

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

М.М. Гафин

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРОИЗВОДСТВ**

краткий курс лекций



гДимитровград - 2021

УДК 664

ББК 35.1

Гафин М.М. Процессы и аппараты перерабатывающих производств: краткий курс лекций / М.М. Гафин - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 66 с.

Рецензенты: Шигапов Ильяс Исхакович, доктор технических наук, доцент кафедры «Технология производства, переработки и экспертизы продукции АПК» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Процессы и аппараты перерабатывающих производств: краткий курс лекций предназначен для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Утверждено

на заседании кафедры «Технология производства, переработки и экспертизы продукции АПК» Технологического института – филиала

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,

протокол № 10 от 11 мая 2021г.

Рекомендовано

к изданию методическим советом Технологического института – филиала

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Протокол № 10 от 11 мая 2021г.

© Гафин М.М. 2021

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2021

Лекция 1. Введение. Оборудование для транспортировки пищевых продуктов.

План лекции:

1. Задачи курса и его содержание.
2. Классификация технологического оборудования.
3. Подвесные пути, конвейеры и оборудование для их обслуживания.
4. Устройства для передачи продуктов по трубам.

1. Этот курс базируется на основе знаний, приобретенных при изучении общепромышленных и специальных дисциплин: теплотехники, гидравлики, процессов и аппаратов пищевых производств, общей технологии пищевых производств и т.п.

Дисциплина является одной из специальных дисциплин процесса обучения в ВУЗе и формирующей у студентов знания об оборудовании для механической обработки.

В задачи дисциплины входит:

- изучение физической сущности и механизма явлений, сопутствующих процессам переработки пищевых продуктов;
- изучение конструктивных форм рабочих органов технологического оборудования;
- изучение принципиальных основ конструкций современных технологических машин и аппаратов;
- изучение путей интенсификации и механизации производственных процессов.

В содержание курса входит изучение видов технологического оборудования для механической обработки. Структурные формы технологического оборудования. Виды технологических потоков, процессов и операций. Классификация современного технологического оборудования пищевой промышленности. Основные требования, предъявляемые к технологическому оборудованию и его рабочим деталям.

2. Оборудование для механической обработки принято классифицировать на:

- мойки сырья (зерна, сахарной свеклы, плодов и овощей, туш животных) и тары;

- очистки и сепарирования зерна (скальперагоры и камнеотборники, воздушно-ситовые сепараторы и просеиватели, триеры, падди-машины, воздушные и магнитные сепараторы и т.п.);

- инспекции, калибрования и сортирования плодов и овощей (инспекционные транспортеры, калибровочные и сортировочные машины и т.п.);

- очистки растительного и животного сырья от наружного покрова (обочные и щеточные машины, машины для шелушения и шлифования зерновых культур, бичерушки, гребнеотделители, машины для очистки картофеля и корнеплодов, машины для отделения шелухи и плодоножек, протирочные машины, машины для снятия шкур с животных и для снятия оперения с птиц и т.п.);

- измельчения пищевого сырья (вальцовые станки, дробилки, мельницы, резательные машины и свеклорезки, плющильные машины, мясорубки, волчки и куттеры, гомогенизаторы и т.п.);

- сортирования и обогащения сыпучих продуктов, измельчения пищевого сырья (рассева и ситовеечные машины, вымольные машины и виброцентрофугалы, энтольситеры и деташеры, дробильно-сортировочные машины и т.п.);

- разделения жидкообразных неоднородных пищевых сред (отстойники, центрифуги, сепараторы, фильтры и фильтрующие устройства, мембранные модули и аппараты, маслоизготовители и маслообразователи, прессы и т.п.);

- смешивания пищевых сред (мешалки для жидких пищевых сред, месильные машины для высоковязких пищевых сред, машины и аппараты для образования пенообразных масс, смесители для сыпучих пищевых сред и т.п.);

- формования пищевых сред (экструдеры, машины для формования штампованием, отливкой, отсадкой и прессованием, машины для нарезания пластов и заготовок из полуфабрикатов и т.п.).

3. Подвесные пути являются средством организации технологического потока и предназначены для передачи продукции, как в процессе её обработки, так и для межцеховой транспортировки массовых грузов.

Подвесные пути принято классифицировать по ряду наиболее важных признаков:

1) по наличию тяги они бывают с механической тягой - конвейерные (конвейеры) или без механической тяги - бесконвейерные.

2) по расположению - плоскостные (горизонтальные, вертикальные, наклонные) и пространственные.

3) по роду тягового органа - цепные, канатные, шнековые и штанговые.

4) по роду движения - с непрерывным и с ритмично - пульсирующим движением тягового органа и груза (т.е. движение с периодическими остановками).

5) по конструкции грузонесущих органов - со съёмными тележками (троллями) и крюками; с постоянно закрепленными крюками.

6) по типу передачи движения от конвейерной цепи к грузу - толкающие и грузонесущие.

7) по роду привода - с электрическим, гидравлическим и пневматическим приводом.

8) по количеству приводов - одноприводные, многоприводные и с групповым приводом.

9) по назначению - простые подвесные пути (конвейеры) для переработки одного вида скота; универсальные конвейеры для переработки нескольких видов скота (конвейер Захарова).

4. Для передачи таких продуктов, как жир, кровь, бульон применяют главным образом ротационные насосы типа шестеренчатых, эксцентриковолопастных, ротационно-поршневых, шланговых, ротационно-диафрагменных, создающие напор вытеснением перекачиваемой массы. Они просты по конструкции, в них нет клапанов и золотников, что позволяет быстро разбирать и собирать их при санитарной обработке, что необходимо при работе с пищевыми и скоропортящимися продуктами. На вращающихся валах этих насосов, при входе в рабо-

чую зону имеется сальниковое уплотнение для предотвращения возможного попадания смазочного масла в перекачиваемую продукцию.

Вопросы для самопроверки: На чем базируется курс оборудование для механической обработки? Что входит в задачи дисциплины? Как принято классифицировать оборудование для механической обработки? Чем являются подвесные пути? Как принято классифицировать подвесные пути? Как делятся подвесные пути по назначению? Для чего служат ротационные насосы? Каких типов бывают ротационные насосы?

Лекция 2. Сортировочно-калибровочное оборудование.

План лекции.

- 1) Классификация просеивателей.
- 2) Просеиватели с вращающимися ситами.
- 3) Обоснование режима работы просеивателя.
- 4) Производительность просеивателя.

1) Производственное назначение этого оборудования заключается в разделении сыпучих продуктов на фракции отличающиеся:

- либо качеством частиц (это и есть т.н. сортировка);
- либо величиной частиц (это называется калибровкой или классификацией).

Если же назначение оборудование заключается

- в отделении посторонних частиц от основного продукта,
- то этот процесс называется просеиванием.

Машины для проведения этих процессов называются – просеивателями (или ситами). При прохождении через сита получается как минимум две фракции:

- та часть продукта, что проходит через сита называется проходом;
- та же часть что остается на сите называется сходом.

Отверстия сит имеют различную конфигурацию. Наиболее часто употребляются:

- квадратные и прямоугольные;

- круглые и овальные;
- щелевидные и продолговатые;
- и ромбические отверстия.

На предприятия сыпучие продукты могут поступать в самой различной таре:

- матерчатых и полимерных мешках; - кульках; - картонных и деревянных ящиках и т.п.

Это естественно может привести к засорению

- мешковиной;
- зашивочной нитью;
- древесной щепой и др. мех. включениями.

Кроме того, при длительном хранении в сыпучих продуктах могут появиться органические примеси как результат жизнедеятельности сельхозвредителей (мелких насекомых и грызунов).

Все эти механические примеси и удаляются в машинах, которые носят название просеивателей (сит).

В зависимости от устройства и характера движения просеиватели классифицируются:

1. Просеиватели с цилиндрическими неподвижными ситами типа «Пионер»
2. Просеиватели с цилиндрическими вращающимися ситами.
3. Просеиватели с плоскими вибрационными ситами

2) Просеиватели с вращающимися ситами

Просеиватель МПП - II – 1 предназначен для просеивания

- муки всех сортов;
- крахмала;
- сахарного песка;
- соли и дробленых круп.

3) Обоснование режима работы просеивателя.

В просеивателях с вращающимися ситами внутри рабочей камеры создаются воздушные вихревые потоки, увлекающие частицы продукта во вращательное движение.

Поэтому на каждую частичку продукта действует две силы:

- центробежная сила
- и сила тяжести.

Если центробежная сила будет мала, то частичка останется внутри сита.

Поэтому

- центробежная сила должна быть больше
- силы тяжести продукта с учетом трения частичек о рабочие поверхности сита.

$$m \cdot \omega^2 R > m \cdot g \cdot f_m \quad (1)$$

Здесь

ω – угловая скорость барабана, рад/с;

R – радиус сита, м;

g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

f_m – коэффициент трения скольжения.

Если вместо угловой скорости ввести $\omega = 2\pi \cdot n$, то получим:

$$m \cdot (2\pi \cdot n)^2 R > m \cdot g \cdot f_m \quad (2)$$

Решая это уравнение относительно числа оборотов сита, получим:

$$n = 1,8 \sqrt{g f_m} / \pi R \quad \text{об/с} \quad (3)$$

Эта формула справедлива для просеивателей с вертикальным расположением рабочего органа.

При расположении сита наклонно эта формула несколько видоизменяется:

$$n = 1,8 \cos \alpha \sqrt{g f_m} / \pi R \quad \text{об/с} \quad (4)$$

4) Производительность просеивателя может быть найдена по общей зависимости для нахождения производительностей машин непрерывного действия (т.е. по уравнению неразрывности потока).

$$M_B = F \cdot v \cdot \rho \cdot \varphi \quad \text{кг/с} \quad (5)$$

Здесь,

F – суммарная площадь отверстий в сите, м^2 ;

v – линейная скорость частиц сыпучего продукта, м/с ;

ρ – насыпная масса продукта, кг/м^3 ;

ϕ – коэффициент использования поверхности сита.

F – зависит от размеров ячеек сита и их количества

$$F = k \cdot \pi D \cdot H \quad \text{м}^2 \quad (6)$$

Здесь,

k – т.н. коэффициент живого сечения сита $k = 0,5 - 0,8$;

πD – длина окружности сита, м ;

H – высота сита, м .

Скорость прохождения частичек продукта сквозь отверстия сита может быть найдена по формуле:

$$v = (1 - K_{\text{пр}})^2 R \cdot n / 2\pi \quad \text{м/с} \quad (7)$$

Здесь,

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент скольжения продукта по поверхности сита

$K_{\text{пр}} = 0,7 - 0,8$;

R – радиус сита, м ;

n – частота вращения сита, об/с .

Лекция 3. Моечное оборудование.

План лекции:

1) Классификация оборудования для мойки овощей.

2) Лопастная овощемоечная машина.

3) Моечно-очистительная машина.

4) Вибрационная моечная машина.

1) На мелких и средних предприятиях овощи (картофель, морковь, огурцы, баклажаны и т.п.) моются:

- либо в ваннах вручную;

- либо для этого могут использоваться картофелеочистительные машины периодического действия без абразивных поверхностей.

На крупных же предприятиях для мойки могут использоваться

- вибрационная машина ММВ – 2000; ММКВ -2000
- барабанная овощемоечная машина А9 –КМ –2;
- лопастная овощемоечная машина А9 – КЛА/1;
- щеточно-роликовая машина Т1 – КУМ –Ш;
- моечно-очистительная машина (пиллер).

Принцип действия всех овощемоечных машин основан

- во-первых, на механическом перемещении овощей;
- и, во-вторых, на интенсивном трении их друг о друга, а также о рабочие органы и стенки рабочей камеры машины.

При этом овощи:

- или перемещаются в водяном слое,
- или интенсивно поливаются водой из разбрызгивающих устройств.

Для интенсификации процесса мойки весь объем воды подвергается интенсивному перемешиванию:

- либо за счет установки в машине циркуляционных насосов
- либо за счет подачи в воду сжатого воздуха под давлением (барботаж).

Более интенсивно очистка корнеплодов происходит при предварительном замачивании клубней.

Наиболее простой является барабанная овощемоечная машина.

Для нее характерны следующие конструктивные свойства:

- Основой машины является горизонтально установленная цилиндрическая обечайка – барабан.

- Поверхность барабана перфорирована, – т.е. покрыта мелкими отверстиями.

- Барабан получает медленное вращение от привода (на рис. не показан).

- Корнеплоды загружаются через лоток установленный в передней части машины.

- Выгрузка осуществляется через лоток установленный в задней части барабана.

- В верхней части барабана устанавливается перфорированная труба, через которую на корнеплоды подается вода.
- В некоторых случаях барабан устанавливается в ванну с проточной водой.
- Для лучшего отмывания овощей и фруктов машины могут состоять из нескольких барабанов, например из трех.
- В двух первых мойка происходит в барабанах погруженных в ванну, а в третьем производится споласкивание с помощью душа.

2) Лопастная овощемоечная машина А9 – КЛА/1 устроена несколько по иному:

- Основой машины является рабочая камера, выполненная в виде неподвижного полуцилиндра с прямыми боковыми стенками.
- Стенки рабочей камеры могут быть либо сплошными, либо перфорированными.
- Внутри камеры установлен вал с наклонно установленными лопастями.
- С помощью наклонных обтянутых резиной лопастей корнеплоды перемещаются от места загрузки к месту выгрузки.
- Над рабочей камерой смонтировано устройство для разбрызгивания воды.

Машина А9 – КЛА/1 состоит из трех отсеков

а) первичной мойки, б) основной мойки; в) споласкивания.

3) Моечно-очистительная машина (пиллер) используется для доочистки (корнеплодов – картофеля, свеклы, моркови, лук и т.п.) после очистки их либо термическим или паровым способом.

Лекция 4. Машины для измельчения продуктов.

План лекции:

1. Основы измельчения.
2. Машины для мелкого, среднего и крупного измельчения.
3. Машины для тонкого и коллоидного измельчения.
4. Вакуумные измельчители.

1. Процесс изменения размеров кусков и частиц твердых веществ и материалов называется измельчением. Измельчение мелких частиц называется размол. Если требуется уменьшить размеры кусков без придания им определенной формы, процесс измельчения называется дроблением; если же одновременно с уменьшением размеров кусков им придается определенная форма, процесс измельчения называется резанием.

Измельчение относят к классу механических процессов. Движущей силой процесса измельчения является разность напряжений при деформации разрушаемого материала.

В пищевой промышленности интенсивность многих технологических процессов зависит от степени измельчения сырья, которая влияет на выход и качество конечного продукта. Измельчение может быть сухое и мокрое. При мокром измельчении к исходному сырью добавляют воду. Измельчение может быть достигнуто за счет удара, раздавливания, раскалывания и истирания. Так как при этом имеет место значительный расход энергии, то очень важно правильно выбрать способ измельчения.

Измельчение обычно разделяют на крупное, среднее и промежуточное, мелкое и тонкое (размол).

В пищевой промышленности чаще всего применяется мелкое измельчение при поперечном размере частиц от 50 до 20 мм и тонкое - в пределах от 20 мм до десятых долей миллиметра.

Для крупного помола обычно применяют щековые, конусные и дисковые дробилки;

для среднего и мелкого дробления - валковые и молотковые дробилки;

для тонкого измельчения (размола) используются дисковые, вальцовые, молотковые и шаровые дробилки-мельницы.

2. В пищевой и перерабатывающей промышленности машины для измельчения принято классифицировать по степени крупности получаемых кусков продукта, на машины для крупного, среднего и мелкого измельчения.

Согласно этого, волчки относятся к машинам для среднего и мелкого измельчения. Волчки предназначены для измельчения сырья в замороженном и обычном виде, жиросодержащего сырья и т.д.

По способу подачи сырья в режущий механизм, различают волчки: с механизированной подачей сырья, с подачей сырья самотеком за счет разностей уровней.

По способу подачи сырья в бункер различают волчки: с подачей сырья в бункер вручную и с подачей сырья в бункер механизированным подъемником.

По способу подачи сырья на основной шнек, волчки делятся на волчки без устройств для принудительной подачи сырья на основной шнек и волчки с принудительной подачей сырья на основной шнек.

Для обеспечения принудительной подачи сырья на основной шнек используются следующие дополнительные устройства:

- параллельный шнек или спираль;
- установленную в горизонтальной плоскости, перпендикулярно к основному шнеку спираль или две спирали, расположенные по дну бункера;
- перпендикулярный, отвесный шнек, установленный в бункере ;
- две параллельные спирали, смонтированные поверх шнека с некоторым наклоном и ряд других.

По расположению цилиндров волчки разделяются на машины с горизонтальным цилиндром и с наклонным цилиндром.

В зависимости от назначения волчка цилиндры бывают:

- чугунные - для измельчения продукта при положительной температуре;
- чугунные с рубашкой охлаждения - для измельчения жиросодержащего сырья;
- стальные или чугунные со вставными ребрами - для измельчения замороженного сырья;
- чугунные со щелями - для измельчения желатинового сырья.

3. К машинам для тонкого и коллоидного измельчения относятся:

- 1) куттеры периодического и непрерывного действия с различной формой и расположением серповидных ножей;
- 2) универсальные куттеры, в которых совмещаются операции перемешивания, предварительного и окончательного измельчения;
- 3) разнообразные по конструкции машины для тонкого измельчения мяса и мясопродуктов.

Универсальные куттеры полностью заменяют волчок, мешалку, куттер, микроизмельчитель, а некоторые из них имеют формующие, вакуумные и варочные устройства. Они имеют высокую производительность, оснащены автоматизированной системой управления процессом и приводными устройствами с широким диапазоном варьирования скоростей вращения ножевого вала и чаши.

Для тонкого измельчения продуктов широко применяют машины непрерывного действия. По сравнению с машинами периодического действия они имеют ряд преимуществ: высокая производительность; возможность включения в поточную линию; высокая степень измельчения, особенно свиной шкурки, соединительной ткани и нежилованного мяса, что способствует повышению влагопоглощаемости мяса и получению стойких жировых эмульсий и исключает образование жировых бульонных отёков при термической обработке колбасных изделий.

В зависимости от конструкции измельчающего механизма машины для тонкого измельчения мяса и мясопродуктов классифицируют следующим образом:

- 1) роторные измельчители;
- 2) многоножевые измельчители;
- 3) многодисковые измельчители;
- 4) барабанные измельчители;
- 5) комбинированные измельчители.

4. К вакуумным измельчителям следует отнести вакуумные и вакуумварочные куттеры, которые используются для приготовления фарша для различных сортов колбас, а также для переработки рыбы, сыра, овощей и т.д.. В зависимости от исполнения машины могут быть комбинированы от 2 до 5 скоростей ножевого вала и 2 скорости вращения чаши, что составляет до 10 вариантов вы-

бора скорости работы машины. Благодаря этому без переналадки машины имеется возможность перерабатывать любой сырьевой материал. Ошибки в производстве практически исключаются. Куттер выполняет за самое короткое время все операции резания, смешивания, перемешивания и эмульгирования.

Например, фирма «Meissner» (Германия) производит различное оборудование от куттеров-смесителей для малых производств до высокопроизводительных промышленных машин, предназначенных для приготовления фарша. Так, разработанный фирмой куттер RSM 90/120 оснащен вакуумным и варочным устройствами. Благодаря изменяемой камере измельчения и универсальному управлению, он является годным для всех видов измельчения. Например, куттеры типа Репид-Супер III являются вакуумными измельчающими смесителями с различной ёмкостью чаши. Технологические процессы в этих куттерах одинаковые, но дополнительно включают в себя процессы изготовления некоторых продуктов с использованием частичного или полного вакуума.

Вопросы для самопроверки: Что называется измельчением? Что является движущей силой процесса измельчения? Назовите виды измельчения? Какие дробилки применяют для каждого вида измельчения? Как принято классифицировать мясорезательные машины в мясной промышленности? Для чего предназначены волчки? Как подразделяются волчки? Что относится к машинам для тонкого и коллоидного измельчения? Какова особенность универсальных куттеров? В чем преимущество машин непрерывного действия? Как классифицируют машины для тонкого измельчения мяса и мясопродуктов в зависимости от конструкции измельчающего механизма? Что относится к вакуумным измельчителям?

Лекция 5. Машины для перемешивания продуктов.

План лекции:

1. Теоретические основы процесса перемешивания.
2. Устройства для перемешивания продуктов.
3. Фаршемешалки.

1. Перемешивание материалов заключается в обработке неоднородной системы с целью равномерного распределения компонентов и целенаправленного изменения ее свойств. При производстве вареных колбасных изделий без шпика перемешивание можно осуществлять в куттерах. При выработке вареных колбасных изделий со шпиком необходимо дополнительно смешивать фарш со шпиком.

Процесс перемешивания предназначен для соединения объёмов различных веществ с целью получения однородной смеси. Изучение процесса перемешивания с гидродинамической точки зрения посвящены сотни работ, специальные монографии и исследования.

Пелеев А.И. принимает за определяющий фактор перемешиваемой массы липкость и даёт определение длительности процесса смешивания и вымески фарша зависимостью:

$$p_0 = p_0' \cdot e^{a\tau^2 + b\tau},$$

где p_0 и p_0' - начальная и конечная липкость продукта;

a и b – постоянные, зависящие от вида сырья, назначения продукта и интенсивности перемешивания; τ – длительность перемешивания.

Во ВНИИМПе Российской Федерации разработан производственный процесс получения изделий с использованием вибрационного перемешивания. Сущность процесса виброперемешивания заключается в том, что при движении источника колебаний по круговой или эллиптической траектории частицы смеси непосредственно соприкасающиеся с источником колебаний, периодически получают ударный импульс, отбирая при этом определенную энергию, подводимую к системе через вибрирующий корпус и лопасти смесителя. В свою очередь, частицы пограничного слоя при своем движении передают импульс и энергию более отдаленным соседним слоям. Это вызывает интенсивные колебания и их циркуляцию.

2. Для перемешивания продуктов применяют различные типы мешалок, миксеров, смесителей и других устройств, которые при помощи рабочих органов (лопасти, спирали и др.) равномерно распределяют компоненты по всему объему

дежи. Конструкции перемешивающих устройств не должны иметь зон застоя продукта; должны иметь минимальные зазоры между рабочими органами и дежой, возможность быстрой очистки и промывки мест соприкосновения с продуктом, малый удельный расход энергии при высокой производительности; обеспечивать минимальное попадание металла в продукт, исключение возможности попадания в рабочую зону смазочных масел и других посторонних включений, безопасность работы за счет применения защитных ограждений и блокирующих устройств, надежность конструкции, удобство загрузки сырья и выгрузки фарша, простоту управления.

Перемешивание осуществляют при помощи:

- движущихся лопастей;
- вращения резервуара смесителя;
- пропускания массы через сопла, щели, быстровращающиеся рабочие органы;
- сжатого воздуха или пара;
- ультразвука, электрогидравлического эффекта и пр.

Первые три способа называются механическими, четвертый - пневматическим, последние - кавитационными или импульсными.

3. В пищевой и перерабатывающей промышленности для вымешивания, смешивания различных компонентов продуктов, предназначенного для тонкого измельчения, применяют различные мешалки в зависимости от конструкции рабочего органа – лопасти. У мешалок винт типа шнека вращается в неподвижном цилиндре. В аппарате можно установить одну или две различных диаметров винтовые лопасти.

Мешалки с Z - образными лопастями широко применяют в колбасном производстве, в аппарате две лопасти, они вращаются с разной скоростью.

Вопросы для самопроверки: В чем заключается перемешивание материалов? Для чего предназначен процесс перемешивания? Что принимает Пелеев А.И. за определяющий фактор перемешиваемой массы? В чем сущность процесса виброперемешивания? Каковы требования к конструкции перемешивающих уст-

ройств? При помощи чего осуществляют перемешивание? Какие виды мешалок вы знаете? Что включает в себя мешалка?

Лекция 6. Очистительное оборудование.

План лекции.

- 1) Способы очистки сырья.
- 2) Классификация и конструкции картофелеочистительных машин.
- 3) Дисковые картофелечистки.
- 4) Картофелеочистительные машины непрерывного действия.

1) На предприятиях используется следующее очистительное оборудование:

- во-первых, машины для очистки корнеплодов;
- и, во-вторых, приспособления для очистки рыбы от чешуи.

Поскольку наибольший удельный вес из овощей приходится на картофель большинство из таких машин носит название картофелеочистительных машин, хотя на них можно очищать и другие овощи.

Очистка картофеля может осуществляться:

- термическим;
- химическим;
- и механическим способами.

Термический способ имеет две разновидности:

- огневой способ;
- и паровой способ.

При термическом огневом способе:

- клубни в термоагрегатах подвергаются обжигу в течение нескольких секунд;
- при температуре 1200 – 1300 °С.

При этом кожура обугливается и происходит проваривание клубней на глубину порядка 0,6 – 1,5 мм.

Далее клубни проступают в моечно-очистительную машину.

Здесь с помощью

- вращающихся щеток
- и резиновых вальцов

- при обильном воздействии воды происходит отделение кожуры и частично проваренного слоя.

При термическом паровом способе

- клубни через дозирующее устройство
- загружаются в рабочую камеру картофелечистки.

Здесь клубни

- подвергаются воздействию острого пара
- при повышенном давлении порядка 0,4 – 1,1 Мпа

При разгрузке же

- клубни попадают в камеру, где давление резко сбрасывается до атмосферного;

- в результате влага в слое под кожурой мгновенно превращается в пар;
- этот пар, как бы взрываясь, отслаивает кожуру.

Далее из паровой картофелечистки клубни перемещаются в моечно-очистительную машину, где с них

- снимается и смывается
- кожура и частично проваренный слой.

Химический способ основан на обработке клубней щелочью.

Далее:

- либо щелочной раствор подвергается прогреванию,
- либо прогреваются клубни, вынутые из раствора.

После этого клубни

- очищаются на роликовых машинах
- и промываются от щелочи.

Далее клубни

- обрабатываются раствором лимонной или уксусной кислоты,
- в результате, нейтрализуются остатки щелочи.

Химический и паровой способы могут быть объединены в так называемый комбинированный способ – щелочно-паровой способ очистки.

При этом способе клубни

- обрабатываются 12 % раствором каустической соды
- при температуре 75 – 80 °С
- в течение 10 минут в химическом агрегате.

Далее клубни

- обрабатываются в паровом агрегате острым паром
- при давлении 0,5 – 0,6 Мпа;
- в течение 1 минуты.

И, наконец, самый распространенный метод

- способ механической очистки.

Здесь кожура клубня сдирается о шероховатую абразивную поверхность

- рабочего органа
- и стенки рабочей камеры машины.

При этом клубни должны прижиматься к шероховатой поверхности с определенным усилием.

Во время процесса очистки

- в рабочую камеру машины
- для смыва и удаления кожуры должна подаваться вода.

2) Механические картофелечистки по структуре рабочего цикла

- периодического действия;
- непрерывного действия.

Машины периодического действия по форме рабочего органа могут быть:

- конусные
- и дисковые.

Машины непрерывного действия оснащаются роликовыми рабочими органами.

В промышленности используются следующие машин ПД:

МОК – 125;

МОК – 250;

МОК – 400.

Все они имеют принципиально одинаковое устройство и отличаются лишь:

- габаритами;
- производительностью;
- и мощностью электропривода.

Для машины МОК – 250 характерны следующие свойства

- Машина оснащена цилиндрическим корпусом.
- Внутреннее пространство корпуса образует рабочую камеру.
- Рабочим органом машины является вращающийся конус, днище и поверхность которого выполнены из абразивного материала.
- Днище имеет три волнообразных выступа.
- Эти выступы увеличиваются к конической части днища
- В нижней части цилиндрического корпуса машины установлен привод, состоящий
 - а) из электродвигателя; б) клиноременной передачи и вала.
- Нижняя часть корпуса машины под конусом служит сборником отходов.

Лекция 7. Оборудование для разделения неоднородных тел.

План лекции.

1. Методы механического разделения.
2. *Отстойники.*
3. Жироловки, отцеживатели и статические разделители.
4. Центрифуги.

1. Существуют следующие методы механического разделения:

- Отстой или разделение в поле гравитации (отделение текучей фракции).
- Центрифугирование и сепарирование или разделение и очистка в поле центробежных сил или ускорения.
- Фильтрация и просеивание путем пропуска через пористые перегородки.

- Прессование за счет одностороннего сжатия тела и выделения из него текучей фракции.

Продукты, подвергаемые разделению, являются:

- жидкими неоднородными гетерогенными системами (т.е. эмульсиями и суспензиями, например кровь, жировая эмульсия);

- или коллоидно-дисперсными системами (т.е. пластичными или сыпучими телами, например, мясо мускульной ткани, мясная шквара).

Разделение и отстой в поле действия гравитации и центробежных сил возможно при наличии разности плотностей, фаз, составляющих систему (дисперсионную среду и дисперсные частицы). Эта разность является движущей силой процесса.

Одним из главных вопросов при разделении является вопрос о скорости разделения, а именно скорости осаждения или всплытия.

Скорости осаждения частиц твердой или легкой фазы в поле гравитации определяют по формуле Стокса. Однако, формула Стокса справедлива только для частиц строго шарообразной формы. Форма же частиц в пищевых суспензиях и эмульсиях может быть самой разнообразной.

На величину скорости осаждения значительное влияние оказывает также и концентрация частиц.

Если концентрация частиц значительна, то частицы взаимно сталкиваются и как бы «стесняют» движение друг друга, что учитывается специальным коэффициентом (φ_c).

К аппаратам для механического разделения относятся отстойники, жироловки, разделители, отцеживатели и песколовки. Все это оборудование является весьма простым по конструкции.

2. Отстойник – это вертикальный двустенный цилиндрический резервуар. Отстойники для жира обладают следующими конструктивными свойствами:

- отношение высоты отстойника (H) к диаметру (D) близко к $1 \div 1,2$ т.е. высота примерно равна диаметру или чуть больше диаметра;

- резервуар снабжается коническим днищем и тепловой рубашкой обогреваемой паром или горячей водой;
- емкость отстойников составляет 0,85; 1,5 и 2,3 м³;
- отстойники снабжаются патрубками для подачи воды, пара в рубашку, для слива воды из рубашки, для установки термометра и слива – фузы или осадка.

Отстойники для бульона предназначены:

- для приема бульона,
- его отстаивания и выделения из него жира,
- отвода методом вытеснения отдельно бульона и отдельно жира.

По конструкции эти отстойники различаются

- А) на отстойники с цилиндрическим отделителем жира;
- Б) и отстойники с коническим отделителем жира.

Отстойник с коническим отделителем более полно разделяет жир и бульон.

Объясняется это тем, что вместо цилиндрического отделителя здесь применен конический отделитель.

Основание конуса довольно близко подходит к внутренним стенкам резервуара и охватывает большую часть площади поперечного сечения его. А эта площадь и является поверхностью возможного всплытия жира.

3. Следующим видом аппаратов этого типа является жироловки, используемые для выделения и улавливания жира, уносимого сточными и промывными водами.

Большая жироловка по конструкции представляет собой горизонтально установленный, прямоугольный, призматический резервуар с соотношением высоты к длине примерно $H/L=1/3 \div 1/4$. По всей длине резервуара расположены 3 поперечные перегородки, которые делят резервуар жироловки на 3 секции. Расстояние между перегородками по длине резервуара неодинаково. Оно постоянно уменьшается, т.е. $L_1 > L_2 > L_3 > L_4$. В результате весь внутренний объем резервуара разделен на секции уменьшающегося объема. Высоты перегородок меньше высоты жироловки и расположены они в шахматном порядке. Если 1 и 3, начинаясь от верхнего среза, не достают до дна, то 2-я, начинаясь от дна, не достает до верхне-

го среза жироловки. Вода поступает через вертикальную подводящую трубу в первую секцию и ударяется в перегородку. Здесь задерживаются самые крупные куски жира. Мелкие куски жира уносятся потоком через перфорацию в 1-ой перегородке во вторую секцию. Здесь они задерживаются 3-ей перегородкой, а ил (грязь) оседает на дне жироловки и задерживается 2-ой перегородкой. Очищенная от частиц жира и грязи вода через патрубок на боковой стенке жироловки стекает по назначению.

4. Центрифуги предназначены для разделения неоднородных систем с довольно большим содержанием твердого осадка, а сепараторы, наоборот, с малым.

Центрифуги классифицируются следующим образом:

- по структуре рабочего цикла
А) периодического; Б) непрерывного; В) полунепрерывного действия;
- по типу рабочего органа
А) отстойные; Б) фильтрующие;
- по конструкции рабочего органа
А) барабанные; Б) стаканчиковые;
- по расположению рабочего органа
А) с вертикальным барабаном; Б) с горизонтальным барабаном;
- по расположению привода к вертикальным барабанам
А) с нижним расположением; Б) с верхним расположением привода.

Центрифуги используются

- для предварительного отделения жира от шквары;
- для предварительного обезвоживания кишечного сырья перед сушкой и ускорения посола кишок
- для отделения экстрактов при производстве пепсина, инсулина, и активированного угля;
- для обезвоживания коагулированной крови и т.д.

Конструкции центрифуг весьма разнообразны. Однако, не смотря на разнообразии, у них есть и общие черты.

У всех центрифуг есть станина, есть рабочий орган – барабан, привод, устройства для подачи сырья и приема продуктов центрифугирования и ряд других узлов и деталей.

Разница между отстойными и фильтрующими центрифугами заключается, прежде всего, в устройстве барабана или ротора.

У отстойных центрифуг барабан, как правило, сплошной. У фильтрующих – сетчатый или перфорированный.

В некоторых центрифугах для отвода твердого осадка используются различные устройства. Например, в центрифугах НОГШ-325 для отвода осадка используются шнеки.

Вопросы для самопроверки: Какие следующие методы механического разделения? Что относится к аппаратам для механического разделения? Что такое отстойник? Какими конструктивными свойствами обладают отстойники для жира? Для чего предназначены отстойники для бульона? Для чего используют жироловки? Что представляет собой большая жироловка? Для чего предназначены статические разделители? На чем основан принцип действия статических разделителей? Что такое отцеживатель? Для чего предназначены центрифуги? Как классифицируются центрифуги? Какова конструкция центрифуг?

Лекция 8. Машины для обработки продуктов давлением.

План лекции.

- 1) Основы прессования.
- 2) Гидравлические и шнековые прессы.
- 3) Машины для формования и дозировки.
- 4) Тестораскаточная машина.

1) Прессование (обработка давлением) — один из широко применяемых в пищевой промышленности механических процессов. Прессованием называется механическая обработка материала путем его сжатия внешними силами. При выделении текучей фракции материал подвергается сжатию с уменьшением его массы и объема. Совершенство процесса определяется полнотой выделения жидкой фракции, качеством отпрессованной текучей фракции и сухого остатка. Степень отжатия, наряду с другими факторами, в значительной мере зависит от совершенства процесса (его оптимальных технологических параметров) и оборудования.

При этом могут преследоваться различные цели: отделение жидкости от твердого тела. Этот процесс неразрывно связан с фильтрацией отжимаемой жидкости через капилляры остатка. Одновременно с удалением жидкости происходит уплотнение и брикетирование остатка; придание пластическим телам определенной геометрической формы (формование и штампование). В этом случае из сложной системы жидкость не отделяется, но обрабатываемая масса принимает необходимую по технологическим условиям форму; связывание частиц зернистых сыпучих материалов в более крупные агрегаты определенной формы при помощи связующей жидкости и соответствующего давления (прессование).

При обработке материала для придания ему определенной формы (например, формование окороков) или уплотнения его для лучшей транспортабельности и стойкости при хранении (например, таблетирование порошков) имеет место уменьшение объема при сохранении массы прессуемого продукта постоянной. Качество процесса в этом случае определяется соответствием, заданным размерам и форме и удовлетворением необходимым технологическим требованием (прочность брикета, сохранение формы и др.). Несмотря на эксплуатационные и в ряде случаев экономические преимущества процесса прессования перед центрифуги-

рованием, тепловыми и экстракционными методами выделения жидкой фракции, целесообразность применения прессования должна решаться в каждом отдельном случае с учетом особенностей продукта и возможности использования других средств отделения жидкости.

2) Наиболее широкое распространение получили гидравлические прессы. Гидравлический пресс действует периодически и приводится в движение при помощи жидкости, нагнетаемой насосом высокого давления. Он представляет собой рабочий цилиндр, в который под давлением подается жидкость (масло, вода). Она приводит в движение плунжер, который соединен с подвижной прессовой плитой, называемой траверсой. Цилиндр прикреплен неподвижно к плите, которая колоннами соединена с верхней неподвижной плитой. Прессуемую массу закладывают в плоские пакеты из прочной ткани. Эти пакеты укладывают на подвижную плиту. Между пакетами помещают стальные плиты или листы. Прессы такой конструкции называются открытыми и являются простейшим типом прессов, употребляемых при производстве растительного масла.

В настоящее время почти во всех отраслях пищевой промышленности отжимающие прессы периодического действия вытесняются прессами непрерывного действия. К этой группе относятся шнековые отжимающие прессы. Например, шнековый пресс применяется для отжима растительного масла из мезги и на консервных заводах для отжима томатного сока. Сырье подается в бункерную воронку и поступает в барабан, сечение которого уменьшается по направлению к выходу. Шнек подвигает массу, к выходу, при этом сжатие массы происходит за счет сужения барабана и уменьшения шага шнека. При сжатии массы жидкость удаляется через отверстия в стенках барабана. Отжатый сухой остаток (жмых) удаляется через кольцевое отверстие в конце барабана. Частота вращения шнека невелика — $5 \div 20$ об/мин. Давление внутри цилиндра шнековых прессов может быть весьма значительным и достигать $4 \cdot 10^6$ Па и выше. Мощность, потребная для работы пресса, зависит от его конструктивных особенностей, производительности и создаваемого им давления.

Непрерывно действующие прессы имеют значительные преимущества перед периодически действующими. При одинаковой производительности они занимают меньше места, проще по конструкции и не требуют применения физического труда при обслуживании, на их сооружение расходуется меньше материала.

3) К дозирочно-наполнительным машинам, построенным на принципе придания готовому фаршу определенной формы при заданном весе относятся автоматы для производства котлет и пельменей. Область использования этих машин – пищевая промышленность.

Котлето-формующие и пельменоделательные машины по производительности различаются на машины малой, средней и крупной производительности.

К первой группе относятся автоматы производительностью до 4000 шт/час, ко второй группе - до 20000 шт/час, к третьей группе - до 100000 шт/час.

К дозирочно-наполнительным и формующим машинам предъявляются следующие технологические требования:

-дозировка по весу должна производиться с точностью соответствующим технологическим инструкциям и ГОСТам;

-машина должна быть снабжена приспособлениями для регулирования величины дозы или соотношения дозируемых слагаемых;

-дозирование должно производиться с полной выдачей дозы и быть безотходным;

-рабочая зона машины и детали узлов, участвующих в выдаче дозы и её формовании, должны быть изготовлены из антикоррозионных материалов и, быть легко доступными для разборки, сборки, очистки и промывки;

-смазочные масла не должны попадать в рабочую зону машины и загрязнять пищевую продукцию.

Вопросы для самопроверки: Что такое прессование? Какие цели преследуются при прессовании? Каков принцип действия гидравлического пресса? Что представляет собой гидравлический пресс? В чем отличие шнекового пресса? Какие преимущества имеют непрерывно действующие прессы? К каким

машинам относятся автоматы для производства котлет и пельменей? Какие различаются котлето-формующие и пельменоделательные машины? Какие требования предъявляются к дозировочно-наполнительным и формующим машинам? Для чего производят формование колбасных изделий? Из чего состоят шприцы? Какие требования предъявляются к конструкции шприцев? На какие машины разделяют шприцы в зависимости от типа вытеснителя? Какова конструкция шнекового шприца?

Лекция 9. Фильтры, применяемые в перерабатывающей промышленности.

План лекции.

- 1) Основы фильтрации.
- 2) Фильтр-прессы.

3) Фильтрующая центрифуга.

1) Процесс фильтрации применяется для разделения суспензий на твердую (осадок) и жидкую (фильтрат) фазы.

Для движения жидкости в порах осадка и фильтрующей перегородки необходимо создать перепад давления по обе стороны фильтрующей перегородки. Этот перепад, может быть создан за счет разрежения (вакуум-фильтры) или за счет давления (фильтры под давлением) с одной стороны фильтрующей перегородки.

Производительность фильтра зависит от режима фильтрации (давление, температура), характера фильтрующей перегородки и физико-химических свойств осадка.

Поток жидкости в порах осадка и фильтрующей перегородке характеризуется весьма малыми значениями чисел Рейнольдса, что соответствует ламинарному режиму движения жидкости в капиллярах.

Поэтому вывод уравнения фильтрации базируется на известном законе ламинарного течения, выражаемом уравнением Пуазейля:

$$u = \frac{\Delta p \cdot d^2}{32 \cdot \mu \cdot l}$$

где: Δp — перепад давления на фильтре в н/м²; μ — вязкость жидкости фильтрата в н•сек/м²; l —длина пор (капилляров) в м; d —диаметр пор, м; u — скорость жидкости в капилляре в м/сек.

Зная скорость движения фильтрата, можно определить расход фильтрата:

$$V_c = u \cdot F$$

F — поверхность фильтрации.

В промышленной практике наиболее распространена нестационарная фильтрация, скорость которой выражается в дифференциальной форме.

Уравнение фильтрации обычно пишется для 1 м² поверхности фильтрации.

$$du = \frac{dp}{R}$$

т. е. скорость u прямо пропорциональна перепаду давления Δp и обратно пропорциональна сопротивлению фильтрации R .

2) Фильтр-прессы используются для очистки продуктов как в производственных, так и в лабораторных условиях. Они позволяют измерять количество фильтрата, прошедшего за определенное время. Давление на фильтре в процессе фильтрации должно поддерживаться постоянным.

Рамный фильтрпресс работает следующим образом. В него подается суспензия из 3) Более эффективными по сравнению фильтрационными аппаратами линейного действия являются фильтрующие центрифуги, которые разделяют на две группы: периодического действия и непрерывного действия.

Вопросы для самопроверки: Для чего применяется процесс фильтрации? От чего зависит производительность фильтра? Как выражается уравнением Пуазейля? Как определяется расход фильтрата? Запишите уравнение фильтрации? Для чего используются фильтр-прессы? Каким образом работает рамный фильтрпресс?

Лекция 11. Жарочно-пекарное оборудование.

План лекции.

1) Характеристика процессов жарки и выпечки.

2) Хлебопекарное оборудование.

1) Технология жарки и выпечки заключается:

- в доведении продуктов до готовности
- путем воздействия на них промежуточных технологических сред: - жира; соусов и бульонов; горячего воздуха и паро- либо дымо-воздушной смеси.

Жарка основным (традиционным) способом осуществляется:

- либо на нагретых жарочных поверхностях;
- либо в рабочих объемах аппаратов.

При этом в продукте происходят ряд

- биохимических;
- физических;
- и физико-химических изменений

в результате чего продукт достигает кулинарной готовности.

В частности:

- продукт, прежде всего, обезвоживается;
- в него впитывается жир;
- меняется его структура;
- уменьшается его объем;
- появляется вкус и запах свойственный именно этому виду блюда.

Процесс жарки можно разбить на два периода:

- период обезвоживания;
- период образования корочки.

При основном способе жарки используется 3 – 5 % жира от массы продукта.

Жир играет роль «сглаживания» неравномерности температурного поля.

Температура жарочной поверхности может достигать 220 – 250 °С.

Температура продукта в начальный момент порядка 20 – 25 °С, а иногда даже ниже, особенно при хранении полуфабрикатов в холодильниках.

В связи с этим технологическим условием жарки является перемешивание продукта обжариваемого насыпью или переворачивание продукта обжариваемого поштучно.

Это обстоятельство послужило основой для разработки жарочных аппаратов непрерывного действия, в которых исключена операция переворачивания и перемешивания.

Выпечка - это процесс гидротермической и тепловой обработки, прежде всего, тестовых полуфабрикатов в рабочей камере теплового аппарата.

При выпечке происходит миграция влаги, паров, углекислоты и др. веществ в окружающую среду и внутрь продукта.

- Поверхностные слои тестовой заготовки прогреваются очень быстро; за 150–200 с температура на поверхности достигает порядка 80–90 °С.

- При этом на поверхности продукта образуется тонкая пленка клейстеризованного крахмала, которая с увеличением продолжительности утолщается.
- Прогрев сопровождается выделением и расширением газа, заключенного в тесте, который вызывает рост и увеличение тестовой заготовки.
- Центральные слои тестовых заготовок прогреваются менее интенсивно, и к концу выпечки достигает порядка $98 - 100^{\circ}\text{C}$.
- За период выпечки структура теста изменяется, – оно превращается в мякиш.

Эластичность, сжимаемость и упругость мякиша зависит от гидротермического и теплового режимов работы аппарата.

2) На хлебозаводах применяют хлебопекарные печи. Они обогреваются продуктами сгорания газообразного и жидкого топлива, проходящими по системе каналов, или электронагревателями различных конструкций, расположенными непосредственно в пекарной камере.

По технологическому признаку печи делятся на универсальные и специализированные.

По типу пекарной камеры печи подразделяются на:

- тупиковые ФТЛ-2, ЧВЛ, ПХТ-50, ХПА и др;
- сквозные АЦХ;
- тоннельные БН, ПХК, ПХС и др.

По способу обогрева печи делятся на:

- жаровые,
- канальные,
- с пароводяными трубами,
- с паровым обогревом, со смешанным обогревом,
- электрические,
- инфракрасные.

По степени механизации печи подразделяются на:

- автоматизированные с конвейерными подами,
- механизированные с конвейерными подами,

- механизированные с дисковым подом,
- немеханизированные со стационарным подом.

Универсальная тупиковая печь ФТЛ-2-66 может работать на жидком или газообразном топливе. Печь изготовлена из кирпича, скрепленного металлическим каркасом. В печи имеется люечно-подиковый конвейер. Пекарная камера может увлажняться с помощью специальных гребенок. Готовые изделия выгружаются на ленточный транспортер механическим путем с помощью копира.

Лекция 12. Оборудование для выпаривания.

План лекции.

- 1) Физические основы выпаривания.
- 2) Многокорпусная выпарная установка

1) Выпаривание - процесс удаления воды из растворов при кипении с целью их концентрирования. Из раствора удаляется часть растворителя (воды) в виде вторичного пара, а растворённые вещества остаются в неизменном количестве.

Выпаривание относится к классу тепловых процессов

Выпаривание исключительно широко используется в пищевой промышленности. Выпаривание может выступать в качестве целевого конечного процесса, либо в качестве промежуточного процесса с дальнейшим процессом сушки полученного концентрированного продукта. В первом случае, к примеру, получают молоко, сливки, сиропы, костные, желатиновые бульоны. Во втором случае производят сахар, соль, глюкозу, соки, медпрепараты и другие продукты

Выпаривание производят в однокорпусных и многокорпусных выпарных установках. Основой таких установок являются выпарные аппараты различных конструкций. Многокорпусные выпарные установки (МВУ) применяются главным образом в силу значительных технико-экономических преимуществ по сравнению с однокорпусными (ОВУ).

Выпаривание происходит при кипении раствора. Кипение – процесс парообразования во всём объёме раствора. Физическое условие кипения - равен-

ство давления паров растворителя (p_1) и давления газовой среды над раствором (p_2).

$$p_1 = p_2 ; \quad (1)$$

Движущая сила процесса выпаривания:

$$\Delta t = t_{гр.п.} - t_{кип}; \quad (2)$$

Δt – средняя разность температур между греющим паром и кипящим раствором, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{гр.п.}$ – температура греющего пара, определяемая в зависимости от давления водяного насыщенного пара по таблицам, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{кип}$ – температура кипения жидкого продукта (раствора) при заданном давлении в надрастворном пространстве, $^{\circ}\text{C}$.

Температура кипения жидкого продукта в общем случае зависит от его физической природы, концентрации в нём сухих веществ и от внешнего давления. Для раствора неизменного состава и заданной концентрации сухих веществ температура кипения определяется только внешним давлением p_2 . Причём, с понижением внешнего давления p_2 понижается температура кипения $t_{кип}$. Эта закономерность используется при выпаривании жидких термолабильных продуктов, таких как молоко, сливки, соки и других.

2) МВУ состоит из двух или более выпарных аппаратов (корпусов), соединённых между собой чаще всего последовательно. Кроме того, в установку входят теплообменник предварительного подогрева начального раствора барометрический конденсатор для конденсации вторичного пара последнего корпуса, насос, трубопроводы, запорная арматура, контрольно-измерительные приборы, датчики.

Рассмотрим принцип работы трёхкорпусной выпарной установки (МВУ-3) с последовательным соединением корпусов с выпариванием под вакуумом. Установки подобного типа используют для термолабильных жидких про-

дуктов (условно – растворов), к которым относят молоко, сливки, соки и некоторые другие жидкости.

Начальный раствор (S_n) насосом подаётся в теплообменник, где подогревается до определённой температуры и затем поступает в первый аппарат (корпус), где частично выпаривается. Из первого корпуса раствор (S_1) самотёком (вследствие разности давлений между корпусами) поступает во второй корпус, где вновь выпаривается. Одновременно вторичный пар (W_1) первого корпуса (выпаренная вода) поступает в качестве греющего пара (D_1) во второй корпус. Из второго корпуса раствор (S_2) вновь самотёком поступает в третий корпус, в котором окончательно выпаривается до заданной концентрации. В качестве греющего пара в третьем корпусе используется вторичный пар второго корпуса (W_2). Таким образом, только первый корпус использует греющий пар, подаваемый извне (ТЭЦ, котельная), а все последующие корпуса запитываются вторичными парами работающих корпусов. В этом – причина низкого удельного расхода греющего пара и, следовательно, высокой технико-экономической эффективности работы и высокой производительности МВУ по сравнению с ОВУ. Производительность МВУ по выпаренной воде в среднем составляет $W = 1500 - 4000$ кг/ч.

Лекция 13. Оборудование для сушки перерабатываемого сырья.

План лекции.

- 1) Основы процесса сушки.
- 2) Конвективная сушильная установка.

1) Сушка – тепломассообменный процесс удаления влаги из материала путём её испарения и отвода образующихся паров. Основу сушки составляет массообмен. Технологическое назначение сушки: обезвоживание продуктов с целью увеличения их сроков хранения, придания товарного вида и улучшения транспортабельности. При этом все первоначальные пищевые свойства продуктов должны быть сохранены, а в некоторых случаях улучшены.

Различают конвективную и контактную сушку.

Конвективная сушка - сушка влажного материала в потоке газообразной среды (сушильного агента). Контактная сушка – сушка влажного материала находящегося непосредственно на нагретой металлической поверхности.

Способ сушки и интенсивность теплового воздействия сушильного агента зависят от вида связи влаги с материалом и соответственно – от природы материала. Существуют три вида связи влаги с материалом: химическая, физико-химическая, механическая. Первая является наиболее прочным видом связи и удаляется только контактной (кондуктивной) сушкой.

Сушка характеризуется двумя движущими силами: средней разностью концентраций (ΔC) вещества между фазами (C_1 и C_2) и средней разностью температур Δt температур между сушильным агентом t_2 и материалом t_1 .

$$\Delta C = C_1 - C_2 ; \quad (1)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1. \quad (2)$$

Наиболее распространённым видом сушки является конвективная сушка. Данная сушка проходит в три стадии:

1. Перемещение влаги от центральных слоёв к поверхностным внутри материала.
2. Парообразование влаги.
3. Перемещение пара от поверхности в окружающий воздух.

2) Конвективная сушильная установка включает в себя: вентилятор, калорифер, сушильную камеру, транспортирующие механизмы и другое вспомогательное оборудование. Уравнение материального баланса имеет вид:

$$L + L \cdot x_0 + m_1 = L + L \cdot x_2 + m_2 ; \quad (3)$$

L - массовый расход подаваемого вентилятором воздуха в сушильной установке, кг/с;

m_1 ; m_2 – массовые расходы влажного и сухого материала, кг/с;

x_0 ; x_2 - начальное и конечное влагосодержания в воздухе, кг/кг.

Из уравнения () находят расход воздуха L , необходимый для подбора вентилятора и теплового расчёта сушилки.

$$L = (m_1 - m_2) / (x_2 - x_0) ; \quad (4)$$

Откуда удельный расход воздуха, характеризующий технико-экономическую эффективность работы сушильной установки, определится:

$$l = 1 / (x_2 - x_0); \quad (5)$$

Общий вид уравнения теплового баланса сушилки следующий:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + ; \quad (6)$$

где Q_1, Q_2, \dots, Q_7 - тепловые потоки в Вт, входящие и выходящие из сушильной камеры:

Q_1 - с нагретым после калорифера воздухом;

Q_2 - с влажным материалом;

Q_3 - с транспортными механизмами;

Q_4 - с обработанным воздухом на выходе из сушилки;

Q_5 - с высушенным материалом;

Q_6 - с транспортными механизмами;

Q_7 - с тепловыми потерями.

Из уравнения теплового баланса определяют затраты тепла на сушку, тепловую поправку на действительный сушильный процесс Δ в кДж/ кг и далее – реальный расход воздуха L , а также тепловую нагрузку калорифера Q_k в кВт.

$$Q_k = L \cdot (I_1 - I_0); \quad (7)$$

I_1, I_0 - энтальпии воздуха соответственно после и до калорифера, кДж / кг.

Для сушки пищевых и других продуктов применяют сушилки различных конструкций. На распылительных сушилках высушивают жидкие продукты: молоко, сливки, соки и многие другие. Овощи, фрукты, мясо и другие продукты высушиваются в сублимационных сушилках. На ленточных сушилках высушиваются сыпучие и мелкоштучные продукты.

Лекция 14. Оборудование для фасовки и упаковки пищевых продуктов.

План лекции.

1. Общие сведения о расфасовочно-упаковочных автоматах.
2. Машины для розлива жидких продуктов в бутылки.

3. Машины для дозирования и упаковки жидких продуктов в бумажную и полиэтиленовую тару.

4. Машины для дозирования и упаковки пластично-вязких продуктов.

1. В цехах розлива, расфасовки и упаковки продукции большая часть машин представляет собой высокопроизводительные автоматы, которые бывают соединены в технологические линии, занимающие важное место в техническом оснащении современных молочных предприятий. Расфасовочно-упаковочные автоматы различны по назначению и конструкции, однако в принципе у них много общего.

В каждом типичном автомате имеются следующие основные части: двигательный механизм — источник движения; приводной механизм, связывающий двигатель с распределительным механизмом; распределительный механизм — обычно вал, на котором помещены кулачки, приводящие в действие различные исполнительные механизмы; передаточные механизмы — рычаги, тяги, секторы, рейки и т. п., передающие движение от кулачков к исполнительным механизмам; механизмы транспортировки и питания, которыми подаются продукты, бутылки, бумага, бланки, этикетки, донышки, укупорочная фольга и колпачки; исполнительные механизмы, выполняющие рабочие операции технологического процесса (розлив, расфасовку, изготовление колпачков, укупорку, подготовку бланков, изготовление пакетов, заворачивание и т. п.); механизмы блокировки и предохранения, осуществляющие остановку машин при попадании предметов, заедании и заклинивании и т. п., а также предотвращающие работу исполнительных механизмов розлива, расфасовки, укупорки при отсутствии тары в соответствующей позиции.

В автоматах применяются механические, гидравлические, электрические, пневматические и другие методы осуществления движения и управления. Наибольшее распространение получили механические устройства с кулачковыми механизмами, позволяющими получить разнообразные перемещения ведомых звеньев.

2. В пищевой промышленности применяют два способа дозирования жидких продуктов: по объему и по уровню. При дозировании по объему разливочная

машина отмеривает порции определенного объема и разливает их в бутылки. При дозировании по уровню машина разливает продукт, не отмеривая его, а просто, наполняя бутылки до определенного уровня (например, на 40 мм ниже верха горлышка), и дозирование происходит уже в результате одинаковой емкости бутылок.

При дозировании по объему точность отмеривания зависит от конструкции разливочного приспособления и существующими конструкциями она вполне обеспечивается. При розливе по уровню количество жидкости, наливаемой в бутылку, зависит от емкости бутылок, поэтому требуется достаточная точность их изготовления.

В пищевой промышленности в последние годы нашли широкое применение разливочно-укупорочные машины, в которых наполнение бутылок продуктом с дозированием по уровню происходит под вакуумом.

Примером может служить разливочно-укупорочная машина типа «Юдек». Разливочная машина работает под вакуумом, который создается в баке центробежным насосом (экспаустером). Разливочные патроны установлены на днище закрытого вращающегося бака. Воздух из бака отсасывается по трубе. При вращении бака разливочные патроны опускаются вниз под действием пружины. Горлышко бутылки, стоящей на транспортере, отжимает резиновый клапан и начинается заполнение бутылки, находящейся под вакуумом, благодаря отсасыванию из нее воздуха в бак через трубку.

Молоко первоначально заполняет бутылку до самого верха, так как воздух выходит через небольшое отверстие в наконечнике воздушной трубки. Затем патрон несколько поднимается, истечение прекращается и атмосферное давление вытесняет избыток молока через воздушную трубку вверх, а уровень молока понижается до нижнего конца воздушной трубки. После этого патрон поднимается в верхнее положение и горлышко наполненной бутылки полностью выходит из патрона.

3. Для изготовления бумажной тары, дозировки жидких продуктов и укупорки существуют специальные машины-автоматы.

В странах СНГ изготавливают автоматы АП1Н и А1-АП2Н для розлива молока в пакеты производительностью 3600 и 4300 пакетов в час, емкостью 0,5 и 0,25 л. Бумажные пакеты можно использовать для розлива и упаковки стерилизованного молока в асептических условиях. Упаковочная бумажная лента, покрытая полиэтиленом, подается с рулона, помещенного внизу, в ванну химической обработки, наполненную перекисью водорода, а затем огибает направляющий ролик. Лента проходит через формующее колесо и свертывается в трубу. Нагревателем запаивается продольный шов.

Бумажная труба проходит через электронагреватель, в котором быстро нагревается до $300\div 400^{\circ}\text{C}$, и мгновенно разлагается перекись водорода и достигается надежная стерилизация пакетов. Ниже зоны стерилизации в бумажную трубу по трубке непрерывным потоком поступает стерилизованное и охлажденное молоко. Наполнение производится под уровень, поэтому пенообразование полностью исключается.

Внутри станины автомата взаимно перпендикулярно друг к другу расположены две пары вертикальных цепных транспортеров, каждый из которых несет по несколько зажимов с вмонтированными в них электронагревателями. При движении сверху вниз противостоящих ветвей каждой пары транспортеров зажимы попарно сходятся, сплющивают заполненную молоком бумажную трубку и свертывают чередующиеся взаимно перпендикулярные поперечные швы. Температура сварки 140°C .

В нижней части находится механизм для поштучного отрезания пакетов, наполненных молоком. Пакеты падают в ковши подъемного механизма укладчика, который укреплен на основании автомата. Пакеты автоматически укладываются в специальные корзины шестигранной формы.

4. В машинах для дозировки вязких продуктов применяют поршневые дозаторы, которые заполняются под вакуумом при содействии атмосферного давления, а опорожняются под давлением, достаточным для выталкивания вязкой жидкости из дозатора.

Основные части дозатора — цилиндр и поршень. При ходе всасывания в цилиндре образуется вакуум и продукт под действием атмосферного давления заполняет цилиндр, проходя через всасывающий клапан или через трехходовой кран. При ходе нагнетания поршень давит на жидкость и выталкивает ее через нагнетательный клапан или через кран и через наконечник в банку или стакан.

Конструкции машин для дозировки вязких продуктов различны. Основная компоновка может быть круговой (с вращающейся каруселью) и линейной (с пластинчатым транспортером). Количество дозаторов зависит от производительности машины.

Дозировка пластичных молочных продуктов — плавленого сыра, сырковой массы, творога и масла — из-за малой текучести их требует принудительной напрессовки массы в дозатор и принудительного выталкивания.

Существуют два основных принципа дозировки пластичных продуктов — скоростной и объемный.

При скоростной дозировке поток продукта, выходящий с определенной скоростью из формующей насадки на конвейер, режут через равные промежутки времени, причем в качестве режущего инструмента обычно служит струна, натянутая на рамке.

При объемной дозировке продукт напрессовывают шнеком из бункера в дозатор, представляющий собой камеру с регулируемым объемом. После заполнения дозатор перемещается или поворачивается в положение разгрузки и весь находящийся в нем объем выталкивается через специальный кран, завертывается в пергамент, бумагу или фольгу.

Лекция 15. Оборудование для учета пищевых продуктов.

План лекции.

1. Весы для учета продуктов.
2. Расходомеры-счетчики.
3. Счетчики штучной продукции.
4. Автоматизированные системы учета количества молока.

1. Для взвешивания в таре применяют весы общего назначения — рычажные и циферблатные. Грузоподъемность используемых весов обычно до 500 кг с дополнительной шкалой для взвешивания тары (ВЦП-500). Наименьший груз, взвешиваемый на таких весах, обычно составляет 25 кг; погрешность весов $\pm 0,5$ кг. Например, на этих весах взвешивают молоко во флягах, сливки во флягах, творог в бочках, масло в ящиках и бочках и другие молочные продукты.

В пищевой промышленности применяют товарные платформенные стационарные весы (грузоподъемность 25 т, погрешность ± 25 кг) для взвешивания груженых автомашин, повозок, а также вагонеточные и вагонные (грузоподъемность 100 т и точность взвешивания ± 100 кг). Платформенные весы могут быть с автоматической выдачей кассовых чеков на принятую массу продукции. Известны также устройства, которые фиксируют количество поступившей продукции за определенное время.

Жидкие продукты без тары принимают в рычажные и циферблатные весы с подвесными резервуарами (люльками). Грузоподъемность рычажных весов. 50, 100, 200, 400 кг; циферблатных — 100, 250, 500 кг. Цена наименьшего деления шкалы составляет 0,1% от максимальной грузоподъемности весов. Допустимая погрешность до $\pm 0,1\%$ от их грузоподъемности. Минимальное количество взвешиваемого продукта должно быть не менее 5% от максимальной грузоподъемности весов. Максимальное количество взвешиваемого продукта не должно превышать 100% грузоподъемности весов.

Для непрерывного взвешивания при скорости движения ленты до $2 \div 2,5$ м/сек используют конвейерные весы ЛТ и ЛТМ (допустимая погрешность $0,5 \div 1\%$). Весовая система их включает грузоприемную часть, несущую соответствующий ее длине участок ленты конвейера, рычажную систему и весоизмерительный механизм маятникового типа с постоянным уравновешиванием (квadrант).

2. Количество молока в потоке определяют расходомерами-счетчиками, которые, бывают поплавковыми (ротаметрическими), кольцевыми, электромагнитными, ультразвуковыми и турбинными.

Автоматический поплавковый (ротаметрический) счетчик представляет собой вертикальную коническую трубку, расширяющуюся кверху. В нижней ее части находится металлический поплавок с конической боковой поверхностью, который в нерабочем состоянии плотно прилегает к внутренней поверхности трубки. Под напором молока поплавок поднимается, между ним и стенками трубки образуется зазор. Чем сильнее поток, тем шире зазор и больше пропускается молока. Количество молока отсчитывают по шкале.

В объемном счетчике с кольцевым поршнем жидкость поступает в измерительную камеру. Радиальная перегородка в камере отделяет отверстия для входа и выхода жидкости.

В объемных счетчиках с кольцевым поршнем и овальными шестернями измерение количества проходящей жидкости основано на учете отмеряемых объемов. Этим объясняется сравнительно высокая точность их работы (погрешность до $\pm 0,5\%$).

В ультразвуковых расходомерах в трубопроводе размещены две пары ультразвуковых датчиков. Импульсы электрических колебаний поступают на ультразвуковые излучатели, где преобразуются в импульсы ультразвуковых колебаний. Ультразвуковые импульсы проникают через жидкость и поступают на приемные пьезоэлементы, где преобразуются в импульсы электрических колебаний, которые поступают в детектор.

Известны автоматический электромагнитный и автоматический турбинный счетчики. Автоматический электромагнитный счетчик представляет собой трубу, через которую проходит продукт. Внутренняя поверхность трубы изолирована тефлоном, неопреном или небьющимся стеклом. На трубе прикреплен электромагнит, магнитное поле которого проходит через поток молока. Внутри трубы (заподлицо с внутренней поверхностью) размещены два электрода (металлические). Возникающая между электродами электродвижущая сила зависит от скорости потока продукта, являющегося электролитом. Сила тока отсчитывается соответствующим механизмом. Точность показаний колеблется в пределах $\pm 1\%$.

Автоматический турбинный счетчик состоит из датчика, расположенного в трубе, частотного преобразователя и электронного потенциометра. Частота тока,

возникающего в многолопастном магнитном роторе, пропорциональна скорости потока. Турбинные счетчики не подвержены прямому влиянию скоростного напора и не реагируют на незначительные колебания температуры молока. Они снабжаются сумматором, счетчиком, точным отсекающим клапаном и интегратором. Точность показаний турбинных счетчиков $\pm 0,5\%$.

3. Различают механические и электрические счетчики штучной продукции. Механические и электрические счетчики могут быть контактными. При прохождении груза делается отсчет толчком груза через зубчатую или фрикционную передачу (механические) или через место установки пружинного контакта замыкается электрическая цепь и срабатывает электромагнит импульсного счетчика.

Более совершенными являются фотоэлектронные счетчики. Фотоэлемент пропускает электрический ток только при освещении. Груз, перемещаемый транспортером, проходя мимо фотоэлемента, изменяет интенсивность света, излучаемого осветительной лампой. Прохождение тока прерывается и восстанавливается в интервалах между грузами. Импульс изменения тока ламповым усилителем приводит в действие регистрирующий прибор.

Для учета корзин эффективно работает автоматический счетчик корзин АСК-2, разработанный во ВНИМИ. Основными элементами счетчика являются четыре электромеханических датчика релейно-счетного блока. Электромеханический датчик отличается от других наличием пластины. При движении корзины рычаги отклоняются. При отклонении рычаг поворачивает кулачок, сидящий с ним на одном валу.

Кулачок действует на коромысло, которое закреплено на кронштейне, перемещающем шток. Этот шток через рамку действует на два микровыключателя. Подвижная система рамки состоит из скобы, двух шпилек и планок, которые закреплены на ней гайками. Одновременное использование двух микровыключателей обеспечивает более надежную работу счетчика. Микровыключатели преобразуют перемещение рычагов датчиков в электрические импульсы, которые передаются на релейно-счетный блок.

4. Система, которой измеряется количество молока при сборке его от поставщиков размещена на задней стороне автомашины. Оборудование системы состоит из двух линий: для измерения молока при приемке его от поставщиков, для измерения возвращаемого обезжиренного молока.

Измеряющий всасывающий насос установлен впереди воздушного сепаратора поплавкового типа. Между воздушным сепаратором и танком для приема устанавливается пружинный контрольный клапан и измерительный прибор (манометр). При измерении смесь молока и воздуха накачивается в воздухоотделитель. Воздух утекает через вентиль, и молоко собирается в нижней части сепаратора. Контрольный клапан, находящийся за воздушным сепаратором, предохраняет молоко от утечки во время перекачивания.

Когда собирается достаточный объем молока, поршень поднимается так, что воздушный клапан закрывается. Давление поднимается до тех пор, пока контрольный клапан не открывается и начинается измерение. Когда воздух снова войдет, поршень опускается и открывает для выхода воздуха проход в крышке.

Система для измерения обезжиренного молока состоит из всасывающего насоса плунжерного типа, измерительного прибора, который установлен позади насоса. На конце шланга для обезжиренного молока устанавливается клапан для наполнения. Насос может быть приведен в действие попеременно от ременного привода или непосредственно от электродвигателя. Он питается током от машины или в случае полуприцепа — от гидравлического мотора, а также двумя гидравлическими моторами, непосредственно соединенными с насосом.

Поршневой измерительный прибор устанавливается на резиновом амортизаторе. Все трубопроводы сделаны из нержавеющей стали. Всасывающий шланг снабжен наконечником с обратным затвором для соединения с танком на ферме. Специальный всасывающий шланг прикреплен к нему для опораживания фляг. Пространство, в котором размещено измерительное оборудование, обогревается подачей нагретого воздуха.

Централизованное управление работой автоматизированной линии осуществляется с командно-сигнального щита. Производительность эксплуатируемой линии 20000 л/ч молока.

Тема: Средства для перемещения растительного сырья и продукции
Цель работы: Изучение классификации и устройства ленточных, скребковых и шнековых транспортеров, освоить методику расчета производительности транспортных средств

Теоретические сведения

1.1 Транспортеры

Транспортные средства подразделяются на средства с тяговым органом и без тягового органа. Оба типа устройств могут перемещать грузы, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Транспортеры, применяемые для перемещения сырья и продукции, классифицируются на следующие виды: ленточный, ленточно-трубчатый, скребковый, планчатый, пластинчатый, роликовый, винтовой (шнек), вибрационный, инерционный, метательный, пневматический, аэрожелоб и самотечный.

Ленточные транспортеры получили широкое применение в производстве: на складах, мельницах, элеваторах и зернотоках при больших грузопотоках. Они применяются на погрузке зерна, муки, удобрений, корнеплодов, бахчевых, яблок, хлопка, строительных материалов и кормов вертикально и под углом к горизонту. Ленточные транспортеры меньше травмируют груз, что особенно важно при транспортировании семенного материала.

Ленточные транспортеры с гладкой лентой применяются для горизонтального и слабонаклонного транспортирования (угол наклона до 20°), с рифленой лентой - до 40° и специальные - для крутонаклонного и вертикального транспортирования.

Ленточные транспортеры могут быть стационарные (рисунок 1.1) и передвижные. Стационарный ленточный транспортер состоит из поворотного барабана 1, загрузочного устройства 2, ленты 3, роликовых опор 4 и Э, разгрузочного устройства 6, приводного барабана 7, приводного механизма в, натяжного механизма 9.

Наиболее широкое распространение получили передвижные ленточные транспортеры с шириной ленты 400...650 мм, длиной - от 5 до 15 м, производительностью - от 27 до 65 т/ч при скорости ленты 4 м/с.

Транспортерная лента является грузонесущим органом транспортера, должна иметь малую гигроскопичность, высокие гибкость, прочность, износостойкость и малое удлинение. Ленты бывают хлопчатобумажные (Б-820, ОПБ-5, ОПБ-72), лавсано-хлопчатобумажные (ЛХ-120), капроновые (К-4-3), анидные (А-12-3), прорезиненные. В зависимости от конструкции опор транспортерная лента получает разную форму поперечного сечения, что позволяет определить площадь сечения груза, как необходим $0,143$ показателя при подсчете производительности.

Ленточные транспортеры, состоящие из отдельных секций 2...3 м, с одной общей лентой, могут быть встроенными в технологические линии и применяются на погрузке ящиков с овощами, фруктами, рассадой и другими грузами.

Ленточно-трубчатый транспортер рекомендуется для перемещения связных грузов таких, как жом, кормосмесь, запаренная соломенная сечка и т. д. Ленточно-трубчатый транспортер состоит из рамы 1 на которой установлены ведущий барабан 8 и ведомые барабаны 2,6. Рама опирается на колеса и на ней устанавливается

направляющая труба 4, в которой движущаяся лента получает круглую форму в поперечном направлении-

Принцип его работы заключается в следующем: материал, поступающий на ленту, обжимается последней и увлекается к месту разгрузки.

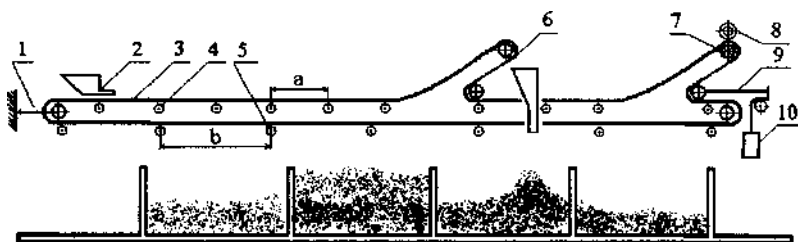


Рисунок 1.1 - Схема стационарного ленточного транспортера: 1 -поворотный барабан; 2 — загрузочное устройство; 3 - лента; 4 и 5 — роликовые опоры; 6 - разгрузочное устройство; 7 — приводной барабан; 8 -приводной механизм; 9 - натяжной механизм; 10 — груз; а, б —расстояние между роликами

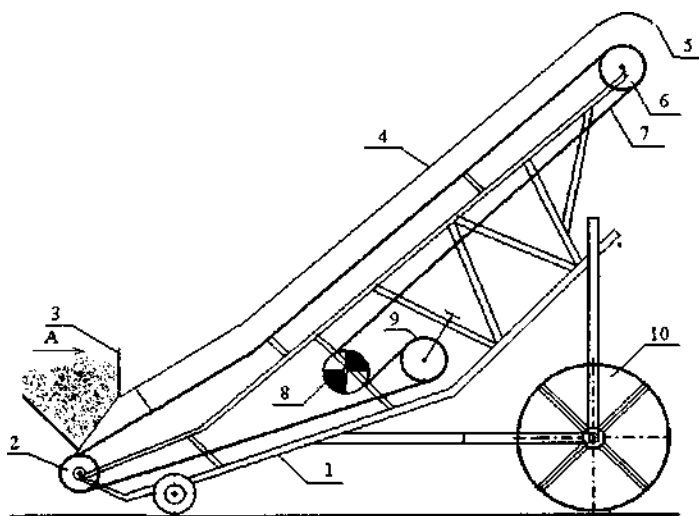


Рисунок 1.2. Схема ленточно-трубчатого транспортера: 1 -рама; 2, 6 - ведомые барабаны; 3 - выравнивающее устройство, направляющая труба; 4 - направляющая труба; 5 - оградительный кожух; 7 - транспортерная лента; 8 — ведущий барабан; 9 — натяжной барабан; 10 — опорные колеса

Скребоквые, планчатые и пластинчатые транспортеры получили широкое применение для перемещения сыпучих грузов.

Скребоквые транспортеры применяют для хорошо сыпучих грузов (початков, корнеплодов, плодов, зерна, муки, удобрений, угля и навоза). Они бывают самостоятельными и встроенными в специальные машины. Тяговым органом может быть цепь, лента и канаты.

Скребоквый транспортер работает по принципу волочения транспортерного груза по желобу (рисунок 1.3). Бесконечная цепная передача 3, приводимая в движение механизмом привода 1, содержит, расположенные на определенном расстоянии друг от друга, скрепки 4, которые могут быть выполнены в виде пластин или ковшей. Движение бесконечной цепи со скрепками увлекает за собой продукт 7, находящийся на поверхности 5. Для стабилизации работы транспортера имеется опорная поверхность 6, предотвращающая вытягивание цепи вверх.

Недостатком скребоквого транспортера является измельчение и механическое повреждение груза, быстрый износ направляющего желоба.

В планчатых транспортерах тяговые органы снабжены планками, расставленными на одинаковом расстоянии, а в пластинчатых - сплошным настилом из пластин. Эти транспортеры просты по конструкции, имеют возможность загрузки и вы-

грузки в любом месте на длине транспортера, а перемещение груза можно осуществлять в любом направлении.

Пластинчатые транспортеры (рисунок 1.4) состоят из набора металлических пластин двух типов - в виде круга 3 и в виде ограниченного с двух сторон полуокружностями элемента 2, насаженных на бесконечную цепь 1, приводимую в движение приводом 5. Сопряжение круга 3 и элемента 2 образует плоскость с возможностью их смещения относительно друг друга в горизонтальной плоскости на поворотах транспортера.

Преимуществом пластинчатых транспортеров перед ленточными является возможность подачи предметов по замкнутому контуру любой конфигурации.

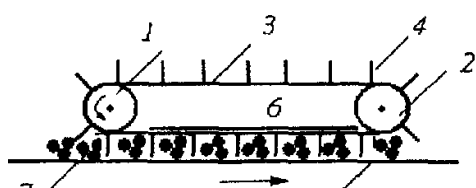


Рисунок 1.3 - Сжатия скребкового транспортера: 1- механизм привода цепной передачи; 2 — механизм натяжения цепной передачи; 3 - бесконечная цепная передача; 4 скребок; 5 - опорная поверхность продукта;

б - опорная поверхность цепной передачи; 7 - продукт

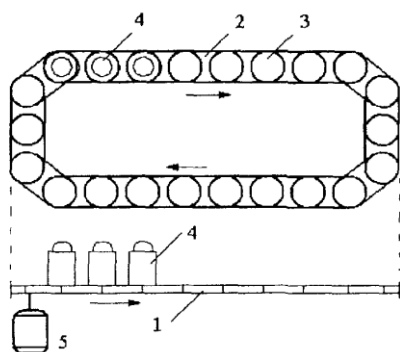


Рисунок 1.4 - Схема пластинчатого транспортера: 1 - приводная цепь с пластинами; 2 - пластина типа; 3 - пластина типа; 4 - перемещаемый предмет; 5 - привод

Роликовые транспортеры организуют и упорядочивают хаотичный поток продуктов округлой формы (плоды, картофель, морковь и т.д.), что находит применение в механизированных и автоматизированных сортировочных устройствах.

В механизированных сортировочных устройствах транспортер подает поток плодов к оператору, причем по мере прохода перед ним последние вращаются, улучшая тем самым работу человека.

. Принцип работы роликового транспортера показан на рисунке 1.5. К двум бесконечным цепям 1 через определенные расстояния прикреплены валы 2. На них насажены с возможностью свободного вращения фигурные ролики 3, опирающиеся на поверхность 4. Продукт помещается между соседними рядами роликов. Цепь 1 движется в направлении, указанном стрелкой. Фигурные ролики 3, опираясь на поверхность 4, за счет сил трения вращаются. Находящиеся на них продукты округлой формы 5 также вращаются, давая возможность, например, осматривать себя со всех сторон или омывая водой. Ролики могут иметь разную конфигурацию, в зависимости от продукта, а также иметь принудительный привод.

Недостатком роликовых транспортеров является повышенная повреждаемость продукта во время транспортировки, особенно при закладке плодов на хранение, однако для консервного производства это не имеет значения. Роликовые транспортеры могут транспортировать продукт в горизонтальном и наклонном направлении.

Винтовые транспортеры (шнеки) применяются для перемещения сыпучих грузов в виде самостоятельных машин и встроенных в специальные машины. Шнеки используются в технологических операциях смешивания кормов, разбрасывания навоза, протравливания зерна и в моечных машинах корнеплодов, плодов и овощей. Эти транспортеры перемещают груз горизонтально, под углом и вертикально.

Винтовой транспортер (рисунок 1.6) состоит из шнека 1 на валу 2, который вращается приводной станцией 5. Продукт подается через загрузочный бункер 4 из которого он по действием собственного веса попадает в полый цилиндр 3 на вращающиеся лопасти шнека 1, которые увлекают его в направлении, указанном стрелкой. Дойдя до конца полого цилиндра 3 продукт под давлением лопастей выходит из него через выходное отверстие.

Метательные машины применяют при погрузке зерна, силоса, укрытия буртов, для разбрасывания навоза, минеральных удобрений.

- Широкое применение метатели получили на зерноскладах и зернотоках. Достоинства метателей: малая энергоемкость, компактность конструкций, большая маневренность, возможность перемещения материала в любом направлении. При перемещении зерна метателем можно снизить влажность и увеличить высоту бурта в хранилище. Основные рабочие органы метателей бывают ленточные, лопастные, дисковые, кольцевые и вентиляторные.

Метательные транспортеры работают по следующему принципу - груз поступает в загрузочный бункер, а затем, лентой ведущего барабана подается на ленту натяжного барабана. В результате груз перемещается под углом. При выходе груза с лент по инерции он продолжает двигаться, преодолевая тем самым определенное расстояние по воздуху.

Скорость груза для ленточных метателей $v=1,3... 18$ м/с, при этом дальность полета зерна 10...20 м.

Транспортирование груза вибротранспортерами совершается перемещениями или скачками по грузонесущему органу.

Такие конвейеры бывают: инерционные с постоянным или переменным давлением груза на дно желоба, без отрыва от дна желоба; вибрационные. Когда груз перемещается бросками с отрывом от дна желоба их применяют, как питатели в перерабатывающих отраслях, мельзаводах, на складах, элеваторах. Они способны перемещать сыпучие и штучные грузы, удобрения, картофель, корнеплоды, плоды, ягоды, мешки и ящики.

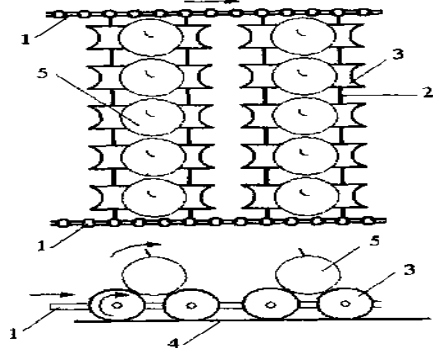


Рисунок 1.5- Схема роликового транспортера: 1 - бесконечная цепь; 2 - вал; 3 - фигурный ролик; 4 - опорная поверхность; 5 - плод

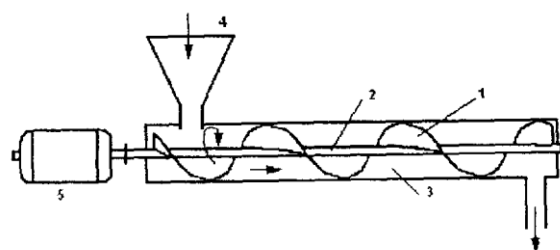
Рисунок 1.6 - Схема шнекового транспортера: 1 - лопасти шнека (винт); 2 - вал шнека; 3 - полый цилиндр; 4 - загрузочный бункер; 5 -приводная станция

Применяемые вибрационные и инерционные транспортеры имеют производительность 5... 140 т/ч, длину транспортирования 2,5...50 м, размер желоба или трубы 0,15... 1,0 м, мощность привода 0,6... 14,0 кВт.

Принцип действия пневматических транспортеров основан на способности сыпучей продукции перемещаться совместно с потоком воздуха. Поток воздуха создается специальным вентилятором, который всасывает сыпучий продукт из емкости (бурта, закрома и т. д.) в трубопровод и направляет его к месту выгрузки. Пневматические устройства получили широкое применение благодаря их преимуществам перед механическими. Они перемещают груз воздушным потоком по трубопроводам, чаще транспортируют груз в россыпи (зерно, солома, сено, силос, шерсть, хлопок, комбикорм, муку и т. п.). Пневмотранспортеры бывают самостоятельными и встроенными в технологические линии.

Пневматические транспортеры бывают трех видов - всасывающие, нагнетательные и комбинированные.

Принцип работы всасывающего транспортера показан на рисунке 1.7. В сыпучий материал 9 опущены сопла 1, присоединенными к гибким шлангам 2, которые со-



единены с трубопроводами 3. Из трубопровода воздух отсасывается вакуум-насосом (вентилятором) 8. Под напором наружного воздуха материал 9 поступает через сопла 1, шланг 2, трубопровод 3 в циклон (разгрузатель) 4 и через шлюзовой затвор 5 в сборный бункер 6. Освобожденный от материала воздух поступает в фильтр 7, а из него вакуум-насосом 8 удаляется в атмосферу.

Подобные транспортеры применяют для перемещения груза на небольшое расстояние. Их используют для разгрузки сыпучих грузов из вагонов, барж, кузовов автомобилей в склады. Нагнетательный транспортер работает по принципу захвата сыпучего груза из бункера струей воздуха от вентилятора и перемещения его по трубопроводу к месту складирования. Такие транспортеры используют для транспортирования груза на большие расстояния. Эти транспортеры бывают низкого давления - до 1,0 кПа, применяемые для транспортирования сена, соло-

мы, половы; среднего давления - до 3 кПа и высокого давления - до 15 кПа - для перемещения зерна и других сыпучих грузов.

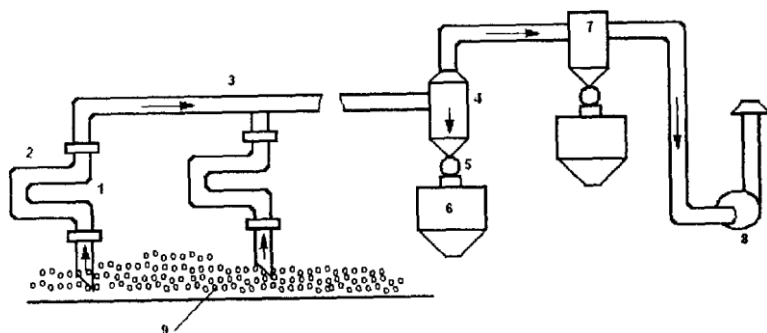


Рисунок 1.7 - Схема пневматической транспортной установки: 1 - сопла; 2 - гибкий шланг; 3 - трубопровод; 4 - циклон; 5 - шлюзовой затвор; 6 - бункер; 7 - фильтр; 8 - вакуум насос; 9 - транспортируемый материал

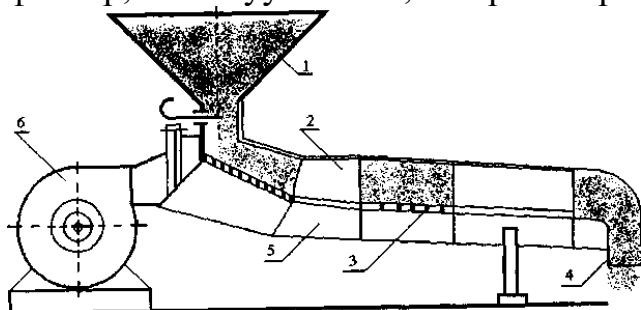


Рисунок 1.8 - Аэрожелоб: 1 - загрузочное устройство; 2 - грузовой канал; 3 - перегородка; 4 - разгрузочное окно; 5 - воздушный канал; б - вентилятор

Комбинированный транспортер использует принцип нагнетания и всасывания. Чаще всего он применяется для перегрузочных работ, например из транспортных средств в силосные башни элеваторов. Поток воздуха, создаваемый вентилятором, всасывает соплом зерно по гибкому трубопроводу. Далее воздух с грузом нагнетается в трубопровод и транспортируется по нему к месту складирования.

Достоинства пневматического транспортера - способность работать при любых трассах транспортирования, малая металлоемкость, простота конструкции, мягкая, без толчков, с малыми потерями работа, создание приемлемых гигиенических условий в производственных помещениях, охлаждение и проветривание груза.

Недостатки пневматического транспортера - повышенное потребление энергии (в 5...6 раз больше, чем у механического), повышенный износ соприкасающихся с грузом рабочих частей.

Конвейер, работа которого основана на аэрировании груза, приводящем его в «псевдооживленное» состояние, называется аэрожелобом. Он состоит из двух каналов 2 и 5 (рисунок 1.8), разделенных пористой перегородкой 3, изготовленной из керамики или бельтинга (восьмислойной хлопчатобумажной лентой). Транспортируемый материал через загрузочное устройство 1 поступает самотеком в верхний канал 2.

Воздух, нагнетаемый вентилятором б, подается в нижний канал 5, проходит через пористую перегородку 3, а груз отводится через окно на грузовом канале 2, которое можно располагать в любом месте по длине транспортирования, достигающей до 40 м. В процессе движения воздуха через груз внутреннее трение снижается и

груз приобретает свойства жидкости. Таким образом, псевдооживление - это промежуточное состояние между неподвижным слоем материала и уносом его частиц воздушным потоком, т. е. началом процесса пневматического транспортирования. Выход груза осуществляется через разгрузочное окно 4.

Аэрированный груз под действием сил тяжести способен течь в аэрожелобе с уклоном $\alpha=34^\circ$. Этот вид транспортеров применяют для порошкообразных грузов (муки, порошков и др.).

Достоинства аэрожелобов - простота конструкции и малая металлоемкость, небольшая энергоемкость, высокая производительность, соблюдение гигиены и исключение потерь груза. Недостатки аэрожелобов - невозможно транспортировать груз с подъемом и зависимость его работы от степени сухости воздуха.

Перемещение штучных и сыпучих грузов под действием силы тяжести осуществляется с помощью самотечных транспортеров. Для этого используют спускные устройства, скаты, роликовые и винтовые спуски, а для сыпучих грузов - лотки, желоба и трубы.

В винтовых спускных устройствах перемещение груза осуществляется по винтовой поверхности за счет силы притяжения, центробежной силы и сил трения.

Роликовые спуски представляют собой поверхность из роликов, свободно вращающихся вокруг своей оси. Поверхность такого транспортера наклонена к горизонту под углом, что позволяет материалу передвигаться под действием собственного веса.

Лотковый спуск представляет собой пассивный направляющий элемент в виде желоба, трубы (рисунок 1.9). Движение материала по лотку называется связным, если его движение происходит без внутреннего перемещения частиц относительно друг друга. При смещении частиц возникают силы внутреннего трения. Такое движение называется несвязным.

Угол наклона самотечных труб и лотков назначают большим, чем угол внутреннего трения транспортируемого груза: для зерна $=21..21^\circ$, при повышенной влажности 45° ; для муки, жмыха и отрубей $=32...48^\circ$; для картофеля, корнеплодов и плодов $=36...43^\circ$. Потоки грузов в самотечных устройствах разделяют на активные — ускоряющие и самотормозящие - замедляющие движение.

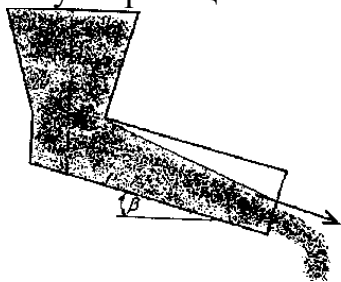


Рисунок 1.9- Схема работы лоткового спуска

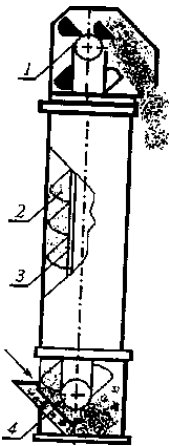


Рисунок 1.10 - Схемы нории с центробежной разгрузкой: 1 -приводные звездочки- 2 - ковши 3 - тяговые органы; 4 - натяжная звездочка

1.2 Нории

Для перемещения кускового, штучного, сыпучего, связного и других материалов по вертикали применяют нории - цепочные или ленточные элеваторы.

По конструкции рабочего органа они разделяются на ковшовые, лю-лечные, полочные, с карманами и т. д.

Ковшовые рабочие органы жестко крепятся к несущим цепям. В момент изменения направления движения, например, после движения вверх и начала движения вниз, они опрокидываются и выгружают находящийся в них материал. Ковшовый элеватор с центробежной разгрузкой (рисунок 1.10) имеет ковши 2, жестко скрепленные с осями тяговых органов 3 (цепи). Приводная звездочка 1 перемещает ковши 2 вверх, загрузка которых осуществляется внизу (показано стрелкой). При достижении наивысшей точки ковши опрокидываются с большой скоростью. Под действием центробежной силы продукт, находящийся в ковше, высыпается из него и направляется по трубопроводу к месту складирования. Ковшовый элеватор с гравитационной разгрузкой имеет элеваторы и ковши, жестко скрепленные с тяговым органом (цепи, полотно), что позволяет опрокидывать ковши с более низкой скоростью, а материал, находящийся в ковше, покидает его под действием собственного веса.

Ковшовый элеватор с полками на тяговом органе (цепи, полотно) имеет полки, на которые внизу загружают штучный материал, а выгружают сверху. Конструкция подобного элеватора позволяет с помощью специальных приспособлений осуществлять полную механизацию загрузки и выгрузки материала.

Люлечные рабочие органы подвешиваются на несущих тяговых органах свободно, поэтому при изменении направления движения они не опрокидываются. Загрузка и выгрузка материала выполняется с помощью дополнительных устройств или вручную.

Привод норий осуществляется специальной звездочкой 1, а натяжение тягового органа - натяжной звездочкой 4 (см. рисунок 1.10).

Для транспортирования корнеплодов, навоза, силоса и других подобных грузов рекомендуются элеваторы с цепным тяговым органом.

Ковшовые элеваторы применяются на элеваторах и мельницах для транспортирования зерна, муки и комбикормов.

1.3 Погрузчики

Для закладки на хранение, внутрискладского перемещения и подготовки грузов к отправке, хранилища должны быть оснащены грузоподъемными и транспортными средствами. Для подъема, перемещения и опускания грузов наиболее широко применяют лифты, наклонные подъемники, лебедки, тали, консольные и мостовые краны, авто- и электропогрузчики.

Для грузовой обработки пакетов, уложенных на поддон, или контейнеров внутри плодоовощного склада или холодильника используют автопогрузчики, электропогрузчики и навесные погрузчики периодического действия.

Автопогрузчики - это самоходные подъемно-транспортные машины, предназначенные для погрузки, выгрузки и перемещения на небольшие расстояния различных грузов. Фрукты, овощи и картофель транспортируют в ящиках, установленных на поддоны, или в контейнерах. Погрузчик производит захват груза, подъем на требуемую высоту, укладку в штабель и разгрузку его.

Проводить работы автопогрузчиком внутри помещения нельзя, особенно в холодильниках, так как выхлопные газы ядовиты для человека и нарушают режим хранения плодов и овощей.

Автопогрузчик на пневматическом ходу состоит из готовых узлов серийно выпускаемых грузовых автомобилей: кабины, шасси, карбюраторного двигателя, ходовой части, ведущего переднего моста, рулевого управления, электрооборудования, грузоподъемного механизма с телескопической рамой и гидросистемы.

Автопогрузчик может комплектоваться вилочным захватом, удлинителем вилочного захвата, сталкивателем груза, зажимом для круглых грузов, вилочным захватом с верхним прижимом, поворотной кареткой, стрелой с крюком. Такие автопогрузчики выпускаются промышленностью грузоподъемностью 1,5...5,0 тонн.

Электропогрузчики предназначены для погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в помещениях и на открытых площадках с твердым и ровным дорожным покрытием.

Электропогрузчик представляет собой четырехколесную самоходную машину с литыми шинами и состоит из рамы-шасси, переднего (ведущего) и заднего мостов, грузоподъемного механизма с телескопической рамой и кареткой, гидравлического привода, электрооборудования, рулевого управления и тормозной системы.

На шасси 2 электропогрузчика (рисунок 1.11) установлена энергоустановка, содержащая аккумуляторные батареи и два двигателя постоянного тока: один для привода колес шасси (напольного перемещения электропогрузчика), а другой для привода гидронасоса для подъема груза. Управление электропогрузчиком - скоростью перемещения, подъемом и опусканием груза, осуществляется с пульта водителя.

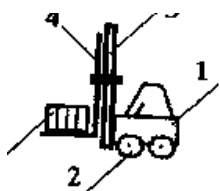


Рисунок 1.11 - Схема электропогрузч

эчика: 1 - энергоустановка; 2 шасси; 3 - гидродъемник; 4 - грузоподъемная колонка; 5 - груз

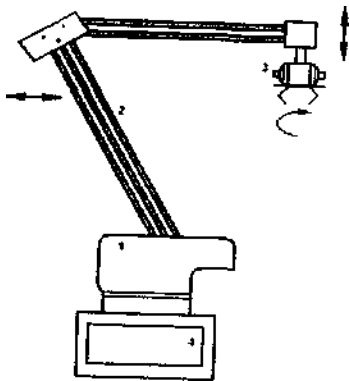


Рисунок 1.12 - Схема манипулятора: 1 - силовой привод; 2 рычажный механизм; 3 - грузовой блок; 4 – кронштейн

Управление направлением перемещения осуществляется рулевой колонкой, аналогичной автомобильной. Благодаря применению двигателей постоянного тока имеется возможность плавного регулирования скорости перемещения электропофюзчика. Скорость перемещения - до 7 км/час. Высота подъема груза (вертикального перемещения колонки 4) у современных по-фюзчиков - до 4.5 м, грузоподъемность - до 2 т.

Электропофюзчики наиболее целесообразно использовать на расстояние перевозки до 100 м, причем, если скорость перемещения увеличивается до 13 км/ч, то расстояние перевозки увеличивается до 175 м. Электропофюзчики следует применять, если они используются и для перемещения грузов и для их складирования.

Электроштабелеры в отличие от электропогрузчиков имеют дополнительный механизм продольного движения фузоподъемника, а электроштабелер ЭШПВ-1,0 также и механизм поворота фузоподъемника вправо и влево на 90°.

Манипуляторы. В качестве подъемно-транспортного средства может быть использован электромеханический манипулятор МП-100 (рисунок 1.12).

Манипулятор состоит из силового привода 1, укрепленного на кронштейне 4, рычажного механизма 2 и грузового блока 3. Рычажный механизм и силовой блок могут поворачиваться на 360°. На грузовом блоке могут монтироваться сменные захватные устройства. Грузоподъемность манипулятора 100 кг, максимальное горизонтальное и вертикальное перемещение груза -1500 мм, максимальная скорость вертикального перемещения - 200 мм/с. Манипулятор с помощью кронштейна 4 устанавливается на вертикальную стойку, например опору или стеллажа склада.

Навесные погрузчики получили широкое распространение в сельскохозяйственном производстве, они состоят из пофюзочного оборудования, навешиваемого на трактор, самоходное шасси, автомобиль.

В качестве фузозахватного органа применяют ковши, фейферы, фабельные решетки, клещи и т.д. Грузозахватный орган навешивается на подъемник, который осуществляет манипуляции с последним: подъем, опускание, поворот.

ГУАР-15: а - ГУАР-

Погрузочное оборудование навешивается на тракторы ВТЗ, МТЗ и ЮМЗ. Универсальные погрузчики ГТГ-0,2; ПГХ-0,5; ПЭ-0,8Б навешиваются на тракторы, их грузоподъемность 200...800 кг, производительность 20...100 т/ч. Такие погрузчики способны работать на жидких, сыпучих и связных грузах. Привод рабочих органов (поворот стрелы, захват груза грейфером или ковшом) производится от гидросистемы трактора (рисунок 1.13).

Основной показатель эффективности погрузчика - производительность. Она зависит от многих технико-экономических и эксплуатационных факторов: физико-механических свойств груза, условий работы, работоспособности и надежности машины.

Для разгрузки сыпучих и мелкокусковых материалов через задний борт одиночного автомобиля используется разгрузчик ГУАР-15(с) (рисунок 1.14, а). Данный разгрузчик стационарный, гидравлический, универсальный и состоит из рамы с салазками 1, платформы 3, гидродомкратов поворота 2 платформы, гидроприводов и пульта управления (на рисунке не показан). Для разгрузки кузова автомобиля последний заезжает на платформу 3, открывает задний борт и по сигналу с пульта управления гидродомкраты 2, установленные на раме 1, поднимают автомобиль как это показано на рисунке. После опорожнения кузова платформа 3 опускается и автомобиль съезжает с нее.

Для разгрузки автомобилей в полевых условиях применяется разгрузчик ГУАР-15(п) (рисунок 1.14, б) - передвижной, гидравлический, универсальный. В отличие от стационарного данный погрузчик не требует устройства фундаментов и состоит из рамы с салазками 1, платформы 3, гидропривода 2, пульта управления.

Автомобилеразгрузчик ГУАР-15(у) стационарный, гидравлический, универсальный с увеличенной грузоподъемностью, усиленной и удлиненной платформой, на которой установлены вторые упоры для колес. Грузоподъемность ГУАР-15(у) - 18 т.

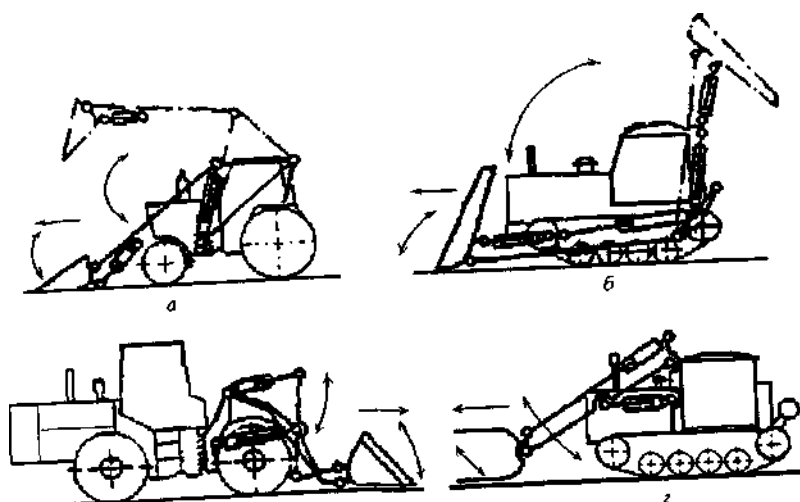


Рисунок 1.13 — Схемы погрузчиков периодического действия: а - фронтальный на колесном тракторе; б - фронтальный перекидной на гусеничном тракторе; в - фронтальный с задней навеской на колесном тракторе; г — фронтальный на гусеничном тракторе с клещевым захватом

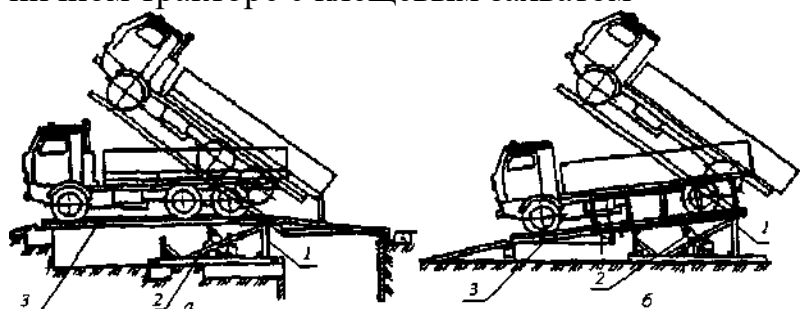


Рисунок 1.14 - Разгрузчик автомобильный типа 15Н(с);б~ГУАР-15Н(п)

Методика расчета

1.4 Расчет производительности транспортных средств

1.4.1 Расчет ленточных конвейеров

Производительность ленточного конвейера (Пд) при перемещении плодов и овощей и других сыпучих грузов рассчитывается по формуле

$$Пл = b \cdot h \cdot V \cdot \rho \cdot k_j ; (1.1)$$

где b - ширина ленты, м;

h - высота (толщина) слоя груза на ленте (при однослойном размещении сырья $h = d_{Ср}$, где $d_{Ср}$ ~ средний размер плода, м);

v - скорость движения ленты, м/с (расчетная скорость может отклоняться от стандартной не более чем на 10%);

ρ — насыпная плотность груза, кг/м³ ;

k_j , - коэффициент заполнения ленты, $k_j = 0,6 \dots 0,9$.

При перемещении штучных грузов эта формула имеет вид

$$Пшт = \frac{v \cdot K_p \cdot k_H}{a} (1.2)$$

где a - расстояние между центрами перемещаемого груза по длине ленты, м;

K_p - число рядов изделий по ширине ленты, $K_p = 1$;

k_H - коэффициент неравномерности подачи изделий, $k_H = 0,8 \dots 1$;

На ленточных сортировочных конвейерах А9-К1 (приложение 1.1) плоды и овощи разделяются по степени зрелости, цвету, пятнистости, ожогам и отбраковывается некондиционное сырье.

Скорость движения лент инспекционных конвейеров должна быть не более 0,2 м/с, укладочных - не более 0,16 м/с.

1.4.2 Расчет винтовых конвейеров

Производительность винтового конвейера (м³/с) рассчитывается по формуле $L_{в} = 0,0131 \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot k_{ж} \cdot C$, (1.3)

или в кг/ч

$$(1.4)$$

$$L_{кг/ч} = 47,1 \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot k_{ж} \cdot C,$$

где D - наружный диаметр винта, м;

S - шаг винта, $S = (0,8 \dots 1,0) \cdot D$, м;

n - частота вращения винта, с⁻¹ (допускаемое отклонение расчетной частоты вращения от стандартной не более 10%);

$k_{ж}$ — коэффициент заполнения желоба, $k_{ж} = 0,2 \dots 0,65$;

C - коэффициент, учитывающий угол наклона винтового конвейера к горизонтальной плоскости:

Д град	0	5	10	15	20	90
C	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,275...0,488

В промышленности применяются разные типы и марки винтовых конвейеров, в том числе горизонтальные винтовые конвейеры УШ2Ч (приложение 1.2).

1.4.3 Расчет скребковых конвейеров

Производительность скребкового конвейера (кг/с) рассчитывается по формуле (1.5)

$$P_c = B_{ж} \cdot h_{ж} \cdot v \cdot p \cdot k_{ж} \cdot C$$

где

$B_{ж}$ — ширина желоба ($B_{ж} = B + 2 - 5$), м;

B - высота желоба ($k_{ж} = h + S$), м; $Б$ — длина скребка, м;

δ - зазор между скребком и желобом, м.

h - высота скребка, м;

v — скорость движения скребков, м/с; $k_{ж}$ - коэффициент заполнения желоба;

C - коэффициент, учитывающий угол Днаклона конвейера:

1.4.4 Расчет роликовых конвейеров

Конвейеры этого типа применяются преимущественно для инспекции сырья. Не-

град	0	10	20	30	35	40
С для груза лег- косыпучего	1	0,35	0,65	0,5		
С для груза ком- коватого	1	1	1	0,75	0,6	0,5

приводные (в основном гра-
витационные) рольганги ис-
пользуются для скатывания
по ним коробок, ящиков и ав-
токлавных корзин.

Производительность роликового инспекционного конвейера определяется по формуле (1.1), при этом $k_{л} = 0,4 \dots 0,6$.

В настоящее время для консервной промышленности выпускаются ин-
спекционный роликовый конвейер КТО и дифференцированный ряд сорти-
ровочных роликовых конвейеров А9-К2 (приложение 1.3).

1.4.5 Расчет норий и элеваторов

Нории и элеваторы «гусиная шея» применяются для перемещения сыпучих и
мелкокусковых грузов по вертикали (нории) и в наклонной плоскости.

Производительность ковшового элеватора (в кг/с) определяется по формуле

$$P_K = \frac{v}{a} \cdot i \cdot p \cdot k_K \quad (1,6)$$

где a - расстояние между соответствующими точками ковшей (например,
между передними кромками), м;

k_K - коэффициент заполнения ковшей, $k_K = 0,6 \dots 0,8$.

i - вместимость ковши, м³

В технологических линиях консервной промышленности широкое рас-
пространение получает элеватор «гусиная шея» Р9-КТ2-Э (приложение 1.4) про-
изводительностью по гороху 13500, по овощам - 9000, по фруктам - 5850 кг/ч.

Задание 1.

Выполнить расчет производительности ленточного конвейера по инди-
видуальному заданию, указанному в таблице 1.1.

Задание 2.

Выполнить расчет производительности винтового конвейера по индивидуальному
заданию, указанному в таблице 1.2.

Задание 3.

Выполнить расчет производительности скребкового конвейера по ин-
дивидуальному заданию, указанному в таблице 1.3.

Задание 4.

Выполнить расчет производительности ковшового элеватора по индивидуальному
заданию, указанному в таблице 1.4.

Таблица 1.1 - Варианты индивидуальных заданий для расчета ленточного конвейера						
№ варианта	Скорость движения ленты, v м/с	Коэффициент заполнения ленты, к	Насыпная плотность груза, ρ, кг/м ³	Ширина ленты, Б, м	Расстояние между центрами изделия Р по длине ленты, о, м	Коэффициент неравномерности подачи изделий, кц
1	0,250	0,6	350	0,30	0,5	0,8
2	0,315	0,7	400	0,40	0,6	0,9
3	0,400	0,8	450	L 0,50	-	1,0
4	0,500	0,9	500	0,65	-	0,8
5	0,630	0,6	550	0,80	-	0,9
6	0,800	0,7	350	1,00	0,7	1,0
7	1,000	0,8	400	0,30	0,6	0,8
8	1,250	0,9	450	0,40	-	0,9
9	1,600	0,6	500	0,50	-	1,0
10	2,000	0,7	550	0,65	-	0,8
11	2,500	0,8	350	0,80	0,5	0,9
12	3,150	0,9	400	1,00	0,6	1,0
13	4,000	0,6	450	0,30	-	0,8
14	0,250	0,7	500	0,40	-	0,9
15	0,315	0,8	550	0,50	-	1,0

Таблица 1.2 - Варианты индивидуальных заданий для расчета винтового конвейера

№ варианта	Диаметр винта, D, м	Шаг винта, S, м	Частота вращения винта, Ц, мин ⁻¹	Насыпная плотность перемещаемого материала, ρ, кг/м ³	Коэффициент заполнения желоба, к
1	0,100	0,080	6,0	350	0,2
2	0,125	0,100	7,5	400	0,3
3	0,160	0,125	9,5	450	[0,4
4	0,200	0,160	11,8	500	0,5
5	0,250	0,200	15,0	550	0,6
6	0,320	0,250	19,0	350	0,7
7	0,400	0,320	23,6	400	0,2
8	0,500	0,400	30,0	450	0,3
9	0,630	0,500	37,5	500	0,4
10	0,800	0,630	47,5	550	0,5
11	0,100	0,080	60,0	350	0,6
12	0,125	0,100	75,0	400	0,7
13	0,160	0,125	95,0	450	0,2
14	0,200	0,160	118,0	500	0,3
15	0,250	0,200	150,0	550	0,4

Таблица 1.4 -
- Варианты индивидуальных заданий для расчета ковшового элеватора

№ варианта	Скорость движения ленты, v, м/с	Расстояние между передними кромками ковшей, а, м	Вместимость ковша, /,	Насыпная плотность перемещаемого материала, ρ кг/м ³ ,	Коэффициент заполнения ковшей, А:
1	0,5	0,26	0,050	350	0,6
2	0,8	0,16	0,055	400	0,7
3	1,0	0,18	0,060	450	0,8
4	1,3	0,21	0,060	500	0,6
5	1,5	0,32	0,065	550	0,7
6	1,7	0,26	0,050	350	0,8
7	2,0	0,16	0,055	400	0,6
8	2,2	0,18	0,060	450	0,7
9	2,4	0,21	0,060	500	0,8
10	2,6	0,32	0,065	550	0,6
11	2,8	0,26	0,050	350	0,7
12	3,0	0,16	0,055	400	0,8
13	2,0	0,18	0,060	450	0,6
Ч4-	2,2	0,21	0,060	500	0,7
15	2,4	0,32	0,065	550	0,8

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируются транспортеры?
 2. При каких уклонах применяются ленточные транспортеры с гладкой лентой?
 3. При каких уклонах применяются ленточные транспортеры с рифленой лентой?
 4. При каких уклонах применяются специальные ленточные транспортеры?
 5. Каким требованиям должны отвечать транспортерные ленты?
 6. Для каких продуктов применяются скребковые, планчатые и пластинчатые транспортеры?
 7. По какому принципу работает скребковый транспортер?
 8. Для каких продуктов применяются винтовые транспортеры?
 9. По какому принципу работает метательный транспортер?
 10. Какова скорость и дальность полета зерна для ленточных метателей?
 11. Какие виды пневматических транспортеров Вы знаете?
 12. Каковы достоинства и недостатки аэрожелобов?
 13. Каким образом по конструкции рабочего органа разделяются норрии?
 14. Какие виды погрузчиков Вы знаете и каковы различия в их назначении и конструкции?
1. Изучить классификации и устройства ленточных, скребковых и шнековых транспортеров, освоить методику расчета производительности транспортных средств
2. Выполнить расчет производительности винтового конвейера задание №2.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература

- 1.Алексеев ,Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты пищевых производств" +CD [Текст]: рекомендовано УМО вузов России по образованию в области технологии сырья и продуктов животного происхождения в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 240902 "Пищевая биотехнология" / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. -СПб.:Лань,2011.-144с.
- 2.Алексеев Г.В. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]: краткий курс и практические работы/ Алексеев Г.В.-Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2013.-73с.-Режим доступа :<http://www.iprbookshop.ru/16902>.

б) дополнительная литература

- 1.Плаксин Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст]: допущено Мин. образования РФ в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Технология продуктов питания" и направлениям подготовки дипломированных специалистов "Производство продуктов питания из растительного сырья" , "Технология продовольственных продуктов специального назначения и общественного питания" , "Пищевая инженерия" / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. -2-еизд.,перераб.идоп.- М.:КолосС,2005.-760с.
- 2.Арет В.А. Реологические основы расчета оборудования производства жиродержащих перерабатывающих продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Арет В.А., Николаев Б.Л., Николаев Л.К. -Электрон. Текстовые данные.- СПб.:Интермедия,2013.344с.-Режим доступа :<http://www.iprbookshop.ru/30212>.
- 3.Ерёмина Н.В. Методы прогнозирования технологической и технической эффективности процессов и аппаратов пищевых производств [Электронный ресурс]: учебник Электрон. Текстовые данные. Кемерово: Кемеровский технологический

институт пищевой промышленности, 2006.100с. Режим доступа
:<http://www.iprbookshop.ru/14375>.

Мунир Мазгутович Гафин

Сергей Николаевич Петряков

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ:

краткий курс лекций

для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2021.- 66с.

