Государственный комитет РМЭ по профессиональному образованию

ГОУ СПО РМЭ «Строительно-промышленный колледж»

Пояснительная записка к курсовому проекту по дисциплине:

«Гидротермическая обработка и консервирование древесины»

**Тема:**

**«Проект лесосушильного цеха для камеры Валмет»**

**Содержание**

1. Общие положение

1.1 Выбор способа обработки и описание типа лесосушильной камеры

1.2 Режимы сушки

1.3 Определение продолжительности сушки

1.3.2 Перевод объема подлежащих сушке фактических п/м.в объем условного материала

1.4 Расчет вместимости камеры и ее производительности

1.5 Расчет количества камер

2. Тепловой расчет

2.1 Выбор расчетного материала

2.2 Определение параметров агента сушки на входе

2.3 Расчет количества испаряемой влаги

2.4 Определение объема циркуляционного агента сушки и его параметров на выходе из штабеля

2.5 Расчет проточено-вытяжных каналов

2.6 Расчет расхода тепла на сушку

2.7 Выбор и расчет калориферов

2.8 Определение расхода пара

2.9 Выбор и расчет конденсата отводчиков

3. Контроль качества п./м. и параметры сушки. Влага тепло обработка

3.1 Контроль влажности

3.2 Контроль за внутренними напряженьями

**1. Общие положения**

По своему технологическому содержанию процессы сушки и защиты древесины имеют целью осуществления коренные измерения качества древесных материалов путем облагораживания древесины с превращением ее из сырья в высококачественный строительный поделочный и музыкальный материал. Камеры изготовляют для разных размеров штабелей по ширине от 1 до 2м. и по длине от 3 до 8м. Для обеспечения достаточной прочности выполняют из фасонной с тали, а для герметичности стальные листы обшивки толщиной 3-4мм. Сваривают. Теплоизоляция ограждений камер производится при их установке. Для этого используют минеральную шерсть, покрытую гофрированным алюминием. Дверь снабжена винтовыми прижимами, имеет люк, через который можно определить по контрольным образцам текущую влажность находящегося в камере материала непрерывая процессы сушки. Края двери и ее проем облицованы нержавеющим листовым металлом. Камеру устанавливают на фундамент под навесом для замкнутых от атмосферных осадков.

Пиломатериалы укладывают в штабель на прокладках без шпаций. Процесс сушки пиломатериалов автоматизирован и проходит при Т 120-130 градусов циркуляция агента сушки реверсируется. Эти камеры целесообразно применять для сушки пиломатериалов невысокой начальной влажности на пример: от транспортной влажности до эксплуатационной. Описание лесосушильной камеры «Валмет». Камера «Валмет» имеет паровой или электрообогрев. Внутряняя обшивка выполнена из листового алюминия, а наружная – из стальных сетчатых листов. Между обшивки проложен слой теплоизоляции толщиной 100мм. Из стекловолокна металлические двери снабжены винтовыми прижимами.

Камеру собирают из секции длиной по 1,25м. В каждой секции установлен реверсивный осевой вентилятор с приводом от индивидуального электродвигателя. Вентиляторы изготовлены из легкого сплава. Подшипники вала вентилятора размещены вне камеры. Процесс сушки пиломатериалов в камере автоматизирован. Размеры камеры длина-6,25м. ширина-1,7м. высота-3,25м. Размеры штабелей длина-6,0м. ширина-1,2м. высота-2,08м.(1 штабель).

**1.1 Выбор способа обработки и описание типа лесосушильной камеры**

В зависимости от требований, предъявляемых к качеству высушиной древесины, пиломатериалы могут высушиваться режимами различных категорий по температурному уровню:

1) Мягкие (м)

2) Нормальные (н)

3) Форсированные (ф)

4) Высокотемпературные (Вт)

Режимы М, Н, Ф. – относятся к режимам низко температурного процесса. При сушке до транспортной влажности по нулевой (0) категории качества применяют нормальные режимы в случаях, когда требуется сохранение естественного цвета древесины (для экспортных пиломатериалов)

-мягкие режимы. При сушке до эксплуатационной влажности по 1категории применяют нормальные режимы, а в случаях, когда нужны особо высокие требования к качеству древесины – мягкие режимы. При сушке до эксплуатационной влажности по 2 категории качества могут применять нормальные, форсированные и высокотемпературные режимы. Последние две категории режимов (ф. и Вт)- в случаях, когда допустимо снижение прочности древесины. Режимы низко температурного процесса сушки пиломатериала в камерах периодического действия по ГОСТ 19773-84 представлены в таблицах. Номер режимов сушки устанавливается в зависимости от толщины пиломатериала.Режимы высокого температурного процесса сушки пиломатериала в камерах периодического действия по ГОСТ 19773-84 также представлены в таблицах номер, и индекс режима определяется в зависимости от конечной влажности толщины и назначение пиломатериала.

Стены сушильных камер.

Панели корпуса сушильной камеры изготавливаются из алюминия и стекловаты толщиной 112мм. Используемая стекловата, изготавливается из стекло – волокна класса «0» которая не растворяется в воде и паре, не впитывает воду и абсолютно не загрязняет окружающую среду. Толщина панелей сушильной камеры может быть доведена до 220мм.

Загрузочные ворота сушильных камер. Ворота сушильных камер могут быть распашными, сдвижные или со створками, складывающимися сбоку. Они изготавливаются из тех же – панелей, которые используются для стен, что обеспечивает идеальную изоляцию сушильной камеры и отсутствие термических мостов. Места соединений – панелей сушильных камер имеют, прокладки, выполненные из синтетической резины на основе этилпропилена, которая обладает повышенной механической прочностью, устойчивостью к кислотам, к старению и к высокой температуре.

Каркас сушильных камер.

Сушильные камеры имеют очень прочную несущую конструкцию, которая легко монтируется и демонтируется. Колонны и стропилы сушильных камер выполнены из сплава алюминия, магния и кремния согласно нормам DIN3.3206, которые обеспечивают максимальную устойчивость к коррозии.

**1.2 Режимы сушки**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порода | Толщина п./м м./м | № и индекс Режима | №степени режима | Измерение Влажности На каждой ступени | Параметры режима | | |
| t °c | ∆ t °c | φ |
| Лиственница обрезная | 25 | 5л 2н | 1 | 86…. 35 | 70 | 8 | 0,68 |
| 2 | 35…. 25 | 75 | 15 | 0,49 |
| 3 | 25…. 8 | 80 | 25 | 0,29 |
| Береза Не обрезная | 40 | 6Г | 1 | 70…. 30 | 57 | 5 | 0,77 |
| 2 | 30…. 20 | 61 | 7 | 0,62 |
| 3 | 20…. 8 | 77 | 25 | 0,29 |
| Граб обрезной | 50 | 8Б | 1 | 90…. 30 | 47 | 2 | 0,90 |
| 2 | 30…. 20 | 50 | 5 | 0,77 |
| 3 | 20…. 8 | 62 | 18 | 0,36 |
| Ель обрезная | 32 | 3Н | 1 | 60…. 30 | 75 | 5 | 0,80 |
| 2 | 30…. 20 | 73 | 5 | 0,80 |
| 3 | 20…. 10 | 71 | 4 | 0,83 |

**1.3 Определение продолжительности сушки**

Расчёт продолжительности сушки и камерах периодического действия при низкотемпературном процессе.

Общая продолжительность сушки фактического и условного материала. Включая начальный прогрев и влаготеплообработку, находится по формуле.

Ψ=ψ исх.\* Ар. \* Ац. \* Ав. \* Ад. \* Ак.

ψ исх. – Коэффициент, учитывающий фактическую категорию исходной продолжительности сушки.

Ац - Коэффициент, учитывающий фактическую интенсивность циркуляции

Ав. - Коэффициент, учитывающий фактическую (конечную и начальную) влажность древесины.

Ад Коэффициент, учитывающий фактическую длину сортимента.

Ак - Коэффициент, учитывающий фактическую категорию качества сушки.

Ар Коэффициент, учитывающий фактическую категорию режима сушки.

1) Ψ=93 \* 0,81 \* 0,93 \* 1,51\* 1,15 =121,7м/с.

ψ исх.=93

Ар = 1,51

Ац = 0,81

Ав. = 1,51

Ак = 1,15

Ад =0,93.

2) Ψ= 72\*1\*0,76\*1,20\*0,97\*1,15 =73,2м/с.

ψ исх.= 72

Ар = 1

Ац = 0,76

Ав. = 1,20

Ак = 1,15

Ад = 0,97

3) Ψ= 101 \* 0,81 \* 1,35 \* 1 \* 1,15 = 260,156м/с.

ψ исх. = 101

Ар = 1,35

Ац = 0,81

Ав. = 1,35

Ак = 1,15

Ад=1

4) Ψ= 43 ? 1 ? 0,98 ? 1,51 ?1 1,15=73,1м/с.

ψ исх. = 43

Ар = 1

Ац = 0,98

Ав. = 1,51

Ак = 1,15

Ад=1

5) Для условного материала.

Ψ=43? 1 \* 0,98 \* 1,51\*1\*1,15 = 73,1м/с.

ψ исх. = 43

Ар = 1

Ац = 0,98

Ав. = 1,51

Ак = 1,15

Ад=1

Вывод: результаты расчетов продолжительности сушки и оборота камеры для фактического, указанного в задании и условного материала целесообразно свести в таблицу 1Б.

**Характеристика п/м**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порода | Характеристика пм | | | | Категория качества сушки | Категория режима | Ψисх пм | Коэффициенты п/м | | | | | ψ суш. | | ψобр |
| Ац | Ав | Ак | Ад | Ар | ч | сут |
| Т Т | Ш | Влаж-ность | |
| WH | W k |
| Лиственница | 25 | 150 | 85 | 8 | 2 | Н | 93 | 1,51 | 1,68 | 0,93 | 1,15 | 1 | 121,7 | 5,07 | 5,17 |
| Ель | 32 | 125 | 55 | 8 | 2 | Н | 72 | 0,67 | 1,68 | 0,93 | 1,15 | 0,97 | 73,2 | 3,05 | 3,15 |
| Береза | 40 | 110 | 70 | 8 | 2 | Н | 101 | 0,64 | 1,62 | 0,93 | 1,15 | 1 | 127 | 5,29 | 5,39 |
| Граб | 50 | 100 | 90 | 8 | 2 | Н | 431 | 0,74 | 1,57 | 0,93 | 1,15 | 1 | 733,5 | 3,05 | 3,15 |
| Для условного материала | 40 | 150 | 60 | 10 | 2 | Н | 33 | 0,67 | 1,49 | 1,15 | 1,15 | 1 | 34,09 | 1,42 | 1,52 |

**1.3.2 Перевод объёма подлежащих сушке фактических п./ м. в объём условного материала**

Кψ =ψоб.ф / ψоб.усл.;

где ψоб.ф – продолжительность оборота камеры при сушке фактического материала ,сутки;

ψоб.усл.- продолжительность оборота камеры при сушке условного материала, сутки;

Ке = βусл / βф ;

где βусл- объёмный коэффициент заполнения штабеля условным материалом.

Βф- объёмный коэффициент заполнения штабеля фактическим материалом.

Объём подлежащего сушке п\м (ф1) переводиться в объём условного материала (yi) по формуле

Yi = ф1? Кψ? Ке, м? усл,

где ф1- объём подлежащих сушке фактических п/м , заданных в спецификации, м?

Кψ – коэффициент продолжительности оборота.

Ке – коэффициент вместимости камеры.

**Перевод объёма фактических п.\м в объём условного материала**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | | | Продолжительность  Камеры , сут | | Коэффициенты | | | | Объём п\м  М? | |
| Порода | Т | Ш | Ψоб.ф | Ψоб.усл | Кψ | βф | βус | βе | Задан.  ф | Услов  Матер,у |
| Лиственница | 25 | 150 | 5,17 | 1,52 | 3,40 | 0,5 | 0,9 | 1,8 | 6500 | 39780 |
| Ель | 32 | 125 | 3,15 | 1,52 | 2,07 | 0,6 | 0,9 | 2,25 | 5300 | 24685 |
| Береза | 40 | 110 | 5,39 | 1.52 | 3,54 | 0,6 | 0,9 | 2,36 | 4500 | 37595 |
| Граб | 50 | 100 | 3,15 | 1.52 | 2,07 | 0,7 | 0,9 | 3 | 4800 | 2908 |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |  | ∑Ф | ∑У |
| 21100 | 131868 |

βф = βдл \* βш \* βв;

где βдл, βш, βв – коэффициент заполнения штабеля древесиной по длине, ширине и высоте.

Коэффициент заполнения штабеля по высоте является функцией толщины досок s и толщины прокладок. При толщине прокладок 25 мм

Βв = s/ (s+25);

Где s толщина древесины. Если укладывают доски или заготовки строго определённой длины, то Вдл=1 чаще одного, высушивают доски разной длины. В этом случае принимают βдл = 0,85.

Коэффициент заполнения штабеля по ширине при укладки без шпаций теоретически равен 1.Для практических расчётов, учитывая погрешности формы досок и шероховатость их кромок, принимают βш = 0,9. При укладки со шпациями величина βш колеблется в зависимости от условий от 0,4 до 0,7

1) βф = βдл \* βш \* βв;

βдл = 1

βш = 1

βв = s\ (s+25) = 25\(25+25) =0,5

βф = 1 \* 1 \*0,5 = 0,5

2) βф = βдл \* βш \* βв;

βдл = 1

βш = 1

βв = s/ (s+25) = 32/(32+25) = 0,6

βф = 1 \* 1\* 0,6 = 0,6

3) βф = βдл \* βш \* βв;

βдл = 1

βш =1

βв = s/ (s+25) = 40/(40+25) =0,6

βф = 1 \* 1\*0,6 = 0,6

4) βф = βдл ? βш ? βв;

βдл = 1

βш = 1

βв = s/ (s+25) = 50\(50+25) = 0,7

βф = 1 \* 1 \* 0,7 = 0,7

5) βф = βдл \* βш \* βв;

βдл = 1

βш = 1

βв = s\ (s+25) = 40\(40+25) = 0,6

1)У1 = Ф \* Кψ \* Ке = 6500 \* 3,4 \* 1,8= 39780м.

2)У2 = Ф \* Кψ \* Ке =5300 \* 2,07 \* 2,25 = 24684,8м.

3)У3 = Ф \* Кψ \* Ке = 4500 \* 3,54 \* 2,36 = 375м.

4)У4 = Ф \* Кψ \* Ке = 4800 \*2,07 \* 3 = 29808м.

**1.4 Расчёт вместимости камеры и её производительности**

Нормативная годовая производительность камеры по условным материалам рассчитываются по формуле.

Пу =335 \* βус \* Г/ Ψоб.усл ,М\*/год;

Где 335 – плановая продолжительность работы камер в течении календарного года с учётом необходимости их периодического ремонта суток ;

Г – габаритный объём всех штабелей в камере, М?

Г = L \* B \* H \* M, \*М3

Где L, B, H –Габаритные размеры штабеля (длина, ширина, высота), м.

M - Число штабелей в камере.

L = 6,0

B = 2,08

H = 1,2

M = 1

Г = 6,0 \* 2,08\* 1,2 \* 1 =14,98 м.

Вместимость камеры.

1) Для Лиственницы.

Е = L \* B \* H \* 1 \* 0,9 \* 0,6 = 6,74м.

βдл = 1

βш = 0,9

βв = 0,5м.

2)Для Ели.

Е = L \* B \* H \* 1 \* 0,9 \*0,6 = 8,09м.

βдл = 1

βш = 0,9

βв = 0,6

3)Для ясени

Е = L \* B \* H \* 1 \* 0,9 \* 0,6 =8,1м.

βдл = 1

βш = 0,9

βв = 0,6

4) Для пихты

Е = L \* B \* H \* 1 \* 0,9 \*0,7 = 9,43м.

βдл = 1

βш = 0,9

βв = 0,7

Пу = 335 / 1,52= 0,9 \*14,98 = 13,5м.

**1.5 Расчёт количества камер**

Потребное количество камер рассчитывается по формуле:

N = ∑У \ Пу, Где

∑У – общий объём условного материала, подсчитанный в таблице 1в.

Пу – годовая производительность одной камеры в условном материале, м?\год;

N = 6500 \ 13,5= 481,5 камер.

**2. Тепловой расчёт**

Цель теплового расчёта состоит в определении затраты тепла и расхода пара на сушку древесины, выборе и расчёте теплового оборудования камер (калориферов, конденсатоотводчиков)

**2.1 Выбор расчётного материала**

За расчетный материал применяется быстро сохнущий материал из заданной спецификации. Сушка быстро сохнувшего материала требует мощного теплового и циркуляционного оборудования.

**2.2 Определение параметров агента сушки на входе**

Агент сушки – влажный воздух.

По выбранному для расчётного материала назначаются параметры агента сушки на входе в штабель. Для камер периодического действия эти параметры берутся по второй ступени режима для противоточных камер непрерывного действия. Они соответствуют параметрам в разгрузочном конце камер. Влагосодержание d1, теплосодержание I, парциальное давление пара Рn1, плотность Р1 и удельный объём U, - определяется по ID диаграмме. За расчетный материал применяется сосна.

**Параметры агента сушки на входе штабеля**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Обозначение | Единица измерения | Значение |
| 1 | Температура | T1 | ˚с | 73 |
| 2 | Относительная влажность | φ | % | 0,80 |
| 3 | Влагосодержание | D1 | Г \ кг | 300 |
| 4 | Теплосодержание | I1 | КДж \ кг | 850 |
| 5 | Парциальное давление | Pn1 | КПа | 32000=32 |
| 6 | Плотность | р | Кг \ м? | 159,8 |
| 7 | Удельный объём | V1 | м? \ кг | 0,05 |
| 8 | Температура смоченного термометра 5 | Tm | ˚с | 74 |
| 9 | Удельная теплоёмкость перегретого пара | Cn1 | КДж \ кг ? град | \_ |

Р. = Рн \ R \* T – плотность, где

Рн =32 КПа = 32000Па.

R = 461, 6

T = t + 273˚c = 73 +273 =346˚С.

Р.= 32000Па \ 461,6 \* 334 = 415,3 Па.

V = 1 \ Р = 1 \ 415, 3 = 0, 0244 к/кг.

2.3 Расчёт количества испаряемой влаги.

1) Масса влаги, испаряемой из 1м древесины:

М = Р ус \* (WH - W k) \ 100, где

Р ус – условная плотность древесины кг \ м.

WH и W k – соответственно начальная и конечная влажность, %

Р ус = 340кг \ м?.

М = 340 \* (60 – 10) \ 100 = 170м.

2) Масса влаги, испаряемой за время одного оборота камеры:

Моб. кам = М \* Еф, где

Еф – вместимость камеры, м.

Еф = Г \* βф = 3,42 \* 0,43 = 13,09м.

Моб. Кам. = 170 \* 13,09 = 2225,3кг \ м.

3) Масса влаги, испаряемой из камеры за секунду.

Мс = Моб. \ 3600 \* ψ, где

Ψ- продолжительность сушки материала.

Ψ = Ψсуш \* Ψпр \ Ак = 182,65 \* 0,93\ 28,5 = 167,9м.

Ψпр = 1,5 ? 19 = 28,5м.

Продолжительность начального прогрева принимается, в среднем из расчёта 1,5 ч на каждый сантиметр толщины материала.

4) Расчётное количество испаряемой влаги в секунду.

Мр = Мс ? х = 32,9 ? 1,15 = 37,8м. где

Х – коэффициент неравномерности скорости сушки, определяемый предложенный для камер периодического действия = 1,2. Для камер непрерывного действия х = 1.

**2.4 Определение объёма циркуляционного агента сушки и его параметров на выходе из штабеля**

1) Объем, циркуляционного по материалу агента сушки:

Vш = n ? ωмат ? F.с. шт, где

ωмат – скорость циркуляции по материалу, принятая ранее в технологическом расчёте, м\с;

F.с.шт – площадь осевого сечения штабеля, свободная для прохода агента сушки, м?

Количество штабелей определяется в зависимости от схемы циркуляции в камере. Площадь живого сечения штабеля для лесосушильных камер большинства систем.

F.с.шт = L \* H \* (1- βдл \*βв)

F.с.шт = 6,5\* 2,5(1 – 0,56) = 10,92м/с.

Vш = 6 \* 2 \* 4,992 = 59,9м/с

2) Масса циркуляционного по материалу агента сушки в секунду:

Gшт = 29,95\ 0,003 = 9983,3кг\с

3) удельный расход циркулирующего агента сушки на 1кг испаряемый влаги.

Gшт = gшт \ Мр =9983,3 \ 37,8= 264,1кг \ кг влаги

Мр=0,0279

4)Влага содержания агента сушки на выходи из штабеля.

D2 = (1000 \ gшт)+d1

D2 = (1000 /264,1)+300 = 300,4г\кг

Остальные параметры агента сушки на выходе из штабеля определяется при помощи построения линии процесса сушки на id – или td – диаграмме.

Точка характеризующую состояние агента сушки на входе в штабель находится по указанном в таблице 2а параметры. Точка2 характеризующая параметры агента сушки на выходе из штабеля получается на пересечение линий i = const, исходящих из точки 1, c линией D2 = const. Желательно, что бы температурный переход в штабеля

Δt шт = t1 – t2 не превышал 3-4 ˚с.Отрезок 1-2 характеризует изменения состояния агента сушки при прохождения его через штабель (линия процесса сушки ).Построение линии процесса сушки поясняет схемой. Полученные значения параметров агента сушки на выходе из штабеля, вносят в таблицу 2б.

**Параметры агента сушки на выходе из штабеля**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Обозначение | Единица измерения | Значение |
| 1 | Температура | T2 | ˚с | 75 |
| 2 | Относительная влажность | φ | % | 0,82 |
| 3 | Влагосодержание | D2 | Г \ кг | 300,4 |
| 4 | Теплосодержание | I2 | КДж \ кг | 57,8 |
| 5 | Парциальное давление | Pn2 | КПа | 32 |
| 6 | Плотность | р | Кг \ м? | 415,3 |
| 7 | Удельный объём | V2 | м? \ кг | 0,002 |
| 8 | Температура смоченного термометра 5 | Tm | ˚с | 74 |
| 9 | Удельная теплоёмкость перегретого пара | Cn1 | КДж \ кг ? град | \_ |

Р. = Рн \ R \* T – плотность, где

Рн =32 КПа = 10000Па

R = 461,6

T = t + 273˚c = 66 +273 =339˚c

Р.= 32000Па \ 461,6 \*? 339 = 0,06

V = 1 \ Р = 1 \ 0,06= 16,66

**2.5 Расчёт проточено – вытяжных каналов**

При сушки режимами низко температурного процесса расчёт производиться по пунктам «а», «б», «в», а при сушки высоко температурным режимами по пунктам «в», «а»,

1) Удельная масса свежего и отработавшего воздуха.

G0 = 1000 \ (d2-d1), где

G0 – влага содержание свежего воздуха, г \ кг.

Вентиляция рассчитывается для лёгких условий (tо =20˚c) для которых G0 =10 ≤ 12г \ кг при поступлении свежего воздуха из помещения цеха или снаружи.

G0 =1000 \ (300,4 – 300) = 2500г \ кг

2)Объём свежего и обрабатываемого воздуха определяют по формулам:

Vо = G0 \* Мр \* υо

V2 = G0 \* Мр \* υ2\* Где

υо – удельный объём свежего воздуха, м. / кг

υ2 – удельный объём отработавшего воздуха, м./кг

Удельный объём υ2 указан в таблице 2б, а удельный объём

Vо = 250 \* 37,8 \* 0,05 = 472,5м. \ кг

V2 = 250 \* 37,8 \* 0,002= 18,9м. \ кг

3) Площадь сечения приточено вытяжных каналов определяются по формуле:

Fкон = V2 \ ω, м.

Fкон = 0,82 \ 2 = 0,41м3

ω – скорость движения проточено и обработанного агента сушки в каналах

Принимается ω для воздуха в пределах 3 – 9м\с, для перегретого пара до 15м \ с. Приточено вытяжные каналы (трубы) могут быть круглой, квадратной или прямоугольной формы. При круглой форме диаметр канала находиться по формуле:

DКОН = 0,23м



**2.6 Расчёт расхода тепла на сушку**

Расход тепла на сушку складывается из затрат тепла на прогрев материала, испарение из него влаги и на тепло потери ч \ з ограждения камеры.

1)Расход тепла на прогрев 1м? древесины, определяется по формуле:

Gпр1м? = Gпр1кг \* Рwh, кДж \ м.

Где Gпр1кг – затраты тепла на прогрев 1кг влажной древесины кДж \ м?.

Рwh – плотность древесины расчётного материала при заданной начальной влажности, кг \ м?

Gпр1м? = 270 \* 580 = 156600 кДж \ м.

2)Удельный расход тепла на прогрев древесины.

gпр.зим. = Gпр1м? \ М 1м? = 156600 \ 180 = 870

3)Расход тепла на прогрев древесины в камере за одну секунду для зимних условий.

Gпр.зим = gпр.зим ? Епр \ 3600 \* Ψпр = 156600 \* 14,98 \ 3600 \* 4,8 = 135,8 КВт, где

Епр – объём прогретого материала. В камере периодического действия, Епр равна вместимости камеры т. е ёмкости всех штабелей в камере, а в камерах непрерывного действия ёмкости одного штабеля.

Ψпр – продолжительность начального прогрева древесины, ч.

4)Удельный расход тепла на испарении 1кг влаги определяется при низко температурном процессе сушки.

gисп = (1000 \* (I2 - I0) \ d2 -d0 ) - Св \* tм,где

I2 и d2 – тепло и влага содержание отработавшего воздуха, выбрасываемого из камеры.

I0 и d0 - тепло и влага содержание свежего воздуха.

d0 = 10….12г \ кг.

I0 = 46КДж \ кг \* град.

Св – удельная тепло ёмкость воды равная 4,19КДж \ кг ? град.

gисп. = (1000 \* (57,8 – 850) \ 300,4– 300) – 4,19 \* 60 = -555,1КДж \ кг.

5)Расход тепла в камере на испарение влаги в секунду.

Gисп. = gисп. ? Мр = 555,1 \* 37,8 = 20982,8, где

Мр – расчётное количество испаряемой влаги, кг \ с.

6)Расчёт потерь тепла через ограждение камеры в секунду, выполняется для каждого ограждения отдельно по формуле:

Gорг. зим = F ? К \* (tкам. – tрас) \* С \* 10 КВт.

1. Gорг. зим = 7, 2\* 0, 6 (85, 5-20) \* 2 \* 10 = 565, 92 КВт.

2. Gорг. зим = 2, 5 \* 0, 6 (85, 5 – 20) \* 10 = 196,5КВт.

3. Gорг. зим = 3, 3 \* 0, 6 (85, 5-20) \* 2 \* 10 =238, 2 КВт

4. Gорг. зим = 12, 5 \* 0, 6(85, 5 – 20) \* 10 = 982,5КВт

5. Gорг. зим = 14, 3 \* 0, 6 (85, 5-20) \* 2 \* 10 = 112,40КВт

Где F – площадь поверхности ограждения м?

К – коэффициент теплопередачи данного ограждения. Значение К принимается по таблице.

tкам – температура агента сушки в камере определяются как среднее значение температур на входе и на выходе из штабелей.

tкам = (t1 + t2)\ 2 = (73+75) \ 2 = 85,5˚c.

tрас –расчётная температура вне камеры для зимних условий, ˚c. Если ограждения располагаются внутри здания сушильного цеха, то tрас принимается 15….20 ˚c.

С – коэффициент увеличения тепло потерь, равны:

1,5 – мягкие режимы сушки.

2 – нормальные, высоко температурные режимы сушки.

**Потери тепла через ограждение**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наиме-  нование | F,м | К,Вт /  М? ? гр | tкам  ˚c | tрас  ˚c | Δt  ˚c | Коэфициент | Gорг. зим,Вт. |
| 1 | Наружн. Боковая стенка 1 | 7,2 | 0,6 | 85,5 | 20 | 65,5 | 2 | 565,92 |
| 2 | Торцовая задняя. | 2,5 | 0,6 | 85,5 | 20 | 65,5 | 2 | 196,5 |
| 3 | Наружн. Боковая стенка 1 | 3,03 | 0,6 | 85,5 | 20 | 65,5 | 2 | 238,2 |
| 4 | Потолок | 12,5 | 0,6 | 85,5 | 20 | 65,5 | 2 | 235,298 |
| 5 | Пол | 14,3 | 0,6 | 85,5 | 20 | 65,5 | 2 | 112,40 |
|  | Дверь |  |  |  |  |  |  | 432,3 |
| 2527,8 |

Потери тепла через смежные стены в расчёт не принимаются. Чтобы правильно определить расчётную температуру для всех ограждающих поверхностей, необходимо выбирать возможный вариант планировки камер в цехе. Для определения коэффициента тепло передач ограждений необходимо знать их конструкцию, т.е. толщину и материал. Толщина наружных стен стационарных леса сушильных камер рекомендуются в два или в два с половиной кирпича, а внутренних между смежных камер полтора кирпича (380мм).Ограждения сборного – металлических камер изготавливаются в виде щитов толщиной 120 – 150мм с каркасом из профильной стали с двух сторонней обшивкой их листов. Значение коэффициента тепло передачи кирпичных стен, потолки из железно бетонных плит с утеплителем дверей, ограждений, сборных камер указан в таблице 2в.

Для камер любых конструкций в настоящее время рекомендуется каркас двери, покрытые листами нержавеющей стали с теплоизоляцией между ними, с целью облегчения конструкций дверей их толщина может быть 80 – 100мм с дополнительной тепло изоляцией. Для таких дверей следует принимать К = 0,6 Вт \ м?. Коэффициент тепло передачи пока принимают равным половине значения внешней зоны тепло потерь через фундамент принимают равным 1,5м. Тепло потери через ограждения камеры ∑Qорг.зим. находится путём суммирования потерь тепла через все ограждающие конструкции.

7)Удельный расход тепла на потери через ограждения.

qорг.зим = Qорг.зим \ Мр = 2527,8 \ 37,8 = 66,9кДж/кг.

8)Расход тепла на сушку для зимних условий.

Qзим. =(qпр.зим + qисп + qорг.зим) \* С1 = (31278,2 + 555,1 + 66,9) \* 1,2 = 38280КВт,где

С1 – коэффициент, учитывающий дополнительный расход тепла на подогрев оборудования, периодически охлаждаемых элементов ограждений.

С1 = 1,1….1,3.

**2.7 Выбор и расчёт калориферов**

В леса сушильной технике применяются, как правило, для нагрева агента сушки. Компактные пластинчатые калориферы и сборные камеры из чугунных ребристых труб. Тип применяемых в сушильной камере калориферов определяется по формуле:

Fкон.рассч = 1000 ? Qкол.зим ? С2 \ Ккол (tтн. – tкон.), где

Qкол.зим – количество, тепла которое должно обеспечивать калорифер в зимних условиях, КВт.

С2 – коэффициент запаса учитывающий загрязнение калорифера.

С2 =1,1….1,2.

Ккол – коэффициент тепло передачи калорифера, Вт \ м?.град.

tтн. – температура тепло носителя, значение tтн. Определяются по таблице, в зависимости от давления.

Для камер периодического действия, когда прогрев древесины осуществляется в основном в паре, через увлажнительные трубы, причём в разное время с процессом испарении влаги.

Qкол.зим = qисп. + ∑Qорг.зим = 6, 9388 +3214, 6 = 3221КВт.

Fкон.рассч = 1000 \* 3221? 1, 2 \ 37, 1 \* (133, 5 – 463, 9) = 1488м?

Для определения значения Ккол необходимо знать скорость агента сушки, проходящего через калорифер, ωкол, которого можно подсчитать, если известна площадь живого сечения калорифера Fкол. Значение Fкол. определяется по формуле, но предварительно принимается поверхность нагрева калориферов Fкол.пр. по типовому проекту, из технической характеристики камеры или из расчёта 2….5. Еус. – для камер непрерывного действия 10….15.

Далее определяется ориентировочное количество калориферов – пластинчатых.

N = Fкол.пр \ J1кол = 60 \* 10 \ 61,2 = 9,80= 10 калориферов.

Где J1кол – площадь одного пластинчатого калорифера. Принимаем тип калорифера Кф - 10,поверхность нагрева 61,2м, живое сечение 0,558м.

Fкол. = J1кол \* N = 0,558 \* 10 = 5,58м.

Количество калориферов устанавливаются путём предварительного размещения калориферов в соответственных каналах камеры. Скорость циркуляции агента через калорифер.

ω кол = Vц \ Fж.с.к. = 29,95\5,55 = 5,4м\с, где

Vц – объём циркулирующего агента сушки, определяемый по формуле.

Vц. =Vшт. \ ή = 29, 95\ 1 = 29,95м\с.

Где ή – коэффициент использования потока сушильного агента характеризующий отношение количества агента сушки проходящего сквозь штабеля п. \ м, к общему количеству, циркулирующему в камере агента сушки принимается по опытным данным в пределах 0,5….0,7.

ω 0 = ( ωкол \* Р) \ 1,25 = (0,431 \* 0,219) \ 1,25 = 0,075

Значение коэффициента теплопередачи калориферам К кол. Определяется по графику, в зависимости от приведенной скорости.

Полученное количество калориферов увеличится до большого целого числа, а окончательное их количество устанавливается с учётом равномерного размещения в циркуляционных каналах камеры.

N = Fкол.пр \ J1кол \* К = 1488 \ 61, 2 = 24, 3 = 23, 1 шт.

**2.8 Определение расхода пара**

1)Максимальный часовой расход пара.

- для камеры периодического действия в период сушки и для камеры непрерывного действия в период прогрева.

Dзим.пр = 3600(gпр.зим + ∑Qорг.зим) \* С3 = 3600(5, 33+ 3214, 6) \* 1, 25 \778,08 = 18598, 5кг \ч

где gпр.зим – расход тепла на начальный прогрев, КВт.

∑Q орг. зим – тепло потери через ограждение камеры, определён в таблице 2в.

2)Максимальный часовой расход пара сушильного цеха.

Dцеха = Dзим.пр \* n.пр. + Dзим. суш \* n.суш = 18598, 5 \*1, 6 + 4938 \* 203, 11 = 4780823, 5кг\*ч

Где n.пр. – число камер, в которых одновременно производится прогрев древесины.

n.суш – число камер, в которых производится сушка.

n.суш = 20311-1, 6= 201, 51

3)Часовой расход пара сушильным для средних условий.

D цеха. ср. год = 0, 8 \* 4780823, 5 = 382465, 8=10кг\*ч.

**2.9 Выбор и расчёт конденсата отводчиков**

П = Dзим. суш \ 3600 = 1,4

Для предохранения отвода, не отработавшего пара и удаления из калориферов скопляющего конденсата применяются различные конденсата отводчики. В настоящее время наилучшими признаны термодинамические конденсата отводчики, компактными и надёжные в работе. Диаметр условного прохода выбирается по диаграмме в зависимости от производительности.

**3. Контроль качества п \м и параметры сушки. Влага тепло обработка**

Начальный прогрев: 1 – ой технологической операции после загрузки является начальная обработка материала – прогрев. Во время прогрева в камеру подают пар через увлажнительные трубы при включенных калориферах, работающих вентил

**3.1 Контроль влажности**

Весовой способ (ГОСТ 16588 – 79) основан на взвешивании проб (образцов) отбираемых из контролируемых партий сортиментов. От доски или заготовки на расстояние 300мм от торца раскраивают поперечным срезом пробы.

Её тщательно чистят, удаляют заусенцы, после чего немедленно взвешивают образец с точностью до, 1гр.

Полученное значение отмечают в специальном журнале. Затем секцию помещают в сушильный шкаф при температуре 103°с ± 2. После этого через 6 – 8 часов образец вытаскивают и взвешивают, отличая каждый раз в журнале результаты. Взвешенный образец выдерживают в сушильном шкафу до тех пор, пока её масса не высушиться до сухого состояния.

Электрический способ. Влажность древесины определяется косвенным путем на основании измерения её сопротивления, которое зависит от величины гигроскопической влажности древесины. Влажность древесины определяют с помощью специальных наборов – Электра влагомеров, они предназначены для определения влажности древесины в пределах от 7 до 60. Влажность измениться только в том месте, где заглублены датчики. Такой метод не даёт верных результатов, потому, что влажность доски и заготовки может быть не одинаковой по всему объёму.

**3.2 Контроль за внутренними напряженьями**

После снижения влажности поверхностные слои стремятся к усушке. Однако этому будет препятствовать внутренние слои древесины, влажность которых пока ещё выше Wn м, поэтому возникают внутренние напряжения. Для этого вырезают из доски секцию, затем её раскалывают на две полоски.

Когда напряжение, возникшее в древесине в начальной стадии процесса очень велики они могут привести к растрескиванию поверхности досок в том случае если растягивающие напряжения превзойдут предел прочности древесины поперек волокон. Но даже и тогда когда наружные трещины не возникали, оставлять напряжение в древесине не желательно и опасно. Так как древесина в нагретом состоянии пластична то наружные слои доски могут высохнуть в растянутом состояние и в дальнейшем, сохраняя свои размеры и форму, будут противодействовать усадке внутренних слоёв доски. Когда последние слои прогреются и тоже начнут усыхать, тогда в них возникнут растягивающие напряжения, которые в свою очередь могут привести к образованию внутренних трещин.

Особенно часто внутренние трещины появляются в досках твердых лиственных пород, обладающих большой усушкой. Если внутренние трещины в доске не образовались, и она внешне осталась цельной, но напряжение в ней сохранились, такая доска является дефектной и не пригодной для дальнейшей механической обработки. Например, полученные при ребровой распиловки не покоробились.