к шероховатой поверхности с определенным усилием, чтобы частички этой поверхности углубились в клубень, а при дальнейшем его движении произошло микросрезание. Очистка механическим способом всегда сопровождается интенсивным воздействием воды, которая смывает с клубней удаленные частицы верхнего слоя и уносит их за пределы рабочей камеры. При этом участки поверхности клубней многократно соприкасаются с абразивными поверхностями и, следовательно, сдирается не только кожура, но и часть самого клубня, что приво-

дит к увеличению отходов. Для их снижения клубни должны быть откалиброваны, а очистку целесообразно прекращать, когда очищено от 85 % до 90 % клубней. Глазки, участки с вогнутой, механически и биологически поврежденной поверхностью дочищаются вручную.

Доочистка клубней вручную – процесс чрезвычайно трудоемкий с большим процентом отходов. Для исключения ручного способа доочистки за рубежом используют специально выведенные сорта столового картофеля с клубнями правильной формы и поверхностно залегающими глазками. Картофель таких сортов предварительно сортируют (отделяют крупные и мелкие клубни), поврежденные клубни отбраковывают и используют затем для технических целей (получение крахмала и т.д.).

Широко известен способ глубокой механической очистки, при котором удаляется значительный поверхностный слой клубня (до 15 мм), а иногда из середины клубня вырезается параллелепипед или куб. Средняя часть клубня поступает для дальнейшей переработки на предприятия питания, а поверхностный слой используется в технических целях. Однако при глубоком способе очистки клубней отходы составляют от 50 % до 60 %, а главное – удаляется поверхностный, наиболее ценный с точки зрения питательности, слой.

На предприятиях общественного питания применяют в основном механический способ очистки овощей, что объясняется отсутствием оборудования небольшой производительности и невысокой сложности для осуществления термического и химического способов очистки. Кроме того, только при механическом способе очистки отходы могут быть использованы для производства крахмал, спирта и т.д.

Однако оптимальным способом очистки, с точки зрения сохранения питательных веществ при минимальных отходах, считается паровой.

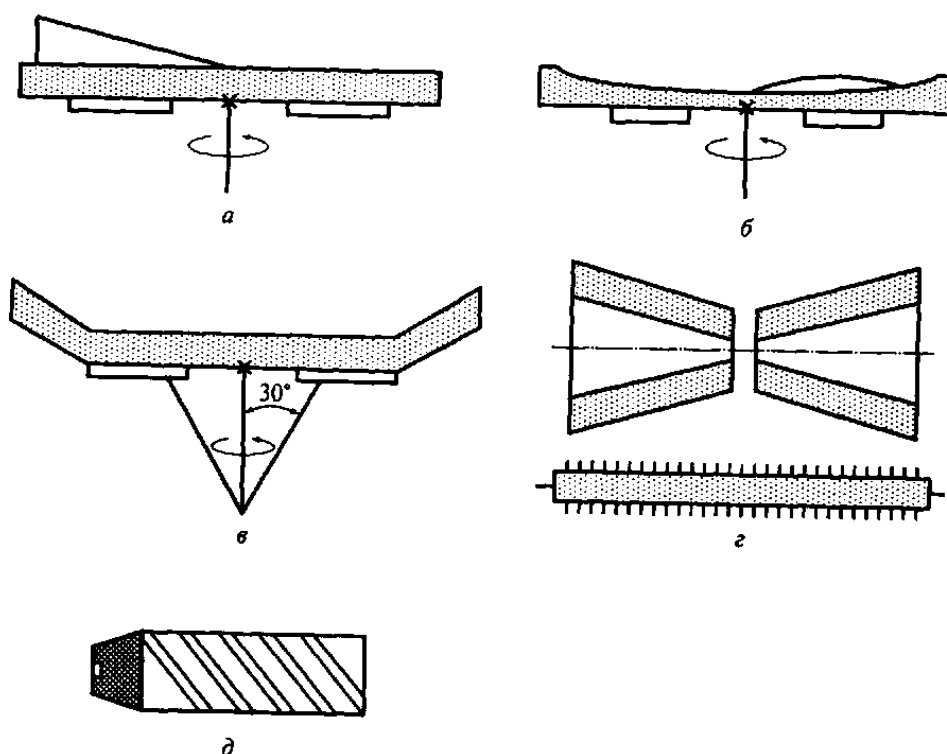
Очистка не должна приводить к повреждению клубней, что бывает при неправильно подобранных частоте вращения рабочих органов и конструктивных параметров. Из таких клубней вымываются крахмальные зерна, они быст-

рее темнеют после очистки и их консистенция становится более мягкой, а на поверхности клубня часто бывают выбоины.

Поскольку в объеме очищаемых овощей наибольший удельный вес занимает картофель, машины для очистки корнеплодных овощей и картофеля носят название картофелечисток, хотя в них очищаются и другие овощи.

Все очистительное оборудование можно классифицировать по следующим признакам:

- по функциональному назначению: для очистки овощей и для очистки рыбы от чешуи;
- по структуре рабочего цикла: периодического и непрерывного действия;
- по форме рабочего органа (рисунок 2.1) дисковые, дисковые с закругленными краями, конусные (для картофелеочистительных машин периодического действия), роликовые (для картофелеочистительных машин непрерывного действия), винтовые скребки (для рыбчисток);

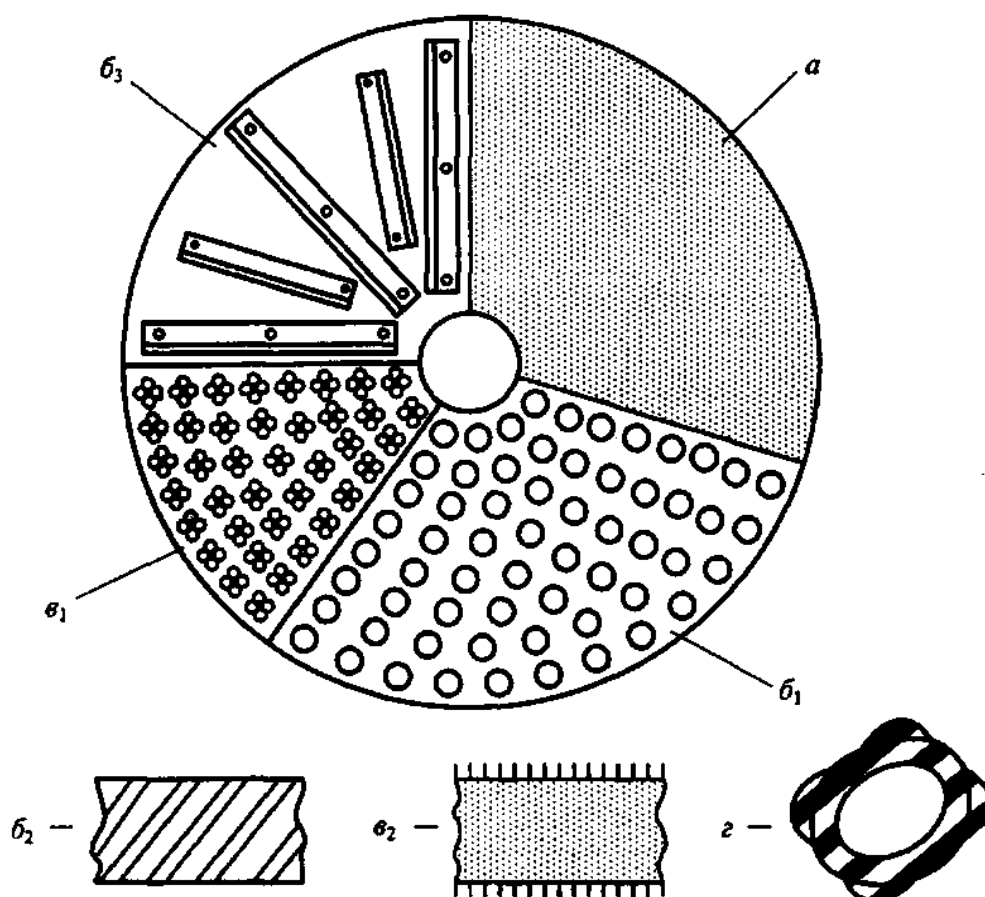


a – дисковые; *б* – дисковые с закругленными краями; *в* – конусные; *г* – роликовые; *д* – винтовые

Рисунок 2.1 – Форма рабочих органов очистительного оборудования

- по характеру рабочей поверхности (рисунок 2.2) абразивные (на бакелитовой, магнезиальной и других основах), шероховатые металлические или пластмассовые, лезвийные, щеточные, гибкая нить, резиновые;

- по виду привода: с индивидуальным приводом и в качестве сменных механизмов.



a – абразивная; б₁ – металлическая с отверстиями; б₂ – винтовая нарезка; б₃ – лезвийная нарезка; в₁ – пластмассовая с отверстиями; в₂ – гибкая нить; г – резиновая

Рисунок 2.2 – Рабочие поверхности очистительного оборудования

В последнее время отечественная промышленность и ряд зарубежных фирм выпускают в основном дисковые картофелеочистительные машины. Они имеют рабочий орган в виде металлического вращающегося диска (см. рисунок 2.1, *a*), верхняя поверхность которого имеет волнообразную форму и выполнена из шероховатых (чаще всего абразивных) материалов. На поверхности име-

ются от двух до четырех волн, высота которых увеличивается от центра диска к его краям. Иногда волны выполняют отдельно из металла или другого материала и устанавливают на диск. Некоторые картофелеочистительные машины периодического действия отечественного и зарубежного производства (МОК-150, МОК-300, LP-90, LP-350 и др.) имеют рабочие органы в виде вогнутой (больше или меньше) чаши (смотреть рисунок 2.1, б) с плавным переходом от горизонтальной поверхности к наклонной.

Конусные картофелеочистительные машины имеют рабочий орган в виде вращающегося шероховатого усеченного конуса (смотреть рисунок 2.4, в). Если применяют абразивный материал, то конусную абразивную чашу устанавливают на металлическое основание.

На нижней стороне рабочих органов картофелеочистительных машин периодического действия расположены вертикальные лопасти для удаления отходов.

В картофелеочистительных машинах непрерывного действия применяют роликовые рабочие органы (смотреть рисунок 2.1, г). Их выполняют в виде усеченных конусов из абразивного материала и устанавливают по соответствующим диаметрам. Также могут использоваться цилиндрические ролики, поверхность которых покрыта гибкой нитью (щетками). Эти рабочие органы применяют для очистки поверхности клубней при их обработке термическим способом.

В рыбоочистительном приспособлении используют металлический скребок, на поверхности которого сделаны винтовые нарезки (рисунок 2.4, д).

Самыми распространенными в России на сегодняшний день являются картофелечистки типа МОК (Beltorgmash, Барановичи, Беларусь).

Отечественные и белорусские машины оснащаются абразивным материалом как на дне камеры (съёмные рабочие органы), так и на ее стенках (абразивные сегменты).

Картофелечистки западных производителей отличаются от белорусских и отечественных наличием нескольких видов съемных абразивных рабочих органов, которые называют дисками:

- крупнозернистый для очистки преимущественно «старых» картофеля, моркови, свеклы;
- мелкозернистый для очистки молодого и среднего по возрасту картофеля, а также зеленой редьки, молодой свеклы и моркови;
- щеточный для очистки лука;
- ножевой для очистки картофеля за счет среза минимального количества кожуры ножами, установленными с минимальным зазором.

В импортных моделях чаще встречается вариант, когда абразив располагается только на дне камеры, и реже, когда дно и стенки выполнены из абразива. Кроме того, в ряде импортных машин применяются съемные перфорированные барабаны, стенки которых напоминают мелкую терку (используются для очистки всех видов продуктов, кроме лука), и специальные корзины для мойки и сушки овощей и зелени.

Универсальные машины для очистки овощей, фруктов, моллюсков выпускает компания Imperial Machine Company (Peelers) Limited (Англия).

Расчетная часть

Цель работы: Изучение способов очистки овощей и классификации очистительных машин; ознакомление с конструкцией и принципом действия картофелеочистительных машин периодического и непрерывного действия; приобретение практических навыков по расчету картофелеочистительной машины периодического действия.

Задание: выполнить расчет картофелеочистительной машины периодического действия (дисковой или конической), если заданы: тип машины, D – внутренний диаметр рабочей камеры, м; H – высота цилиндрической части

рабочей камеры, м; n – частота вращения рабочего органа, мин⁻¹; $T_{ц}$ – общее время цикла, с.

Методика расчета

Определение производительности картофелеочистительных машин периодического действия

Исходя из общей формулы для определения производительности машин периодического действия, часовую теоретическую производительность камерной картофелеочистительной машины по сырью можно определить по формуле

$$Q = \frac{m}{t_3 + t_0 + t_6}, \quad (2.1),$$

где m – масса единовременно загружаемой для очистки порции продукта, кг;

t_3 – время загрузки продукта в рабочую камеру, с (определяется от момента закрытия разгрузочного люка до момента окончания загрузки в рабочую камеру порции продукта);

t_0 – время обработки продукта, с (определяется от момента окончания загрузки до момента открытия разгрузочного люка машины);

t_6 – время выгрузки продукта, с (определяется от момента открытия разгрузочного люка до момента его закрытия).

Экспериментально установлено, что время выгрузки продукта составляет не более 5 – 6 с; время загрузки в основном зависит от места подачи сырья и времени засыпки его в мерную емкость. Оптимальное время загрузки составляет от 10 до 55 с, но в реальных рабочих условиях оно может быть и больше. Время обработки продукта в рабочей камере колеблется от 120 до 300 с. Это время в значительной степени зависит от срока хранения овощей, их упругости и состояния наружного покрова, а также от состояния абразивных поверхностей рабочего органа и рабочей камеры.

Практически это время соответствует времени полной очистки клубней и определяется визуально. Как уже было отмечено выше, при механическом способе очистки целесообразно осуществлять процесс до тех пор, пока полностью не очистятся 90 % клубней. При очистке овощей к конечному продукту предъявляют следующие требования. Полностью очищенным считается клубень, у которого кожура сохраняется в углублениях, а на остальной поверхности имеется не более трех участков с кожурой, наибольший размер которых не превышает от 1 до 3 мм.

Для определения массы единовременно загружаемой порции продукта или объема рабочей камеры машины общее время цикла обработки продукта $T_{\text{ц}}$ при данной часовой теоретической производительности можно принимать:

для конусных картофелеочистительных машин $T_{\text{ц}} = 160 - 200 \text{ с}$;

для дисковых картофелеочистительных машин $T_{\text{ц}} = 90 - 120 \text{ с}$;

для сменных механизмов к универсальным приводам с дисковым рабочим органом $T_{\text{ц}} = 210 - 240 \text{ с}$.

При поверочных расчетах производительности машины, когда объем рабочей камеры известен, масса m может быть подсчитана по формуле:

$$m = \nu \varphi \rho, \quad (2.2)$$

где ν – объем рабочей камеры, м^3 ;

φ – коэффициент заполнения рабочей камеры,

$$\varphi = \nu_o / \nu;$$

ν_o – объем рабочей камеры, заполненный продуктом;

ρ – насыпная масса обрабатываемого продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для камерных картофелеочистительных машин $\varphi = 0,55 - 0,65$ для картофеля $\rho = 700 \text{ кг}/\text{м}^3$.

У картофелеочистительной машины объем рабочей камеры определяется исходя из геометрических размеров последней и может быть определен для дисковых картофелеочистительных машин по формуле:

$$v = \frac{\pi D^2}{4} H, \quad (2.3)$$

где D – диаметр рабочей камеры, м;

H – высота цилиндрической части рабочей камеры, м.

Для конусных картофелеочистительных машин объем камеры для обработки может быть определен как сумма объемов цилиндрической части камеры, абразивной чаши и обечайки крышки (рисунки 2.3 и 2.4).

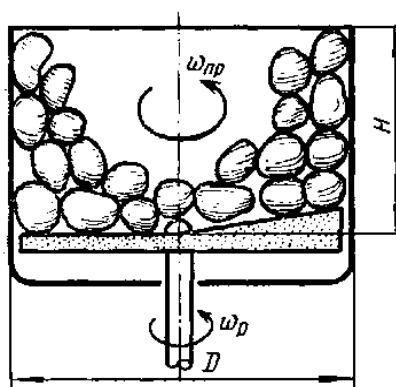


Рисунок 2.3 – Схема расположения продукта при работе дисковой картофелеочистительной машины

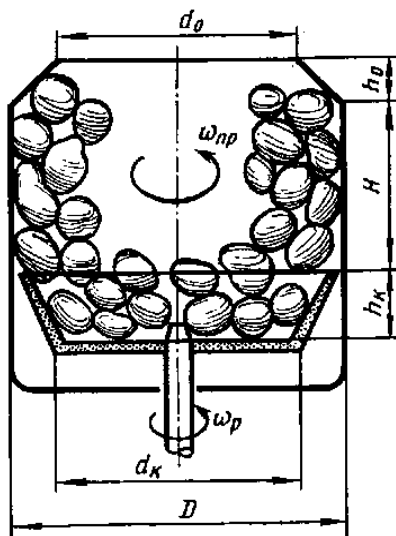


Рисунок 2.4 – Схема расположения продукта при работе конусной картофелеочистительной машины

$$v_k = v_u + v_k + v_o. \quad (2.4)$$

Для вычисления объема v_u может быть использована формула (2.3).

Вычисление объемов чаши v_k и обечайки v_o следует производить по формуле:

$$v = \frac{\pi h}{12} (D^2 + d^2 + Dd), \quad (2.5)$$

где h – соответственно высота обечайки крышки h_o или высота (глубина) абразивной чаши h_k ;

D – диаметр рабочей камеры, м;

d – соответственно диаметр дна чаши d_k или верхнего основания усеченного конуса обечайки d_o .

Для обечайки за d_o с достаточной точностью можно принять диаметр откидной крышки.

Примем высоту обечайки $h_o = 0,04$ м; диаметр откидной крышки $d_o = 0,22$ м; диаметр дна абразивной чаши $d_k = 0,22$ м; высоту (глубину) чаши $h_k = 0,1$ м.

Определение мощности электродвигателя картофелеочистительных машин периодического действия

Исходя из механизма очистки и траектории движения клубней мощность, которую должен иметь электродвигатель, можно определить по формуле

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta_\mu}, \quad (2.6)$$

где N_1 – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения между клубнями и рабочим органом машины, Вт;

N_2 – мощность, затрачиваемая на подъем клубней в рабочей камере, Вт;
 η_μ – механический КПД машины, ($\eta_\mu = 0,9$).

Мощность, затрачиваемую на преодоление сил трения между клубнями и абразивной поверхностью рабочих органов, можно определить как произведение момента трения между рабочим органом и продуктом M_{mp} на угловую скорость рабочего органа ω_p :

$$N = M_{mp} \omega_p. \quad (2.7)$$

Учитывая условность коэффициента трения и сил трения при взаимодействии клубня с шероховатой поверхностью картофелеочистительных машин и принимая расположение массы клубней при вращении рабочего органа согласно рисунков 2.3 и 2.4, момент трения можно определить как произведение суммарной силы трения продукта T на плечо точки приложения этой силы относительно оси вращения r_{mp} :

$$M_{mp} = Tr_{mp}, \quad (2.8)$$

$$T = mgf\varphi_m, \quad (2.9)$$

где m – масса единовременно загружаемой порции продукта, кг;

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

f – условный коэффициент трения клубней об абразивную поверхность,
 $f = 0,8 - 1,3$;

φ_m – коэффициент, учитывающий, что во время вращения рабочего органа часть клубней находится в подброшенном состоянии и не оказывает влияния на создание сил трения.

Можно принимать значение в диапазоне $r_{mp} = (0,33 - 0,40)D$, где D – внутренний диаметр рабочей камеры машины). Для расчета мощности дисковых картофелеочистительных машин значение r_{mp} следует принимать ближе к нижнему пределу, а при расчете конусных машин – к верхнему;

При расчетах φ_m следует принимать:

для конусных картофелеочистительных машин $\varphi_m = 0,5 - 0,6$;

для дисковых картофелеочистительных машин $\varphi_m = 0,8 - 0,9$.

Мощность на подбрасывание клубней можно определить как работу, затрачиваемую в единицу времени:

$$N_2 = AK, \quad (2.10)$$

где A – работа, затрачиваемая на подъем клубней, Н·м;

K – количество подъемов массы клубней в секунду, 1/с.

Для дисковых картофелеочистительных машин можно предположить, что волны очистительного диска, проходя по всей массе продукта, поднимают его каждый раз на высоту, равную максимальной высоте волны на диске.

В условиях работы картофелеочистительных машин подъем клубней, находящихся на разном расстоянии от центра диска, будет различным. Поскольку высота волн на диске увеличивается от его центра к краям, клубни, находящиеся ближе к центру диска, имеют меньшую высоту подъема. В то же время клубни, находящиеся у стенки рабочей камеры, поднимаются на высоту, которая превышает максимальную высоту волны, так как эти клубни вытесняются соседними клубнями (рисунки 2.5 и 2.6).

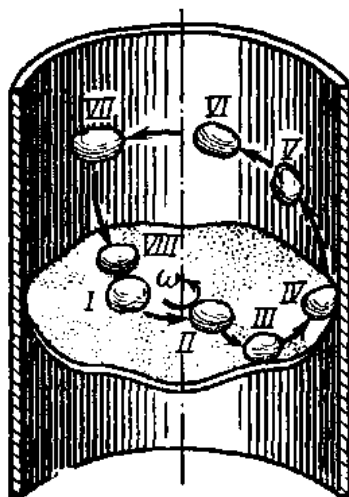


Рисунок 2.5 – Схема движения клубня в дисковой картофелеочистительной машине

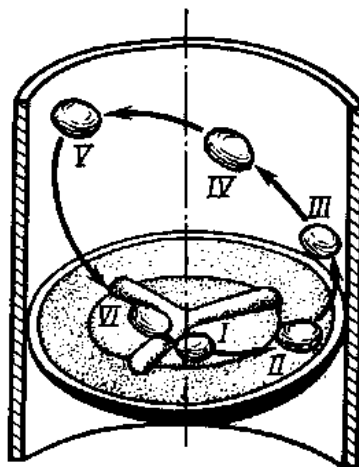


Рисунок 2.6 – Схема движения клубня в конусной картофелеочистительной машине

Если высоту подъема клубней в среднем принять равной максимальной высоте волны, то работа может быть определена следующим образом:

$$A = mgS, \quad (2.11)$$

где S – максимальная высота волны на терочном диске, м, $S = 0,03$ м.

Количество подъемов массы клубней, одновременно загруженных в рабочую камеру, в секунду составит

$$K = \frac{nzK_{ск}}{60}, \quad (2.12)$$

где n – частота вращения диска, мин^{-1} ;

z – количество волн на диске, шт. принимаем $z = 3$;

$K_{ск}$ – коэффициент проскальзывания клубней относительно диска.

Так как вся масса клубней вращается в направлении вращения диска с угловой скоростью $\omega_{np} = \omega_p (1 - K_{ск})$, количество подъемов массы клубней будет меньше в $K_{ск}$ раз. При расчетах коэффициент проскальзывания можно принять $K_{ск} = 0,4 - 0,7$.

Окончательная формула для расчета мощности, затрачиваемой на подъем массы клубней в дисковой картофелеочистительной машине, $N_{2Д}$ примет вид

$$N_{2Д} = \frac{mgSnzK_{ck}}{60}. \quad (2.13)$$

В конусных картофелеочистительных машинах, как видно из траектории движения клубней, подъем последних происходит на большую высоту, чем в дисковых машинах (рисунки 2.5 и 2.6). Одни клубни поднимаются на всю высоту рабочей камеры и, располагая неизрасходованным запасом энергии, ударяются об отбойник. Другие клубни поднимаются только на некоторую часть рабочей высоты камеры. Поэтому в конусных картофелеочистительных машинах при расчете мощности, затрачиваемой на подъем клубней, за среднюю высоту подъема можно принять высоту стенки рабочей камеры, покрытую абразивным материалом. Тогда работа, затрачиваемая на подъем клубней, может быть выражена произведением $A = mgH$, а формула для определения $N_{2К}$ примет вид

$$N_{2К} = mgH \frac{n}{60} K_n, \quad (2.14)$$

где H – высота стенки рабочей камеры машины, покрытая абразивным материалом, м;

K_n – коэффициент подброса клубней, учитывающий, что за каждый оборот рабочего диска не все клубни, находящиеся в рабочей камере, будут подброшены.

В основном подбрасываются только те клубни, которые находятся на конической поверхности рабочего органа. Значение K_n можно принять равным 0,5 – 0,7.

При определении $N_{2К}$ мощность, затрачиваемая на подъем массы клубней волнами, находящимися на плоской части абразивной чаши, не учитывается. Такое допущение можно сделать в связи с тем, что высота волн в конусных картофелеочистительных машинах мала, а масса клубней, находящихся на днище чаши во время ее вращения, невелика.

Порядок оформления отчета.

Отчет о расчетно-практической работе включает в себя:

- цель работы;
- теоретическую часть, в которой излагается классификация картофелеочистительных машин, основы теории чистки, устройство и принцип работы очистительной машины, требования эксплуатации;
- расчетную часть, в которой приводится расчет очистительной машины по предлагаемому варианту (таблица 2.1);
- графическую часть, в которой дается чертеж очистительной машины и спецификация к нему.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите технологические требования, предъявляемые к очистке овощей?
2. Назовите способы очистки овощей.
3. Как классифицируют очистительные машины и механизмы?
4. Какие шероховатые поверхности при механическом способе очистки используют в очистительном оборудовании?
5. Каково принципиальное устройство картофелеочистительных машин (дисковых и конусных)?
6. Как движутся клубни в картофелеочистительных машинах периодического действия?
7. Какие параметры влияют на качество очистки овощей?
8. Каково принципиальное устройство картофелеочистительных машин непрерывного действия?
9. Как регулируют время очистки овощей в картофелеочистительных машинах непрерывного действия?

10. Как определить производительность картофелеочистительных машин периодического и непрерывного действия?

11. Каковы правила эксплуатации этих машин?

Таблица 2.1 –Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Тип машины*	Внутренний диаметр рабочей камеры, D , м	Высота цилиндрической части рабочей камеры, H , м	Частота вращения рабочего органа, мин^{-1}	Общее время цикла $T_{\text{ц}}$, с
1	1	0,30	0,18	400	90
2	1	0,32	0,20	410	95
3	1	0,34	0,22	420	100
4	1	0,36	0,24	430	105
5	1	0,38	0,18	440	110
6	1	0,40	0,20	450	115
7	1	0,30	0,22	460	120
8	1	0,32	0,24	470	90
9	2	0,25	0,12	400	210
10	2	0,20	0,14	410	215
11	2	0,30	0,16	420	220
12	2	0,25	0,18	430	225
13	2	0,20	0,12	440	230
14	2	0,30	0,14	450	235
15	2	0,25	0,16	460	240
16	2	0,20	0,18	470	210
17	2	0,30	0,12	480	215
18	3	0,36	0,18	360	160
19	3	0,38	0,20	370	165
20	3	0,40	0,22	380	170
21	3	0,30	0,24	390	175
22	3	0,32	0,18	400	180
23	3	0,34	0,20	410	185
24	3	0,36	0,22	420	190
25	3	0,38	0,24	430	195
* 1 – дисковая; 2 – сменный механизм к приводам с дисковым рабочим органом; 3 – конусная.					

Теоретическая часть

Один из самых трудоемких процессов на предприятиях общественного питания – мытье посуды. Для механизации мытья посуды применяются посудомоечные машины.

Технологический процесс машинной обработки посуды состоит из следующих последовательно осуществляемых операций:

- удаления остатков пищи с посуды холодной или теплой водой температурой до 40 °С;
- мойки моюще-дезинфицирующим раствором температурой от 45 °С до 55 °С;
- первичного ополаскивания водой температурой от 56 °С до 65 °С;
- вторичного ополаскивания (стерилизации) водой температурой от 85 °С до 98 °С;
- сушки (с помощью естественной конвекции, обусловленной разницей температур горячей посуды и воздуха окружающей среды, или принудительно подаваемым горячим воздухом);
- бактерицидной обработки (применяют редко).

Для конкретных машин интервалы указанных температур меньше.

Классификация посудомоечных машин. Выпускаемые промышленностью посудомоечные машины классифицируют по следующим признакам: технологическому назначению, структуре рабочего цикла, устройству рабочей камеры и рабочих органов.

По технологическому назначению машины могут быть универсальными и специализированными.

Универсальные машины (МПУ-1400, ММУ-2000, ММУ-1000, ЛБ-НМТ-1А, МПУ-700, МПУ-350, ММУ-500 и др.) предназначены для обработки несколь-

ких видов столовой посуды (тарелок всех размеров и форм, стаканов, столовых приборов, подносов и т.д.).

Специализированные машины предназначены для обработки только одного вида посуды: стаканов, столовых приборов, котлов, контейнеров и стеллажей, функциональных емкостей, котлетных ящиков и т.д. Преимущества специализированных машин бесспорны, однако экономические расчеты показывают, что применение их оправдано лишь на крупных предприятиях, общественного питания. На мелких предприятиях, где ежедневный оборот посуды невелик, целесообразно использовать универсальные машины.

По структуре рабочего цикла машины бывают периодического и непрерывного действия. Особенность машин периодического действия – цикличность операций. Цикл складывается из трех последовательно выполняемых операций: загрузки, обработки (мытья) и выгрузки чистой посуды.

Особенность машин непрерывного действия – непрерывность загрузки загрязненной посуды, ее обработки (выполнение всех технологических операций по мытью) и выгрузки чистой посуды. При этом посуда перемещается конвейером вдоль нескольких секций рабочей камеры и последовательно проходит все операции.

По устройству рабочей камеры машины делятся на камерные и открытые.

Большинство отечественных и зарубежных машин – камерного типа; посуда обрабатывается в закрытой камере. В машинах периодического действия во время мытья камера полностью закрывается. В машинах непрерывного действия входной и проемы закрыты гибкими шторами (из резины, пластика и т.д.), что позволяет посуде беспрепятственно перемещаться вдоль всех зон и предотвращает разбрызгивание воды за пределы машины. Машины непрерывного действия имеют две, три камеры и более.

В машинах открытого типа часть зон мытья посуды открытой, и оператор во время работы соприкасается и горячей водой, и с моюще-дезинфицирующим раствором.

К машинам открытого типа относятся машины для тарелок (Франция), стаканомоечные машины (США) и др.

По устройству рабочих органов различают гидравлические и гидромеханические машины.

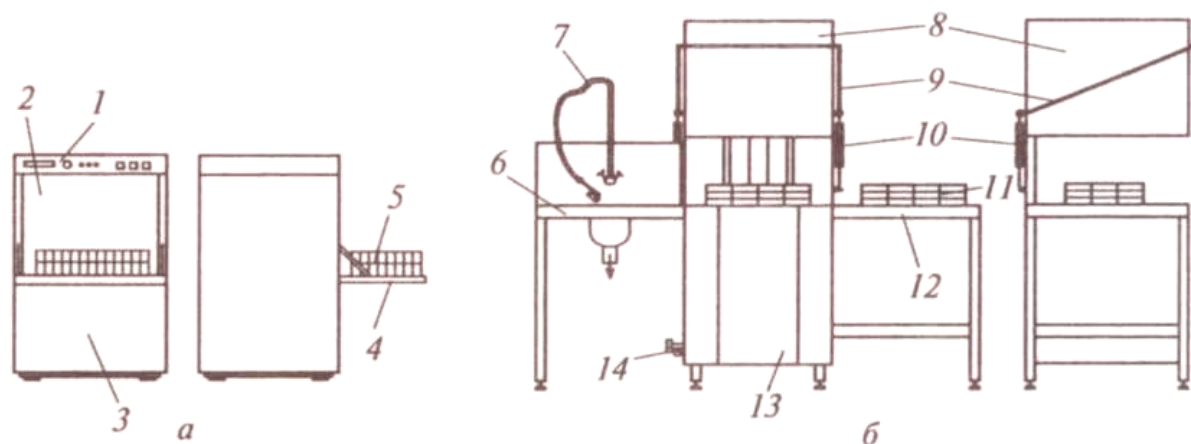
Работа гидравлических (душевых) посудомоечных машин основана на гидравлическом воздействии больших (по расходу) потоков теплой и горячей воды на посуду. При этом используется проточная или рециркулирующая (с использованием центробежных насосов) вода. Для интенсификации мытья в воду вводят моющие средства.

Работа гидромеханических посудомоечных машин основана на одновременном гидравлическом и механическом воздействии на посуду. При этом посуда обрабатывается щеточными поверхностями (щетками), смачиваемыми проточной водой, а так моюще-дезинфицирующими растворами. Такой способ мытья применяется в машинах производства Франции, Испании и США.

Посудомоечные машины периодического действия

В машинах периодического действия посуда (стаканы, чашки, тарелки, баранчики) и приборы загружаются для мойки в специальные кассеты (корзины). К этой группе относятся фронтальные и купольные посудомоечные машины. Все выпускаемые в настоящее время машины универсальные, однокамерные и автоматизированные.

Посудомоечные машины фронтального типа (рисунок 2.7, а) получили свое название из-за фронтального обслуживания, когда загрузка и разгрузка кассет 5 с посудой в камеру 2 осуществляются через дверцу 4 на лицевой стенке. При этом открытая дверца служит столом для размещения корзин с посудой. Панель управления 1 может располагаться в разных моделях в верхней или боковой части лицевой (фронтальной) поверхности.



1 – панель управления; 2 – камера; 3, 13 – основание; 4 – дверца; 5, 11 – кассета; 6 – загрузочный стол; 7 – душирующее устройство; 8 – купол; 9 – рычаг; 10 – механизм подъема; 12 – разгрузочный стол; 14 – трубопровод

Рисунок 2.7 – Посудомоечные машины периодического действия:
а – фронтальная; б – купольная (капотные)

Эти машины являются самыми компактными и рассчитаны на напольное размещение в моечных отделениях или цехах предприятий, а некоторые модели специально разрабатываются для установки под рабочий стол. Производительность фронтальных машин (таблица 2.2) позволяет использовать их для мойки посуды и столовых приборов на малых и средних предприятиях общественного питания.

Таблица 2.2 – Параметры некоторых моделей фронтальных машин

Параметр	Electrolux, Швеция		Elettrobar, Италия	
	WT30E	WT30E (усиленная)	E50	E55
Время цикла, с	90–240	90–240	60–180	180
Объем бойлера, л	12	12	6	6
Общая мощность, кВт	5,35	6,85	3,65	5,7
Производительность, кассет/ч	40	40	20–60	20–60
Габариты, мм	600x600x850	600x600x850	575x600x830	600x690x1235

В зависимости от загрязненности посуды производительность фронтальных машин составляет от 20 до 60 кассет/ч. В стандартную кассету с размерами в плане 500х500 мм в среднем можно загрузить 18 тарелок либо 24 больших или 48 маленьких чашек. Расход воды на кассету в разных моделях составляет от 3 до 4 л при цикле мойки 120 с.

В машинах фронтального типа мойка происходит, как правило, в два этапа: мойка с применением раствора моющих средств при температуре от 55 °С до 60 °С и ополаскивание горячей проточной водой при температуре не менее 85 °С (при необходимости стерилизации – не менее 92 °С).

Купольные машины (капотные) отличаются от фронтальных способом загрузки кассет – с левой или правой боковой стороны при открытом (поднятом) куполе. Рядом обычно устанавливают стол для предварительной мойки посуды и каплесборник.

Машина посудомоечная универсальная МПУ-700 (Гродненский завод торгового машиностроения, Беларусь) изготовлена однокамерной с двумя приставными столами для загрузки 6 и разгрузки 12 кассет 11 (рисунок 2.7 б). Она предназначена для мытья посуды (тарелок, баранчиков, суповых мисок, стаканов), столовых приборов, подносов размером не более 325 – 530 мм. Загрузочный стол оборудован душирующим устройством 7 и выдвижным сборником остатков пищи. Разгрузочный стол может располагаться в угловом или линейном варианте.

Моечная камера закрывается подъемным кожухом (куполом) 8 с помощью пружинного механизма подъема 10 рычагом 9. Система трубопроводов, насос и бачок с дозатором моющего средства смонтированы под ванной в основании 13 машины, на дверце которого расположен пульт управления.

Посуда после предварительной мойки душирующим устройством загружается в специальные кассеты и устанавливается в моечную камеру. Автоматический цикл обработки посуды состоит из времени мытья моющим раствором при температуре от 55 °С до 60 °С и ополаскивания горячей проточной водой при температуре от 85 °С до 92 °С. В зависимости от степени загрязненно-

сти посуды время цикла устанавливают в пределах от 80 с (I режим) до 120 с. (II режим). Циклограмма процесса мойки показана на рисунке 2.8.



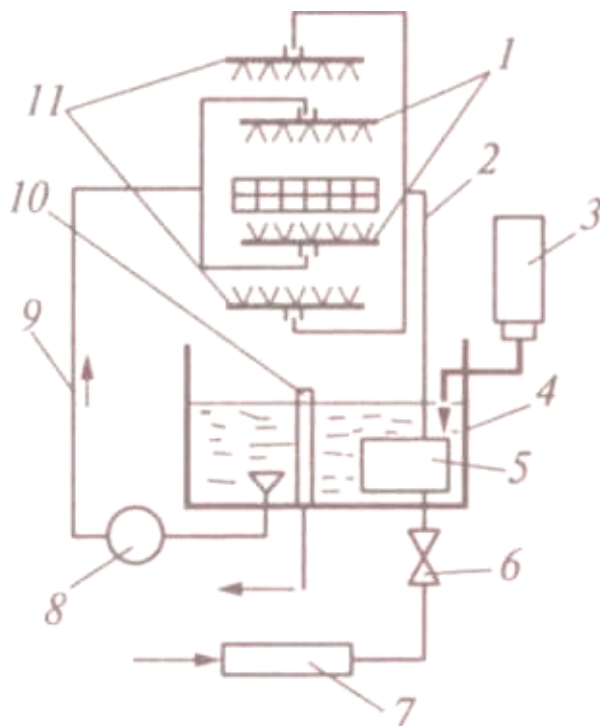
Рисунок 2.8 – Циклограмма процесса мытья в посудомоечной машине МПУ-700

Производительность машины 720 тарелок/ч (около 40 кассет/ч); общая мощность 16,3 кВт; габариты с приставными столами 1900x900x1500 мм. Машина может работать автономно при отсутствии горячего водоснабжения и применяются на небольших предприятиях общественного питания с числом мест от 50 и более.

Принцип мытья в машинах фронтальных и купольных примерно одинаков и может быть рассмотрен по гидравлической схеме, приведенной на рисунок 2.9.

Вода, поступающая в машину, подвергается фильтрованию, умягчению (для жесткой воды) в блоке подготовки 7 и через вентиль 6 направляется для нагревания электрическими нагревательными элементами (тэнами) в бойлер 5, установленный в моечной ванне 4. Теплая вода с моющим раствором, поступающим из дозатора емкости 3, нагнетается насосом 8 трубе 10 во вращающиеся моющие коллекторы 1 со съемными форсунками из термостойкой пластмассы. Ополаскивание промытой посуды осуществляется горячей проточной водой, поступающей в ополаскивающие коллекторы 11 через трубопровод 2. Во-

да после мойки и ополаскивания сливается в ванну 4 и после фильтрации вновь используется для мойки при следующей загрузке. Избыток воды вытекает из ванны через переливную трубу 10 и поступает в канализацию.



1 – моющие коллекторы; 2 – трубопровод ополаскивания; 3 – емкость с моющим раствором; 4 – ванна; 5 – бойлер; 6 – вентиль; 7 – блок подготовки воды; 8 – насос; 9 – трубопровод моющий; 10 – переливная труба; 11 – ополаскивающие коллекторы

Рисунок 2.9 – Гидравлическая схема посудомоечных машин периодического действия

Машины ММУ-500 и ММУ-250, отличаются от машины МПУ-700 производительностью, габаритами и некоторыми конструктивными особенностями (таблица 2.3).

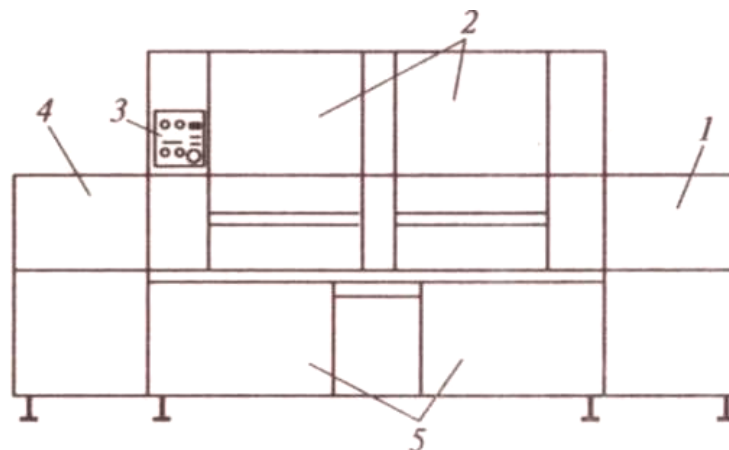
Таблица 2.3 – Характеристики моечных машин периодического действия

Показатель	МПУ-700	ММУ-500	ММУ-250
Производительность, шт./ч:			
тарелки	720	500	250
приборы	3000	3000	1500
подносы	240	300	150
Типоразмеры обрабатываемой посуды, мм:			
тарелки диаметром не более	240	240	240
стаканы диаметром не более	55–70	55–70	55–70
подносы не более	385x465	385x465	385x465
Единоновременная загрузка, шт.:			
тарелок	18	18	18
стаканов	36	40	20
подносов	8	40	10
приборов	140	100	100
Машинное время обработки одной кассеты, с	80/120	105	180
Температура моющего раствора, °С	40	50	50
Температура ополаскивающей воды, °С			
I ополаскивание	-	60	60
II ополаскивание	85	92	92
Давление воды в магистрали, МПа, не менее	0,2	0,15	0,15
Установленная мощность при водоснабжении, кВт:			
холодном	16,3	25,7	18,75
горячем	8,3	13,7	6,7
Мощность водонагревателя, кВт	13,5	24	12
Габаритные размеры, мм:			
длина	1200	1806	1806
ширина	830	760	760
высота	1500	1440	1440
Масса, кг, не более	200	350	300

Машины непрерывного действия

Машины моечные универсальные непрерывного действия (конвейерного типа) предназначены для мытья посуды (тарелок, баранчиков, суповых мисок, стаканов), столовых приборов, подносов размером не более 325х530 мм на крупных предприятиях общественного питания. Они обеспечивают производительность при мойке тарелок более 1000 тарелок в час. Наружные покрытия выполнены в виде съемных стальных панелей.

Машины имеют три секции (рисунок 2.10): загрузки 1, моечную 2 и разгрузки 4, соединенные замкнутым транспортером из двух пластмассовых цепей, предназначенным для перемещения посуды через все технологические зоны, в которых она подвергается следующим операциям: сбивке водой мелких остатков пищи, мытью моющим раствором, двойному ополаскиванию и обсушиванию при автоматическом поддержании температуры воды и концентрации моющих средств. Они рассчитаны на обслуживание двумя операторами: один оператор занимается загрузкой посуды в машину, а другой – съемом чистой.



1 – секция загрузки; 2 – секция мытья; 3 – пульт управления; 4 – секция разгрузки; 5 – ванна

Рисунок 2.10 – Общий вид посудомоечной машины непрерывного действия

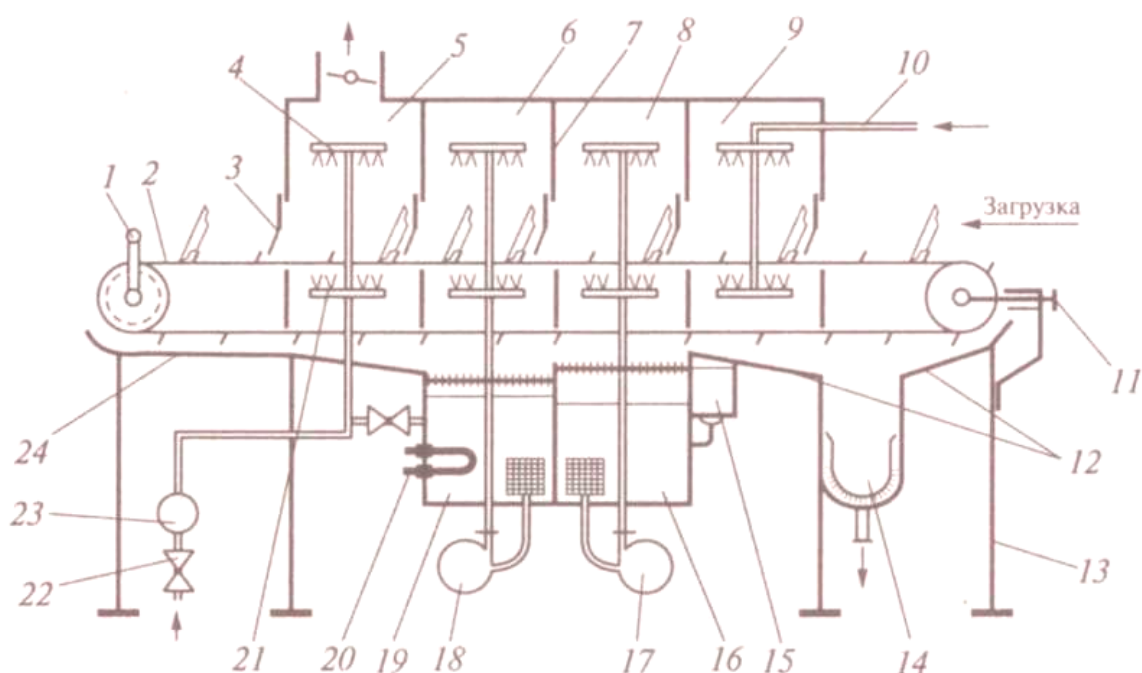
В месте стационарной установки под машинами обустраивается канализационный слив с трапом диаметром не менее 100 мм, а секция мытья подключается к вытяжной системе вентиляции для удаления паров. Привод транспортера состоит из электродвигателя, редуктора и цепной передачи. На дверце шкафа смонтирован пульт управления 3 машиной с кнопками управления и сигнальными лампами.

Секция мытья является основной секцией машины и представляет собой туннель, образованный ванной 5 и кожухом. С лицевой стороны секция мытья снабжена поднимающимися дверцами 2.

Из наиболее применяемых на отечественных предприятиях являются машины моделей ММУ-1000 и ММУ-2000 (Гродненский завод торгового машиностроения, Беларусь).

В машине ММУ-1000 (рисунок 2.11) основной частью является горизонтальный короб (туннель), установленный на раме 13 и разделенный изнутри перегородками 7 на четыре секции: 9 – струйной очистки посуды холодной водой, 8 – мытья моющим раствором, 6 – первичного ополаскивания, 5 – вторичного ополаскивания.

Через все зоны обработки посуда, предварительно очищенная от крупных остатков пищи, перемещается пластмассовыми пальцами специального цепного транспортера 2, оснащенного механизмом 11 для натяжения тягового рабочего органа. В каждой секции установлены верхние 4 и нижние 21 водяные коллекторы с форсунками. Для предотвращения разбрызгивания моющей жидкости и ополаскивающей воды в нижней части каждой перегородки закреплены резиновые или полиэтиленовые фартуки 3. Под секциями мытья и ополаскивания расположены две ванны: первая по ходу движения посуды – моечная ванна 16 заполняется моющим раствором с температурой от 40 °С до 45 °С за счет переливания горячей воды из ванны 19 первичного ополаскивания и поступления концентрированного моющего средства из емкости 15 с дозатором. Во второй ванне 19 первичного ополаскивания установлены трубчатые электронагреватели (тэны) 20, поддерживающие температуру горячей воды от 50 °С до 60 °С.



1 – механизм блокировки; 2 – транспортер; 3 – резиновый фартук; 4 – верхние коллекторы; 5 – секция вторичного ополаскивания; 6 – секция первичного ополаскивания; 7 – перегородка; 8 – секция мытья; 9 – секция струйной очистки; 10 – трубопровод холодного водоснабжения; 11 – механизм натяжения; 12, 24 – поддоны; 13 – рама; 14 – бункер; 15 – емкость для моющего средства; 16 – ванна моечная; 17, 18 – насосы; 19 – ванна первичного ополаскивания; 20 – тэны; 21 – нижние коллекторы; 22 – клапан; 23 – водонагреватель

Рисунок 2.11 – Принципиальная схема посудомоечной машины ММУ-1000

В эту ванну вода также поступает переливом, но из поддона 24, в который стекает горячая проточная вода из коллекторов секции 5 вторичного ополаскивания. В зону вторичного ополаскивания (стерилизации) вода поступает из водопровода, предварительно нагретая в водонагревателе 23 до температуры от 85 °С до 96 °С.

Во время работы машины температура воды в водонагревателе и уровень воды в ваннах поддерживается автоматически.

В коллекторы секций мытья 8 и первичного ополаскивания 6 моющий раствор и горячая вода подаются центробежными насосами соответственно 17 и 18, которые откачивают жидкость через фильтры из соответствующих ванн.

В секции 9 струйной очистки мелкие остатки пищи смываются с посуды водопроводной водой и струями воды направляются в бункер 14, где накапливаются и периодически удаляются. Затем посуда поступает в секцию 8 мытья, где моется моющим раствором, подаваемым насосом 17 из моечной ванны 16. Далее посуда проходит в зону первичного ополаскивания, где с нее горячей водой смывается моющее средство.

В зонах струйной очистки и вторичного ополаскивания используется проточная вода, поступающая соответственно из водопровода 10 и водонагревателя 23, в зонах мытья и первичного ополаскивания °С рециркуляционная или обратная вода, подаваемая из ванн 16 и 19 насосами 17 и 18 в форсунки коллекторов секций 8 и 6.

При выходе из туннеля посуда, двигаясь на транспортере, проходит свободный участок, где обсыхает и остывает. Чистую посуду снимают, когда она оказывается на расстоянии от 150 до 200 мм до механизма блокировки 1. Последний отключает транспортер при соприкосновении с посудой, предотвращая ее падение на пол.

Машины ММУ-2000, ЛБ-НМТ-1А, МПУ 1400, ММПУ-2000 отличаются от машины ММУ-1000 производительностью, габаритами и некоторыми конструктивными особенностями, например в зависимости от наличия или отсутствия горячего водоснабжения мощность тэнов водонагревателя можно регулировать. В машине типа ММУГ водонагреватель работает на газовом обогреве. Характеристики машин непрерывного действия приведены в таблице 2.4.

Расчетная часть

Цель работы: изучение теоретических основ мойки; знакомство с классификацией моечных машин, применяемых на предприятиях общественного питания, их устройством и принципам действия; приобретение практических навыков по расчету моечных машин; выполнение расчета моечной машины непрерывного действия типа ММУ.

Таблица 2.4 – Параметры посудомоечных машин непрерывного действия

Показатель	ММУ-1000	ММУ-2000	ЛБ-НМТ-1А	МПУ-1400	ММУГ-2000
Производительность, шт./ч: тарелки диаметром 240 мм	800	1600	1000	1500	2000
Типоразмеры обрабатываемой посуды, мм: тарелки диаметром не более 240 стаканы, чашки подносы размерами не более 495х365	240 55–70 495х365	240 55–70 495х365	240 55–70 495х365	240 55–70 495х365	240 55–70 495х365
Расход моющего средства, °С	0,12	0,23	0,1	0,2	0,1
Температура моющего раствора, °С при I ополаскивании при II ополаскивании при струйной очистке	58 85 15–22	58 85 15–22	58 85 15–22	58 85 15–22	58 85 15–22
Скорость движения транспортера, м/с	0,012	0,025	0,01	0,025	0,01
Номинальная мощность, кВт: не более 40	40	40,8	33,36	33,35	0,025
Номинальная мощность без водонагревателя, кВт, не более 16	16	16,8	3,36	9,35	3,36
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	3800 1100 1350	5000 1100 1350	3580 1000 1350	3800 1100 1350	5000 1100 1350
Масса, кг, не более 890	890	890	890	890	890

Задание: выполнить расчет моечной машины непрерывного действия, если заданы: скорость транспортера v , м/мин; количество рядов посуды при размещении ее поперек транспортера, $ж$, шт.; расстояние между одноименными точками тарелок S , м; длина участка $L_{0-1} = L_{2-3}$, м; коэффициент использования транспортера $\varphi = 0,7$; расход воды на одну тарелку в зоне первичного ополаскивания $q = 17$ л/ч; напор, создаваемый насосом, $H = 8$ метров водяного столба; КПД насоса $\eta_n = 0,7$; коэффициент запаса мощности $\beta' = 1,5$; диаметр цапфы катка $D_k = 0,017$ м; диаметр катка $D_u = 0,04$ м; сумма весов погонного метра соответственно цепи и настила $q_o + q_n = 100$ Н/м; вес груза на погонном метре транспортера $q_{zp} = 130$ Н/м; коэффициент бокового прижатия ленты $k_{\delta} = 1,5$; общий КПД передаточного механизма транспортера $\eta_0 = 0,56$; КПД электродвигателя $\eta_{\varepsilon} = 0,9$; КПД передаточного механизма насоса $\eta_n = 0,98$.

Определение производительности посудомоечных машин

Производительность посудомоечных машин периодического действия определяется по формуле

$$Q = \frac{z}{t_3 + t_o + t_p}, \quad (2.15)$$

где z – количество предметов, одновременно загружаемых в камеру, шт.;

t_3 – время загрузки кассеты с посудой в камеру машины, с;

t_o — общее время обработки посуды, с;

t_p – время разгрузки, с.

Производительность посудомоечных машин непрерывного действия определяется по формуле

$$Q = \frac{Q_1}{T}, \quad (2.16)$$

где Q_1 – вместимость рабочего участка транспортера (по длине камеры), шт.;

T – время, в течение которого посуда проходит все рабочие зоны машины (равно общему времени обработки посуды), с.

Вместимость транспортера при размещении тарелок в один ряд может быть определена отношением длины l рабочего участка транспортера к шагу между ячейками S , т. е.

$$Q_1 = \frac{l}{S}, \quad (2.17)$$

Время обработки посуды T может быть определено из уравнения

$$T = \frac{l}{v}, \quad (2.18)$$

где v – скорость транспортера, м/с.

После подстановки значений Q_1 и T в формулу (2.16), а также с учетом коэффициента использования транспортера φ формула (2.17) примет вид

$$Q = \frac{v \mathcal{J} \varphi}{S}, \quad (2.19)$$

где $\mathcal{J}$ – количество рядов посуды при размещении ее поперек транспортера.

Определение мощности электродвигателя насоса посудомоечной машины

Мощность, необходимая для работы насоса, определяется по формуле

$$N_n = \frac{Q_n p}{\eta_n}, \quad (2.20)$$

где

$$p = \rho g H; \quad (2.21)$$

Q_n – производительность насоса; определяется объемом жидкости, подаваемой насосом в нагнетательный трубопровод в единицу времени, м³/с;

p – давление перекачиваемой жидкости за счет энергии, сообщаемой ей насосом, Па;

η_n – коэффициент полезного действия насоса; характеризует совершенство конструкции и отражает относительные потери мощности в самом насосе.

Коэффициент полезного действия насоса выражается произведением

$$\eta_n = \eta_v \eta_z \eta_m, \quad (2.22)$$

где η_v – коэффициент подачи, или объемный КПД, представляющий собой отношение действительной производительности насоса к теоретической; учитывает потери производительности насоса при утечках жидкости через зазоры и сальники насоса;

η_z – гидравлический КПД – отношение действительного напора насоса к теоретическому; учитывает потери напора при движении жидкости через насос;

η_m – механический КПД, характеризующий потери мощности на механическое трение в насосе (в подшипниках, в сальниках и др.).

Коэффициент полезного действия насоса η_n зависит от степени его износа и в среднем составляет: для центробежных насосов 0,6 – 0,7, для центробежных насосов большой производительности 0,93 – 0,95.

Установочная мощность электродвигателя для насоса рассчитывается с учетом потерь ее при передаче от электродвигателя к насосу и в самом электродвигателе, а также с учетом возможных перегрузок в момент пуска насоса, возникающих в связи с необходимостью преодоления инерции покоящейся массы жидкости.

Таким образом, мощность определяется по формуле

$$N_{э.н} = \frac{N_n \beta'}{1000 \eta_v \eta_n} \quad (2.23)$$

где β' – коэффициент запаса мощности; его значения определяют в зависимости от номинальной мощности электродвигателя;

η_{ε} – КПД электродвигателя;

η_n – КПД передаточного механизма.

Принимают при $N_{\varepsilon.n} = \text{менее } 1 \text{ кВт}$ $\beta' = 2 - 1,5$; при $N_{\varepsilon.n}$ от 1 до 5 кВт $\beta' = 1,2 - 1,5$.

Определение мощности электродвигателя транспортера

Тяговым элементом приводного устройства ММУ-2000 служат две пластинчатые втулочно-катковые цепи, расположенные по обеим сторонам настила. Тяговый расчет заключается в определении максимальной тяговой силы цепей, по которой определяется мощность электродвигателя.

Для определения полной величины тяговой силы удобно пользоваться методом последовательного обхода по контуру транспортера, т. е. по точкам сопряжений прямолинейных и криволинейных участков его трассы (рисунок 2.12). Пронумеровав точки сопряжений начиная от точки сбега цепи с рабочего органа привода к точке ее набегания, находят последовательно натяжения во всех точках, а по разности натяжений на набегающей и сбегающей ветвях определяют величину тяговой силы.

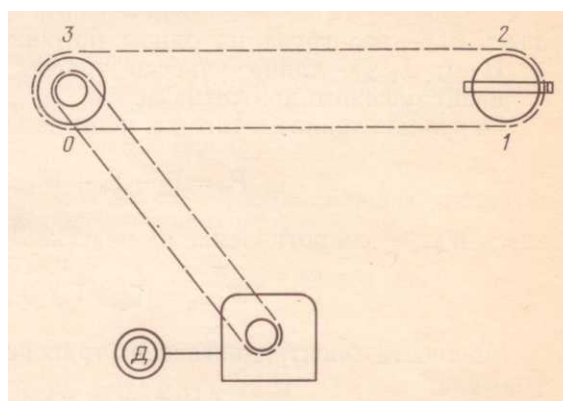


Рисунок 2.12 – Расчетная схема транспортера машины ММУ-2000

Величина наименьшего натяжения Γ_0 будет равна натяжению на пути сбега цепи в пределах 5 % допускаемого натяжения цепи, но не менее 500 Н на одну цепь.

Натяжение цепи в точке 1 определяют по формуле

$$\Gamma_1 = \Gamma_0 + W_{0-1}, \quad (2.24)$$

где W_{0-1} – сопротивление движению цепи на прямолинейном участке 0-1:

$$W_{0-1} = (q_o + q_n) L_{0-1} c_k; \quad (2.25)$$

q_o – вес 1 пог. м цепи, Н/м;

q_n – вес 1 пог. м настила, Н/м;

L_{0-1} – длина участка 0 -1, м;

c_k – коэффициент сопротивления настила на прямолинейном участке:

$$c_k = \frac{D_u (f_1 + 2f_2)}{D_k}; \quad (2.26)$$

D_u – диаметр цапфы катка, м;

f_1 – коэффициент трения внутреннего отверстия катка о втулку ($f_1 = 0,2$);

f_2 – коэффициент трения катка о направляющие ($f_2 = 0,06$);

D_k – диаметр катка, м.

Натяжение в точке 2 принимается равным

$$\Gamma_2 = 1,1\Gamma_1. \quad (2.27)$$

Натяжение в точке 3 равно

$$\Gamma_3 = \Gamma_2 + W_{2-3}. \quad (2.28)$$

где W_{2-3} – сопротивление движению конвейера с грузом на участке 2-3:

$$W_{2-3} = (q_o + q_n + q_{gp}) L_{2-3} c_k k_{\phi}, \quad (2.29)$$

q_{gp} – вес груза на одном погонном метре транспортера, Н/м;

L_{2-3} – длина участка трассы 2-3, м;

k_{ϕ} – коэффициент бокового прижатия ленты.

Окружное усилие в тяговой цепи равно

$$P_0 = \Gamma_3 - \Gamma_0 + W_{3-0} \quad (2.30)$$

где W_{3-0} – сопротивление на участке 3-0:

$$W_{3-0} = 0,2(\Gamma_3 + \Gamma_0). \quad (2.31)$$

Мощность электродвигателя транспортера определяют по формуле

$$N_T = \frac{1,3[0,1P_0(\Gamma_3 + \Gamma_0)]v}{1000\eta_0}, \quad (2.32)$$

где P_0 – окружное усилие в тяговой цепи, Н;

Γ_3 – величина наибольшего натяжения, Н;

Γ_0 – величина наименьшего натяжения, Н;

v – скорость движения цепи, м/мин;

η_0 – общий КПД передаточного механизма.

Порядок оформления отчета

Отчет расчетно-проектной работе включает в себя:

- цель работы;
- теоретическую часть, в которой излагаются основы теории мойки, классификация посудомоечных машин, их устройство и принцип действия;
- расчетную часть, в которой приводится расчет посудомоечной машины по предлагаемому варианту (таблица 2.5);
- графическую часть, в которой дается схема посудомоечной машины.

Таблица 2.5 – Варианты индивидуальных заданий

Номер варианта	Скорость транспортера, v , м/мин	Количество рядов посуды при раз- мещении её попе- рек транспортера, $ж$, шт.	Расстояние ме- жду одноимен- ными точками тарелок S , м	Длина участка трассы $\alpha_{0-1} = \alpha_{2-3}$, м
1	1,50	2	0,06	4,35
2	3,00	3	0,04	3,10
3	1,75	2	0,05	4,50
4	2,0	3	0,05	4,20
5	2,50	2	0,07	3,40
6	2,75	3	0,06	4,00
7	3,00	2	0,05	4,50
8	1,75	3	0,07	3,50
9	2,00	2	0,07	4,30
10	1,50	3	0,05	3,25
11	1,75	2	0,07	4,20
12	2,25	3	0,06	4,35
13	2,50	3	0,07	3,25
14	3,00	2	0,06	4,50
15	3,25	3	0,05	3,40
16	1,75	2	0,04	4,30
17	2,00	3	0,04	3,30
18	2,25	3	0,05	4,25
19	2,50	2	0,05	3,10
20	3,00	2	0,04	4,0
21	2,50	3	0,05	3,50
22	3,00	2	0,06	3,00
23	2,50	2	0,07	3,50
24	3,00	3	0,06	4,00
25	2,50	2	0,05	3,75

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию посудомоечных машин.
2. В чем различие между специализированными и универсальными посудомоечными машинами?
3. Объясните принцип действия посудомоечных машин фронтального типа; купольного типа.
4. Приведите принципиальную гидравлическую схему посудомоечных машин периодического действия и объясните ее действие.
5. В чем принципиальное отличие гранульных котломоечных машин?
6. Для чего применяют центробежные насосы в посудомоечных машинах?
7. Назовите температурные режимы обработки посуды в машинах непрерывного типа.
8. Изобразите принципиальную схему посудомоечной машины непрерывного действия и объясните ее работу.
9. В каких зонах обработки посуды в машинах непрерывного типа используется рециркуляционная вода? В чем целесообразность такого использования?

Глава 3 Прессующее оборудование

§5 Расчет шнековой соковыжималки

Теоретическая часть

Прессование – это процесс, при котором обрабатываемое сырье подвергается давлению. По способу создания давления различают механические, гидравлические и пневматические прессы.

На предприятиях общественного питания и пищевой промышленности прессование применяют для отжата жидкости из твердых материалов; формирования пластических материалов и уплотнения сыпучих материалов.

Отжатие жидкости из твердых материалов широко используют в виноделии, ликероводочном и консервном производствах (выделение соков из ягод и плодов), а также в масложировом производстве (получение масла из различных семян и жира из шквары). В свекольно-сахарном производстве прессованием отжимают воду из жома перед его сушкой.

При **формовании пластических материалов** изделиям придают необходимую форму. Этим способом обработки пользуются для формовки хлебопекарных дрожжей, для приготовления теста хлебобулочных, макаронных, кондитерских и других изделий.

Уплотнение (прессование) сыпучих материалов широко применяют при производстве сахара-рафинада и различных пищевых концентратов.

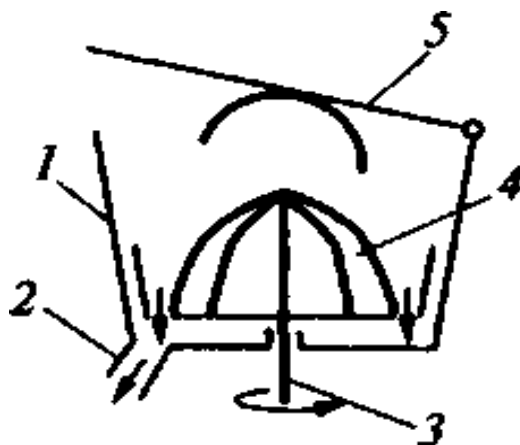
Процесс отделения жидкости неразрывно связан с фильтрацией ее через капилляры жома. Одновременно с удалением жидкости происходит уплотнение жома.

Отжатию подвергаются овощи, плоды, ягоды и стебли растений, имеющие сложную клеточную структуру. Чтобы уменьшить сопротивление этих

сложных структур выделению из них жидкой фазы, они перед отжатием подвергаются измельчению в целях разрушения протоплазменных оболочек.

Соковыжималки применяют для приготовления сока как из цитрусовых (в барах), так и из овощей, фруктов, зелени и других продуктов (на кухнях предприятий). Последние также называют универсальными.

Соковыжималки для цитрусовых (рисунок 3.1) устроены принципиально одинаково и представляют собой неподвижный приемник сока *1* с патрубком *2*, внутри которого на валу *3* вращается сепаратор *4*. В простых соковыжималках плод (разрезанный пополам) прижимается к ребристой поверхности съемного сепаратора рукой, в профессиональных моделях – специальной прижимной крышкой *5*.



1 – приемник сока; *2* – патрубок; *3* – вал сепаратора; *4* – сепаратор; *5* – нажимная крышка

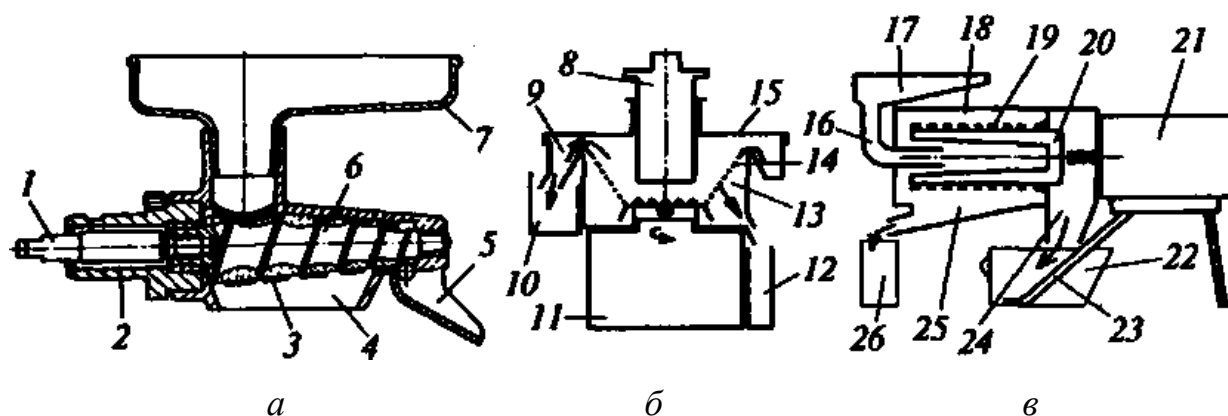
Рисунок 3.1 – Схема соковыжималки для цитрусовых

Измельченная мякоть собирается в чашеобразной части сепаратора, а сок через отверстия в ее дне проходит в приемник *1* и затем вытекает из патрубка *2* в подставленную емкость. Частота вращения сепаратора в различных моделях различна и для оснащенных прижимной крышкой составляет около 1400 об/мин. Мощность двигателей в таких машинах от 0,2 до 0,4 кВт. В ряде моде-

лей (например, испанской фирмы *Cunill*, итальянской *Fortune*) корпус машины изготавливают с наклоном в сторону стекания сока.

Универсальные соковыжималки в зависимости от принципа действия подразделяются на шнековые, конусные и барабанные (пульпаторы).

Шнековая соковыжималка (экстрактор) МС-40 (завод «Торгмаш», Россия) является сменным механизмом (насадка) универсальной кухонной машины УКМ и предназначена для переработки и дальнейшей гомогенизации спелых ягод, фруктов, томатов (на сок с мякотью или пасту-пюре) путем выдавливания исходного продукта шнеком через сетку (рисунок 3.2, а).



1 – вал шнека; 2 – хвостовик; 3 – сменная сетка; 4 – сливное устройство; 5, 24 – лоток для удаления жома; 6 – конусный шнек; 7, 17 – загрузочная воронка; 8 – толкатель; 9 – приемник жома; 10, 22 – сборник жома; 11, 21 – привод; 12, 26 – сборник сока; 13, 25 – приемник сока; 14, 19 – сепаратор; 15 – крышка; 16 – труба; 18 – камера; 20 – протирающий ротор; 23 – ножи

Рисунок 3.2- Универсальные соковыжималки: а – шнековая; б – конусная; в – барабанная

Хвостовик 2 механизма закрепляется в горловине привода универсальной кухонной машины, от которого вал 1 шнека 6 получает вращение (170 об/мин). Рабочая камера механизма выполнена в виде пустотелого горизонтально расположенного усеченного конуса, внутри которого устанавливается сменная сетка 3 из нержавеющей стали, повторяющая конфигурацию камеры. В ком-

плект входят сетки с отверстиями диаметром 2; 2,5 и 3 мм. В верхней стенке камеры, в расширенной ее части находится цилиндрический патрубок, к которому прикрепляется съемная загрузочная воронка 7. В нижней стенке камеры по всей ее длине сделано прямоугольное отверстие 4 в форме сливного лотка для стекания сока. В самой узкой части камеры предусмотрено разгрузочное отверстие для удаления жома с регулирующим винтом (не показано), от положения которого зависит влажность жома и его количество в единицу времени (производительность от 40 до 100 кг/ч).

Внутри камеры в подшипниках скольжения установлен вращающийся шнек 6, изготовленный из нержавеющей стали и имеющий винтовую нарезку конической формы. Диаметр винтовой нарезки и шаг витков шнека по ходу движения продукта постепенно уменьшаются, что обеспечивает раздавливание, уплотнение и отжатие сока через отверстия сетки. Сок выходит через сливное устройство 4, а жом – через лоток 5.

Конусные соковыжималки работают по принципу центробежного разделения сока и мякоти (рисунок 3.2, б) за счет наличия вращающегося от вертикального вала привода 11 сепаратора 14 в виде конусной металлической сетки, дно которой является измельчительным (терочным) диском. Продукт разрезают на части, загружают через воронку в крышке 15, и он падает на поверхность терочного диска. В различных моделях машин частота вращения терочного диска (сепаратора) составляет от 650 до 5200 об/мин. Чем выше частота вращения, тем лучше отделяется сок от жома и тем более сложной является конструкция привода сепаратора. Для прижатия продукта пользуются толкателем 8.

За счет центробежной силы измельченный продукт отбрасывается на сепаратор 14 и по его конической поверхности движется вверх, при этом сок продавливается через сетку конуса и попадает в приемник 13, из которого стекает в сборник 12. Обезвоженный жом через верхнюю кромку сепаратора выбрасывается в приемник жома 9 и далее поступает в сборник жома 10 (обычно из прозрачного материала). Продолжительность безостановочной работы конус-

ных соковыжималок в первую очередь зависит от степени чистоты металлической сетки сепаратора, а также емкости сборников сока и жома.

В соковыжималках фирмы Omega (США) внутренние поверхности деталей из нержавеющей стали, по которым движется жом, обработаны пескоструйным способом, что уменьшает прилипание частиц жома. Высота всех моделей 305 мм, диаметр круглого корпуса 200 мм, мощность двигателя 0,25 кВт.

Барабанные соковыжималки называют также **пульпаторами**, они предназначены для получения сока (пульпы) только из проваренных продуктов (овощей, соков и др.). По принципу действия эти машины напоминают протирочные (рисунок 3.2, в).

Проваренный и разрезанный на части продукт подается в загрузочную воронку 17 и вместе с отделяющейся из него жидкостью проваливается в трубу 16, которая вставлена внутрь неподвижного барабана (сепаратора) 19 из металлической нержавеющей сетки. Продукт захватывается лопастями протирочного ротора 20, вращающегося от горизонтального вала привода 21, и перемещается вдоль сепаратора, протираясь через его сетку. Пульпа (сок с мякотью) поступает в камеру 18 и через приемник сока 25 стекает в сборник сока 26. Жом на выходе из сепаратора лопастями ротора 20 сбрасывается в лоток 24 и накапливается в сборнике 22, устанавливаемом между передними ножками 23 машины.

Обоснование конструктивных параметров и режим работы шнековой соковыжималки.

Основным показателем, определяющим качество работы соковыжималок, является чистота сока и степень его отжатия из продукта.

При этом основными факторами, влияющими на выход отжатого сока, являются:

- давление, при котором происходит отжатие сока;
- содержание жидкой фазы в исходном сырье в % к массе сухого вещества;

- физико-механические характеристики исходного сырья;
- показатель, характеризующий способ предварительной обработки сырья;
- продолжительность процесса прессования;
- толщина отжимаемого слоя.

Сложность процесса отжатия, разнообразие способов предварительной обработки исходного сырья (нарезка, измельчение на терках и др.) и различие его физико-механических характеристик исключают возможность составления единого уравнения для расчета необходимого давления. Однако делаются попытки составить уравнение, которое характеризовало бы процесс отжатия жидкости из различных плодов и овощей.

Чистота получающегося сока зависит главным образом от направления сжимающего усилия (давления). Направление сжимающего усилия должно совпадать с осью вращения шнека. Исходя из теории работы винтовой кинематической пары, необходимо, чтобы радиальное составляющее усилие шнека было равно нулю. Это может быть обеспечено только в том случае, если угол рабочего профиля винтовой нарезки L равен нулю $R = Q(tg\alpha / \sin \beta)$. Это условие обеспечивается благодаря наличию упорного профиля витка шнека.

При расчете необходимого давления можно исходить из следующих предпосылок. В начале камеры (у загрузочного устройства) масса не испытывает сжатия. Уплотнение ее начинается постепенно с уменьшением шага винтовой нарезки или наружного диаметра шнека. С уплотнением массы увеличивается ее перетирание. Последний виток шнека постепенно увеличивает осевое давление на массу, которое воспринимается жомом. При этом вдоль камеры осевое давление в массе уменьшается за счет частичного уравнивания его трением массы о стенки камеры. Наибольшую плотность имеет то сечение массы, которое соприкасалось с последним витком шнека. Давление на виток шнека от прессования массы и продвижения ее вдоль камеры может быть определено по формуле

$$q_n = q_0 K_\phi \exp(BL), \quad (3.1)$$

где q_0 – удельное давление, необходимое для прессования массы, Па;

K_ϕ – коэффициент фильтрации.

B – постоянная величина, характеризуемая конструктивными параметрами шнека;

L – длина камеры, м.

Кроме давления, необходимого для прессования массы продвижения ее вдоль камеры, последний виток создает дополнительное давление, которое преодолевает сопротивление жидкой составной части при фильтрации ее через слой мезги и через отверстия в камере пресса. Поэтому при отжатии будут иметь место явления, свойственные процессу фильтрации, описываемому уравнением Пуазейля для течения жидкости в капиллярах

$$V = \frac{\pi Pr^4 n F_K \tau}{8 \mu l}, \quad (3.2)$$

где V – объем жидкости, протекающей за время τ , м³;

P – потеря давления в капилляре, Па;

r – радиус капилляра, м;

n – число капилляров на единицу площади слоя материала;

F_K – площадь сечения капилляра, м²;

μ – вязкость жидкости, Па·с;

l – длина капилляра, м.

На основе уравнения Пуазейля можно сделать вывод о том, что нерационально увеличивать толщину слоя, а, следовательно, и объем отжимаемой массы.

Расчетная часть

Цель работы: изучение теоретических основ процесса прессования; знакомство с классификацией соковыжималок, их конструкций и принципом работы; выполнение расчета соковыжималки.

Задание: выполнить расчет шнековой соковыжималки, если заданы: r_H – наружный радиус шнека первого витка, м; r_θ – радиус вала шнека, м; β – угол подъема винтовой нагрузки прессующего витка (20°); L – длина камеры, м; S – шаг первого витка, м; n – частота вращения шнека, с^{-1} ; z – количество прессующих витков ($z = 1$); ρ – насыпная масса продукта, кг/м^3 ; ρ' – угол трения продукта ($\rho' = 17^\circ$); φ – коэффициент заполнения камеры ($\varphi = 0,2$); K_{np} – коэффициент проскальзывания продукта ($K_{np} = 0,5$); q_o – удельное давление для прессования измельченной массы, кПа; K_ϕ – коэффициент фильтрации при отжатии сока из моркови и свеклы ($K_\phi = 2,1$); r – радиус капилляра ($r = 0,000002$ м).

Методика расчета

1. Определение производительности шнековой соковыжималки.

Производительность соковыжималки может быть определено по формуле

$$Q = (r_H^2 - r_\theta^2) \pi s n \rho \varphi K_{np} \quad (3.3)$$

где r_H – наружный радиус шнека в месте поступления продукта, м;

r_θ – радиус вала шнека, м;

S – шаг первого витка, м;

n – частота вращения шнека, с^{-1} ;

ρ – насыпная масса продукта, кг/м^3 ;

φ – коэффициент заполнения камеры, $\varphi = 0,2$;

K_{np} – коэффициент проскальзывания продукта вместе со шнеком $K_{np} = 0,5$.

2. Определение мощности электродвигателя шнековой соковыжималки.

Мощность электродвигателя соковыжималки определяется формуле

$$N = \frac{M_{кр} \omega z K_a}{\eta}, \quad (3.4)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент для получения необходимого сжимающего усилия на жом, кНм;

ω – угловая скорость шнека; рад/с;

z – количество прессующих витков;

K_a – коэффициент запаса мощности, учитывающий, что, кроме сжатия и продвижения продукта, шнек заставляет его вращаться ($K_a = 1,2$);

η – КПД электродвигателя ($\eta = 0.95$)

При вращении жома возникает сопротивление от трения его о стенки камеры и вал шнека

$$M_{кр} = q_n F \operatorname{tg}(\beta + \rho) \frac{D_{cp}}{r}, \quad (3.5)$$

где q_n – давление для прессования массы и фильтрации жидкости, (3.1);

F – площадь поперечного сечения сжимаемой массы, м²;

β – угол подъема винтовой нарезки прессующего витка, град;

ρ' – угол трения продукта о вал шнека, град;

D_{cp} – средний диаметр витка шнека, м.

В формуле (3.1)

$$B = \frac{2r_n \varphi}{r_n^2 - r_e^2} \operatorname{tg} \beta. \quad (3.6)$$

Порядок оформления работы

Отчет о расчетно-проектной работе включает в себя:

- цель работы;
- теоретическую часть, в которой излагаются теоретические основы процесса прессования, классификация соковыжималок;
- расчетную часть, в которой приводятся расчеты шнековой соковыжималки по предлагаемому варианту (таблица 3.1.)
- графическую часть, в которой дается чертеж шнековой соковыжималки и спецификация к ней.

Контрольные вопросы

1. Что такое процесс прессования? Где он применяется?
2. Приведите классификацию прессов по способу создания давления.
3. Каково принципиальное устройство соковыжималки?
4. Какие рабочие органы используются для отжатия сока?
5. Как определить производительность соковыжималки?
6. Сформулируйте правила эксплуатации выжималки.

Таблица 3.1 – Варианты индивидуальных заданий для расчета шнековой соковыжималки

Номер варианта	r_H , м	r_{θ} , м	L , м	S , м	n , с ⁻¹	ρ , кг/м ³	q_o , кПа
1	0,025	0,010	0,150	0,020	2,50	650	22
2	0,030	0,015	0,155	0,025	2,55	700	24
3	0,035	0,020	0,160	0,030	2,60	750	26
4	0,025	0,010	0,165	0,035	2,65	650	28
5	0,030	0,015	0,170	0,020	2,70	700	30
6	0,035	0,020	0,150	0,025	2,75	750	22
7	0,025	0,010	0,155	0,030	2,80	650	24
8	0,030	0,015	0,160	0,035	2,85	700	26
9	0,035	0,025	0,165	0,020	2,90	750	28
10	0,025	0,010	0,170	0,025	2,95	650	30
11	0,030	0,015	0,150	0,030	3,00	700	22
12	0,035	0,025	0,155	0,035	2,50	750	24
13	0,025	0,010	0,160	0,020	2,55	650	26
14	0,030	0,015	0,165	0,025	2,60	700	28
15	0,035	0,025	0,170	0,030	2,65	750	30
16	0,025	0,010	0,150	0,035	2,70	650	22
17	0,030	0,015	0,155	0,020	2,75	700	24
18	0,035	0,025	0,160	0,025	2,80	750	26
19	0,025	0,010	0,165	0,030	2,85	650	28
20	0,030	0,015	0,170	0,035	2,90	700	30
21	0,035	0,025	0,150	0,020	2,95	750	22
22	0,025	0,010	0,155	0,025	3,00	650	24
23	0,030	0,015	0,160	0,030	2,50	700	26
24	0,035	0,025	0,165	0,035	2,55	750	28
25	0,025	0,010	0,170	0,020	2,60	650	30

Заключение

В учебном пособии рассмотрены теоретические положения для осуществления конкретных технологических процессов, схемы и конструкции оборудования, расчетные формулы, достоинства и недостатки каждого аппарата или машины, приведены контрольные вопросы. Материал практикума подобран из различных литературных источников и обработан на единой методической основе, что позволяет углубленно изучать технологическое оборудование по преподаваемым отраслям пищевых производств и активизировать самостоятельную творческую работу студента.

Полученные знания будут необходимы при профессиональной подготовке студентов по направлению 260100.62 Продукты питания из растительного сырья для дисциплины «Технологическое оборудование предприятий отрасли» по профилю подготовки Технология продуктов общественного питания. Эти знания ориентированы на решение практических задач, непосредственно связанных с эксплуатацией основного технологического оборудования, а также с интенсификацией производственных процессов.

Список использованных источников

1. Ботов, М.И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания/ М.И. Ботов, В.Д. Елхина, О.М. Голованов. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 464 с.
2. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия)/ Л.А. Глебов [и др.]. – М.: ДеЛи Принт, 2006. - 816 с.
3. Душин, В.Н. Технологическое оборудование предприятий хранения и переработки зерна/ В.Н.Душин, В.П. Тарутин – М.: ЦНИИТЭИМинзага, 1978. - 59 с.
4. Механическое оборудование предприятий общественного питания / В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проникина, М.К. Богачев – М.: Экономика, 1981. - 320 с.
5. Кащенко, В.Ф. Оборудование предприятий общественного питания / В.Ф. Кащенко, Р.В. Кащенко. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2007. - 416 с.
- 6.Остриков, А.Н. Практикум по курсу «Технологическое оборудование»/ А.Н. Остриков, М.Г. Парфенопуло, А.А. Шевцов – Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 1999. - 424 с.
7. Романов, А.И. Практикум по оборудованию предприятий по хранению и переработке зерна/ А.И. Романов, Е.П. Тихомиров. – М.: Колос, 1981. - 143 с.