Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования ”Белорусский государственный технологический университет”

Кафедра химической переработки древесины

Расчётно-пояснительная записка

к курсовому проекту

по дисциплине “Технология и оборудование комплексной химической переработки древесины”

на тему “Проект цеха по производству древесноволокнистых плит мощностью 140 тонн в сутки с расчетом отделения стадии проклейки”

Разработала:

студентка 3 курса 1 группы

инженерно-экономического

факультета

Рябцева Е.Н

Руководитель: Цедрик Т.П.

Минск 2006

**РЕФЕРАТ**

Расчётно-пояснительная записка содержит 53 с., 8 источников, 13 таблиц, 1 приложение.

ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫЕ ПЛИТЫ, кондиционная щепа, рубительная машина, дефибратор, дезинтегратор, аэрофонтанная сушилка, прессование, парафин, фенолоформальдегидные смолы.

Объектом курсового проекта является цех по производству древесноволокнистых плит мощностью 140 тонн в сутки.

Цель работы – выбор и обоснование технологической схемы производства древесноволокнистых плит, расчет материального баланса производства, подбор основного и вспомогательного оборудования и подробный расчет стадии проклейки.

В данной работе описана технологическая схема цеха по производству древесноволокнистых плит сухим способом, приводится обоснование выбора данной схемы и способа производства. Произведен расчет материального баланса производства, подбор основного технологического оборудования, а также расчет сушильной установки первой ступени сушки.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1 Выбор и обоснование технологической схемы производства древесноволокнистых плит

1.1 Описание способов производства древесноволокнистых плит и используемого оборудования

1.1.1 Сырье, его подготовка и хранение

1.1.2 Мокрый способ производства древесноволокнистых плит

1.1.2.1 Получение древесноволокнистой массы

1.1.2.2 Проклейка древесноволокнистой массы

1.1.2.3 Отлив ковра

1.1.2.4 Прессование плит

1.1.2.5 Пропитка маслом, термическая обработка и увлажнение древесноволокнистых плит

1.1.2.6 Форматная резка плит

1.1.3 Сухой способ производства твердых древесноволокнистых плит

1.1.3.1 Общие сведения

1.1.3.2 Требования к сырью и особенности его подготовки

1.1.3.3 Пропарка и размол щепы

1.1.3.4 Проклейка древесноволокнистой массы

1.1.3.5 Сушка древесноволокнистой массы

1.1.3.6 Формирование ковра

1.1.3.7 Подпрессовка и раскрой непрерывного ковра

1.1.3.8 Горячее прессование ковра

1.1.3.9 Послепрессовая обработка плит

1.1.4 Мокросухой и полусухой способы производства древесноволокнистых плит

1.2 Обоснование выбора основного оборудования и способа для производства древесноволокнистых плит

2 Описание технологической схемы производства древесноволокнистых плит

3 Расчет материального баланса

4 Расчет и подбор основного и вспомогательного оборудования

4.1 Подбор рубительной машины

4.2 Подбор сортировочной машины

4.3 Подбор дезинтегратора

4.4 Подбор расходных бункеров кондиционной щепы

4.5 Подбор пропарочной установки

4.6 Подбор размольного оборудования

4.7 Подбор смесителей для гидрофобизирующих добавок

4.8 Расчет и подбор сушильных установок

4.8.1 Расчет и подбор сушилки первой ступени

4.8.1.1 Материальный баланс сушилки

4.8.1.2 Тепловой баланс сушилки

4.8.2 Подбор сушильной установки второй ступени сушки

4.9 Подбор вспомогательного оборудования на стадии сушки

Заключение

Список использованной литературы

Приложение А

**ВВЕДЕНИЕ**

Древесноволокнистыми плитами называются листовые материалы, сформированные из древесных волокон. Изготовляют их из древесных отходов или низкокачественной круглой древесины. В отдельных случаях в зависимости от условий снабжения предприятия сырьем применяют одновременно как древесные отходы, так и низкосортную древесину в круглом виде.[1]

Комплексное использование древесины имеет своей целью повышение экономической эффективности лесной и деревообрабатывающей промышленности путем сокращения лесозаготовок и одновременно полного использования древесных отходов и низкосортной древесины в качестве технологического сырья. Эта проблема продолжает оставаться актуальной, несмотря на то, что бережное отношение к природным ресурсам и охрана окружающей среды стали естественным требованием, предъявляемым к деятельности людей.[2]

Древесноволокнистые плиты применяют в различных областях народного хозяйства: в строительстве (наружные и внутренние элементы, сельскохозяйственные постройки); для изготовления встроенной мебели (кухонные шкафы); в мебельном производстве; автомобиле - и судостроении; производстве контейнеров, ящиков и др. В нашей стране ежегодно увеличиваются объемы производства древесноволокнистых плит. Это высококачественный, дешевый отделочный и конструкционный материал, выгодно отличающийся от натуральной древесины и клееной фанеры. Древесноволокнистые плиты изотропны, не подвержены растрескиванию, обладают большой гибкостью при высоком модуле упругости.

Мягкие древесноволокнистые плиты находят наибольшее применение в стандартном деревянном домостроении для утепления щитов и панелей ограждающих конструкций (стен, потолков). Стандартное домостроение потребляет также значительное количество и твердых древесноволокнистых плит на внутреннюю облицовку стен, устройство полов, изготовление дверей щитовой конструкции. При использовании в стандартном домостроении древесноволокнистых плит обеспечивается большая экономия деловой древесины — круглого строительного леса и пиломатериалов, а также и рабочей силы.

Плиты долговечны: прослужив более 20 лет, они находятся в хорошем состоянии. Обычная масляная краска, которой покрыты плиты, эксплуатируемые на открытом воздухе, сохраняется 15—18 лет, т. е. дольше, чем краска, которой покрывают натуральную древесину.

В промышленном и гражданском многоэтажном строительстве мягкие плиты применяют для утепления чердачных перекрытий, звукоизоляции внутрикомнатных перегородок и междуэтажных перекрытий, для теплоизоляции вентиляционных каналов и коробов, для звукоизоляции помещений специального назначения — клубов, кинозалов, радио- и телевизионных студий, Машинописных бюро, ротаторных, телетайпных комнат, типографий и других производственных помещений с большими шумовыделениями. Твердые плиты находят самое разнообразное применение в строительстве. Это лучший материал для опалубки при сооружении немассовых железобетонных конструкций.

Наиболее широко твердые древесноволокнистые плиты применяют в производстве дверей щитовой конструкции и в деревянном домостроении для облицовки щитов или панелей. Кроме того, из твердых плит делают заполнение (соты) дверных полотен. Значительное количество твердых древесноволокнистых плит идет на изготовление встроенной мебели в жилых и общественных зданиях. В производстве корпусной мебели на изготовление задних поликов и выдвижных ящиков используют плиты с двусторонней гладкостью. В радиотехнической промышленности из твердых древесноволокнистых плит изготовляют задние стенки и крышки радиоприемников, радиол, репродукторов, телевизоров. В вагоностроении и автостроении твердые плиты применяют для внутренней облицовки вагонов, вагонов-ресторанов, трамваев, автобусов, а в последнее время и легковых автомобилей.

Сверхтвердые плиты применяют главным образом на устройство чистых полов в производственных зданиях и конторских помещениях. Поскольку сверхтвердые плиты обладают высокими диэлектрическими свойствами, их используют в электротехнической промышленности, а также при изготовлении электропанелей, щитков и других конструкций на специализированных строительных объектах. Использование плит в различных отраслях народного хозяйства неуклонно расширяется. Этому будет способствовать ввод в эксплуатацию строящихся и намеченных к строительству автоматизированных цехов отделки древесноволокнистых плит с высокой степенью имитации ценных пород древесины, мрамора, текстиля.

Необходимо более полно использовать лесосырьевые ресурсы, создавать комплексные предприятия по лесовыращиванию, заготовке и переработке древесины. Решению проблемы безотходного производства в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности способствует производство плитных (листовых) материалов, так как их изготавливают из различных древесных отходов и неделовой древесины.[1]

Применение плитных материалов в строительстве повышает индустриализацию производства и обусловливает сокращение трудозатрат. В мебельном производстве их применение обеспечивает экономию трудозатрат и позволяет сокращать потребление более дорогих и дефицитных материалов.

Расчетами установлено, что 1 млн. м2 древесноволокнистых плит заменяют в народном хозяйстве 16 тыс. м3 высококачественных пиломатериалов, для производства которых необходимо заготовить и вывезти 54 тыс. м3 древесины. Выпуск 1 млн. м2 древесноволокнистых плит обеспечивает экономию более 2 млн. руб. за счет уменьшения объемов лесозаготовок и вывозки, расходов на лесовозобновление; железнодорожный транспорт, также сокращения численности рабочих на лесоразработках.

Древесноволокнистые плиты широко используются в различных сферах деятельности благодаря разнообразию их свойств.

ГОСТом регламентированы следующие физико-механические свойства древесноволокнистых плит: формат и толщина, прочность на изгиб, влажность, набухание, водопоглощение. Для мягких плит одним из основных показателей качества является теплопроводность. Кроме перечисленных, для потребителей важны дополнительные нерегламентированные сведения о плитах.

Это данные об акустических свойствах (звукопоглощающая и звукоизоляционная способность материала плит), твердости поверхностного лицевого слоя плиты и его истираемости, их биостойкости и огнестойкости. Определенный интерес имеют также сведения о гвоздимости, способности удерживать шурупы, склеивании и отделке.

Показатели теплопроводности имеют первостепенное значение для мягких плит, так как их основное назначение — теплоизоляция. Древесноволокнистые плиты — хороший теплоизоляционный материал.

Наиболее эффективной звукопоглощающей конструкцией является сочетание мягких плит с твердыми акустическими, при установке последних со стороны распространения звука. При использовании твердых древесноволокнистых плит в строительных конструкциях в качестве стенового материала и для покрытия чистых полов особое значение приобретают показатели твердости и истираемости плит. Древесноволокнистые плиты хорошо поддаются склеиванию. Мягкие плиты склеивают между собой, а также с твердыми плитами, древесиной, линолеумом, металлами (жестью, оцинкованным железом, алюминиевой фольгой), цементной штукатуркой. Склеивание обеспечивается использованием карбамидных смол или поливинилацетатных эмульсий. Учитывая высокую пористость мягких плит, в клеи и клеящие эмульсии необходимо вводить наполнитель — древесную или ржаную муку. Твердые плиты склеивают между собой, с мягкой древесиной, линолеумом и листовыми металлами. Твердые и мягкие плиты отлично поддаются окраске масляными, водоэмульсионными и различными синтетическими эмалями, оклейке бумажными, синтетическими обоями и линкрустом, а также бумажными пластиками и другими листовыми синтетическими пленками.[7]

**1 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ технологической схемы ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ**

**1.1 Описание способов производства древесноволокнистых плит и используемого оборудования**

**1.1.1 Сырье, его подготовка и хранение**

Наиболее распространенные способы изготовления плит – мокрый и сухой. Промежуточные между ними — мокросухой и полусухой способы, которые получили меньшее распространение.

Мокрый способ основан на формировании ковра из древесноволокнистой массы в водной среде и горячем прессовании нарезанных из ковра отдельных полотен, находящихся во влажном состоянии (при относительной влажности около 70%).

При сухом способе ковер формируют из высушенной древесноволокнистой массы в воздушной среде. Плиты получают горячим прессованием полотен, имеющих влажность 5-8 % .

Полусухой способ основан на формировании ковра из высушенной древесноволокнистой массы в воздушной среде и горячем прессовании полотен, имеющих влажность около 20% , а мокросухой - на формировании ковра из древесноволокнистой массы в водной среде, сушке полотен и горячем прессовании сухих полотен, имеющих влажность, близкую к нулю.

В процессе изготовления плит любым из названных способов древесину измельчают в щепу; затем ее превращают в волокна, из которых формируют ковер. Далее ковер разрезают на полотна. Сухие полотна прессуют в твердые плиты. Влажные полотна или прессуют, получая твердые и полутвердые плиты, или сушат, получая мягкие (изоляционные) плиты. Указанными выше способами можно изготовить волокнистые плиты из любых органических материалов, поддающихся расщеплению на волокна. [2]

Выбор сырья определяется экономической целесообразностью с учетом величины его запасов, условий заготовки, доставки и хранения. Для производства древесноволокнистыхплит используют отходы лесопиления и деревообработки, дровяное долготье, мелкий круглый лес от рубок ухода и лесосечные отходы.

Сырье поступает на площадку предприятия в виде круглого леса, отходов лесопиления (рейки, горбыли) или щепы. Для облегчения штабелирования тонкого круглого леса и отходов лесопиления, а также для более лучшей подачи к рубительным машинам длину их принимают 2—3 м. Такое сырье целесообразно связывать в пучки бумажными веревками и укладывать в штабеля.

Дровяное долготье хранят в плотных бёспрокладочных штабелях. Технологическая щепа, поступающая на площадку предприятия со стороны, может храниться в куче, наиболее распространенная фора которой – усеченный конус.

Сырье подается в производство в виде кондиционной щепы, которая должна соответствовать следующим основным требованиям: длинна – 25 (10-35) мм., толщина – до 5 мм., чистые без мятых кромок срезы, засоренность корой - до 15 %, гнилью – до 5 %, минеральными примесями – до 1 %, относительная влажность щепы – не менее 29 %. [7]

Подготовка сырья к производству плит, состоящая в приготовлении кондиционной щепы, включает следующие операции: разделку древесины на размеры, соответствующие приемному патрону рубительной машины; рубку древесины на щепу; сортировку щепы для отбора требуемого размера с доизмельчением крупной фракции и удалением мелочи; извлечение из щепы металлических предметов; промывку щепы для очистки ее от грязи и посторонних включений.

Разделка бревен необходима для придания исходному сырью размеров, соответствующих параметрам рубительной машины, а также для вырезки участков, сильно пораженных гнилью.

Для приготовления щепы используют многоножевые дисковые рубительные машины, дающие хорошую форму щепы и чистый, несмятый срез, а также равномерную фракцию при высоком проценте выпуска кондиционной щепы или барабанные рубительные машины.

Полученную щепу после рубительных машин сортируют, в результате чего отбирают технологическую щепу, соответствующую предъявляемым к ней требованиям. Однородность щепы по фракционному составу имеет большое значение для создания нормальных условий работы размольного оборудования. Щепу с размерами, превышающими установленные, передают на дополнительное измельчение. Мелочь, отсеивающуюся в процессе сортирования, удаляют из цеха как отходы. В производстве древесноволокнистых плит применяют плоские сортировочные машины двух типов: вибрационные и гирационные.

Для измельчения крупной щепы используют молотковые дезинтеграторы. Кондиционную щепу направляют в бункеры запаса или расходные бункеры в размольном отделении.

Подготовка кондиционной щепы к производству заключается в ее промывке водой. Основное назначение этой операции - смыв грязи, песка и других включений, в том числе металлических. Промывка щепы водой создает более благоприятные условия работы размольного оборудования, удлиняя срок службы размольной гарнитуры.[1]

**1.1.2 Мокрый способ производства древесноволокнистых плит**

**1.1.2.1 Получение древесноволокнистой массы**

Размол древесины — это одна из ответственных операций в технологии производства древесноволокнистых плит.

От качества и степени размола зависят процессы отлива и обезвоживания ковра, процессы прессования и термовлагообработки плит и соответственно качественные показатели готовых плит. Полученная во время размола волокнистая масса должна обеспечить прочные межволоконные связи у прессуемых плит.

При термовлагообработке происходит частичный гидролиз и ослабление структуры древесины, снижается упругость волокон, эфирные комплексы расщепляются и появляются новые спиртовые гидроксилы, которые, в свою очередь, повышают гидрофильность волокон и связанную с ней пластичность.

При размоле происходит развитие внутренней поверхности волокон, частичное освобождение заблокированных гидроксилов, повышение гидрофильности и пластичности волокон. Размягчение межклеточной серединной пластинки создает благоприятные условия для размола и дальнейшей углубленной разработки древесных частиц. В процессе размола пучки волокон расщепляются, раздавливаются и разрезаются. Сочетание термовлагообработки и ударного воздействия размольной гарнитуры создает условия для изменения качественной характеристики древесных частиц.

Для размола щепы в древесноволокнистую массу при мокром способе производства наибольшее распространение получил дефибратор, в котором термовлагообработка происходит непосредственно перед размольными дисками. Размол осуществляют в две ступени. Первая машина - дефибратор типа С соединила в себе камеру пропаривания непрерывного действия и камеру размола, оснащенную двумя стальными дисками, один из которых вращающийся. Размол подогретой щепы экономичен с точки зрения расхода электроэнергии. Температуру в дефибраторе поддерживают подачей насыщённого пара. Пар одновременно служит для удаления из реакционного пространства дефибратора кислорода воздуха, разрушающе действующего на древесину.

В процессе размола осуществляют термообработку и химическую обработку щепы. Для химической обработки щепы используют едкий натр (NaOH), моносульфит натрия (Na2SO3), кальцинированную соду (Na2CO3) в количестве от 0,5 до 8% к массе абсолютно сухого волокна. Химикаты распыляются специальной паромеханической форсункой, которую вставляют в корпус пропарочной камеры дефибратора.

Полученная в процессе размола древесноволокнистая масса, насы-щенная водой и дополнительно разбавленная ею в циклоне, представляет собой водную суспензию древесных волокон.

Приготовленная дефибраторная масса на действующих заводах поступает в промежуточный массный сборник. Этот сборник является расходным, направляющим массу к мельницам вторичного размола – рафинатором.

Хранят рафинаторную (машинную) массу в больших емкостях – бассейнах. Основное назначение этих бассейнов – создание буферного за-паса перед отливными машинами, который принимается в пределах 1 – 3 ч работы завода. Древесноволокнистая масса хранится при концентрации порядка 4,5%. При хранении массы в бассейнах происходит выравнивание концентрации массы и степени ее размола.

**1.1.2.2 Проклейка древесноволокнистой массы**

Проклейка древесноволокнистой массы способствует снижению водопоглощения и набухания, а также повышению механической прочности плит. Чтобы придать плитам водостойкость, в древесноволокнистую массу вводят гидрофобное вещество. Обволакивая древесные волокна и заполняя собой поры в готовой плите, гидрофобное вещество препятствует проникновению в нее влаги. Кроме того, парафин, используемый в качестве проклеивающего материала, предотвращает налипание пучков волокон к глянцевым листам плит пресса и подкладным (транспортным) сеткам, а также придает блеск лицевой поверхности плиты.[2]

Гидрофобные вещества для проклейки следующие: парафин, гач, церезиновая композиция и др. Содержание их в плитах не превышает 1,0 % по массе, так как эти вещества ослабляют связь между волокнами, тем самым, понижая прочность плит. Гидрофобизирующие добавки вводят в волокнистую массу в виде водных эмульсий. Для получения тонкодисперсной эмульсии в качестве эмульгаторов применяют высокомолекулярные кислоты (олеиновую, стеариновую, пальмитиновую и др.). Для снижения себестоимости готовых плит на предприятиях в качестве эмульгатора используют концентрат сульфитнобардяной бражки, кубовые остатки от перегонки синтетических жирных кислот, а также сульфатное мыло. Необходимое условие для осаждения на волокнах гидрофобных веществ — создание в древесноволокнистой массе кислой среды — рН 4,5-5,0. Такая среда образуется в результате введения в древесноволокнистую массу раствора сернокислого глинозема или алюмокалиевых квасцов, служащих коагуляторами или осадителями. В последнее время широко стали применять серную кислоту.

Для повышения механической прочности древесноволокнистых плит в массу вводят клеевые добавки. Введение альбумина значительно улучшает прочностные показатели изготовляемых плит. В качестве клеевой добавки применяют также малотоксичную водорастворимую фенолоформальдегидную смолу СФЖ-3024Б и смолу СФЖ-3014.

Склады химикатов проектируют и строят отдельно стоящими. Запас химикатов создают из расчета месячной работы цеха. В самом цехе древесноволокнистых плит размещают расходный склад суточного хранения, которыйрасполагают рядом с помещением приготовления рабочих составов. Химикаты из основного склада в расходный доставляют электропогрузчиком в специальных контейнерах или товарной таре.

На многие предприятия парафин поступает в железнодорожной цистерне, которую устанавливают около склада готовой продукции. Парафин разогревают острым паром, после чего он самотеком сливается через нижнее отверстие и по трубопроводу, уложенному с уклоном, стекает в бак для хранения емкостью 60 м3. Далее парафин поступает в расходный бак, который устанавливают в цехе на постаменте. Затем парафин самотеком через мерный бачок сливается в бак приготовления парафиновой эмульсии (эмульгатор). Готовую эмульсию перекачивают в специальную емкость (бак) для хранения.[1]

Приготовление рабочего состава фенолоформальдегидной смолы СФЖ-3024Б заключается в ее разведении до рабочей концентрации 5—10 %. Растворение осадителей производят в специальном баке, который по конструкции аналогичен баку для приготовления эмульсии.

Приготовление раствора серной кислоты, используемого для осаждения смоляных эмульсий, заключается в разбавлении серной кислоты водой до концентрации 1,5—3 %. Концентрация вводимой серной кислоты более 3 % нежелательна, так как это может вызвать при прессовании появление пятен на плитах и прилипание их к глянцевым листам и транспортным сеткам.

Расход химикатов по технологической инструкции ВНИИдрева определен в зависимости от породного состава сырья, используемых химических продуктов и мощности предприятия.

Проклеивающие составы вводят в волокнистую массу перед ее отливом в ящики непрерывной проклейки. Обязательное условие проклейки — первоначальное введение в массу проклеивающей эмульсии и только после перемешивания эмульсии с массой — добавление раствора осадителя.

**1.1.2.3 Отлив ковра**

Отлив и формирование ковра из древесноволокнистой массы происходит в результате последовательного проведения операций: истечения массы на формующую сетку, свободной фильтрации воды через сетку, отсоса воды вакуумной установкой и дополнительного механического отжима. При истечении массы на сетку свободная вода фильтруется, уходя в оборотную систему, а взвешенные волокна оседают на сетке. Вследствие развитой внешней поверхности волокон, полученной при размоле, создаются условия большей степени их сцепления и переплетения. Эта связь усиливается в процессе вакуумного отсоса и механического отжима воды из полотна. Относительную влажность полотна доводят до 68—72 %. В таком состоянии полотно становится транспортабельным, а кроме того, максимальное удаление воды снижает расход пара и сокращает время на последующую сушку плит. Особенно это важно при производстве мягких плит, так как сушат их не в прессах, а сушильных камерах.

Отлив массы и формирование полотна выполняют на отливных машинах периодического или непрерывного действия.

Предварительно обезвоженный вакуумом древесноволокнистый ковер подвергают дальнейшему обезвоживанию механическим путем — давлением нескольких пар валов, обтянутых сетками. Относительная влажность ковра составляет около 80 %. С такой влажностью ковер сходит с вакуумформующего барабана и роликовым конвейером направляется на обрезку и дополнительное обезвоживание в вальцовом прессе. Дополнительным обезвоживанием влажность сырого полотна может быть доведена до 60%.[7]

Сформированную бесконечную древесноволокнистую ленту-ковер разрезают по длине на отдельные полотна — заготовки. Одновременно обрезают боковые кромки.

Основные условия образования древесноволокнистого полотна: равномерное распределение массы по всей ширине и толщине полотна, хорошее смешение различных фракций волокна, получение беспорядочной ориентации волокон, максимальное сокращение потерь мелких волокон и введенных в массу химических продуктов, достижение необходимой влажности ковра.

Для равномерного распределения массы и хорошего смешения необходимы тщательное хранение и организованная транспортировка массы к отливной машине. Каждая частица волокнистой массы, находясь во взвешенном состоянии в суспензии, совершает движение. Оно происходит, во-первых, под действием силы тяжести (частица опускается), а во-вторых, в зависимости от своей формы она поддается вращению. Образуя сложные движения, частицы волокон и волокна сталкиваются друг с другом, сцепляются и создают условия для хлопьеобразования. Вместе с тем в быстро движущейся суспензии образование хлопьев сопровождается разрывами и устанавливается динамическое равновесие. Учитывая этот факт, необходимо создавать такие условия, чтобы истечение суспензии в трубопроводах не нарушалось механическими препятствиями на пути потока. Следует избегать углов, искривлений, неровностей внутренних поверхностей массопроводов.

Все операции по формированию древесноволокнистого ковра следует производить с постепенно нарастающей нагрузкой. Установлено, что форсированный режим обезвоживания на любой стадии процесса вызывает разрушение волокнистой структуры ковра, снижение его механических свойств при отсутствии каких-либо внешних видимых признаков.[1]

В цехах древесноволокнистых плит, работающих по мокрому способу, важное технологическое и экономическое значение имеет процесс возврата волокна в производство. Вместе со сбрасываемой водой уходят и волокна, содержание которых в сточной воде составляет около 1600 мг/л. Извлечение из сбрасываемой воды древесных волокон позволяет максимально использовать сырье и оборотные воды, что снижает расход сырья и свежей воды на единицу выпускаемых плит. Кроме того, уменьшение содержания волокнистых веществ в сточной воде создает благоприятные условия для последующей обработки ее на очистных сооружениях. Для возврата волокна в производство используются технологические фильтры. В нашей стране на заводах, изготовляющих древесноволокнистые плиты, установлены фильтры польского производства.[7]

**1.1.2.4 Прессование плит**

Прессование - основная операция технологического процесса, определяющая качество выпускаемых плит и производительность оборудования. Во время прессования влажное древесноволокнистое полотно подвергается большому давлению при высокой температуре и превращается в древесноволокнистую плиту. Это превращение происходит вследствие физических, химических и морфологических изменений насыщенного влагой древесного волокна.

В процессе прессования происходят изменения целлюлозной части древесного комплекса. Уменьшаются размеры элементарной кристаллической решетки, идет укрупнение кристаллических участков. Упорядочение структуры делает возможным сближение целлюлозных молекул и сегментов макромолекул на расстояния, необходимые для образования химических связей между древесными волокнами. При повышенном давлении и высокой температуре наблюдаются термогидролитические превращения гемицеллюлоз, что вызывает увеличение содержания водорастворимых продуктов в прессуемом материале, окисление первичных гидроксильных групп сахаров с образованием карбоксильных групп, установление простых и сложноэфирных связей в результате реакций дегидратации и этерификации. Этим объясняется, что прочность и водостойкость плит находятся в соответствии с количественными изменениями экстрактивных веществ, изменениями функциональных групп, водородных связей, свободных радикалов и подвижностью углеводного скелета древесного волокна.

Прочность плит определяется прочностью волокон и межволоконных связей. Прочность волокон на разрыв зависит от породы древесины. В образовании межволоконных связей участвуют все основные компоненты углеводлигнинного комплекса, значительная часть которых находится в размягченном, пластифицированном состоянии. Наличие низкомолекулярных веществ, некоторое снижение степени полимеризации целлюлозы, размягчение лигнина, повышение гибкости цепей макромолекул при пьезотермообработке способствует увеличению поверхности контакта между волокнами и адгезионному взаимодействию между ними.

В зависимости от сырья и способов ведения технологического процесса можно получить требуемые физико-механические свойства плит. Для выбора параметров и режима прессования необходимо учитывать следующие исходные факторы: породный состав и качество исходного сырья; способ и качество приготовления массы; характеристику проклеивающих материалов и способ их введения; технические возможности пресса.

При мокром процессе производства наибольшее распространение получили горячие, гидравлические многоэтажные прессы периодического действия.

Режим прессования зависит от многих факторов: качества сырья и массы, влажности и толщины древесноволокнистых полотен, технологических параметров процесса, состояния пресса и его одежды. Весь период (цикл) прессования разделяется на три технологические фазы: отжим, сушку, закалку.

Относительная влажность полотен перед запрессовкой составляет 68—72 %. При низкой влажности (меньше 65 %) наблюдается ухудшение качества плит и иногда даже расслоение. Продолжительность первой фаза прессования составляет 50 – 90 с. Влажность волокнистых полотен доводят до 45 – 50%. На первой стадии прессования определяется плотность плиты.

После первой фазы прессования (отжима) переходят ко второй фазе – (сушке плит), так как дальнейшее удаление воды, возможно только ее испарением. Для ведения процесса сушки снижают удельное давление прессования, чтобы создать благоприятные условия удаления пара из полотен. Его поддерживают на уровне 0,8 МПа. Для обеспечения равномерного выделения пара из влажного волокнистого полотна давления в период сушки сохраняют постоянным.

Большое влияние на ход ведения процесса прессования оказывает также температура плит пресса. При мокром способе производства древесноволокнистых плит температура прессования составляет 200 - 215 °С. Повышение температуры прессования вызвано стремлением ускорить процесс выпаривания воды из древесноволокнистого полотна.

На продолжительность сушки влияют и степень размола массы и толщина прессуемых полотен. Чем выше степень размола массы и больше толщина плиты, тем период сушки продолжительней. Время ее в зависимости от конкретных условий составляет 3,5 - 7 мин. Во время второй фазы прессования вода удаляется до тех пор, пока относительная влажность древесноволокнистой плиты не составит 7%. Эта влажность необходима для проведения реакции конденсации в заключительной стадии прессования. Практический момент окончания фазы сушки определяют по прекращению выделения из плит пара.[1]

B третей фазе прессования (закалке) плиты подвергают тепловой обработке при повышенном давлении, доводя влажность до 0,5 – 1,5%. Продолжительность третьей фазы подбирается опытным путеми обычно не превышает 3 мин. В технологической инструкции, разработанной ВНИИдревом, рекомендованы следующие режимы прессования: влажность (относительная) древесноволокнистых полотен, поступающих в пресс 72 ± 3%; влажность плит после пресса 0,8 – 1,2%; удельное давление прессования на фазе отжим 4,2 – 5,5 МПа **(**при содержании лиственныхпород более 70% - 5,5МПа), на фазе сушка 0,65 – 0,85 МПа, на фазе закалка 4,2 – 5,5 МПа (при содержании лиственных пород более 70% - 5,5МПа). Температура плит пресса (теплоносителя на входе) зависит от породного состава используемого древесного сырья.[7]

**1.1.2.5 Пропитка маслом, термическая обработка и увлажнение древесноволокнистых плит**

Для повышения прочности и влагостойкости плиты пропитывают маслом. На заводах древесноволокнистых плит в изолированном помещении размещают специальные линии, в которые входят: загрузочное устройство, входной роликовый конвейер, пропиточная машина, выходной роликовый конвейер и разгрузочное устройство. На пропитку подаются плиты, вышедшиеиз пресса, т.е. горячие. Для пропитки древесноволокнистых плит обычно используют смесь льняного и талового масел (40 и 60%) или таловое масло с добавкой свинцово-марганцевого сиккатива (93,5 и 6,5%). Расход масла составляет 10 ± 2% от массы плит.

Термическая обработка повышает физико-механические свойства твердых и сверхтвердых древесноволокнистых плит, улучшая показатели водопоглащения, набухания и предела прочности при изгибе. Улучшение этих показателей происходит в результате процессов термохимических превращений углеводлигнинного комплекса волокнистой массы плит.

При термообработке, под воздействием сухого горячего воздуха из плиты удаляются остатки влаги, а силы поверхностного натяжения сближают макромолекулы целлюлозы на расстояния, достаточные для образования между гидроксилами неориентированных участков водородных связей. Кроме того, термообработка лигнина и углеводов приводит к образованию легко полимеризующихся веществ с высокой реакционной способностью и созданию смолистых продуктов. Термообработку осуществляют в специальных камерах термообработки периодического или непрерывного действия. Термообработку проводят при температуре 160 - 170°С.

Древесноволокнистые плиты - пористые тела. Высушенные, находясь в горячем состоянии после пресса или камер термообработки, они начинают адсорбировать пары воды из окружающего воздуха. Если эти, плиты уложены в плотный пакет, их края поглощают воду в большей степени, что приводит к увеличению линейных размеров плит в периферийной зоне. В результате возникновения значительных внутренних напряжений образуется волнистость. Для придания плитам формоустойчивости необходимо осуществление акклиматизации, заключающейся в. увлажнении при одновременном остывании плит. Для увлажнения плит применяют увлажнительные машины и камеры.

**1.1.2.6 Форматная резка плит**

Древесноволокнистые плиты разрезают наокончательные размеры на форматно-обрезных станках, осуществляющих продольное и поперечное резание. Древесноволокнистые плиты разрезают наокончательные размеры на форматно-обрезных станках, осуществляющих продольное и поперечное резание. Режущий инструмент - круглые пилы. Для вырезки дефектных участков и более удобного ведения раскроя плит на заготовки столярно-строительных и других специальных изделий, перед форматно-обрезными станками устанавливают пилу предварительного поперечного раскроя.

При форматной резке готовых плит остаются обрезки кромок, мелкие куски плит, а также опилки, которые целесообразно возвращать в производство. Измельченные отходы вместе с опилками пневмотранспортом направляются в мешальный чан, наполненный водой. Тщательно размешанные отходы при концентрации пульпы 3—4 % насосами подаются в массную емкость перед мельницами вторичного размола. Для размельчения бракованных кусков плит используют маленькие дробилки. Раздробленные частицы системой пневмотранспорта подают в гидропульпер и через промежуточный бассейн на вторичный размол. Подачу отходов на вторичный размол осуществляют также пневмотранспортом без использования гидропульпера.

**1.1.3 Сухой способ производства твердых древесноволокнистых плит**

**1.1.3.1 Общие сведения**

Основным отличием сухого способа производства плит от мокрого является то, что присухом способе формование волокнистого ковра происходит в воздушной среде, а не в водной суспензии. Из этого положения вытекает основное преимущество сухого способа перед мокрым: отсутствие стоков и большого расхода свежей воды на производство плит.

Технологический процесс производства древесноволокнистых плит сухим способом составляют следующие операции: приемка, хранение сырья и химикатов; приготовление щепы; пропарка, размол щепы на волокна; подготовка связующего и гидрофобизирующих добавок; смешивание волокна со связующим и другими добавками; сушка волокна; формирование ковра; предварительное уплотнение (подпрессовка); прессование; кондиционирование плит; механическая обработка плит.[2]

**1.1.3.2 Требования к сырью и особенности его подготовки**

При производстве древесноволокнистых плит сухим способом применяют древесину различных пород, причем в отличие от производства по мокрому способу здесь отдается предпочтение: древесине лиственных пород. Это обусловлено спецификой воздушного формирования ковра. Короткие и ровные волокна лиственных пород, при прочих равных условиях, обеспечивают более равномерную плотность ковра, чем длинные волокна хвойных пород. Однако возможно и смешивание различных пород древесины, но при этом следует учитывать особенности ее строения. Плиты с хорошими показателями получают при смешивании пород с одинаковыми или близкими плотностями.

Большинство схем технологического процесса производства древесноволокнистых плит по сухому способу позволяет обеспечить раздельное хранение щепы для приготовления волокна, идущего на внутренний и наружные слои плит, или создания заданной смеси щепы различных пород древесины. Преобладание одной из пород в смеси должно быть не менее 70 %.

Наличие коры в волокнистой массе снижает физико-механические показатели плит (при заданном расходе смолы), так как кора по составу значительно отличается от древесины более высоким (20—40 % от массы коры) содержанием экстрактивных веществ. По мере увеличения, процента коры в древесноволокнистой массе прочность плит уменьшается, водопоглoщeниe и набухание увеличиваются, окраска поверхностей становится неоднородной, что влияет на качество отдельных способов отделки. В связи с этим на заводах древесноволокнистых плит проектом предусматривается 100 %-ная окорка древесины для наружных слоев и допускается 30 % неокоренной древесины в среднем слое плит.[1]

**1.1.3.3 Пропарка и размол щепы**

В процессе пропарки и размола происходит частичный гидролиз древесины. При мокром формировании ковра водорастворимые продукты деструкции вымываются в сток. При сухом и полусухом - водорастворимые продукты сохраняются в волокнах и при дальнейшей технологической обработке, участвуя в образовании межволоконных связей. Известно, что в процессе пропарки влажность может увеличиваться на 5 - 20 %, поэтому влажность щепы на входе в пропарочный котел должна строго контролироваться.

При сухом и полусухом способах производства придается большое значение фракционному составу волокна. Разные по своим размерам и массе волокна имеют различную скорость прохождения при сушке и попадают в ковер при его формировании с различной влажностью. При применяемом в сухом способе производства пневматическом транспорте волокно движется в соответствии с его длиной и массой. При больших колебаниях длины волокон получение ковра однородной плотности на формирующих машинах затруднительно. Качество осмоления волокнистых частиц также зависит от их размера. Чем равномернее волокно, тем больший эффект оказывает введение связующих.

На заводах древесноволокнистых плит для пропарки используют аппараты непрерывного действия различных систем. Для размола щепы применяют дефибраторы и рафинеры. При сухом способе производства используют дефибраторы всех современных марок, применяемых при мокром способе. При этом масса из разгрузочных клапанов дефибратора подается в циклон, откуда волокна, потерявшие в результате самоиспарения некоторое количество влаги, направляются в сушилку. Волокно из дефибратора выходит влажностью 45 – 60 %.[1]

По данным специалистов грубая фракция при размоле на дефибраторах составляет 12 – 15 %. Это затрудняет получение плит высокого качества. Поэтому для получения высококачественных плит при размоле щепы на дефибраторах применяют размольное оборудование для вторичного размола – рафинаторы.[7]

**1.1.3.4 Проклейка древесноволокнистой массы**

При сухом способе производства древесноволокнистых плит большинство схем технологического процесса предусматривает введение в древесноволокнистую массу термореактивных смол. Это обстоятельство вызывается тем, что при сухом формировании ковра пластичность волокон недостаточна, силы поверхностного натяжения развиваются слабо, а короткий цикл прессования при незначительной влажности ковра не обеспечивает развития необходимых связей между компонентами древесного волокна, достаточных для получения плит требуемого качества.

Для повышения водостойкости плит в щепу или древесноволокнистую массу вводится расплавленный парафин или другие гидрофобизирующие добавки. Кроме того, при сухом способе возможно введение в древесноволокнистую массу химикатов, обеспечивающих получение плит специального назначения. При сухом формировании ковра вводимые химикаты не вымываются в сток, как при мокром, а остаются на волокнах.

Для склеивания волокон обычно применяют фенолоформальдегидные смолы различных марок. Однако предпочтительны смолы с минимальным содержанием свободного фенола. В нашей стране применяется водорастворимая фенолоформальдегидная смола СФЖ-3014.[1]

Для придания плитам водостойкости вводят гидрофобные добавки. По данным ВНИИдрева, расход гидрофобных добавок свыше 1 % массы абсолютно сухих волокон не приводит кулучшению физико-механических свойств плит. Схемы введения и смешивания смолы с древесноволокнистой массой различны. На одних заводах смолу вводят через полый вал рафинера в междисковое пространство, на других применяют специальные рафинеры-смесители. Гидрофобизирующие добавки на большинстве действующих предприятий вводят через специальные, форсунки в пропарочные установки перед размолом щепы на волокна. Однако гидрофобизирующие добавки, так же как смолу, можно вводить и между размалывающими дисками или на выходе волокна из рафинера.

**1.1.3.5 Сушка древесноволокнистой массы**

При сухом способе производства плит размолотое волокно после дефибраторов не разбавляется водой в мокрых циклонах, а только отделяется от пара в “сухих” циклонах, из которых пневмотранспортом подается либо в сушку, либо на вторую ступень размола - в размалывающие аппараты “закрытого” типа. На выходе из дефибратора волокно имеет влажность 50 – 60 %, но, проходя через сухие циклоны, оно подсушивается до 45 - 50 % влажности.[1] Сушка волокна может проводиться в сушилках любого типа (трубчатые, барабанные, аэрофонтанные т.д.) в одну или две ступени. В сушилках волокно подсушивается до воздушно-сухого состояния (влажность 8 – 10 %). Если сушка волокна проводится в две ступени, то на первой ступени волокно должно подсушиваться до влажности I5 – 20 %. На первой ступени сушки происходит более интенсивное испарение влаги из волокон, так как происходит испарение свободной влаги, в то время как на второй, ступени испаряется связанная влага. Учитывая эти особенности в производстве древесноволокнистых плит сухим способом, отдается предпочтение двухступенчатой сушке волокнистой массы.[5]

**1.1.3.6 Формирование ковра**

Формирование ковра при изготовлении древесноволокнистых плит сухим способом производства отличается тем, что транспортирование и формирование волокна осуществляется с помощью воздуха. Ковер формируется непрерывно на сетчатой ленте конвейера, под которым создается вакуум для увеличения плотности укладки волокон.

Настил ковра из волокнистой массы при сухом формировании осуществляется в настоящее время двумя способами: методом вакуумного формования и методом свободного падения волокна на машинах типа “падающий снег”.

**1.1.3.7 Подпрессовка и раскрой непрерывного ковра**

Сформированный на вакуумформирующей машине непрерывный ковер легко рассыпается при транспортировке, так как высота его колеблется от 100 до 560 мм. Толщина ковра зависит от плотности, а главное - от заданной окончательной толщины готовой плиты. Для рационального использования горячего пресса, сокращения величины просвета между его плитами и увеличения скорости их смыкания, а также для обеспечения транспортабельности ковра последний подпрессовывают в ленточных прессах непрерывного действия. Ленточный пресс является продолжением вакуумформирующей машины. Далее осуществляют обрезку кромок дисковыми пилами по ходу движения ковра от ленточного пресса. Обрезки кромок с каждой стороны ковра имеют ширину до 25 мм.

**1.1.3.8 Горячее прессование ковра**

Воздушное формирование ковра и введение термореактивных смол предопределяют особенности процесса прессования при сухом способе производства древесноволокнистых плит. При прессовании сухих полотен физикомеханические свойства получаемых плит не могут быть обеспечены связями между волокнами только за счет термохимической обработки древесины. Даже при удельном давлении прессования до 7 МПа требуется введение связующего. Качественные показатели прессованных плит предопределяются условиями подготовки волокна и свойствами термореактивной смолы. Особенно важно, что отдельные продукты, образовавшиеся в процессе термохимической обработки древесины, при сухом формировании остаются в волокнистой массе, существенно влияя на процессы склеивания волокон. При прессовании происходит склеивание смешанных со смолой волокон в результате перехода в твердое состояние термореактивной смолы под воздействием высокой температуры. Лучшие результаты получают, если отверждение смолы произойдет при максимальном сближении волокон. Применение высоких температур требует загрузки полотен в пресс, смыкания греющих плит и достижения высокого давления в течение короткого промежутка времени. Кроме того, для предотвращения преждевременного отверждения смолы необходима устойчивая теплоизолирующая завеса между прессом и его загрузочным устройством, на котором расположены полотна.

В зависимости от породного состава сырья и применяемого типа связующего температура прессования на разных заводах колеблется в пределах 180—260 °С. Для древесины мягких лиственных пород температура прессования равна 180—220 °С, для твердых пород — 230—260 °С.

С увеличением давления прессования возрастают плотность и прочность плит, но снижаются водопоглощение и набухание. Для получения волокнистых плит плотностью 1 г/см3 необходимо иметь на начальном этапе прессования удельное давление 6,5 - 7 МПа. Выдержка при максимальном давлении во избежание появления пузырей и пятен вследствие скапливающегося в полотне пара не должна превышать 40 с. Для удаления пара целесообразно постепенное снижение давления.

При сухом способе производства, определяющем короткие циклы прессования, повышенную температуру нагревательных плит и высокое удельное давление прессования, особое значение придают конструкций и материалу нагревательных плит. Это объясняется также и тем, что сухие древесноволокнистые полотна более чувствительны к колебаниям температуры на плоскости нагревательной плиты. Поэтому систему каналов пресса выполняют таким образом, чтобы разница температуры на поверхности плиты не превышала 4 °С. Конструкция и материал нагревательных плит должны обеспечивать хорошую теплопередачу и выравнивать возникающие в процессе прессования напряжения изгиба.

**1.1.3.9 Послепрессовая обработка плит**

Послепрессовая обработка плит включает в себя следующие технологические операции: предварительную обрезку кромок плит, выходящих из горячего пресса, увлажнение плит, форматную резку плит по размерам, складирование плит. Плиты, которые предполагается направить на отделку, предварительно шлифуются.

**1.1.4 Мокросухой и полусухой способы производства древесноволокнистых плит**

При мокросухом способе транспортирование древесноволокнистой массы и формирование ковра осуществляют в водной среде, как и при мокром способе. Однако перед подачей в пресс полотна проходят через сушильные устройства, в которых высушиваются почти до абсолютно сухого состояния. Затем плиты прессуют при повышенных температуре и давлении. Особенности технологических процессов по мокросухому способу обеспечивают получение качественных древесноволокнистых плит без добавления искусственных связующих компонентов. Наиболее важным фактором является приготовление хорошо разработанной древесноволокнистой массы, например, за счет термохимической обработки щепы перед ее размолом на волокна.

Полусухой способ производства твердых древесноволокнистых плит отличается формированием ковра, его прессованием при влажности волокна до 20 %• Настил ковра выполняют механическим способом, но применяют и вакуумформирующие машины.

Наличие влаги увеличивает цикл прессования, но обеспечивает протекание термохимических реакций, в результате чего происходит активизация связей. Поэтому расход связующих при полусухом способе значительно ниже, чем при сухом, или вообще исключает добавки различных клеящих материалов.

**1.2 Обоснование выбора основного оборудования и способа для производства древесноволокнистых плит**

Мокрый способ производства древесноволокнистых плит наиболее распространен. Он получил свое начало из бумажного производства. Процесс, главным образом, отличается тем, что изготовленные плиты хорошего качества даже без связующего. Процесс стабильный и хорошо отработанный.

Однако данный способ производства имеет некоторые недостатки. Первый недостаток – это большой расход воды, а второй заключается в том, что изготовленные плиты с одной стороны имеют гладкую структуру, а с другой – сетчатую.

Сухой способ, в свою очередь, разработан недавно, но в последнее время интенсивно внедряется в производство. Основными достоинствами этого способа получения древесноволокнистых плит являются высокая производительность технологической линии за счет сокращения цикла прессования и малый расход воды. Плиты, изготовленные по сухому способу, с обеих сторон гладкие. На основании вышесказанного, выбираем сухой способ производства древесноволокнистых плит.[2]

В качестве гидрофобизирующей добавки используем водорастворимую фенолоформальдегидную смолу СФЖ-3014. Фенолформальдегидные смолы обеспечивают образование прочных и водостойких клеевых соединений, широко используются для изготовления плит, применяемых в условиях переменной температуры и влажности окружающей среды. Древесные плиты на основе этих смол разрешены Минздравом для применения в гражданском и жилищном строительстве. Парафин и смолу вводим на стадии пропарки и размола щепы.

Для организации производства выбираем типовое оборудование, используемое на заводах по производству древесноволокнистых плит.

Для приготовления щепы используем барабанные рубительные машины, дающие хорошую форму щепы и чистый, несмятый срез, а также равномерную фракцию при высоком проценте выпуска кондиционной щепы.

Сортировка щепы осуществляется в плоских сортировочных машинах гирационного типа, в которых, в отличие от вибрационных машин, сортировочная рамка приобретает горизонтальное круговое (плавающие) движение, благодаря чему щепа, поступающая на верхнее сито, перемещается по всей плоскости сита.

Для пропарки щепы устанавливаем пропарочноразмольную систему “Бауэр-418”, в которой так же осуществляется предварительный размол щепы.

Размол щепы осуществляем на машинах польского производства RT-70. Данный аппарат оснащен новым более прогрессивным выпускным устройством, которое отличается простой конструкцией и позволяет получить более качественную волокнистую массу.[1]

Сушку древесноволокнистой массы осуществляем в две ступени, что существенно позволяет сократить время сушки. Учитывая короткое время сушки, волокно можно сушить во взвешенном состоянии при транспортировке его по воздуховодам. На первой стадии сушки используем сушилку аэрофонтанного типа, а на второй – барабанную сушилку.[6]

Для формирования волокна из древесноволокнистой массы используем двухсеточную вакуумформирующую машину конструкции ВНИИдрева. Особенностью конструкции является то, что воздух удаляется в стороны обеих формующих плоскостей. Машина не требует специального оборудования для фракционирования и раздельного накопления частиц различных фракций.

Прессование осуществляем на прессовых установках, которые включают 22-этажный гидравлический пресс, оборудованный механизмом для одновременного смыкания нагревательных плит; загрузочно-разгрузочное устройство; гидронасосную станцию.

Кондиционирование плит осуществляем в восьми камерах.[1]

Остальное оборудование (смесители, емкости, конвейеры, станки распиловки) подбираем типичные.

**2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ**

В качестве сырья для производства древесноволокнистых плит используют отходы лесопиления и деревообработки, дровяное долготье, мелкий круглый лес от рубок ухода и лесосечные отходы.

Подготовка сырья к производству заключается в приготовлении кондиционной щепы. Первоначально осуществляют разделку древесины на размеры, соответствующие приемному патрону рубительной машины. Для раскроя бревен по длине используют балансирные пилы.

Далее подготовленная древесина поступает в барабанную рубительную машину 1 для приготовления кондиционной щепы. На линии устанавливаем две рубительные машины марки ДРБ-2.

Полученная щепа после рубительной машины поступает на сортировочную машину 2, где отбирается технологическая щепа, соответствующая предъявленным к ней требованиям. Для сортировки технологической щепы используем сортировочную машину модели СЩ-1М.

С сортировочной машины отобранная щепа поступает в силос хранения щепы 4. Щепу с размерами, превышающими установленные, передают на дополнительное измельчение в молотковый дезинтегратор ДЗН-1 3, а затем возвращают в рубительную машину. Мелочь, отсеивающуюся в процессе сортирования, удаляют из цеха как отходы.

Кондиционную щепу направляют в бункеры запаса или расходные бункеры 5 в размольном отделении. Устанавливаем три бункера марки ДБО-60, один из которых – резервный.

Из расходного бункера через бункер-питатель щепа, предварительно подогретая насыщенным паром температурой 160 оС в подогревателе, подается в пропарочный аппарат 6. Устанавливаем две пропарочные установки «Бауэр-418». Пропарочный котел рассчитан на давление до 1 МПа. Щепа проходит через пропарочный котел под воздействием винтового конвейера. Время пребывания щепы в котле от 1 до 10 мин.

Щепа при том же давлении винтовым конвейером подается в размольный аппарат 8. В качестве размольного аппарата используем дефибратор марки RТ-70. Температуру в дефибраторе поддерживаем подачей насыщенного пара. Пар одновременно служит для удаления из реакционного пространства дефибратора кислорода воздуха, разрушающе действующего на древесину. Подачу пара в аппарат осуществляют через паровой клапан. Расход пара составляет 700 – 1500 кг/т, в зависимости от породы древесины. Щепа, войдя в размольную камеру, лопатками вращающегося диска направляется между дисками к размольным секторам, которые размалывают ее на волокна.

Полученная древесноволокнистая масса под воздействием давления пара и лопаток вращающегося диска подается в отводящий патрубок к выпускному устройству. Древесноволокнистая масса, пройдя выпускное устройство, попадает в диффузор, в котором происходит ее постепенное расширение, и она с большой скоростью вместе с паром попадает в циклон, откуда волокна, потерявшие в результате самоиспарения некоторое количество влаги, направляются к мельнице вторичного размола – рафинатору. Волокно из дефибратора выходит влажностью 40 – 60%.

Для улучшения свойств плит в щепу или древесноволокнистую массу вводятся гидрофобизирующие добавки. Эмульсию парафина вводят через специальные форсунки пропарочной установки перед размолом щепы на волокна из расходного бака парафина 7. Смешение волокна с водорастворимой феноло-формальдегидной смолой СФЖ-3014 происходит в смесителе 10, который установлен между ступенями сушки.

После размола волокно подается в циклон сушилки первой ступени 9. Для проведения первой стадии сушки устанавливаем четыре аэрофонтанных сушилки, одна из которых является резервной. В качестве агента сушки служит воздух, нагретый в калорифере до температуры до 160 оС. Воздух и волокно движутся при помощи центробежного вентилятора при давлении 22 МПа. После первой ступени влажность древесноволокнистой массы снижается до 40%.

Далее волокно направляется в сушилку второй ступени 11. Вторая ступень сушки проводится в барабанных сушилках. Волокно после первой ступени сушки через ротационный затвор подается в сушильный барабан, в котором, продвигаясь по барабану, оно перемешивается с агентом сушки. Агент сушки подается в сушильный барабан через специальный канал по касательной к цилиндрической поверхности. Поток подхватывает волокно и проходит через сушильный барабан по винтообразной линии при интенсивном теплообмене и перемешивании. Затем волокно выдается из сушилки через специальный ротационный затвор. В сушилке второй ступени используют принцип низкой температуры при большом объеме агента сушки. Температура воздуха на входе в сушилку составляет 180 – 200 оС, а объем воздуха, проходящего через сушилку, приведенный к стандартной температуре 21 оС, составляет 52500 м3/ч. После второй ступени сушки волокно имеет влажность не более 8%.

Далее волокнистая масса направляется в формующую машину 12. Для формования ковра используют двухсеточные вакуумформующие машины, в которых формование осуществляется осаждением волокон массы потоком воздуха, проходящим сверху вниз через движущееся сетки. Ковер настилается на движущуюся сетку, объединяющую три камеры и ленточно-валковый пресс. Волокно из бункеров-дозаторов поступает в соответствующую камеру, воздух из которой отсасывается вентилятором, создающим вакуум, а также системой для удаления излишних волокон от калибрующего валика. По ширине камеры древесноволокнистая масса распределяется с помощью качающегося сопла. Величина вакуума под сеткой в камерах составляет соответственного, 20 - 30 кПа. В зависимости от плотности выпускаемых плит определяется высота настилаемого слоя. При плотности 1 т/м3 значение массы 1 м2 ковра соответствует толщине древесноволокнистой плиты в мм.

Сформированный на вакуумформирующей машине непрерывный ковер поступает на ленточный пресс предварительной подпрессовки 13, предназначенный для обеспечения транспортабельности ковра, а так же для рационального использования горячего пресса, сокращения величины просвета между его плитами и увеличения скорости их смыкания. Удельное давление в прессе наращивают постепенно. Удельное давление подпрессовки равно 0,1 - 0,15 МПа; линейное давление составляет 1400 Н/см. Работа пресса синхронизируется с работой формирующей машины. Скорость бесступенчато регулируется от 9 до 50 м/мин.

Далее осуществляют раскрой непрерывного ковра на полотна. Из ленточного пресса ковер движется по ленточному конвейеру к пилам поперечной резки 15, предназначенных для раскроя бесконечного ковра на полотна. Туда же, поверх основного ковра, из формующей головки отделочного слоя 14 поступает волокно, сформированное в виде тонкого ковра, для нанесения отделочного слоя на плиты. Затем пилами продольной резки 16 осуществляют обрезку ковра до заданной ширины. Качающийся конвейер – типпель распределяет полотна на двухъярусную систему ленточных конвейеров. Эта система состоит из трех секций двухъярусных конвейеров, обеспечивающих подачу полотен в загрузчик пресса и запас полотен на то время, пока загрузчик горячего пресса не может принять их.

Древесноволокнистые полотна подаются в пресс 18 загрузчиком. Загрузочное устройство, обеспечивающее бесподдонную загрузку древесноволокнистых плит в пресс, состоит из неподвижной рамы, загрузочной этажерки 17, механизма подъема и опускания этажерки, двадцати двух конвейеров-загрузчиков с индивидуальными приводами. Конечный выключатель останавливает загрузчик, после чего он движется назад, оставляя полотна в прессе.

В зависимости от породного состава сырья и применяемого типа связующего температура прессования на разных заводах колеблется в пределах 180 - 260 °С. Для древесины мягких лиственных пород температура прессования равна 180 - 220 °С, для твердых пород — 230 - 260 °С. Для получения волокнистых плит плотностью 1 г/см3 необходимо иметь на начальном этапе прессования удельное давление 6,5 - 7 МПа. Время выдержки при максимальном давлении определяется влажностью ковра, температурой прессования, а также термохимической обработкой сырья. Выдержка при максимальном давлении во избежание появления пузырей и пятен вследствие скапливающегося в полотне пара не должна превышать 40 с. Для удаления пара целесообразно снижение давления. Давление снижают до величины несколько меньшей, чем давление пара в полотне, которое определяется температурой нагревательных плит пресса и условиями термохимической обработки сырья. Продолжительность прессования зависит от заданной толщины готовой плиты. Полный цикл прессования должен регулироваться таким образом, чтобы после прохождения плитами пресса они имели влажность 0,3 - 0,5 %.

После прессования древесноволокнистые плиты системой рычагов разгрузочного устройства передаются в разгрузочную этажерку 19, а оттуда по одной направляются на конвейер для обрезки и кондиционирования.

После пресса плиты имеют влажность менее 1 % и высокую температуру. В процессе разгрузки пресса, обрезки кромок и заполнения вагонеток плиты охлаждаются до 50 °С и набирают влаги до 2 %. Равновесная влажность плит в нормальных условиях (при температуре 20°С и относительной влажности воздуха 65%) составляет 5 - 9%. Поэтому плиты после стадии прессования поступают на стадию кондиционирования. Загрузочное устройство обеспечивает автоматическую загрузку плит в вагонетки, которые затем подаются в камеры кондиционирования 20. Время кондиционирования 3 – 5 ч.

После камеры кондиционирования плиты на участок раскроя и механической обработки подаются электропогрузчиками. Затем они укладывают на приемную площадку конвейера, а оттуда по одной подаются к станку продольной распиловки 21. Скорость подачи регулируется от 10 до 75 м/мин. Станок продольной распиловки имеет три пилы, из которых две крайние служат для обрезки кромок, а центральная при необходимости может выполнить продольный распил: Крайние пилы снабжены устройствами для дробления кромок шириной до 50 мм. Размер плиты после чистой обрезки, мм: максимальный 1830, минимальный 1700.

Далее плиты поступают на станок поперечной распиловки 22, оснащенный пятью пилами, положение которых регулируется. Наружные пилы имеют устройства для дробления кромок шириной до 50 мм. Максимальная длина плит после обрезки - 5500 мм.

Плиты после обрезки штабелируются укладчиком и попадают в накопитель плит 23, откуда транспортируются автопогрузчиком 24.

**3 РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА**

Производим расчет баланса воды, волокна, смолы и парафина для изготовления 140 т древесноволокнистых плит. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1

Таблица 1

Исходные данные для расчета материального баланса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Показатель | Значение в % |
| 1 | влажность щепы | 40 |
| 2 | влажность волокна при размоле | 60 |
| 3 | влажность волокна после первой ступени сушки | 50 |
| 4 | влажность волокна после второй ступени сушки | 5 |
| 5 | влажность плит после горячего пресса | 2 |
| 6 | влажность плит после камеры кондиционирования | 8 |
| Потери на различных стадиях производства | | |
| 7 | при подготовке сырья (рубка, сортировка щепы) | 3 |
| 8 | в дефибраторе | 5 |
| 9 | в циклоне | 3,7 |
| 10 | при обрезке ковра после формования | 4 |
| 11 | при предварительной обрезке кромок | 3 |
| 12 | при форматной обрезке плит | 1,7 |

Согласно ТУ 19-200-74, влажность готовых твердых плит сухого формования составляет 8%. Тогда 140 тонн готовой продукции на складе будет содержать:

абсолютно сухого волокна 0,92 \* 140000 = 128800 кг

воды 11200 кг

По данным ВНИИДрева и действующих предприятий по сухому способу производства ДВП принимаем дозировку парафина в количестве 1% и дозировку смолы в количестве 2,5%.

Тогда весовое содержание смолы и парафина определяется следующим образом:

; кг



где n – масса смолы и парафина в 140 т готовой продукции.

Количество абсолютно сухого волокна:

128800 – 4355,556 = 124444,444 кг

Получим:

количество парафина 0,01 \* 124444,444 = 1244,444 кг

количество смолы 0,025 \* 124444,444 = 3111,111 кг

Потери при форматной резке составляют 1,7%. Следовательно, на форматную обрезку поступает:

абсолютно сухого волокна 124444,444 \* 1,017 = 126560 кг

воды 11200 \* 1,017 = 11390,4 кг

парафина 1244,444 \* 1,017 = 1265,6 кг

смолы 3111,111 \* 1,017 = 3164 кг

Всего: 126560 + 11390,4 + 1265,6 + 3164 = 142379,6 кг

126560 кг

11390,4 кг

2115,556 кг

190,4 кг

124444,4 кг

11200 кг

Потери при этом составляют 2380 кг, в том числе:

абсолютно сухого волокна 126560 – 124444,444 = 2115,556 кг

воды 11390,4 – 11200 = 190,4 кг

парафина 1265,6 – 1244,444 = 21,156 кг

смолы 3164 – 3111,111 = 52,889 кг

Всего: 2115,556 + 190,4 + 21,156 + 52,889 = 2380 кг

На форматную обрезку плиты поступают с увлажнительных камер, где они увлажняются с 2% до 8%.

Плиты, поступившие в увлажнительную камеру, имеют следующий состав:

абсолютно сухого волокна 126560 кг

парафина 1265,6 кг

смолы 3164 кг

Количество воды определяем следующим образом:

кг



Количество воды, поглощаемой плитами в увлажнительной камере:

11390,4 – 2673,257 = 8717,143 кг

где число 11390,4 – это количество воды в плитах, поступающих на форматную обрезку после увлажнительной камеры.

В камеру кондиционирования плиты поступают после предварительной обрезки кромок. Потери при обрезке принимаем в количестве 3%. Тогда из пресса на предварительную обрезку поступает:

абсолютно сухого волокна 126560 \* 1,013 = 130356,8 кг

где 126560 кг – масса абсолютно сухого волокна в плитах после предварительной обрезки кромок;

воды 2673,257 \* 1,03 = 2753,455 кг

где 2673,257 кг – количество воды в материале до увлажнения плит в камере кондиционирования;

парафина 1265,6 \* 1,03 = 1303,568 кг

смолы 3164 \* 1,03 = 3258,92 кг

где 1265,6 кг и 3164 кг – это количество парафина и смолы соответственно при поступлении плит в камеру кондиционирования после предварительной обрезки кромок.

Всего: 130356,8 + 2753,455 + 1303,568 + 3258,92 = 137672,743 кг

При этом потери составляют:

137672,743 – 133662,857 = 4009,886 кг, из них

абсолютно сухого волокна 130356,8 – 126560 = 3796,8 кг

воды 2753,455 – 2673,257 = 80,198 кг

парафина 1303,568 – 1265,6 = 37,968 кг

смолы 3258,92 – 3164 = 94,92 кг

130356,8 кг

2753,455 кг

предварительная обрезка 3796,8 кг

кромок

80,198 кг

126560 кг

2673,257 кг

На горячий пресс поступают ковры с влажностью 5% и высушиваются до 2%. Всего в горячий пресс поступает:

абсолютно сухого волокна 130356,8 кг

парафина 1303,568 кг

смолы 3258,92 кг

воды (130356,8 + 3258,92 + 1303,568) \* (100-95)/95 = 7101,015 кг

Всего: 130356,8 + 1303,568 + 3258,92 + 7101,015 = 142020,303 кг

В процессе сушки в горячем прессе испаряется воды:

(130356,8 + 3258,92 + 1303,568) \*(100 – 95)/95 - (130356,8 + 3258,92 + 1303,568) \* (100 – 98)/98 = 4347,56 кг

130356,8 кг

7101,015 кг

горячий пресс

4347,56

130356,8 кг

2753,455 кг

При продольной обрезке ковра перед горячим прессом отходы в количестве 4% возвращаются на формашину. Тогда на обрезную пилу с формашины поступает:

абсолютно сухого волокна 130356,8 \*1,04 = 135571,072 кг

парафина 1303,568 \* 1,04 = 1355,711 кг

смолы 3258,92 \* 1,04 = 3389,277 кг

где 130356,8 кг, 1303,568 кг и 3258,92 кг – это количество абсолютно сухого волокна, парафина и смолы соответственно в плитах, поступающих на предварительную обрезку после горячего пресса;

воды 7101,015 \* 1,04 = 7385,056 кг

где 7101,015 кг – количество воды в ковре перед подачей на горячий пресс.

Отходы при этом составляют 5680,813 кг, из них:

абсолютно сухого волокна 135571,072 – 130356,8 = 5214,272 кг

воды 7385,056 – 7101,015 = 284,041 кг

парафина 1355,711 – 1303,568 = 52,143 кг

смолы 3389,277 – 3258,92 = 130,357 кг

Всего: 5214,272 + 284,041 + 52,143 + 130,357 = 5680,813 кг

135571,072 кг

7385,056 кг

5214,272 кг

обрезная пила

284,041 кг

130356,8 кг

7101,015 кг

Эти отходы возвращаются на формашину. Всего в формашину поступает (волокно со второй ступени сушки + возвратные отходы):

абсолютно сухого волокна 130356,8 кг

воды 7101,015 кг

парафина 1303,568 кг

смолы 3258,92 кг

Всего: 130356,8 + 7101,015 + 1303,568 + 3258,92 = 142020,303 кг

На стадию сушки в циклонах теряется 3,7% вещества. Тогда с сушилок в циклоны поступает:

абсолютно сухого волокна 130356,8 \* 1,037 = 135180 кг

воды 7101,015 \* 1,037 = 7363,72 кг

парафина 1303,568 \* 1,037 = 1351,8 кг

смолы 3258,92 \* 1,037 = 3379,5 кг

Всего: 135180 + 7363,72 + 1351,8 + 3379,5 = 147275,02 кг

Отходы составляют: 147275,02 – 142020,303 = 5254,717 кг, из них:

абсолютно сухого волокна 135180 – 130356,8 =4823,2 кг

воды 7363,72 – 7101,015 = 262,705 кг

смолы 3379,5 – 3258,92 = 120,58 кг

парафина 1351,8 – 1303,568 = 48,232 кг

Всего: 4823,2 + 262,705 + 120,58 +48,232 = 5254,717 кг

135180 кг

7363,72 кг

4823,2 кг

циклоны 262,705 кг

130356,8 кг

7101,015 кг

Сушка волокна происходит в две ступени: на первой влажность снижается с 60% до 50%, а на второй ступени – с 50% до 5%.

При сушке на второй ступени испаряется воды:

(135180 + 3379,5 + 1351,8) \* (100 - 50)/50 – (135180 + 3379,5 + 1351,8) \* (100 – 95)/95 = 132547,547 кг

Всего на вторую ступень сушки поступает:

абсолютно сухого волокна 135180 кг

воды 139911,3 кг

парафина 1351,8 кг

смолы 3379,5 кг

где 139911,3 кг – это количество влаги в волокне после первой ступени сушки.

135180 кг

139911,3 кг

132547,547 кг

сушка второй ступени

135180 кг

7363,72 кг

На первой ступени сушки испаряется воды:

139911,3 \* (100 – 40)/40 – 139911,3 \*(100 – 50)/50 = 69955,65 кг

Всего на первую ступень сушки поступает:

абсолютно сухого волокна 135180 кг

воды 209866,95 кг

смолы 3379,5 кг

парафина 1351,8 кг

где 209866,95 кг – это количество воды в волокне, с влажностью 60%, до поступления на первую стадию сушки.

135180 кг

209866,95 кг

сушка первой ступени

69955,65 кг

135180 кг

139911,3 кг

Потери волокна в дефибраторе составляют 5% (около 2% за счет частичного гидролиза древесины при пропарке, а остальное – механические потери). Всего в дефибратор поступает:

абсолютно сухого волокна 135180 \* 1.05 = 141939 кг

воды 94626 кг

парафина 1351,8 кг

где 94626 кг – количество влаги в древесине, поступающей в дефибратор после рубительного отделения, при влажности древесной щепы 40%.

141939 кг

94626 кг

115240,95 кг 6759 кг

дефибратор

135180 кг

209866,95 кг

На пропарку необходимо подать щепы (влажность 40%):

141939 / 0,6 = 236565 кг

Потери древесины в рубительном отделении составляют 3%.

На рубку поступает:

236565 \* 1,03 = 243661,95 кг

При этом потери составляют:

243661,95 – 236565 = 7096,95 кг

из них:

абсолютно сухой древесины 7096,95 \* 0,6 = 4258,17 кг

воды 7096,95 \* 0,4 = 2838,78 кг

Всего в рубительное отделение поступает 243661,95 кг, из них:

абсолютно сухой древесины 243661,95 \* 0,6 = 146197,17 кг

воды 243661,95 \* 0,4 = 97464,78 кг

146197,17 кг

97464,78 кг

4258,17 кг

рубительное отделение

2838,78 кг

141939 кг

94626 кг

На этом расчет баланса сырья и материалов заканчивается. Данные о расходе сырья и материалов на 140 т готовых плит по ступеням технологической схемы приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Материальный баланс технологического процесса получения ДВП

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приход | | Расход | |
| Наименование материальных потоков | Количество, т | Наименование материальных потоков | Количество, т |
| Влажная древесина | 243,662 | Древесноволокнистые плиты | 140 |
| Парафин | 1,352 | Потери влажной древесины в рубительном отделении | 7,097 |
| Водорастворимая фенолформальдегидная смола СФЖ-3014 | 3,380 | Потери волокна в дефибраторе | 6,759 |
| Влага, испарившаяся при сушке | 202,503 |
| Вода, поступающая в дефибратор | 115,241 | Потери волокнистой массы в циклоне | 5,255 |
| Влага, испарившаяся в процессе сушки на горячем прессе | 4,348 |
| Вода на увлажнение в камеру кондиционирования | 8,717 | Потери при предварительной обрезке кромок | 4,010 |
| Потери при форматной обрезке плит | 2,380 |
| Всего | 372,352 | Всего | 372,352 |

**4 Расчет и подбор основного и вспомогательного оборудования**

**4.1 Подбор рубительной машины**

Сырье подается в производство в виде кондиционной щепы. Подготовка сырья к производству плит, состоящая в приготовлении кондиционной щепы, включает следующие операции: разделку древесины на размеры, соответствующие приемному патрону рубительной машины; рубку древесины на щепу; сортировку щепы для отбора требуемого размера с доизмельчением крупной фракции и удалением мелочи; извлечение из щепы металлических предметов; промывку щепы для очистки ее от грязи и посторонних включений.

Для приготовления щепы используем барабанную рубительную машину ДРБ-2.

Производительность аппарата составляет 4 – 5 м3/ч, диаметр барабана 1160 мм и число режущих ножей – 4. [1]

Из расчетов материального баланса получаем, что в рубительное отделение поступает 243661,95 кг влажной древесины в сутки, т.е. 10152,58 кг в час. Принимая плотность древесины равной 1540 м3/кг, получим:

10152,58/1540 = 6,59 м3/ч

Согласно расчетам необходимо установить две рубительные машины.

**4.2 Подбор сортировочной машины**

Полученную щепу после рубительных машин сортируют, в результате чего отбирают технологическую щепу, соответствующую предъявленным к ней требованиям.

Согласно материальному балансу на сортировку поступает 236565 кг влажной щепы в сутки, что составляет 9857 кг в час. Принимая средневзвешенную условную плотность древесного сырья равную 650 кг/м3, определим насыпную плотность ρн, кг/м3, по уравнению:

ρн = ρ · kп (1)

где kп – коэффициент полнодревесности для щепы, равный 0,39.

Получим:

ρн = 650 ·0,39 = 253,5 кг/м3

Тогда получим, что на сортировку поступает 9857/253,5 = 39 насыпных м3 в час.

Для сортировки технологической щепы используем сортировочную машину гирационного типа модели СЩ-1М, техническая характеристика которой приведена в табл. 3.

Таблица 3

Техническая характеристика сортировочной машины

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Значение |
| Производительность, насыпных м3/ч | 60 |
| Число сит | 3 |
| Наклон сит, град | 3 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 3 |
| Масса, т | 1,3 |

**4.3 Подбор дезинтегратора**

Для измельчения крупной щепы используют молотковые дезинтеграторы. Выбираем дезинтегратор типа ДЗН-1, техническая характеристика которого приведена в табл. 4.

Таблица 4

Техническая характеристика дезинтегратора ДЗН-1

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Значение |
| Производительность, насыпных м3/ч | 18 |
| Габаритные размеры, мм |  |
| длина | 2300 |
| ширина | 1620 |
| высота | 825 |
| Масса, кг | 2248 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 11,4 |

**4.4 Подбор расходных бункеров кондиционной щепы**

Кондиционную щепу направляют в бункеры запаса или расходные бункеры в размольном отделении. По конфигурации в плане бункеры запаса бывают двух типов: прямоугольные и круглые.

Используем прямоугольные бункера, располагая их в здании отделения приготовления щепы. При небольших запасах щепа может храниться в вертикальных бункерах. Используем бункер типа ДБО-60, техническая характеристика которого приведена в табл. 5.

Таблица 5

Техническая характеристика вертикального бункера ДБО-60

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Значения |
| Емкость бункера, м3 | 60 |
| Число выгрузочных винтовых конвейеров | 3 |
| Производительность одного винтового конвейера, м3/ч | 3,8 - 40 |
| Установленная мощность двигателей, кВт | 21,9 |
| Высота опор, м | 4 |
| Общая высота бункера, м | 11,75 |
| Общая масса бункера, т | 18,5 |

Требуемое количество бункеров nб определяем по формуле:

nб = Gщ · t/Vб · ρн · kзап (2)

где Gщ – часовая потребность проектируемого цеха в технологической щепе, кг/ч (по данным материального баланса Gщ = 9857 кг/ч); t – время, в течении которого бункеры обеспечивают бесперебойную работу потока, ч (при работе отделения по подготовке щепы в три смены t = 3 ч); Vб – объем бункера, м3; ρн – насыпная плотность щепы, кг/м3(определяли в пункте 4.2); kзап – коэффициент заполнения рабочего объема бункера (для вертикальных kзап = 0,9).

Получим:

nб = 9857 · 3/60 · 253,5 ·0,9 = 2

Соответственно устанавливаем три бункера, один из которых – резервный.

**4.5 Подбор пропарочной установки**

Из бункера-питателя щепа винтовым дозатором подается в барабанный питатель низкого давления, из которого направляется в подогреватель, где подогревается насыщенным паром, температурой 160°С. В выходной секции подогревателя вмонтирована форсунка, через которую в него вводится в расплавленном состоянии парафин, распыляемый сжатым воздухом с давлением 0,4 МПа. Из подогревателя пропитанная парафином щепа поступает непосредственно в аппарат гидродинамической обработки. На заводах древесноволокнистых плит используют аппараты непрерывного действия различных систем.

Устанавливаем пропарочноразмольную систему «Бауэр-418», имеющую следующие характеристики: пропарочный котел горизонтальный, трубчатого типа, диаметром 763 мм, длинной 9,15 м, рассчитанный на давление до 1 МПа. Производительность пропарочной установки – до 5 т/ч.

Согласно расчетам материального баланса на пропарку поступает 238 т пропитанной парафином щепы в сутки, что составляет около 10 т/ч. Соответственно необходимо установить две пропарочных установки.

**4.6 Подбор размольного оборудования**

В производстве древесноволокнистых плит для размола щепы применяют дефибраторы и рафинеры. Для получения высококачественных плит при размоле щепы на дефибраторах применяют оборудование для вторичного размола (рафинеры). При сухом способе производства для первичного размола используют рафинеры с двумя вращающимися в противоположные стороны дисками.

Согласно расчетам материального баланса производительность дефибратора по абсолютно сухому волокну должна составлять 135,2 т/сут. Выбираем дефибратор марки RT-70, производительностью до 70 т/сут, и устанавливаем две машины. Технические характеристики аппарата приведены в табл. 6.

Таблица 6

Технические характеристики дефибратора марки RT-70

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Значение |
| Производительность по сухому волокну, т/сут | 70 |
| Диаметр размольных дисков, мм | 1000 |
| Тип питателя | винтовой |
| Мощность электродвигателя привода размольного диска, кВт | 500-580 |
| Общая масса без электродвигателей, т | 20 |

**4.7 Подбор смесителей для гидрофобизирующих добавок**

Гидрофобизирующие добавки на большинстве действующих предприятий вводят через специальные форсунки в пропарочные установки перед размолом щепы на волокна.

На предприятие парафин поступает в железнодорожной цистерне, которую устанавливают около склада готовой продукции. Из цистерны парафин по трубопроводу стекает в бак для хранения емкостью 60 м3, откуда па специальному парафинопроводу подается в расходный бак парафина, установленный в цехе на постаменте. Парафин самотеком через мерный бачок сливается в бак приготовления парафиновой эмульсии.

Для приготовления проклеивающих составов используют различного типа оборудование. Наиболее распространенные аппараты для приготовления эмульсии – цилиндрические баки, снабженные мешалками.

При приготовлении проклеивающих добавок в аппаратах периодического действия количество последних определяют по формуле:

nа = Mп.д · t ·kз/24 · Vа · φ · ρп.д (3)

где Mп.д – суточная потребность в рабочем составе проклеивающей добавки, кг (из материального баланса суточная потребность парафина составляет 1351,8 кг); t – продолжительность процесса приготовления проклеивающей добавки, ч (для эмульсии парафина t = 170 мин); kз – коэффициент, учитывающий запас мощности производства по данной стадии (принимают kз = 1,05 – 1,15); Vа – объем аппара- та, м3; φ – степень заполнения аппарата (принимаем φ =0,8); ρп.д – плотность рабочего раствора проклеивающей добавки, кг/м3 (для эмульсии парафина ρп.д = 970 кг/м3).

Получим:

nа = 1351,8 · 2,83 · 1,15/24 ·1 · 0,8 · 970 = 0,6

Соответственно устанавливаем два смесителя, один из которых резервный.

Готовую эмульсию перекачивают в специальную емкость (бак) для хранения.

Приготовление рабочего состава фенолоформальдегидной смолы СФЖ-3014 заключается в ее разведении по рабочей концентрации 25%. Растворение осадителей производят в специальном баке, который по конструкции аналогичен баку для приготовления эмульсии. По уравнению (3) определим необходимое количество смесителей для приготовления рабочего состава фенолформальдегидной смолы:

Получим:

nа = 3379,5 · 0,3 · 1,15/24 ·1 · 0,8 · 1008 = 0,3

Соответственно устанавливаем два аналогичных смесителя, один из которых резервный.

Техническая характеристика бака-смесителя приведена в табл. 7.

Таблица 7

Техническая характеристика смесителя

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Значение |
| Вместимость, м3 | 1 |
| Наружный диаметр, мм | 1206 |
| Высота, мм | 909 |
| Габаритная высота, мм | 1834 |
| Диаметр мешалки, мм | 150 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 1,1 |
| Общая масса, кг | 267 |

Расходные баки для проклеивающих добавок должны обеспечивать запас последних на 1 – 2 ч работы цеха. Вместимость расходных баков Vбак, м3, определяем по формуле:

Vбак = Mс · T · 105/cп.д · ρп.д (4)

где Mс – количество рабочего состава проклеивающей добавки, требуемого для производства, т/ч (из материального баланса Mс = 0,14 т/ч); T – количество часов работы на созданном запасе, ч (T = 2 ч); ρп.д – плотность рабочего раствора проклеивающей добавки, кг/м3; cп.д – концентрация рабочего состава, %.

Определим объем расходного бака парафина.

Vбак = 0,06 · 2 · 105/10 · 970 = 1,24 м3

Определим объем расходного бака смолы.

Vбак = 0,14 · 2 · 105/25 · 1008 = 1,11 м3

После определения объема баков округляем его значение до одной из следующих величин: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0.

Соответственно устанавливаем расходный баки для эмульсии парафина и для раствора фенолформальдегидной смолы вместимостью каждый 1,5 м3. Так же устанавливаем дополнительно два резервных бака.

**4.8 Расчет и подбор сушильных установок**

Влажность древесного волокна перед прессованием плит по сухому способу производства должна составлять 6 - 8%. Выбор способа сушки измельченной древесины во многом определяется размерами и однородностью материала. На заводах древесноволокнистых плит применяют двухступенчатые сушильные установки с частичной рециркуляцией агента сушки.

Волокно после размола подается в трубопровод сушильной установки, где смешивается с подогретым в калорифере воздухом, температура которого при входе в сушилку равна 160 - 190 °С. Температура волокна на выходе из сушилки первой ступени составляет около 70°С. После первой ступени влажность древесноволокнистой массы снижается приблизительно до 65 - 67 %.

Наиболее эффективно использовать работу комбинированных сушилок: аэрофонтанная – барабанная.

**4.8.1 Расчет и подбор сушилки первой ступени**

Для проведения первой стадии сушки целесообразно использовать аэрофонтанную сушилку. В аэрофонтанной сушилке за счет скорости агента сушки волокно многократно фонтанирует, затем выносится из сушильного пространства после его высыхания до необходимой (заданной) влажности. Агентом сушки служит горячий воздух, который подогревается в пластинчатом паровом калорифере до 160°С.

Воздух и волокно движутся при помощи центробежного вентилятора. Этим же вентилятором и отсортированное в сепараторе волокно транспортируется в циклон – воздухоотделитель.

Для расчета аэрофонтанной сушилки используем следующие исходные данные:

производительность по абсолютно сухому волокну G, кг/сек

G = 135180 кг/сутки = 1,565 кг/сек;

начальная и конечная температуры материала Ө1 и Ө2, соответственно, °С

Ө1 = 5 °С Ө2 = 70 °С;

температура сушильного агента на входе в сушилку t1 и на выходе t2 из нее, °С

t1 = 160 °С t2 = 70 °С

начальная и конечная влажность материала w1 и w2, соответственно, %

w1 = 60% w2 = 40%

**4.8.1.1 Материальный баланс сушилки**

Определим количество влажного материала на входе в сушилку G1, кг/с, по формуле:

G1 = G · 100/ (100 – w1) (5)

Получим:

G1 = 1,565 · 100/ (100 – 60) = 3,913 кг

Определим количество высушенного материала G2, кг/с:

G2 = G · 100/(100 – w2) (6)

Получим:

G2 = 1,565 · 100/(100 – 40) = 2,608 кг/с

Количество удаленной влаги W составит, кг/с:

W = G1 – G2 (7)

W = 3,913 – 2,608 = 1,305 кг/с

**4.8.1.2 Тепловой баланс сушилки**

Расход тепла на нагрев материала, покидающего сушилку Qмат, кВт, составит:

Qмат = (G · cм + W2 · 4,19) · (Ө2 - Ө1) (8)

где см – теплоемкость абсолютно сухого материала (древесины), см = 1,43 кДж/кг·К [2]; W2 – количество влаги в высушенном материале, кг/с.

W2 =(G1 – G) – W (9)

W2 =(3,913 – 1,565) – 1,305 = 1,043 кг/с

Получим:

Qмат = (1,565 · 1,43 + 1,043 · 4,19) · (70 - 5) = 429,53 кВт

Определим расход тепла на испарение влаги Qисп, кВт, по уравнению:

Qисп = W · (2493 + 1,97 · t2 – 4,19 · Ө1) (10)

Получим:

Qисп = 1,305 · (2493 + 1,97 · 70 – 4,19 · 5) = 3460,7 кВт

Определим расход тепла с уходящим воздухом Qвозд, кВт. Поскольку расчет воздуха пока неизвестен, то определяем ориентировочный расход воздуха по диаграмме I –x [3], как если бы процесс шел в теоретической сушилке, тогда:

(11)



где I0 и I2 – энтальпия воздуха при влагосодержании x0 и x2,соответственно, кДж/кг; x2 – ожидаемое конечное содержание влаги, кг/кг сухого воздуха.

На диаграмме I – x по известным параметрам t0 = 5°С – температура свежего воздуха и относительной влажности φ0 = 70% находим влагосодержание x0, кг влаги/кг сухого воздуха, и энтальпию I0, кДж/кг, свежего воздуха:

x0 = 0,005 кг/кг I0 = 23 кДж/кг

При нагревании воздуха до температуры t1 = 160°С его энтальпия увеличивается до I1 = 178 кДж/кг. Так как нагрев сушильного агента осуществляется через стенку, влагосодержание остается постоянным: x0 = x1.

Для определения параметров отработанного воздуха строим рабочую линию сушки на диаграмме I – x.

Запишем уравнение рабочей линии сушки:

∆ = I2 – I1/(x – x1) или I2 = I1 + ∆(x – x1) (12)

где ∆ - разность между удельным приходом и расходом тепла непосредственно в сушильной камере, которая определяется при составлении внутреннего теплового баланса сушилки, кДж/кг влаги:

∆ = 4,19 · Ө1 – G · cм · (Ө2 - Ө1) / W – qп (13)

где qп – удельные потери тепла в окружающую среду на 1 кг испаренной влаги, принимаем qп = 22,6 кДж/кг.

Получаем:

∆ = 4,19 · 5 – 1,565 · 1,43 (70 – 5)/1,305 – 22,6 = -113,12 кДж/кг влаги

Для построения рабочей линии сушки необходимо знать координаты (x и I) минимум двух точек. Координаты одной точки известны: x1 = 0,005; I1 = 178. Для нахождения координат второй точки зададимся произвольным значением x и определим соответствующее значение I по формуле (12).

Пусть x = 0,02 кг/кг, тогда соответствующее ему значение энтальпии:

I2 = 178 - 113,12(0,02 – 0,005) = 176,3 кДж/кг

Далее проводим линии на диаграмме I – x через две точки с координатами x1 = x0 = 0,005 кг/кг, I1 = 178 кДж/кг и x = 0,02 кг/кг, I2 = 176,3 кДж/кг до пересечения с заданным параметром отработанного воздуха, t2 = 70°С. Конечное влагосодержание отработанного воздуха x2, кг/кг, составит:

x2 = 0,037 кг/кг

Подставляя значения в формулу (7), получим:



В окружающую среду расход тепла Qпот, кВт, принимаем равным 10% от полного расхода тепла Qполн, кВт, который определяем по формуле:

Qполн = Qмат + Qисп + Qвозд + Qпот (14)

Соответственно полный расход тепла составит:

Qполн = (429,53 + 3460,7 + 6251,8) 100/(100 – 10) = 11269 кВт

Выбираем стандартную аэрофонтанную сушилку, используемую на заво-дах по производству ДВП.

При получении в сутки 140 т древесноволокнистых плит на первой стадии сушки испаряется 69955,65 кг воды. Соответственно производительность по испаряемой влаге Gв1, кг/ч составит:

Gв1 = 69955,65 кг/сутки = 69955,65/24 = 2915 кг/ч

Из расчетов следует, что необходимо установить четыре аэрофонтанных сушилки одна из которых является резервной.

Технические характеристики сушилки приведены в табл. 8.

Таблица 8

Техническая характеристика аэрофонтанной сушилки

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение |
| Производительность (по испаряемой влаге), кг/ч | 1000 |
| Температура воздуха после калорифера, °С | до 160 |
| Температура воздуха при выходе из сушилки, °С | до 70 |
| Скорость воздуха во внутренней трубе, м/с | 15 -20 |
| Скорость воздуха в наружной трубе, м/с | 3 - 4 |
| Диаметр внутренней трубы, мм | 400 |
| Высота сушилки, м | 15,2 |
| Ширина, м | 7,4 |
| Общая длина труб, м | 46 |

**4.8.2 Подбор сушильной установки второй ступени сушки**

Вторая ступень сушки происходит в барабанных сушилках. В сушилке второй ступени используется принцип низкой температуры при большом объеме агента сушки. В табл. 9 приведены технические данные барабанных сушилок.

Таблица 9

Технические характеристики барабанной сушилки

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Значение |
| Производительность (по испаряемой влаге), кг/ч | 2886 |
| Температура воздуха на входе в сушилку, °С | 180 - 205 |
| Температура воздуха на выходе из сушилки, °С | 50 |
| Перепад давления в сушилке, Па | 2820 |
| Производительность вентилятора, м3/ч | 61200 |
| Диаметр передающего клапана, м | 0,95 |
| Скорость воздуха, м/с | 19 |
| Объем воздуха, проходящего через сушилку, приведенный  к стандартной температуре 21°С, м3/ч | 52500 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 75 |

При получении в сутки 140 т древесноволокнистых плит на второй стадии сушки испаряется 132547,55 кг воды. Соответственно производительность по испаряемой влаге Gв2, кг/ч составит:

Gв2 =132547,55 кг/сутки = 132547,55/24 = 5522,8 кг/ч

Из расчетов следует, что необходимо установить три барабанных сушилки одна из которых является резервной. Согласно ОСТ 26-01-447-85 можем использовать сушилки барабанного типа БН2,5-14НУ-03 или БН2,8-14НУ-03.

**4.9 Подбор вспомогательного оборудования на стадии сушки**

В аэрофонтанных сушильных установках воздух и волокно движутся при помощи центробежного вентилятора производительностью 21000 м3/ч при давлении 22 МПа. Количество и скорость воздуха регулируются поворотным устрой-ством на его входном отверстии. Этим же вентилятором высушенное и отсортированное в сепараторе волокно транспортируется в циклон – воздухоотделитель.

Выбираем центробежный вентилятор высокого давления (приложение 1.1 [3]) в соответствии с ГОСТ 5976-90. Технические характеристики вентилятора приведены в табл. 10.

Таблица 10

Техническая характеристика центробежного вентилятора

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка | Q, м3/с | ρgH, Па | n, с-1 | ŋн | Электродвигатель | | |
| тип | Nн, кВт | ŋдв |
| В-Ц14-46-8К-02 | 6,39 | 1820 | 16,15 | 0,73 | АО2-71-6 | 17 | 0,9 |

Циклоны выбираются по производительности. Скорость газа во входном патрубке может быть 12, 15 и 18 м/с, соответственно может меняться производительность циклона. Так при wвх = 18 м/с производительность циклона составит 6000 м3/ч, а при wвх = 12 м/с – 4000 м3/ч, т.е. производительность циклона при любой входной скорости по сравнению с w18 можно пересчитать по формуле:

Vi = wвхi/w18 м3/ч (15)

В аэрофонтанной сушилке воздух (агент сушки) движется со скоростью 18 -20 м/с. Таким образом, производительность циклона составит 6000 м3/ч.

Выбираем циклон ОСТ 26-14-1385-76 со следующими техническими характеристиками, представленными в табл. 11.

Таблица 11

Техническая характеристика циклона

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Типоразмер циклона | Площадь сечения  цилиндрической  части корпуса, м2 | Производительность,  м3/ч | Рабочий объем бункера, м3 | Масса, кг |
| ЦН-15-800П | 0,502 | 6325 | 0.56 | 825 |

Воздух, поступающий в сушилку, предварительно нагревается до необходимой температуры при прохождении им паровых калориферов. Используются одноходовые стальные пластинчатые калориферы. Для подбора калорифера необходимо определить ориентировочную поверхность теплообмена F, м2, по формуле:

(16)



где Qk – тепло калорифера, Вт; К – коэффициент теплопередачи, Вт/м2·град; ∆tср – среднелогарифмическая разность температур, °С.

Тепловая нагрузка аппарата Qk, Вт, равна расходу тепла на сушку.

Qk = Lс.г ·(I1 – I0) (17)

где Lс.г – расход сухого газа, кг/с; I1 и I0 – энтальпии воздуха при температурах t1 =160°С и t0 = 5°С.

Расход сухого газа Lс.г, кг/с, определяем из материального баланса сушилки:

Lс.г = W/(x2 – x1) (18)

Lс.г = 1,305/(0,037 – 0,005) = 40,78 кг/с

Тогда:

Qk = 40,78 ·(178 – 23) = 6321 кВт

Ориентировочное значение коэффициента теплопередачи К, Вт/м2·град, при теплообмене между газами составляет около 100 Вт/м2·град (таблица 2.1 [3]).

Для подогрева используем насыщенный водяной пар с начальной температурой t2н = 300°С и конечной температурой t2к = 155°С.

Определим среднелогарифмическую разность температур ∆tср, °С по уравнению:

∆tср = (∆t/ - ∆t//)/ln(∆t//∆t//) (19)

где ∆t/ - большая разность температур греющего теплоносителя и воздуха; ∆t// - меньшая разность этих температур.

Получим:

∆tср = [(155 – 5) – (300 – 160)]/ln(150/140) = 145°С

Подставляя значения в уравнения (12), получим:

F = 6321000 /100 · 145 = 436 м2

Выбираем стальной пластинчатый калорифер СД 3009 ГОСТ 72011-54, имеющий поверхность теплообмена F = 500 м2. Технические характеристики данного калорифера приведены в табл. 12.

Таблица 12

Технические характеристики калорифера

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поверхность тепло-  обмена, м2 | Поверхность одной  пластины, м2 | Число пла-  стин, шт. | Масса аппара-  та, кг |
| 500 | 1,3 | 388 | 11280 |

Сводная ведомость технологического оборудования приведена в табл. 13.

Таблица 13

Сводная ведомость технологического оборудования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Количество | Параметры |
| 1 | рубительная машина ДРБ-2 | 2 | G=5 м3/ч; Dб=1160 мм |
| 2 | сортировочная машина | 1 | G=60 насыпных м3/ч |
| 3 | дезинтегратор | 1 | G=18 насыпных м3/ч; H=825 мм;  L=2300 мм;  B=1620 мм |
| 4 | расходный бункер щепы ДБО-60 | 3 | V=60 м3 |
| 5 | пропарочная установка “Бауэр-418” | 2 | G=5 т/ч |
| 6 | смеситель | 4 | V=1 м3;  Hг=1834 мм;  D=1206 мм |
| 7 | дефибратор RT-70 | 2 | G=70 т/сут |
| 8 | расходный бак смолы | 1 | V=1,5 м3 |
| 9 | расходный бак парафина | 1 | V=1,5 м3 |
| 10 | вентиляторы | - | Q=6,39 м3/с |
| 11 | калорифер | - | F=500 м2 |
| 12 | циклон | - | S=0,502 м2  Vр=0,56 м3 |
| 13 | аэрофонтанная сушилка | 4 | H=15,2 м;  B=7,4 м |
| 14 | барабанная сушилка | 3 | - |
| 15 | формующая машина | - | - |
| 16 | ленточный пресс предварительной подпрессовки | - | - |
| 17 | пилы поперечной резки | - | - |
| 18 | пилы продольной резки | - | - |
| 19 | пресс | - | - |
| 20 | камера кондиционирования | - | - |
| 21 | станок продольной распиловки | - | - |
| 22 | станок поперечной распиловки | - | - |
| 23 | накопитель плит | - | - |
| 24 | автопогрузчик | - | - |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной работе спроектирован цех по производству древесноволокнистых плит мощностью 140 т/сут. Рассмотрены основные способы производства и проведён обзор типового технологического оборудования. В результате выбран сухой способ производства древесноволокнистых плит. Для проклейки используется парафин и водорастворимая фенолоформальдегидная смола. Выбрана и обоснована технологическая схема производства.

Рассчитан и составлен материальный баланс процесса производства, на основании которого определено необходимое количество исходного сырья: 244 т влажной древесины; 1,4 т парафина; 3,4 т фенолформальдегидной смолы и 124 т воды в сутки.

Подобранно по стандартам основное и вспомогательное оборудование до стадии проклейки, а так же произведен расчёт сушильной установки первой ступени. В результате чего подобрано: две рубительные машины типа ДРБ-2, сортировочная машина модели СЩ-1М, дезинтегратор типа ДЗН-1, три бункера запаса кондиционной щепы ДБО-60, пропарочная установка “Бауэр-418”, дефибратор марки RT-70, четыре смесителя и два расходных бункера для проклеивающих добавок, четыре сушилки аэрофонтанного типа и три барабанного. Так же подобрано вспомогательное оборудование для первой стадии сушки: циклон, калорифер и вентилятор.

Выбранная технологическая схема обеспечивает получение древесноволокнистых плит, отвечающих требованиям ГОСТА.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Ребрин С.П., Мерсов Е.Д., Евдокимов В.Г. Технология древесноволокнистых плит, изд. “Лесная промышленность”, М., 1971. 272 с.

2. Сухая Т.В., Шкирандо Т.П. Технология древесных плит и пластиков. Методические указания к курсовому проектированию. Минск, 1977. 32 с.

3. Солечник Н.Я. Производство древесноволокнистых плит. Гослесбумиздат, М., 1963. 340 с.

4. Соколов П.В. Сушка древесины. “Лесная промышленность”, М., 1968. 340с.

5. Архангельский В.Д. Аппараты для сушки сыпучей древесины. “Лесная промышленность”, М., 1970. 328 с.

6. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию/Под ред. Ю.И. Дытнерского – М.: Химия, 1991. 496 с.

7. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. 592 с

8. Калинушкин М.П. Вентиляционные установки. “Высшая школа”, 1962. 236с.