# СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. ПОЛУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

1.1 СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ЕГО ХРАНЕНИЕ

1.2 ПОДГОТОВКА МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН К ИЗВЛЕЧЕНИЮ МАСЛА

1.3 ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

1.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ИЗ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

1.5 Устройство и принцип действия линии

2. Матерчатые фильтры

2.1 Классификация фильтровальных материалов

2.2 Способы регенерации фильтровального материала

2.3 Принцип работы фильтра

2.4 Разработка, освоение производства и внедрение матерчатых фильтров для очистки промышленных газовых выбросов

3.Технологический расчет и выбор фильтра

Вывод

Список использованной литературы

ВВЕДЕНИЕ

Контроль загрязнения атмосферы на территории России осуществляется почти в 350 городах. Система наблюдения включает 1200 станций и охватывает почти все города с населением более 100 тыс. жителей и города с крупными промышленными предприятиями.

Средства защиты атмосферы должны ограничивать наличие вредных веществ в воздухе среды обитания человека на уровне не выше ПДК.

Соблюдение этого требования достигается локализацией вредных веществ в месте их образования, отводом из помещения или от оборудования и рассеиванием в атмосфере. Если при этом концентрации вредных веществ в атмосфере превышают ПДК, то применяют очистку выбросов от вредных веществ в аппаратах очистки, установленных в выпускной системе. Наиболее распространены вентиляционные, технологические и транспортные выпускные системы.

На практике реализуются следующие варианты защиты атмосферного воздуха:

–вывод токсичных веществ из помещений общеобменной вентиляцией;

–локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху;

–локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере;

–очистка технологических газовых выбросов в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере; в ряде случаев перед выбросом отходящие газы разбавляют атмосферным воздухом;

–очистка отработавших газов энергоустановок, например, двигателей внутреннего сгорания в специальных агрегатах, и выброс в атмосферу или производственную зону (рудники, карьеры, складские помещения и т. п.)

Для соблюдения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест устанавливают предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ из систем вытяжной вентиляции, различных технологических и энергетических установок.

Аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу делятся на: пылеуловители (сухие, электрические, фильтры, мокрые); туманоуловители (низкоскоростные и высокоскоростные); аппараты для улавливания паров и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные и нейтрализаторы); аппараты многоступенчатой очистки (уловители пыли и газов, уловители туманов и твердых примесей, многоступенчатые пылеуловители). Их работа характеризуется рядом параметров. Основными из них являются активность очистки, гидравлическое сопротивление и потребляемая мощность

Широкое применение для очистки газов от частиц получили сухие пылеуловители – фильтры различных типов.

# 1. ПОЛУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

## 1.1 СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ЕГО ХРАНЕНИЕ

Все культуры, которые являются сырьем для маслодобывающей промышленности, можно разделить на две группы: масличные растения, которые выращивают для получения растительного масла, и растения, которые служат для получения других продуктов, затем получают уже масла. К первой группе относятся подсолнечник, клещевина, рапс.

Вторая группа включает: 1) прядильно-масличные растения (хлопчатник, лен, конопля), которые выращивают для получения волокна; 2) белково-масличные растения (соя и арахис); 3) пряно-масличные растения (горчица); 4) эфиромасличные растения, из которых первоначально выделяют эфирное масло (кориандр); 5) маслосодержащие отходы (зародыши зерновых культур, виноградные семена, плодовые косточки и др.). Основное количество растительных масел в России получают из семян подсолнечника, хлопчатника, льна, сои, клещевины.

В зависимости от содержания жира в ядре все масличные культуры подразделяются на три группы: низкомасличные с содержанием жира 15—35% (например, соя); среднемасличные содержанием жира 35—55% (хлопчатник); высокомасличные содержанием жира 55% и выше (подсолнечник, арахис, лён, подсолнечник. Подсолнечник является основным масличным растением в нашей стране. Это высокоурожайная культура, при годная для механизированного возделывания и уборки. Плод подсолнечника — семянка — содержит более 50% масла. Оболочка—лузга—составляет 19—26% от массы семянок. В процессе технологической переработки лузгу отделяют от ядра, в результате чего масличность повышается до 64—66%.

Хлопчатник. Эту культуру выращивают для получения хлопкового волокна. Плод хлопчатника — коробочка. После отделения волокна семена хлопчатника поступают на маслозаводы. Масличность семян составляет 22—26%, содержание оболочки 28—54%. При подготовке к извлечению масла оболочку отделяют от ядра, масличность которого равна 37—40%.

Сырое хлопковое масло содержит токсичный пигмент госсипол, придающий маслу темный цвет. Для удаления госсипола масло подвергают рафинации. В хлопковом масле имеется 20— 22% пальмитиновой кислоты, поэтому оно мутнеет при температурах ниже 10 °С. Твердую фракцию хлопкового масла — хлопковый пальмитин — выделяют путем вымораживания и используют в производстве маргарина. Хлопковое масло после вымораживания не мутнеет даже при 0°С.

Соя. Соя относится к белково-масличным культурам. Плод сои — боб, содержащий 2—3 семени. Масличность семян сои19—22%, содержание белковых веществ около 40%, оболочки —5—10%. .

Лен. Лен используют для получения волокна и технического масла. Плод льна — коробочка — содержит от 1 до 10 семян. Масличность семян 40—48%. Оболочка при переработке семян льна не отделяется.

Арахис. Плод арахиса — боб, содержащий одно или два семени. Масличность семян 40,2—60,7%, содержание белка 20— 37,2%. Белковые вещества семян арахиса хорошо усваиваются организмом человека.

*Хранение масличных семян*. Семена масличных культур хранят на предприятиях до переработки, создавая наиболее благоприятные условия для поддержания их высокого качества и предотвращения порчи.

В поступающих на заводы семенах активно происходят жизненные процессы, которые продолжаются и при хранении семян на заводах. Важнейшим процессом жизнедеятельности семян является дыхание. Интенсивность дыхания характеризует стойкость семян при хранении. Дыхание сопровождается распадом органических веществ семян — жиров, белков и углеводов с выделением диоксида углерода, воды и теплоты. Для лучшего сохранения качества семян при длительном хранении создают условия, при которых интенсивность биохимических процессов, в том числе дыхания, минимальна. Основными факторами, влияющими на интенсивность дыхания, являются влажность и температура, а также наличие доступа воздуха к хранящимся семенам.

Хранение семян с влажностью больше критической для данной масличной культуры приводит к резкому усилению дыхания и глубоким изменениям веществ семян, что делает невозможным их дальнейшую переработку. Повышение температуры массы семян при хранении способствует усилению дыхания, а в совокупности с высокой влажностью приводит к их быстрой порче. Наличие доступа воздуха к семенной массе в условиях высокой влажности и температуры также ухудшает их качество при хранении.

При хранении масличных семян необходимо учитывать жизнедеятельность микроорганизмов, которые всегда присутствуют на поверхности семян. Если масса семян содержит большое количество микроорганизмов, то при высокой влажности и температуре они активно развиваются, в первую очередь микроскопические грибы (плесени). Поскольку при интенсификации процесса дыхания семян и активизации действия микроорганизмов выделяется теплота, то может произойти самосогревание семян, что еще быстрее приводит к их порче.

Для обеспечения хорошей сохранности масличных семян применяют следующие режимы: 1) хранение семян при влажности на 2—3% ниже критической; 2) хранение в охлажденном состоянии; 3) хранение без доступа воздуха. Можно сочетать несколько режимов (например, хранение сухих семян при низких температурах и др.).

Создание оптимальных режимов хранения позволяет резко замедлить или полностью прекратить все биохимические процессы в семенной массе. Поддержание требуемых режимов хранения дает возможность избежать потерь и максимально сохранить качество масла.

## 1.2 ПОДГОТОВКА МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН К ИЗВЛЕЧЕНИЮ МАСЛА

Подготовка масличных семян заключается в очистке их от всех видов примесей и его сушке.

Очистка семян от примесей. Наличие примесей ухудшает свойства масличных семян при хранении и переработке. Переработка засоренного сырья приводит к снижению качества получаемого масла, при этом возрастают потери масла, увеличивается износ и количество поломок технологического оборудования, ухудшаются свойства обезжиренных остатков — жмыхов и шротов. Примеси являются также источником микроорганизмов, что вызывает порчу семян при хранении

Поэтому перед переработкой масличные семена очищают от сорных, масличных и металлических примесей. К примесям относятся оболочки, остатки листьев и стеблей, песок, земля, камни, семена дикорастущих культурных растений, поврежденные семена основной культуры.

Способы и методы очистки, а также соответствующее оборудование основаны на отличии примесей от масличных семян по размерам, форме, аэродинамическим и магнитным свойствам. При отделении примесей от семян, отличающихся от основной культуры по размерам, используют ситовое сепарирование. Массу семян с сорными примесями подают на сита с крупными ячейками, на которых задерживается крупный сор. Семена с более мелкими примесями попадают на сита с меньшими ячейками, через которые проходят мелкие примеси, а очищенные семена остаются на ситах. Для просеивания необходимо, чтобы сита совершали возвратно-поступательное или круговое движение, либо вибрировали.

Для удаления примесей близких к масличным семенам по размеру, но отличающихся по плотности, применяют воздушное сепарирование. При пропускании воздуха через семенную массу происходит ее разделение в зависимости от аэродинамических свойств компонентов: более легкие примеси и семена уносятся током воздуха. Снижая скорость воздушного потока, можно отделять и более легкие примеси.

Удаление ферропримесей осуществляется при магнитном сепарировании, когда семенная масса непрерывно движется через сепараторы с постоянными магнитами или через электромагнитные сепараторы.

В промышленности для очистки масличных семян от примесей в основном используют высокоэффективные комбинированные очистительные машины. Наиболее распространены воздушно-ситовые сепараторы, в которых семена для отделения примесей просеивают через сита с подобранными размерами ячеек, а на входе и выходе из сепаратора семена продувают воздухом, уносящим легкие примеси. На выходе из сепаратора установлен постоянный магнит, улавливающий ферропримеси.

Для создания однородных условий при хранении и переработке масличных семян проводят разделение семян по размерам на две фракции: мелкую и крупную. Мелкую фракцию, которая включает незрелые, щуплые семена, сразу направляют на переработку. Семена крупной фракции более устойчивы при хранении, содержат масло лучшего качества. Фракционирование семян осуществляют на сепараторах или калибровочных машинах.

Кондиционирование масличных семян по влажности. В процессе технологической переработки семян большое значение имеет соотношение влажности оболочек и ядра. Для эффективного разрушения оболочки семян с наименьшим повреждением ядра влажность оболочки должна быть меньше влажности ядра.

Кондиционирование (снижение влажности) семян достигается путем высушивания. Для этого используется тепловая сушка смесью дымовых газов и воздуха. Сушка производится в сушилках разных конструкций при строгом соблюдении режимов. На предприятиях масложировой промышленности используются стационарные сушильные установки: шахтные, барабанные, газовые рециркуляционные, с «кипящим» слоем семян и др. Сушилки состоят из сушильной и охладительной камер. Высушенные семена должны быть охлаждены до температуры, превышающей температуру наружного воздуха не более чем на 5 С. Влажность семян хлопчатника, поступающих на предприятия Средней Азии, в ряде случаев составляет 5—7% и является благоприятной для хранения семян. Однако переработка семян с такой низкой влажностью приводит к чрезмерному измельчению оболочки, ядра, увеличиваются потери масла с шелухой. В этом случае, кондиционирование заключается в увеличении влажности семян до 10—11% с использованием специального увлажнителя.

Обрушивание масличных семян и отделение оболочки. Семена основных масличных культур имеют твердую оболочку, которую следует отделять перед извлечением масла. Это возможно, если семенная оболочка не срастается с ядром (например, семена подсолнечника, хлопчатника, клещевины, сои, арахиса и других культур перерабатывают с отделением оболочки). В семенах льна, рапса и других оболочка прочно срастается с ядром, поэтому эти культуры перерабатывают без отделения оболочки.

Отделение оболочек от ядра масличных семян улучшает качество получаемого масла, при этом увеличивается производительность технологического оборудования, снижаются потери масла, повышается пищевая и кормовая ценность жмыха и шрота.

Процесс отделения оболочки состоит из двух операций: разрушения оболочек семян (обрушивание) и последующего отделения их от ядра. В результате обрушивания получают смесь, называемую рушанкой, которая состоит из целого ядра, оболочки, частиц ядра (сечки), масличной пыли, целых и не полностью обрушенных семян (недоруша). Наличие в рушанке сечки и масличной пыли увеличивает потери масла с отделяемой оболочкой. После отделения от ядра недоруш направляют на повторное обрушивание. Большое влияние на состав рушанки может оказать влажность масличных семян. Оболочка семян должна иметь меньшую влажность, чем ядро, тогда сухая и хрупкая оболочка легче раскалывается, а пластичное ядро остается целым, меньше образуется масличной пыли, Рушанка однородного состава может быть получена только при переработке одинаковых по размеру семян.

Для обрушивания масличных семян применяют различные способы в зависимости от свойств оболочек и ядер. Так, обрушивание семян подсолнечника основано на ударном действии, которое раскалывает хрупкую оболочку. Для этого используют бичевые семенорушки с многократным ударом, а также центробежные семенорушки с однократным ударом. Лучше обрушивать семена подсолнечника на центробежных семенорушках, после которых получается рушанка с меньшими количествами масличной пыли, недоруша и сечки. Хлопковые семена имеют прочную эластичную оболочку, облегающую ядро. Поэтому оболочку разрушают разрезанием или скалыванием с помощью дисковых или ножевых шелушителей.

Для разделения рушанки на фракции и отделения оболочки от ядра используется сепарирование. С этой целью широко применяются аспирационные семеновейки, разделяющие компоненты рушанки по размерам и аэродинамическим свойствам. Аспирационная семеновейка состоит из рассева и аспирационной камеры. Рушанка поступает в рассев, где при помощи трехъярусных сит разделяется на семь фракций. Затем каждая фракция, кроме масличной пыли, проходит через отдельный канал аспирационной камеры, где отделяется от оболочки. После разделения рушанки получают очищенное ядро, к нему присоединяют масличную пыль. Недоруш подают на повторное обрушивание. Перевей, содержащий оболочки и осколки ядра, снова направляют на вейку.

Очищенное ядро, предназначенное для прессового способа извлечения масла, должно содержать не более 3% оболочек, для экстракционного способа — не более 8%. Масличность отделенной оболочки не должна быть более чем на 0.5% выше ботанической.

Измельчение масличных семян и ядра. Масло содержится в клетках семян или ядер, поэтому для извлечения масла необходимо разрушить клеточную структуру масличного материала. В результате измельчения образуется масличный материал новой структуры — мятка. Мятка имеет развитую поверхность, содержит преимущественно разрушенные клетки, масло из которых высвобождается и удерживается на поверхности частиц мятки. Часть масла остается внутри неразрушенных клеток. Хорошо измельченная мятка не должна содержать растительных клеток.

Задачей измельчения является максимальное разрушение клеток и получение однородных частиц оптимального размера для дальнейшей переработки. На структуру образующейся мятки влияет влажность семян или ядер, поступающих на измельчение. Сухие семена более хрупкие и при измельчении из них образуется много очень мелких частиц, ухудшающих свойства мятки в процессе ее технологической переработки. Семена с большей влажностью более пластичные, и из них получается мятка однородной рыхлой структуры. Ядро семян подсолнечника должно иметь влажность в пределах 5,5—6%.

Качество измельчения (помола) определяется проходом частиц мятки через сито с размером ячеек 1 мм и для подсолнечника проход должен быть не менее 60%. Для измельчения масличного материала применяют вальцовые станки, наиболее часто пятивалковые станки ВС-5 с вертикальным расположением валков. Два верхние валка рифленые, три нижние —гладкие, валки свободно опираются друг на друга. Масличный материал подается на верхний валок и, последовательно проходя между валками, измельчается и изменяет свою структуру под действием удара, скалывания, раздавливания и истирания. При этом происходит разрушение до 70—80% клеток масличного материала и деформация неразрушенных клеток.

Наличие оболочек, имеющих большую прочность, ухудшает свойства получаемой мятки. Лузжистость ядра, поступающего на измельчение, должна быть в пределах 3—8%.

## 1.3 ИЗВЛЕЧЕНИЕ МАСЛА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Извлечение масла из растительного сырья осуществляется в настоящее время двумя принципиально различными способами: прессованием и экстракцией. Прессование представляет собой механический отжим масла на шнековых прессах. Прессование может быть однократное и двукратное — с предварительным и окончательным отжимом масла.

Метод экстракции основан на растворении масла в легколетучих органических растворителях и используется для прямой экстракции и для экстракции с однократным предварительным отжимом масла на шнековых прессах.

*Прессовый способ извлечения масла*

При переработке высокомасличных семян применяется двукратное прессование. Этот процесс включает предварительный съем основного количества масла на шнековых прессах и окончательное извлечение масла на прессах высокого давления. Предварительному извлечению масла предшествует стадия влаготепловой обработки мятки.

*Влаготепловая обработка мятки*

Это стадия гидротермической обработки мятки, она способствует ослаблению связей масла с частицами мятки, что облегчает отделение масла при прессовании. Обработанная мятка называется мезгой и имеет другую структуру.

Влаготепловая обработка заключается в жарении мятки и проходит в два этапа. На первом этапе доводят влажность мят ки из семян подсолнечника до 8— 9% и температуру — до 60°С. При этом происходит поглощение воды частицами мятки, что вызывает их набухание и увеличение пластичности. Связь масла с набухшими частицами мятки ослабевает, масло вытесняется на поверхность мятки, его вязкость заметно снижается. На втором этапе мятку высушивают при температуре 105°С и доводят влажность мезги из семян подсол-печника до 5—6%. На этой стадии происходит денатурация белковых веществ, снижаются пластические свойства мезги. Она приобретает более жесткую структуру, обеспечивающую оптимальный отжим масла. Мезга, поступающая на прессование, должна иметь определенные упруго-пластичные свойства, температуру и влажность. Как понижение, так и превышение влажности мезги по сравнению с оптимальной приводит к уменьшению съема масла, повышает содержание масла в жмыхе.

Влаготепловую обработку мятки проводят в жаровнях трех типов: чанных, шнековых и барабанных. Преимущественно применяются вертикальные шестичанные жаровни в комплекте со шнековыми прессами. Процесс приготовления мезги в шестичанной жаровне продолжается 45—50 мин.

При влаготепловой обработке мятки из семян хлопчатника создают условия для перевода ядовитого пигмента госипола в физиологически неактивную форму. Этому способствует повышенная влажность и температура мятки, а также определенная продолжительность жарения. Режим жарения мятки из семян хлопчатника следующий: на первом этапе доводят влажность до 11,5—13,5% при температуре до 70—80 °С. на втором высушивают до влажности 4,5—5,5% при температуре 105—110°С.

*Предварительное извлечение масла*

Для предварительного отжима масла применяют шнековые прессы, называемые форпрессами. Рабочими органами шнекового пресса являются разъемный ступенчатый цилиндр и расположенный внутри него шнековый вал. Поверхность цилиндра состоит из стальных пластин и имеет продольные щели для стока масла, в которые не проходят частички мезги.

Подготовленная мезга поступает в ступенчатый барабан пресса, захватывается витками шнекового вала и перемещается к выходу из пресса. При движении по барабану пресса происходит сжатие мезги, от нее отделяется масло, а твердые частицы мезги спрессовываются и образуют жмых. Давление на масличный материал возрастает при его продвижении вдоль оси вала за счет уменьшения шага витков шнекового вала и сужения свободного пространства между телом шнекового вала и внутренней поверхностью ступенчатого барабана. Для повышения давления на выходе из пресса устанавливают устройство для регулирования толщины слоя выходящего жмыха. На форпрессах можно отделить 60—85% масла. Масличность жмыха, выходящего из форпресса, составляет до 18%.

Подготовка масличного материала к окончательному прессованию. Окончательное извлечение масла прессовым способом осуществляют из мезги, которую получают из форпрессового жмыха. Форпрессовый жмых измельчают и проводят его влаготепловую обработку.

Грубое измельчение форпрессового жмыха вначале проводят на дисковых или молотковых дробилках. После грубого помола жмых подвергается тонкому однородному измельчению на вальцовых станках. Проход частиц жмыха через сито с размером ячеек 1 мм должен быть не менее 80%.

Влаготепловую обработку жмыха осуществляют в более жестком режиме, чтобы получить мезгу с хорошими пластическими свойствами, обеспечивающими эффективное отделение масла при окончательном прессовании. Измельченный жмых увлажняют до 8—9%, затем пропаривают до температуры 115— 120 °С и влажности 2,5—3,2%- Мезга из семян хлопчатника высушивается до влажности 3—4% и при температуре 110—115°С.

*Окончательное извлечение масла и его первичная очистка*

Мезга из форпрессового жмыха подается для окончательного извлечения масла на шнековые прессы.

Прессы глубокого съема масла (экспеллеры) характеризуются меньшей производительностью, чем форпрессы, но степень сжатия масличного материала в них значительно выше. Получаемый экспеллерный жмых должен содержать не более 6% масла. Оставшееся в жмыхе масло находится в неразрушенных клетках масличного материала, а также учитывается на поверхности частиц жмыха.

Сразу после получения масла проводят его первичную очистку, при этом удаляют механические примеси, которые попадают в масло при прессовании. Механические примеси представляют собой мелкие частицы масличного материала, обрывки мезги находящиеся в масле во взвешенном состоянии. Хранение масла, содержащего твердые примеси, неизбежно приведет к ухудшению его качества в результате интенсивных химических и биохимических процессов. Поэтому первичная очистка является обязательной технологической стадией получения растительных масел прессовым способом.

Для удаления механических примесей используют способы отстаивания, центрифугирования и фильтрования. При отстаивании из масла удаляются крупные взвеси; осуществляют отстаивание в гущеловушках. Фильтрование широко используют для удаления тонкодисперсных частиц, для этого служат фильтрпрессы. В качестве фильтрующих материалов применяют ткани: бельтинг, миткаль, лавсан, капрон и др. Центрифугирование для отделения крупных и мелких взвешенных частиц проводит на сепараторах и центрифугах.

При первичной очистке масла сочетают различные способы удаления механических примесей. Например, очистка может идти по схеме: гущеловушка - центрифуга — фильтр или гущеловушка — фильтр и др.

## 1.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ИЗ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов. Растительные масла - сложные смеси органических веществ - липидов, выделяемых из тканей растений (подсолнечник, хлопчатник, лен, клещевина, рапс, арахис, оливки и др.) В России выпускают следующие виды растительных масел: рафинированное (дезодорированное и недезодорированное), гидратированное (высший, I и II сорта), нерафинированное (высший, I и II сорта). Согласно стандарту в готовом масле определяют органолептически следующие показатели: прозрачность, запах и вкус, цветное и кислотное число, влагу, наличие фосфоросодержащих веществ, йодное число и температуру вспышки экстракционного масла.

В состав растительных масел, получаемых из семян, входят 95...98 % триглицеридов, 1.. .2 % свободных жирных кислот, 1.. .2 % фосфолипидов, 0,3.. .0,1 % стеринов, а также каротиноиды и витамины. Из ненасыщенных жирных кислот в составе масел преобладают олеиновая, линолевая, линоленовая, которые составляют 80'.. .90: % общего содержания жирных кислот. Так, в подсолнечном масле содержится 55...71 % линолевой и 20...40 % олеиновой кислот.

Сырьем для производства растительных масел служат в основном семена масличных культур, а также мякоть плодов некоторых растений. По содержанию масла семена подразделяют на три группы: высокомасличные (свыше 30 % — подсолнечник, арахис, рапс), среднемасличные (20...30 % — хлопчатник, лен) и низкомасличные (до 20 % — соя).

В России основной масличной культурой является подсолнечник. Он относится к семейству сложноцветных. Род подсолнечника насчитывает 28 видов, большинство из которых являются многолетниками. Подсолнечник масличный относится к однолетним культурам. Плод подсолнечника — удлиненная клиновидная семянка, состоящая из кожуры (лузги) и белого семени (ядра), покрытого семенной оболочкой. На долю лузги приходится 22...56 % от общей массы семянки. Содержание масла в семенах подсолнечника превышает 50 % и в чистом ядре составляет 70 %.

Отделенная от ядра подсолнечника лузга используется в качестве сырья для получения фурфурола. Подсолнечный жмых (остаток ядра после отжима масла) является одним из наиболее ценных видов кормов для сельскохозяйственных животных. Корзинки подсолнечника используют для получения пектина и других продуктов.

Особенности производства и потребления готовой продукции. В практике производства растительных масел существуют два принципиально различных способа извлечения масла из растительного маслосодержащего сырья: механический отжим масла — прессование и растворение масла в легколетучих органических растворителях — экстракция. Эти два способа производства растительных масел используются либо самостоятельно, либо в сочетании одного с другим.

В настоящее время для извлечения масла сначала используют способ прессования, при котором получают 3/4 всего масла, а затем - экстракционный способ, с помощью которого извлекают остальное масло.

Прессуют масло на непрерывно действующих прессах шнекового типа (форпрессах и экспеллерах). При увеличении давления частицы мезги сближаются, масло отжимается, а прессуемый материал уплотняется в монолитную массу жмых (ракушку). При этом в жмыхе остается 5...8 % масла (от массы жмыха).

В процессе экстракции в остатке, который называют шротом, остается не более 0,8... 1,2 % масла. В качестве растворителей применяют экстракционный бензин, гексан, ацетон, дихлорэтан и др. Лучше всего применять бензин с интервалом температуры кипения 70.. .85 °С, что позволяет отгонять его из масла при более мягких условиях.

Масло, которое находится на поверхности вскрытых клеток, при омывании бензином легко растворяется в нем. Значительное количество масла находится внутри невскрытых клеток или внутри замкнутых полостей (капсюль).

Извлечение этого масла требует проникновения растворителя внутрь клетки и капсюль и выхода растворителя в окружающую среду. Процесс этот происходит за счет молекулярной и конвективной диффузии.

В результате экстракции получают раствор масла в растворителе, называемый мисцеллой, и обезжиренный материал — шрот. Концентрация масла в мисцелле 12...20 %.

Из экстрактора (шнекового или ленточного) мисцеллу направляют на фильтрацию для удаления из нее механических примесей. Отфильтрованную мисцеллу и шрот направляют на отгонку из них растворителей, Эту операцию называют дистилляцией, которая проходит в две стадии. Сначала отгоняют основную часть растворителя при 80...90 °С до концентрации масла в мисцелле 75... 80 %. Затем дистилляцию осуществляют в вакууме при 110... 120 °С с продувкой острого пара.

Процесс очистки масла от нежелательных групп липидов и примесей называют рафинацией. Механическая рафинация включает различные физические методы: отстаивание, фильтрацию и центрифугирование. Гидратация масла — обработка водой для осаждения слизистых и белковых веществ. Щелочной рафинацией называют обработку масел щелочью. Адсорбционная рафинация (отбеливание) — удаление и осветление масла порошкообразными веществами (адсорбентами — глиной, кремнеземистыми соединениями, силикагелем, углями и др.). Дезодорация — устранение неприятного запаха масла методом фракционной отгонки, основанной на различиях в температурах кипения триглицеридов и ароматизирующих веществ.

*Стадии технологического процесса*

Производство растительного масла состоит из следующих стадий:

* очистка и сушка семян;
* отделение чистого ядра и его измельчение;
* пропарка и жарение мезги;
* извлечение масла (прессование и экстрагирование);
* очистка (рафинация) масла;
* фасование и хранение.

*Характеристика комплексов оборудования*

Линия начинается с комплекса оборудования для очистки и сушки семян, состоящего из весов, силосов, сепараторов, магнитных уловителей, расходных бункеров и сушилок.

Следующим идет комплекс оборудования для отделения чистого ядра и его измельчения (дисковая мельница, аспирационная веялка и пятивальцовый станок).

Основным является комплекс оборудования для пропаривания и жарения мезги, состоящий из шнековых или чанных жаровен.

Ведущим комплексом оборудования линии являются шнековый пресс и экстракционный аппарат.

Далее следует комплекс оборудования линии для очистки масла, состоящий из дистилляторов, отстойников, сепараторов, фильтр-прессов, нейтрализаторов и вакуум-сушильных аппаратов.

Завершающим является комплекс финишного оборудования линии, состоящего из весов, машин упаковочной и для укладки пачек фасованного масла в ящики.

## 1.5 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЛИНИИ

Поступающие на кратковременное хранение в силос 2 семена подсолнечника предварительно взвешивают на весах 1. Семена могут содержать большое количество примесей, поэтому перед переработкой их дважды очищают на двух - и трехситовых сепараторах 3 и 4, а также на магнитном уловителе 5. Примеси растительного происхождения, отделяемые на сепараторах, собирают и используют в комбикормовом производстве.

Очищенные от примесей семена взвешивают на весах 6 и подают в расходный бункер 7, откуда они транспортируются в шахтную сушилку 8, состоящую из нескольких зон. Сначала семена сушат, а затем охлаждают; В Процессе тепловой обработки их влажность уменьшается с 9...15 до 2...1 %. Температура семян во время сушки около 50 °С, после охлаждения 35 °С. Высушенные семена проходят контроль на весах 9, а затем направляются в силосы 2 на длительное хранение или в промежуточный бункер 10 для дальнейшей переработки.

Дальнейшая переработка семян заключается в максимальном отделении оболочки от ядра. Этот процесс предусматривает две самостоятельные операции: шелушение (обрушивание) семян и собственно отделение оболочки от ядра (отвеивание, сепарирование). Семена шелушат на дисковой мельнице 11,кудаонипоступаютизпромежуточного бункера 10. Рушанка, получаемая из семян после мельницы, представляет собой смесь, состоящую из частиц, различных по массе, форме, парусности и размерам. В рушанке присутствуют целые ядра, их осколки, ряд разнообразных по величине и форме частиц оболочки и, наконец, целые семена - недоруш. Поэтому для отделения оболочки от ядра в основном применяют аспирационные веялки—воздушно-ситовые сортирующие машины. Из такой машины 12 ядро подается в промежуточный бункер 13, а все остальные части смеси обрабатываются для выделения целых ядер и обломков семян подсолнечника, которые вместе с целыми ядрами поступают на дальнейшую переработку.

После взвешивания на весах 14 ядра подсолнечника измельчаются на пятивальцовом станке 15. Процесс измельчения может осуществляться за один раз либо за два раза - предварительно и окончательно. При измельчении происходит разрушение клеточной структуры ядер подсолнечника, что необходимо для создания оптимальных условий для наиболее полного и быстрого извлечения масла при дальнейшем прессовании или экстрагировании.

Продукт измельчения — мезга — со станка 15 поступает в жаровню 16, в которой за счет влажностно-тепловой обработки достигается оптимальная пластичность продукта и создаются условия для облегчения отжима масла на прессах. При жарении влажность мезги понижается до 5.. .7 %, а температура повышается до 105... 115 °С.

Из шнекового пресса 17, в который после жаровни подается мезга, выходят два продукта: масло, содержащее значительное количество частиц ядра и потому очищаемое в фильтр-прессе 18, и жмых, содержащий 6,0.. .6,5 % масла, которое необходимо извлечь из него. Поэтому в дальнейшем гранулы жмыха подвергаются измельчению в молотковой дробилке 19 и вальцовом станке 20, а продукт измельчения — экстрагированию в экстракционном аппарате 21. Аппарат имеет две колонны, соединенные перемычкой, в которых расположены шнеки, транспортирующие частицы жмыха из правой колонны в левую. Противотоком к движению жмыха перемещается экстрагирующее вещество—бензин, являющийся летучим растворителем. В связи с тем что бензин в смеси с воздухом воспламеняется при температуре около 250 °С, на экстракционных заводах температура перегрева технологического пара не должна превышать 220 °С.

Посредством диффузии масло извлекается из разорванных клеток жмыха, растворяясь в бензине. Смесь масла, бензина и некоторого количества частиц вытекает из правой колонны экстрактора 21 и направляется в отстойник или патронный фильтр 22.

Из левой экстрагирующей колонны аппарата 21 выводится обезжиренный продукт, который называется шротом. После извлечения из него остатков бензина шрот направляется на комбикормовые заводы.

Очищенный от твердых частиц раствор масла в бензине — мисцелла — подается на дистилляцию. В предварительном дистилляторе 23 мисцелла нагревается до 105... 115 °С, и из нее при атмосферном давлении частично отгоняются пары бензина. В окончательном дистилляторе 24, работающем под разрежением, из мисцеллы удаляются остатки бензина, и очищенное масло подается на весы 25. После весового контроля масло подается в упаковочную машину 26 , а в машине 27 пачки фасованного масла укладываются в ящики.

2. МАТЕРЧАТЫЕ ФИЛЬТРЫ

Одним из наиболее эффективных, самых давних и надежных, способов очистки промышленных газовых выбросов от высокодисперсной пыли является фильтрация через пористые перегородки. Первоначальный процесс фильтрации через пористую перегородку, до накопления в ней пыли и создания на поверхности пылевого осадка, не является решающим в эффективности очистки промышленных газовых выбросов. Он довольно подробно описан в отечественной и зарубежной литературе. Процесс осаждения пыли на волокнах фильтровального материала в первоначальный период происходит за счет комплекса факторов воздействия на частицы при прохождении их через лабиринт волокон. Если размер частиц пыли превышает размер пор фильтровального материала, происходит их отсеивание. При движении частиц в порах с большой скоростью они не могут идти вместе с газом, огибая все волокна, прижимаются к ним и оседают на них. Осаждение мелких частиц на волокнах может происходить за счет электрических сил, за счет гравитационного осаждения, за счет броуновского движения и, наконец, за счет совокупности всех этих факторов. Тканевые фильтры различаются между собой по следующим признакам:

* по форме фильтровальных элементов (рукавные, плоские, клиновые и др.) и наличию в них опорных устройств (каркасные, рамные);
* по месту расположения вентилятора относительно фильтра (всасывающие, работающие под разрежением, и нагнетательные, работающие под давлением);
* по способу регенерации ткани (встряхиваемые, с обратной продувкой, с вибровстряхиванием, с импульсной продувкой и др.);
* по наличию и форме корпуса для размещения ткани – прямоугольные, цилиндрические, открытые (бескамерные);
* по числу секций в установке (однокамерные и многосекционные);
* по виду используемой ткани.

## 2.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К фильтровальным материалам, применяющимся для очистки аспирационного воздуха и технологических газов промышленных производств, предъявляются определенные требования. Независимо от конструкции фильтра, в котором устанавливается фильтровальный материал, от свойств очищаемой среды и улавливаемой пыли, фильтровальные материалы должны иметь высокую пылеемкость в процессе фильтрации и способность удерживать после регенерации такое количество пыли, которого достаточно для обеспечения высокой эффективности очистки газов. В процессе эксплуатации в течение длительного периода времени (обычно 2-3 года) фильтровальный материал должен сохранять высокую воздухопроницаемость в запыленном состоянии. Для обеспечения длительной работы в условиях действия регенерирующих устройств фильтроматериалы должны иметь высокую прочность на разрыв и перегибы. Обязательным требованием, предъявляемым к фильтроматериалу, является способность к легкому удалению пыли, накопленной внутри пор и на поверхности. В необходимых случаях они должны обладать термостойкостью, кислотостойкостью, стойкостью к щелочам. Стоимость фильтроматериала не должна быть высокой. Все фильтровальные материалы можно подразделить на четыре основных типа (табл.3.7.), различающиеся тем, что они изготовлены из:

* натуральных волокон животного и растительного происхождения (шерстяные, льняные, хлопчатобумажные, шелковые),
* ненатуральных органических волокон (лавсан, нитрон, капрон, хлорин, оксалон и др.),
* натуральных минеральных волокон (асбест, базальт и др.)
* ненатуральных неорганических волокон (стеклоткань, металлоткань и др.)

Во всех волокнах растительного происхождения основным веществом, определяющим их свойства, является целлюлоза. Таблица 3.7. Классификация волокон



Хлопковое волокно, так же как и целлюлоза, подвержено значительным изменениям под действием кислот, щелочей и окислителей. Однако, растворы едкой щелочи, с концентрацией от 0,5 до 5% при комнатной температуре, не изменяют состава и свойств хлопкового волокна. Растворы уксусной кислоты слабой концентрации не оказывают заметного действия на хлопковые волокна при любой температуре. Под действием растворов солей Al2(SO4)3, MgCl2 хлопковое волокно разрушается. Аммиачные растворы гидроокисей меди, никеля, кобальта, цинка растворяют целлюлозу. Ткани из хлопковых волокон выдерживают температуру до 800 С.

Льняные волокна относятся к наиболее прочным из группы натуральных волокон растительного происхождения. Химическая стойкость их примерно одинакова с волокнами хлопка. Льняные ткани находят ограниченное применение для фильтрации.

Шерстяные волокна относятся к группе натуральных волокон животного происхождения и состоят, главным образом, из белковых веществ. Шерстяные волокна характеризуются, наличием на поверхности чешуйчатого слоя. В отличие от целлюлозы белковые вещества относительно стойки к действию кислот, щелочи, равно как и газообразный аммиак, быстро разрушают белковые вещества волокон шерсти. Шерстяные ткани могут быть применены при фильтрации газа с температурой не более 900С. Для увеличения прочностных характеристик шерстяных тканей в них добавляют волокна капрона, лавсана или других синтетических материалов. Ткани из шерстяных волокон при высокой температуре имеют большую усадку.

Шелковые волокна относятся к группе натуральных волокон животного происхождения и в основном состоят из белковых веществ. Стойкость к щелочам у шелка несколько лучшая, чем у шерсти, но хуже, чем у хлопка. Шелк стоек к слабокислой среде. В практике шелковые ткани применяются очень редко.

Асбестовое волокно относится к группе натуральных волокон минерального происхождения. Основными достоинствами волокон асбеста являются высокая термостойкость, неподверженность гнилостным процессам, стойкость в щелочных и кислых средах. Прочностные свойства асбестовых волокон невысокие.

Стеклянное волокно отличается высокой термостойкостью, химической стойкостью, выдерживает значительные разрывные нагрузки. Основным сырьем для получения стеклянных волокон для фильтровальных тканей является алюмоборосиликатное стекло. Ткани из алюмоборосиликатного безщелочного стекла применяются для очистки газов, имеющих в составе щелочи. Алюмомагнезиальные стеклоткани могут быть применены для фильтрации кислых сред. Стеклянное волокно может быть изготовлено как непрерывной длины, так и штапельное. В последнее время освоено производство стеклотканей из высокообъемной (текстурированной) пряжи. Недостатком всех стеклянных волокон является их низкая стойкость к перегибам и истиранию. Фильтровальные ткани из стеклянных волокон применяются для очистки газов с температурой до 2500 С.. Температура размягчения стеклянных волокон находится в пределах 500-6000 С.

Лавсановое волокно эластично, устойчиво к истиранию, слипанию, изгибу. В кислых средах стойкость лавсановых волокон относительно высокая, в щелочных средах прочность лавсана значительно снижается, лавсановые волокна устойчивы к воздействию микроорганизмов, ткани из них не плесневеют, устойчивы к действию света, но очень чувствительны к резким колебаниям влажности. Лавсановые фильтровальные ткани при длительной эксплуатации выдерживает температуру 1300 С.

Нитроновое волокно - продукт полимеризации акрил нитрила, сырьем для которого служат ацетилен и синильная кислота. Отличительной особенностью нитроновых волокон является их сходство по внешнему виду с волокнами натуральной шерсти. Стойкость к кислым средам нитрона высокая, он удовлетворительно выдерживает воздействие щелочных сред. Нитрон не чувствителен к резким колебаниям влажности. Термостойкость фильтровальных тканей из нитрона определяется пределом 120-1300 С.

Хлориновое волокно имеет высокую химическую стойкость, устойчиво к действию микроорганизмов и плесени. Выдерживает температуру до 700 С.. При повышении температуры более 700 С хлориновые волокна размягчаются, ткань теряет эластичность и быстро выходит из строя. При длительном воздействии света прочность хлориновых волокон значительно снижается. При колебаниях влажности хлориновые ткани не дают заметной усадки.

Капроновое волокно характеризуется высокой устойчивостью к истиранию и воздействию знакопеременных нагрузок "растяжение-сжатие". Устойчивость в щелочных средах хорошая. В концентрированных кислотах капрон растворяется. Ткани из капрона длительно выдерживают температуру 900 С.

Оксалоновые волокна имеют высокую термостойкость. Ткани из оксалоновых волокон способны длительно работать при температуре 160-2000 С, устойчивы в кислых средах.

Тефлоновые волокна отличаются высокой химической стойкостью, превосходящей все известные материалы, устойчивы к изгибу и трению. Под действием больших механических нагрузок фильтроматериал из тефлона вытягивается, "течет". Тефлоновые ткани могут выдерживать температуру до 2300 С.

По структуре фильтровальные материалы подразделяются на тканые и нетканые. Тканые фильтровальные материалы, в свою очередь, подразделяются в зависимости от способа переплетения на полотняные, саржевые, сатиновые, а в зависимости от вида волокон в нити - штапельные, филаментные, текстурированные, в зависимости от обработки поверхности - ворсованные, гладкие. Нетканые фильтровальные материалы по способу закрепления волокон подразделяется на иглопробивные, холстопрошивные, клееные.

## 

## 2.2 СПОСОБЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

В процессе работы матерчатых фильтров происходит постепенное отложение пыли в порах фильтровального материала и на его поверхности. По мере роста слоя пыли растет и гидравлическое сопротивление аппарата. Если периодически не удалять пылевой слой с поверхности материала и из его пор произойдет "запирание фильтра", т.е. тягодутьевой аппарат (обычно вентилятор) будет не в состоянии протягивать газ через забившуюся фильтровальную перегородку. В результате постепенного забивания будет падать производительность вентилятора и, в конце концов, движение газа через фильтр прекратится. Для поддержания фильтра в работоспособном состоянии необходимо периодически удалять пыль с поверхности пор. Однако, как уже было сказано в начале данной главы, оседающий на поверхности фильтровального материала слой пыли одновременно является фильтрующей средой, препятствующей проскоку наиболее мелких частиц пыли. Поэтому с фильтровального материала необходимо удалить не весь слой пыли, чтобы обеспечить приемлемое гидравлическое сопротивление аппарата и сохранить его высокую эффективность пылеулавливания. Процесс удаления части пылевого слоя снаружи и изнутри фильтровальной перегородки в матерчатых фильтрах принято называть регенерацией, т.е. частичным восстановлением первоначальных свойств фильтровальной перегородки. Для сравнения качества регенерации различных фильтровальных материалов автором данной главы в 1976 году был условно принят "показатель регенерации". Численно показатель регенерации было принято рассчитывать как отношение разности конечного (перед регенерацией) и остаточного (после регенерации) гидравлического сопротивления к конечному [Л. 9]. При этом конечное сопротивление принимается равным 150 мм водяного столба. Т.е. показатель регенерации рассчитывается как:

, (3-7)

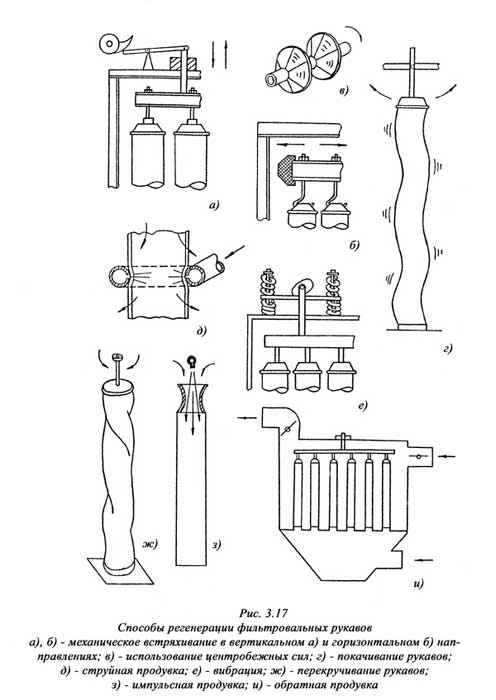


где: ΔPкон - сопротивление фильтровального материала перед регенерацией, ΔPост- сопротивление фильтровального материала после регенерации.

Измерения показателей регенерации проводятся в одинаковых условиях, при одних и тех же параметрах, характеризующих свойства пыли, газа, режимы фильтрования, регенерации. В промышленной эксплуатации в настоящее время находится много конструкций, систем, устройств для регенерации фильтровального материала. Одни из них эффективны, другие требуют совершенствования, одни требуют большой затраты энергии, другие более экономичны, одни надежны в эксплуатации, другие быстро выходят из строя. Попытки в каждом конкретном случае устранить какой-то определенный недостаток породили большое разнообразие систем, методов, конструкций регенерирующих устройств. Однако надо отметить, что в основном почти все системы сводятся к применению двух основных способов воздействия на фильтровальный материал, а именно: механического встряхивания (в этом случае пыль удаляется с поверхности фильтровального материала) и обратной продувкой (в этом случае пыль удаляется с поверхности и из пор фильтровального материала). Эти способы используются либо самостоятельно, либо используется их сочетание.

Механическое встряхивание является самым старым способом регенерации фильтровального материала (Рис.3.17 а, б). Он основан на сотрясении рукавов в вертикальном или горизонтальном направлении. Фильтры с такими системами еще достаточно широко. распространены на предприятиях отечественной промышленности и за рубежом. Рукавные фильтры типов ФВ, ФВК, МФУ, РФГ, УРФМ имеют системы механического отряхивания осадка пыли и широко распространены в цветной металлургии, в пищевой и заготовительной отраслях промышленности. Достоинствами фильтров с механическим отряхиванием является стабильность удаления осадка пыли. В качестве основных недостатков следует отметить сложность встряхивающего механизма, который требует постоянного внимания обслуживающего персонала, истирание и изломы рукавов в одних и тех же местах, чувствительность системы к усадке и вытяжке рукавов, необходимость отключения фильтра или отдельной секции на время проведения регенерации. Конструктивно фильтр с механическим отряхиванием может быть выполнен с горизонтальным перемещением верхней рамы с подвешенными на нее рукавами (рис.3.176) В этом случае в процессе регенерации горизонтально подвешенная рама ударяется о специальный упор. Такая система применяется на ряде промышленных фильтров США. Конструкция фильтра с такой системой регенерации несколько проще, чем с вертикальной, однако, имеет существенный недостаток - расшатывание конструкции и недолговечность, работы резиновых упоров.

Аэродинамическое встряхивание может осуществляется путем подачи импульса сжатого воздуха внутрь каждого фильтра. Такой вид регенерации используется в каркасных рукавных и плоских фильтрах.



Некоторое применение в рукавных фильтрах нашел способ регенерации перекручиванием рукавов вокруг оси (рис.3.17.ж). В результате крутки пылевой слой сваливается с рукава или ломается и удаляется с помощью продувки воздухом в обратном направлении. Самостоятельно этот способ обычно не применяется, а используется в качестве подготовки осадка пыли к более качественной очистке фильтровального материала. Недостатком этого способа является сложность механизма привода рукавов в крутящее состояние, износ рукавов в. местах крепления к вращающимся деталям. К механическому способу отряхивания пыли относится вибрационное отряхивание, которое применяется в основном для фильтров имеющих металлический каркас с натянутым фильтровальным материалом. Схема рукавного фильтра с такой системой регенерации приведена на рис. 3.17.е. В фильтровальной камере размещены фильтрующие рукава, натянутые на каркасы, которые прикреплены к подвижной плите, связанной через тягу с вибрационным механизмов. Вибрационная система отряхивания применяется в фильтрах с различной компоновкой фильтровального материала в рабочей камере, однако, необходимым условием применения является наличие каркаса, воспринимающего колебания от вибратора и передающего их фильтровальному материалу. Главным достоинством системы отряхивания с применением вибрации является возможность применения в таких фильтрах стеклоткани, натянутой на каркас. Обычно стеклоткани в каркасных фильтрах не применяются из-за быстрого их износа при трении о части каркаса или перелома волокон при ударе о каркас. В случае применения вибрации стеклоткань туго натягивается на каркасе и вибрация воспринимается без наличия движения материала относительно каркаса.

Возможность применения в каркасных фильтрах стеклотканей естественно расширяет сферу их применений в пределах, связанных с необходимостью очистки высокотемпературных газов. Эффективным методом регенерации фильтровального материала является обратная продувка очищенным газом или напорным воздухом (рис.3.17з). Обратная продувка как правило применяется в сочетании с другими способами: механическим встряхиванием, перекручиванием, вибрацией, покачиванием рукавов и др. Такие фильтры довольно эффективны, удобны в эксплуатации и обслуживании.

## 2.3 ПРИНЦИП РАБОТЫ ФИЛЬТРА

Пылегазовый поток поступает в коллектор запыленных газов через входной патрубок, движется вниз в бункер, огибает вертикальную перегородку, разделяющую коллектор и камеру запыленных газов, и распределяется по фильтровальным кассетам. В процессе фильтрования пыль осаждается на материале кассет, а газ выходит в камеру очищенных газов и через открытые отверстия в горизонтальной перегородке - в коллектор очищенных газов и далее через патрубок выводится из фильтра. Регенерация фильтра осуществляется посекционно, согласно программе, заложенной в устройство управления регенерацией. Перед началом регенерации секция отключается от потока фильтруемого газа с помощью поворотной заслонки. Регенерирующее устройство состоит из следующих основных составных частей: ресивера сжатого воздуха с выходящими из него магистральными трубами, которые через стенку фильтра входят в камеру чистого газа и расположены в ней параллельно друг другу над фильтровальной перегородкой; пневматических клапанов, которые перекрывают магистральные трубы на выходе из ресивера; импульсных труб, пересекающихся с магистральными трубами и имеющих сопловые отверстия над каждой открытой ячейкой фильтровальной секции. Сопловые отверстия располагаются над фильтровальной перегородкой на расстоянии 100 мм. Процесс регенерации осуществляется следующим образом. По команде управляющего устройства подается сигнал на закрытие поворотной заслонки. Через несколько секунд следует импульс сжатого воздуха. Сжатый воздух из магистральной трубы попадает в импульсные трубы и через сопловые отверстия остронаправленными струями входит в открытые полости ячеек. Происходит продувка фильтровальной перегородки. Через некоторый промежуток времени поворотная заслонка открывается и в секции продолжается процесс фильтрования. Поочередная регенерация остальных секций проводится с определенными интервалами времени. Выбор интервала задается в зависимости от характера роста гидравлического сопротивления фильтра.

## 2.4 РАЗРАБОТКА, ОСВОЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ВНЕДРЕНИЕ МАТЕРЧАТЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

В последние годы в передовых, технически развитых странах, в большинстве отраслей промышленности наметилась тенденция к расширению области применения рукавных фильтров, как одного из наиболее эффективных аппаратов очистки промышленных газовых выбросов. Такая тенденция обусловлена, во-первых, повышением требований к защите окружающей среды и, во-вторых, появлением и расширением производства новых фильтровальных материалов из синтетических волокон, способных работать в различных условиях применения, в различных конструкциях фильтров, с широким диапазоном применения различных способов регенерации. Эффективность пылеулавливания в тканевых фильтрах мало зависит от свойств пыли и ее начальной концентрации. Капитальные затраты значительно меньше, чем у электрофильтров. Основным условием успешной эксплуатации рукавных фильтров является контроль температуры и влажности, поступающих на очистку газов, обеспечение нормальной работы регенерирующих устройств, своевременное удаление уловленной пыли, контроль за состоянием фильтрующего материала. В последние годы рукавные фильтры нашли широкое применение для улавливания летучей золы на электростанциях, для очистки газов, образующихся при работе электродуговых сталеплавильных печей, для улавливания субмикронных частиц в производстве технического углерода, в системах аспирации при пересыпке, транспортировке, упаковке сыпучих высокодисперсных порошковых материалов. Сфера применения тканевых фильтров постоянно расширяется с расширением объема и ассортимента производства фильтровальных материалов. В большинстве отраслей промышленности тканевые фильтры стабильно обеспечивают эффективность пылеулавливания на уровне 99-99,9%. Гидравлическое сопротивление их лежит в пределах 1000-3000 Па, наработка на отказ определяется 10000-20000 час. Для различных отраслей промышленности требуются фильтры малой, большой и средней производительности. Фильтры малой производительности (условно до 30 тыс. куб. м в час) необходимы для малых аспирационных систем, участков пересыпки, транспортировки пылевидных материалов, для обеспечения различных технологических линий с целью предохранения от абразивного износа установленного оборудования или очистки технологических газов от пылевидных продуктов. Фильтры средней производительности (условно от 30 до 150 тыс. куб. м в час) требуются для очистки газов в черной и цветной металлургии, в производствах строительных материалов, в химии и нефтехимии. Фильтры этой группы наиболее распространены и вероятно составляют основную часть по объему выпуска всех рукавных фильтров. Особую проблему составляет высокоэффективная очистка газов в фильтрах большой производительности. Мировая практика имеет конструкции фильтрующих аппаратов, способных очищать отбросные газы с производительностью миллион и более куб. м газа в час. В основном такие аппараты используются в черной металлургии для очистки газов после мощных электродуговых сталеплавильных печей, в цветной металлургии - для очистки газов после печей производства кремния и выплавки алюминия, в энергетике - после котлов, сжигающих каменный уголь, в производстве строительных материалов - после мельниц и обжиговых печей. При решении проблемы высокоэффективной очистки газов небольших объемов, в свое время, были созданы и поставлены на серийное производство рукавные фильтры с импульсной регенерацией ткани, которые широко применяются в различных отраслях промышленности, в основном достаточно отработаны в отношении надежности и по заказам предприятий производятся в настоящее время Акционерным обществом "ФИНГО" в посёлке Семибратово, Семибратовской фирмой НИИОГАЗ, Кемеровским заводом ХИММАШ. Это фильтры типа ФРКИ и их модификации. Эти фильтры до сих пор широко применяются в аспирационных и технологических системах с производительностью по газу до 30 тыс.куб.м в час. Аналогичные фильтры выпускает Япония, Фирма "Хосокава" с поверхностью фильтрования от 5 кв.м до 250 кв.м. Фирма "Микропул" в ФРГ, фирма "ОПАМ" в Польше. Фильтры подобного типа широко распространены в Англии, Америке, Франции и других передовых странах. Необходимо отметить, что, как базовый образец фильтров общепромышленного применения, фильтр ФРКИ может еще многие годы с успехом применяться во многих отраслях промышленности без особых усовершенствований. По основным показателям он находится на уровне лучших мировых образцов и всякие искусственные, недостаточно продуманные новшества, введенные в его конструкцию, могут привести к потере основных преимуществ, заключающихся в простоте обслуживания, надежности и малой энергоемкости этих типов аппаратов. С целью расширения диапазона применения рукавных фильтров такого типа, Семибратовская фирма НИИОГАЗ провела конструктивную проработку различных модификаций базового образца применительно к конкретным специфическим условиям применения. В частности, разработана конструкция фильтра на базе ФРКИ с эллипсовидным сечением фильтровального элемента. Фильтр такой конструкции по некоторым показателям превосходит базовый образец ФРКИ. Это фильтры с выемом эллипсовидных каркасов в сторону. Сделана проработка документации на фильтры, способные работать во взрывоопасных средах. Производство таких фильтров освоено Кемеровским заводом "Химмаш". Другой новой конструкцией среди малых фильтров являются кассетные фильтры с ячейковой формой компоновки фильтровального элемента. Это фильтры ФКИ. Главное их преимущество заключается в значительном снижении габаритов за счет специальной компоновки, и второе - это удобство обслуживания в процессе замены фильтровальных элементов за счет быстросъемной кассеты. К настоящему времени Семибратовской фирмой НИИОГАЗ подготовлена документация на типоразмерный ряд таких фильтров. Проведены научно-исследовательские работы с применением опытных образцов полномасштабных фильтров в стекольной промышленности (на Ленинградском заводе художественного стекла), на шинном заводе в г. Ярославле, на строительных предприятиях г., Гомеля, в порошковой металлургии (на опытном предприятии Киевского института проблем материаловедения Академии наук Украины). Полученные результаты исследований подтверждают возможность широкого применения фильтров такого типа в различных отраслях промышленности. Таким образом, решается вопрос разработки и постановки на производство фильтров малой производительности общепромышленного применения. Для очистки газов с производительностью от 30 до 100-150 тыс. куб. в час, где требуются фильтры условно средней производительности, организациями научно-производственного объединения "Газоочистка" в свое время были разработаны и поставлены на серийное производство фильтры с двухсторонней импульсной продувной типа ФРКДИ, которые успешно закрывали такие переделы, как малые сталеплавильные печи, объединенные аспирационные системы узлов пересыпки, транспортировка пылевидных материалов на предприятиях строительных отраслей, аспирационные системы предприятий цветной металлургии. В плане обновления эти фильтры были заменены на более совершенные в части экономии затрат электроэнергии, снижения металлоемкости, повышения надежности. Разработаны и освоено серийное производство фильтров типа ФРИ трех типоразмеров на 630, 1250 и 1600 кв. м ткани они перекрывают диапазон очищаемых газов от 50 до 150 тыс. куб. м в час. Особую проблему составляет высокоэффективная очистка газовых выбросов после сталеплавильных печей большой производительности (40, 100 и 200 тонных печей), после печей выплавки кремния и алюминия в цветной металлургии, в этом случае очистке подвергаются газы с производительностью миллион куб.м. в час и более. За рубежом для этих целей используются рукавные фильтры. Так, фирма "Шарон стил" США использует рукавные фильтры для очистки газов после печей емкостью 115 тонн. Фирма "Кусибл стил Ко оф Америка'" США использует рукавные фильтры после сверхмощных печей емкостью на 160 тонн. Разработанные и поставленные на серийное производство у нас в стране высокопроизводительные рукавные фильтры типа ФРО практически являются сейчас основными аппаратами, которые с уверенностью могут закладываться в проекты для очистки больших объемов газов. Одним из существенных недостатков фильтров ФРО является его габаритность, обусловленная выбранным способом регенерации ткани, компоновкой фильтровального материала. В связи с этим, в Семибратовской фирме НИИОГАЗ проведены исследования и разработана документация на полномасштабный фильтр кассетной компоновки производительностью 700 тыс. куб. м в час. Опытный фильтр ФКИ- 8000 был изготовлен на Семибратовском заводе ГОА и смонтирован на Челябинском металлургическом комбинате "Мечел" (для очистки отходящих газов) после 100 тонной электродуговой сталеплавильной печи. Отличительной особенностью нового фильтра является кассетная компоновка фильтровальных элементов в виде ячейковой структуры, за счет чего значительно сокращены габариты аппарата, повышено удобство его обслуживания. Быстросъемная кассета, ремонт которой можно производить в стационарных условиях, содержит 28 кв. м фильтровальной ткани и занимает объем приблизительно 0,8 куб. м, что в несколько раз меньше по сравнению с рукавной компоновкой. Заводы технического углерода снабжаются в настоящее время довольно эффективными, отработанными фильтрами типа. ФР-5000 и ФР-250, корпуса, которых выполняются из коррозионно-стойких нержавеющих сталей. Фильтры работают на удельных газовых нагрузках 0,35 куб. м на кв. м в мин., естественно, что габариты и металлоемкость этих фильтров довольно значительные. Совместно с институтом технического углерода г. Омск Семибратовской фирмой НИИОГАЗ в свое время были разработаны новые фильтры с подводом и отсосом газа в период регенерации через бункерную часть, что позволяет поднять производительность фильтров, снизить энергетические затраты. В соответствии с намечаемыми планами новые фильтры ФРОТ-250 и ФРОТ-5000 предполагалось поставить на серийное производство взамен ФР-250 и ФР-5000. Однако, к сожалению, в связи с интенсивным снижением финансовых возможностей заказчиков и производителей, данная работа была приостановлена на стадии опытно-промышленного образца. Опытный образец фильтра ФРОТ-5000 был изготовлен, смонтирован на Волгоградском заводе технического углерода, прошел межведомственные испытания и рекомендован к серийному производству. Примерно такая же обстановка с разработкой нового фильтра для алюминиевой промышленности. По заявке ВАМИ разработана документация на высокопроизводительные фильтры для алюминиевой промышленности типа ФРИА-900 и для печей кремния типа ФРОК

# 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ВЫБОР ФИЛЬТРА

Таблица №1- Исходные данные.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Объем газа поступающего на очистку, м3/ч. | Концентрация пыли на входе, г/м3 | Медианный размер частиц пыли, мкм | Воздухо  проницаемость,  м/л | Температура газа, 0С |
| 19 | 3100 | 37 | 108 | 3,8 | 73 |

Определяем удельную газовую нагрузку, пользуясь выражением:

q=qHC1C2C3C4C5.

По табл.1.36 [Тимонин] принимаем qH=3,5 м3/(м2мин), С1=0,8;С3=1,2,С4=0,81; по графику (рис.1.72) находим С2=0,9; с учетом к требованиям очистки принимаем С5=1.

Поставив найденные значения коэффициентов в формулу, получаем:

q= 3,5\*0,8\*0,9\*1,2\*1\*0,81=2,44944 м3/(м2мин).

Определяем поверхность фильтрования:

F=V/60q=3100/(60\*2.44944)=21,0932≈ 21 м2.

По каталогу для приведенных условий выбираем фильтр ФРОС 20-500 с фактической поверхностью фильтрования 20 м2.

Определяем гидравлическое сопротивление фильтровальной перегородки:

ΔPП=КПμwn+ K1μτCвхw2.

Пользуясь таблицей 1.36 [Тимонин] принимаем, КП=6409,8\*108-0,6528=338,7305\*106 м-1, К1=219,07\*108-1,0819=1,3823\*109м/кг, w=0.025 м/сек, τ=700 сек, μ=19\*10-6 Па\*с, n=1.

Подставляя эти значения в формулу, получаем:

ΔРп=338,7305\*106\*19\*10-6\*(0,025)1+1,3823\*109\*19\*10-6\*700\*37\*0,0252/1000= =586 Па.

Определяем гидравлическое сопротивление фильтра в целом:

ΔРф=ΔРк+ΔРп.

Гидравлическое сопротивление корпуса аппарата ΔРк определяем, задаваясь коэффициентом гидравлического сопротивления корпуса ξк=2, приведенным к скорости во входном патрубке:

υвх= V/(3600Sвх)=3100/(3600\*0,00407)= 211,6 м/с,

тогда

ΔРк=ξкυ2вхρг/2= 2\*(211,576)2\*0,998/2=44674 Па

и общее гидравлическое сопротивление фильтра

ΔРф=586+44674 =45260 Па.

# ВЫВОД

Большое разнообразие технологических процессов, требующих высокоэффективной очистки отходящих газов или улавливания высокодисперсных пылей вызвало необходимость разработки и производства специальных фильтров, предназначенных для конкретных условий применения. Так, например, специфика улавливания волокнистой пыли рукавными фильтрами несколько отлична от улавливания обычных пылей. Очистка взрывоопасных газов потребовала введения определенных конструктивных особенностей в аппараты фильтрации. В конструктивном оформлении матерчатые фильтры для очистки высокотемпературных газов отличаются и по применяемому фильтровальному материалу и по исполнению многих узлов и деталей от фильтров, предназначенных для очистки атмосферного воздуха. Для улавливания дорогостоящих пылей ядовитых материалов требуются фильтры с повышенной гарантией от проскока их через фильтровальный материал. В одних случаях очистке подвергаются небольшие объемы газов, в других случаях необходимо очищать сотни тысяч и миллионы метров кубических в час. Естественно, в конструктивном оформлении, в применяемых методах регенерации, в применяемых фильтровальных материалах такие фильтры могут иметь значительные различия, необходимость очистки газов при высоких давлениях или вакууме существенно влияет на конструктивные особенности корпуса фильтра, его узлов и деталей. Специфичные требования к условиям изготовления, эксплуатации и обслуживания вызвали необходимость разработки фильтров блочной компоновки, фильтров с компактным секционным размещением фильтровального материала, рукавных фильтров с гибкими и переломными каркасами, с автоматическими системами управления работой узлов.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер М.И., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И. и др.; под общей редакцией А.А. Русанова Справочник по пыле- и золоулавливанию.- 2-е издание перераб. и доп.- М.: Энегроатомиздат, 1983.- 312 с.

2. Ковальская Л.П., Шуб И.С., Мелькина Г.М. Технология пищевых производств.

3. Назарова Н.И. Общая технология пищевых проиводств.

4. Тимонин И.А. Инженерно-экологический справочник.