1. Введение 2

2. Краткое описание технического процесса 7

3. Устройство и принцип действия парокомпрессионной системы сушильной части КДМ 11

4. Тепловой расчёт тепловой схемы до реконструкции 18

5. Тепловой расчёт тепловой схемы после реконструкции 36

6. Расчёт вентиляционной системы 53

7. Расчёт регенерационных теплообменников 61

8. Технико – экономический расчёт 72

9. Автоматизация 79

10. Безопасность объекта 93

11. Список использованной литературы 111

Введение

Скорость современных картоноделательных машин в настоящее время достигает 900 м/мин. Однако в последнее время разработаны новые методы формирования картонного полотна, позволяющие повысить скорость влажной ленты до 1500 м/мин. Поэтому весьма актуальной становится проблема интенсификации процесса сушки и повышение скорости высушиваемого полотна.

Эффективны и перспективны развитие традиционных методов сушки ленточных материалов: конвекцией и контактом, из которых наибольшее развитие для сушки бумаги и картона получил контактный способ. Существует возможность интенсификации процесса контактной сушки за счёт повышения давления греющего пара в цилиндрах до 1 МПа, что позволяет повысить интенсивность сушки по отношению к процессу при абсолютном давлении пара 0,35 МПа примерно в 1,5 – 1,6 раза.

Основным недостатком контактной сушильной установки является сложность и металлоёмкость конструкции, обуславливающая большие капитальные затраты. При увеличении ширины машин существенной проблемой становится : неравномерность сушки по ширине полотна, которая связана с различной толщиной конденсатной плёнки на внутренней поверхности цилиндра, неравномерность прижатия полотна по ширине, различной температурой, влажностью и скоростью циркуляции воздуха в

межцилиндровых пространствах и краевым эффектом, обусловленным тем, что крышки и свободные концевые кольца цилиндра имеют более высокую температуру по сравнению с температурой греющей поверхности под полотном.

По мере увеличения давления греющего пара, длины и скорости вращения цилиндров существенное значение приобретают прочностные и динамические факторы, обуславливающие устойчивость и надёжность работы сушильной установки. Существенное повышение эффективности контактной сушки в последнее время достигнуто тем, что сушильные цилиндры помещают в закрытую сушильную камеру и организуют искусственную вентиляцию межцилиндровых пространств.

Некоторое повышение эффективности контактной сушки достигается при замене прижимных сукон синтетическими сетками. Основная часть тепла, полученная сукном от сукносушителей, расходуется на испарение влаги, мигрирующей в него из полотна и, следовательно, поверхность теплообмена сукносушителей должна учитываться как активная поверхность сушки материалов. Однако, из-за большой длины свободного пробега сукон, обуславливающий значительную отдачу тепла воздуху, их тепловая эффективность значительно ниже, чем основных сушильных цилиндров.

В случае применения прижимных сукон температура полотна при сходе с цилиндра в первом периоде сушки равна примерно 100 ˚С.

Средняя температура полотна в период контакта с греющей поверхностью под сукном с учетом испарения влаги и охлаждения материала на участках свободного пробега в некоторой степени зависит от толщины полотна и находится в пределах 92-98˚С.

В случае применения синтетических сеток диффузия водяного пара в воздухе происходит непосредственно в периоде нахождения полотна на греющей поверхности цилиндров, что приводит к снижению средней температуры материала в период контакта и увеличению теплового потока. Следует, однако, иметь в виду, что тепловой баланс процесса сушки при этом существенно не изменяется, так как сокращение расхода пара на сукносушители должно быть компенсировано увеличением расхода пара в основных сушильных цилиндрах. Следует отметить, что кинетика процесса сушки картона изучена недостаточно, и по данному вопросу требуются дополнительные исследования.

Существенно важной проблемой является совершенствование систем теплоснабжения контактных сушильных установок с целью

достижения равномерности и регулярности удаления конденсата из сушильных цилиндров.

В качестве объекта, в дипломной работе рассматривается картоноделательная машина.

Проведены следующие мероприятия:

1. Повышение давления греющего пара на 0,8 МПа

2. Увеличено начальное влагосодержание картона на 2 %

3. Установлены термопланки.

Краткое описание технического процесса

Картоноделательная машина – многосекционный агрегат непрерывного действия, на котором из сильно разбавленной водой волокнистой суспензии получается картон.

КДМ состоит из следующих основных частей : сеточной, где из разбавленной суспензии непрерывно формируется полотно картона и из него удаляется первая часть избыточной воды; прессовой, где производится обезвоживание и уплотнение полотна картона; сушильной, где удаляется оставшаяся в картонном полотне влага; отделочной, в которой полотно подвергается необходимой обработке для придания лоска, плотности, гладкости и наматывается в рулоны.

Сеточная часть – бесконечная сетка (вытканная из нитей различной меди или синтетических материалов).

Чтобы масса не стекала, по краям сетки устанавливаются ограничительные линейки. Обезвоживание массы и формирование полотна картона происходит за счет свободного стекания и отсасывающего действия валиков.

Дельнейшее обезвоживание происходит над отсасывающими ящиками под действием вакуума, создаваемого специальными вакуумными насосами.

После этого полотно картона, содержащее еще сравнительно много влаги, для удаления которой сетка вместе с полотном проходит над гауч-валом, имеющим отсасывающие камеры.

Гауч-вал - перфорированный пустотелый цилиндр из нержавеющей стали (площадь перфорации составляет около 25 % поверхности вала).

Гауч-вал - завершает формирование и обезвоживание полотна картона на сетке КДМ.

Дальнейшее обезвоживание происходит в прессовой части механическим отжимом под действием давления и вакуума путем пропускания полотна через три вальцевых пресса, расположенных последовательно. При этом повышаются объемная масса, прочностные свойства, прозрачность, снижается пористость.

Нижние валы прессов выполнены перфорированными (как гауч-валы).

Они покрываются специальной резиной, что улучшает обезвоживание и увеличивает срок службы. Затем полотно картона поступает в сушильную часть.

Сушильная часть состоит из вращающихся, обогреваемых изнутри паром и расположенных в шахматном порядке цилиндров. Полотно прижимается к нагретой поверхности цилиндров при помощи

сеток, предотвращающих коробление и сморщивание поверхности картона при сушке.

Верхний и нижний ряды сушильных цилиндров имеют раздельные сетки, причем одна сетка охватывает сразу несколько цилиндров. Полотно картона движется с верхнего цилиндра на нижний, затем на соседний верхний и т.д. Во второй половине сушильной части помещен клеильный пресс.

Он предусмотрен для поверхностной проклейки картона и нанесения поверхностного слоя. Картон, подлежащий проклейки, поступает к валам сверху (клеильный пресс – горизонтального типа), огибая приёмный картоноведущий вал, входящий в состав комплексной группы сушильной части.

Один из валов пресса закреплен на поверхностных опорах и прижимается ко второму при помощи пневматического мембранного механизма; второй вал закреплен на неподвижных станинах.

Один из валов обрезиненный.

Клей наносится на полотно картона двумя спрысками, расположенными над валами пресса. Излишек клея стекает к торцам валов и поступает в лотки, откуда направляется в корыта, из которых отводится обратно на установку подготовки клея. После пропитки картон поступает на картоноведущий вал с фторопластовым

покрытием, расположенный под валами пресса, а затем на вал расправочный и далее на сушильные цилиндры последующей сушильной группы.

Отделочная часть представляет собой каландр, состоящий из расположенных друг над другом валов из отбеленного чугуна. Предварительно картон для придания ему большей эластичности и мягкости охлаждается и несколько увлажняется на холодильных цилиндрах (через пустотелые шейки которых подводится и отводится холодная вода). При движении между валами сверху вниз полотно становится более гладким, уплотняется и выравнивается по толщине. Для поддержания чистоты поверхности валов и обеспечения съема картона с валов в момент заправки все валы снабжены шаберами. После каландров картон наматывается бесконечной лентой в рулоны на накате (принудительно вращаемом цилиндре, к которому прижимается валик с наматываемым на него картоном). Для получения равномерной плотности наматываемого рулона, давления между рулоном и цилиндром наката поддерживается постоянным. Намотанный рулон подводится к тормозу и снимается с наката. Далее рулон разрезается на продольно-разрезном станке на необходимые форматы.

Устройство и принцип действия пароконденсатной системы сушильной части КДМ-2

Пароконденсатная система сушильной части КДМ предусматривает принудительную циркуляцию пара, обеспечивающую постоянство заданного теплового режима в каждой группе сушильных цилиндров и полное использование паров вторичного вскипания.

Система обеспечивает автоматическое поддержание заданного теплового режима в каждой группе сушильных цилиндров.

Сушильная часть КДМ состоит из 93 сушильных и 2-х холодильных цилиндров диаметром 1500 мм и по приводу разделена на группы.

По подводу пара сушильная часть разделена на 7 последовательно соединённых групп, имеющих параллельную подпитку свежим паром.

III группа (14 цилиндров) - №1 - №14

II группа (19 цилиндров) - №15 - №33

I группа (38 цилиндров) - №34 - №71

III^{А} группа (3 цилиндра) - №73, №75, №77 – верхние

III^{Б} группа (3 цилиндра) - №72, №74, №76 - нижние

$I^{А}$ группа (8 цилиндров) - №79, 81 – 93 - верхние

$I^{Б}$ группа (8 цилиндров) - №78, 80 – 92 - нижние

Досушивающая часть (с 72 по 93 цилиндр) разделена по подводу пара на верхние и нижние цилиндры и при необходимости поверхность сушильных цилиндров досушивающей части может иметь разную температуру. В конце сушильной части имеются 2 холодных цилиндра, которые служат для охлаждения и увлажнения полотна.

В сушильную часть пар подаётся с ТЭЦ с температурой 165 ÷ 175 ˚С и давлением 5,0 атм. по главному паропроводу Ду – 400 через главный регулирующий клапан.

Для отключения пара при длительных остановках машины перед главным регулирующим клапаном установлена запорная электрозадвижка с дистанционным управлением. Кроме этого на главном трубопроводе установлены 2 предохранительных клапана, диафрагма расходомера пара, отводы пара на вентиляцию, на маслостанцию, калориферы обдува сеток, на каландр, на меловальную установку и мелкие технологические нужды. Подача пара в сушильные части и отвод конденсата от них производится через паровые головки с неподвижными сифонами.

Отвод конденсата из сушильных цилиндров III, $III^{А}$ и $III^{Б}$ паровых групп производится через конденсатоотводники, что даёт возможность индивидуального регулирования температуры сушильных цилиндров в этих группах.

На конденсатоотводящих паропроводах остальных паровых групп установлены подпорные шайбы с расчётным диаметром отверстий.

I, $I^{А}$ и $I^{Б}$ паровые группы питаются паром непосредственно из главного парового коллектора машины через регулирующие пневматические клапаны. III, II, $III^{А}$ и $III^{Б}$ группы питаются вторичным паром, который движется по системе за счёт перепадов давления между группами.

III группа питается парами вскипания из водоотделителя № 2

II группа - из воотделителя № 1

$III^{А}$ группа - из водоотделителя № $1^{А}$

$III^{Б}$ группа - из водоотделителя № $1^{Б}$

Для регулирования теплового режима каждая группа имеет подпитку свежим паром из главного парового коллектора машины. Пароконденсатная смесь из групп поступает в соответствующие водоотделители для отделения конденсата. Водоотделители снабжены манометрами и водомерными стёклами для контроля за уровнем

конденсата в баке. Уровни в водоотделителях поддерживаются с помощью пневмоклапанов, установленных после каждого водоотделителя.

Конденсат из водоотделителей $I^{А}$ и $I^{Б}$ групп самотёком поступает в водоотделитель III группы, куда также поступает пароконденсатная смесь из III, $III^{А}$ и $III^{Б}$ паровых групп. Из водоотделителя III группы конденсат двумя конденсатными насосами (один резервный) откачивается на ТЭЦ.

Конденсат из водоотделителя I группы самотёком поступает в водоотделитель II группы, куда также поступает пароконденсатная смесь из II паровой группы, а оттуда через теплообменник (холодильник) двумя конденсатными насосами (один резервный) откачивается на ТЭЦ. На конденсатном проводе от конденсатных насосов установлены регулирующие пневматические клапаны и обратные клапаны. Включение и выключение конденсатных насосов возможно по месту или с пульта управления (сушильной части).

Работа насосов фиксируется сигнальными лампами на пульте управления. Для конденсации вторичного пара из водоотделителя III группы и регулирования давления на выходе из III группы система снабжена теплообменником (конденсатором), который установлен после водоотделителя.

Конденсат из теплообменника возвращается на насосы III водоотделителя, откачивающие конденсат на ТЭЦ.

Для удаления воздуха и других неконденсирующихся газов конденсатор соединен с вакуумной системой КДМ.

Для конденсации избыточных паров водоотделителей $I^{А}$ и $I^{Б}$ паровых групп на выходе из водоотделителей установлен дополнительный теплообменник (конденсатор). Охлаждающая вода на выходе из теплообменников (t=60°C) используется на технологические нужды.

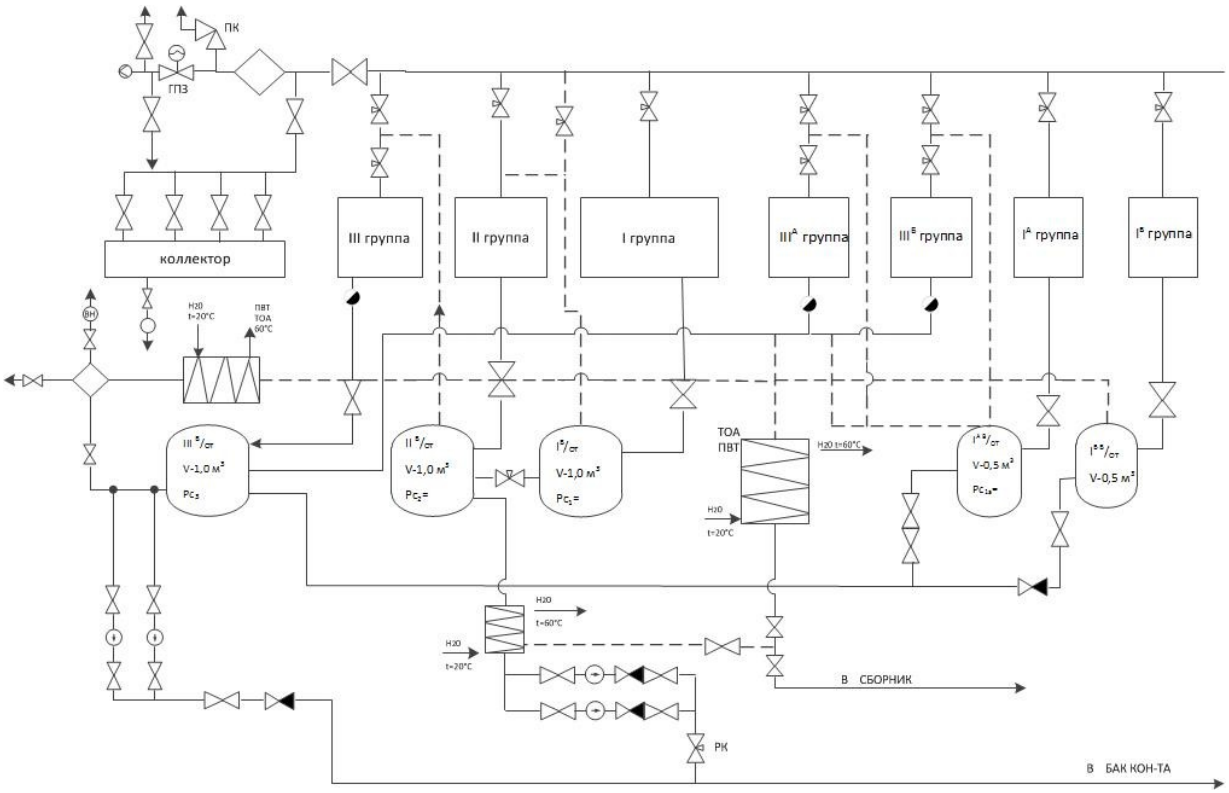
Для поддержания нормального гидравлического режима работы сушильной части, полного удаления конденсата из сушильных цилиндров, необходимый предел давлений между паром и конденсатом должен быть не менее 0,3 $^{кгс}/_{см2}$. Перепад регулируется за счет дифференциальной работы паровых каналов: 211 и 211и; 212 и 212и; 214 и 214и; 216 и 216и: клапаны с индексом «и» используются также при прогреве и остановке сушильной части, для быстрого сброса пролетного пара в конденсатор.

Над сушильной частью установлены два вентиляционных колпака закрытого типа. Паровоздушная смесь из колпака удаляется в атмосферу через теплоулавливающие устройства. Для интенсификации процесса сушки предусмотрен обдув горячим

воздухом сушильных сеток, для чего в цилиндровых пространствах установлены сеткопродувные камеры с температурой продувочного воздуха от 25 до 86 °С.

ПАРОКОНДЕНСАТНАЯ СИСТЕМА КДМ-2

Gм =17 т/ч Д=40 773кг/ч



ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ДО РЕКОНСТРУКЦИИ

Тепловой расчет сушильной установки картоноделательной машины выполнен при следующих исходных данных:

Абсолютно сухой вес картонного полотна $Р_{с.п.}$ = 195 г/м^2

Ширина полотна картона $b_п$ = 4,2 м

Диаметр сушильных цилиндров $Д_ц$ = 1,5 м

Доля обхвата цилиндров полотном $\varphi_ц$ = 0,6 м

Начальная сухость полотна 40%

Сухость полотна перед клеильным прессом 92%

Сухость полотна после клеильного пресса 85%

Сухость полотна на накате 92%

Производительность машины $G_м$ = 17 т/час = 204 т/смену = 408 т/сутки

Удельный расход теплоты q =1,6 Гкал/т

Удельный расход пара d = 2,38 т пара/т карт

Скорость машины $W_м$ = 370 т/мин

Давление пара 1,3 группа 2 МПа

2,4 группа 5 МПа

Предварительные расчеты сушильной установки до клеильного пресса

Начальное влагосодержание полотна

$$U_0 = \frac{100 - T_0}{T_0} = \frac{100 - 40}{40} = 1{,}5 \; кг/кг$$

Конечное влагосодержание полотна

$$U_2 = \frac{100 - T_2}{T_2} = \frac{100 - 92}{92} = 0{,}087 \; кг/кг$$

Средняя температура полотна:

в период прогрева

$$t_{пр} = \frac{t_0 + \bar{t}_1}{2} = \frac{20 + 90}{2} = 55 \; ^\circ C$$

Температура полотна в первом периоде сушки постоянна и равна

$$\bar{t}_1 = 90 \; ^\circ C$$

Температура полотна на выходе из установки

$$\bar{t}_2 = \frac{\bar{t}_1 + t_2}{2} = \frac{90 + 109}{2} = 99{,}5 \; ^\circ C$$

Разность энтальпий пара и влаги в первом периоде сушки

$$r_1 = i_п - i_к = 595 + 0{,}47\overline{t_1} - \overline{t_1}$$

$$r_1 = 595 + 0{,}47 \cdot 90 - 90 = 547 \ {}^{ккал}/_{кг}$$

Во втором периоде сушки

$$r_2 = 595 + 0{,}47\overline{t_2} - \overline{t_1} = 595 + 0{,}47 \cdot 99{,}5 - 90$$

$$r_2 = 551{,}8 \ {}^{ккал}/_{кг}$$

Средняя удельная величина теплоты прогрева полотна при конечном влагосодержании U_2 , отнесенная к 1 кг испаряемой влаги.

$$\Delta\overline{q_м} = \frac{(C_{сп} + C_{вл}U_2)(t_2 - \overline{t_1})}{U_{к1} - U_2}$$

где $C_{сп}$ – теплоемкость сухого материала = 0,36 ккал/кг·град

$$\Delta\overline{q_м} = \frac{(0{,}36 + 1{,}5)(109 - 90)}{1 - 0{,}087} = 38{,}71 \text{ ккал/кг}$$

Коэффициент, учитывающий увеличение удельного расхода тепла на испарение влаги

$$\overline{m_r} = \frac{(r_2 + \Delta\overline{q_м})\psi_1}{r_1\psi_2} = \frac{(551{,}8 + 38{,}71)0{,}92}{547{,}4 \cdot 0{,}83}$$

$$\overline{m_r} = 1{,}196$$

Активная поверхность основного цилиндра:

$П_{а.ц.} = π \cdot Д_ц \cdot b_п \cdot φ_ц = 3{,}14 \cdot 1{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}66$

$П_{а.ц.}$ = 13,06 м^2

Тепловой расчет сушильной части

Количество теплоты, необходимое для прогрева картона при $\psi_{пр}$ = 1,0

$$Q_{пр} = \frac{1}{\psi_{пр}} G_м (C_{сп} + U_0)(\bar{t}_1 - t_0) = G_м (0{,}36 + 1{,}5)(90 - 20) = \\ = 130{,}2 G_м \text{ ккал/час}$$

Расход тепла на испарение влаги в первом периоде сушки

$$Q_1 = \frac{1}{\psi_1} G_м (U_1 - U_к) r_1 = \frac{1}{0{,}92} G_м (1{,}5 - 1{,}0) \cdot 547{,}4$$

Q_1 = 297,5·$G_м$ ккал/час

Расход тепла на испарение влаги во втором периоде сушки

$$Q_2 = \frac{1}{\psi_2} G_м (U_к - U_1)(r_2 + \Delta\bar{q}_м) = \frac{1}{0{,}83} G_м (1{,}0 - 0{,}087)(551{,}8 + 38{,}71)$$

Q_2 = 649,6 $G_м$ ккал/час

$Q_Σ$ = 1077,3 $G_м$ ккал/час

Коэффициент теплопередачи от пара к полотну

$$K = \frac{1-a}{\varphi_ц} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1-a}{\varphi_ц \alpha_2}}$$

$$K = \frac{1-0{,}05}{0{,}66} \cdot \frac{1}{\frac{1}{3500} + \frac{0{,}028}{41} + \frac{1-0{,}05}{0{,}66 \cdot 844}}$$

K = 538,3 Вт/м^2 ˚С

Удельные тепловые потоки:

в периоде подогрева

$q_{пр}$ = 538,3 (153,3 – 45,2) = 58167,4 ккал/м^2 ·ч

в первом периоде сушки

q_1 = 538,3 (153,3 – 90) = 34065 ккал/м^2 ·ч

во втором периоде сушки

$$q_2 = q_1 \cdot \bar{z} \cdot \overline{m_r}$$

где $\bar{z}$ – среднеинтегральный коэффициент, учитывающий зависимость скорости сушки во втором периоде сушки от влагосодержания полотна.

На основе опытных данных по сушке картона принимаем

$$\bar{z} = 0{,}33$$

Подставляя значения величин, получим среднее значение удельного теплового потока во втором периоде сушки.

$q_2 = 34065 \cdot 0,33 \cdot 1,196 = 13444,85$ ккал/м^2 ·ч

Необходимое число цилиндров:

В периоде подогрева

$$П_{пр} = \frac{Q_{пр}}{q_{пр} \cdot П_{а.ц}} = \frac{130,2G_м}{58167,4 \cdot 13,06}$$

$$П_{пр} = 0,000171391G_м$$

В первом периоде сушки

$$П_1 = \frac{Q_1}{q_1 \cdot П_{а.ц}} = \frac{297,5G_м}{34065 \cdot 13,06}$$

$$П_1 = 0,000668706G_м$$

Во втором периоде сушки

$$П_2 = \frac{Q_2}{q_2 \cdot П_{а.ц}} = \frac{649,6G_м}{13444 \cdot 13,06}$$

$$П_2 = 0,003699532G_м$$

Производительность сушильной установки по предварительному расчету находим из условия равенства расчетного числа цилиндров заданному

$П_{пр} + П_1 + П_2 = G_м$ (0,000171391 + 0,000668706 + 0,003699532) = 71

Откуда расчетная производительность сушильной установки по абсолютно сухому полотну составит

$$G_{\text{м}}^{\omega=0} = \frac{71}{0{,}004539624} = 15640{,}0 \text{ кг/ч}$$

$$G_{\text{м}}^{\omega=8\%} = \frac{15640}{0{,}92} = 17000 \text{ кг/ч}$$

Скорость машины

$$\omega_{\text{м}} = \frac{G_{\text{м}}}{60 \cdot b_{\text{п}} \cdot P_{\text{сп}}} = \frac{17000}{60 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}195} = 346 \text{ м/мин}$$

Количество влаги, испаряемой из картонного полотна

$$M = G_{\text{м}}^{\omega=0}(U_0 - U_2) = 15640(1{,}5 - 0{,}087)$$

M = 22099,32 кг/ч

Уточненный тепловой расчет сушильной установки по отдельным периодам сушки

Расход теплоты:

в периоде прогрева:

$Q_{пр} = 130,2\ G_м = 130,2 \cdot 15640 = 2036328$ ккал/ч

в первом периоде сушки:

$Q_1 = 297,5\ G_м = 297,5 \cdot 15640 = 4652900$ ккал/ч

во втором периоде сушки:

$Q_2 = 649,6\ G_м = 649,6 \cdot 15640 = 10159744$ ккал/ч

$Q_Σ = 1077,3\ G_м = 1077,3 \cdot 15640 = 16848972$ ккал/ч

Число цилиндров

- в периоде прогрева

$П_{пр} = 0,000171341 \cdot 15640 = 2,68$ цил.

- в первом периоде сушки

$П_1 = 0,000668706 \cdot 15640 = 10,46$ цил.

во втором периоде сушки

$П_2 = 0{,}003699532 \cdot 15640 = 57{,}86$ цил.

$П_\Sigma = 2{,}68 + 10{,}46 + 57{,}86$

$П_\Sigma = 71$ цил.

Расход греющего пара

$$Д = \left(\frac{Q_{пр}}{\eta_з} + \frac{Q_1}{\eta_2} + \frac{Q_2}{\eta_1}\right)\frac{1}{i_п^{р1} - i_{кнд}^{р3}} = \\ = \left(\frac{2036328}{0{,}95} + \frac{4652900}{0{,}92} + \frac{1015744}{0{,}85}\right)\frac{1}{665{,}8 - 98{,}2}$$

Д =33744,9 кг/ч

Удельный расход теплоты:

- на 1 т картона

$$q_к = \frac{Q_с}{G_м^{а.ц}} = \frac{19153643{,}2}{15640} = 1{,}225\,{}^{Гкал}/_{т \cdot кар.}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$q_{вл} = \frac{Q_с}{М} = \frac{19153643{,}2}{22099{,}32} = 0{,}8667\,{}^{Гкал}/_{т \cdot влаги}$$

Удельный расход пара:

- на 1 т картона

$$d_к = \frac{Д}{G_м^{а.ц}} = \frac{33744{,}9}{15640} = 2{,}158\,{}^{т\ пара}/_{т\ картона}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$d_{\text{вл}} = \frac{\text{Д}}{\text{М}} = \frac{33744{,}9}{22099{,}32} = 1{,}527 \ {}^{\text{т пара}}/_{\text{т влаги}}$$

Интенсивность сушки полотна

$$\overline{m_1} = \frac{M}{\text{П} \cdot \text{П}_{\text{а.ц}}} = \frac{22099{,}32}{71 \cdot 13{,}06} = 23{,}84 \ {}^{\text{кг вл}}/_{\text{м}^2\text{ч}}$$

Предварительные расчеты сушильной установки после клеильного пресса

Влагосодержание полотна перед клеильным прессом

$$U'_{кл.п} = \frac{100 - T'_{кл.п}}{T'_{кл.п}} = \frac{100 - 92}{92} = 0{,}082\ {}^{кг}/_{кг}$$

Влагосодержание полотна после клеильного пресса

$$U''_{кл.п} = \frac{100 - T''_{кл.п}}{T''_{кл.п}} = \frac{100 - 85}{85} = 0{,}176\ {}^{кг}/_{кг}$$

Средние температуры полотна

- в период прогрева

$$t_{пр} = \frac{t_0 + \bar{t}_1}{2} = \frac{20 + 90}{2} = 55℃$$

Температура полотна на выходе из установки

$t_2 = t_{нп} - 12{,}8 = 121{,}8 - 12{,}8 = 109\ ^\circ C$

Средняя температура полотна во втором периоде сушки

$$\bar{t}_2 = \frac{\bar{t}_1 + t_2}{2} = \frac{90 + 109}{2} = 99{,}5\ ℃$$

Разность энтальпий пара и влаги во втором периоде сушки

$$r_2 = 595 + 0{,}47\bar{t}_2 - \bar{t}_1 = 595 + 0{,}47 \cdot 99{,}5 - 90$$

$r_2 = 551{,}8$ кДж/кг

Средняя удельная величина теплоты прогрева полотна, отнесенная к 1 кг влаги, испаряемой во втором периоде

$$\Delta\overline{q_м} = \frac{(C_{с.п} + U_{к2})(t_2 - \bar{t}_1)}{U_{к2} - U_0} = \frac{(0{,}36 + 0{,}3)(109 - 90)}{0{,}3 - 0{,}087}$$

$$\Delta\overline{q_м} = 58{,}87 \text{ ккал/час}$$

Коэффициент, учитывающий увеличение удельного расхода тепла на испарение влаги во втором периоде

$$\overline{m_r} = \frac{(r_2 + \Delta\overline{q_м})\psi_1}{r_1 \cdot \psi_2} = \frac{(551{,}8 + 58{,}87) \cdot 0{,}92}{547{,}4 \cdot 0{,}83}$$

$$\overline{m_r} = 1{,}237$$

Активная поверхность основного цилиндра

$$П_{а.ц} = \pi \cdot Д_ц \cdot b_п \cdot \varphi_ц = 3{,}14 \cdot 1{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}66$$

$$П_{а.ц} = 13{,}06 \text{ м}^2$$

Тепловой расчет сушильной части

Тепло на прогрев полотна после клеильного пресса

$Q_{пр} = G_м (C_{с.п} + U_{к2}) (t_1 – t_0) = G_м (0,36 + 0,3) (121,8 – 20)$

$Q_{пр} = 67,19\ G_м$ ккал/ч

Расход тепла на испарение влаги из полотна после клеильного пресса

$$Q_2 = \frac{1}{\psi_2} G_м (U_{к2} - U_2)(r_2 + \Delta\overline{q_м}) = \frac{1}{0,83} G_м (0,3 - 0,087)(551,8 + 58,87)$$

$Q_2 = 156,72\ G_м$ ккал/ч

Коэффициент теплопередачи от пара к полотну

$$K = \frac{1 - a}{\varphi_ц} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1 - a}{\varphi_ц \alpha_2}}$$

$$K = \frac{1 - 0,05}{0,66} \cdot \frac{1}{\frac{1}{3000} + \frac{0,028}{41} + \frac{1 - 0,05}{0,66} \cdot \frac{1}{528,43}} =$$

$$= \frac{1,439393939}{0,000333333 + 0,000682927 + 0,002723882}$$

K = 384,85 Вт/м^2 ˚С

Удельные тепловые потоки:

- в периоде прогрева

$q_{пр} = 384,85 (153,3 – 55) = 37830,465$ Вт

- в первом периоде сушки

q_1 = 384,85 (153,3 – 90) = 24360,825 Вт

- во втором периоде сушки

q_2 = 24360,825 · 0,33 · 1,237 = 9944,33 Вт

Необходимое число цилиндров

- в период прогрева

$$П_{пр} = \frac{Q_{пр}}{q_{пр} П_{а.ц}} = \frac{67{,}19\, G_м}{37830{,}465 \cdot 13{,}06} = 0{,}000135944\, G_м$$

- во втором периоде сушки

$$П_2 = \frac{Q_2}{q_2 П_{а.ц}} = \frac{156{,}72\, G_м}{4944{,}33 \cdot 13{,}06} = 0{,}001206717\, G_м$$

$$П_{пр} = 0{,}000135944 \cdot 15640 = 2{,}13 \text{ цил.}$$

$$П_2 = 0{,}001206717 \cdot 15640 = 18{,}87 \text{ цил.}$$

Всего 21 цилиндр.

Расчетная производительность по абсолютно сухому полотну

$$G_м^{а.ц} = \frac{21}{0{,}001342711} = 15640 \text{ кг/ч}$$

Количество влаги, испаряемой из картонного полотна после клеильного пресса

$$М = G_м^{а.ц}\left(U_{кп}^{//} - U_2\right) = 15640(0{,}176 - 0{,}087)$$

М = 1391,96 кг/ч

Уточненный тепловой расчет сушильной установки по отдельным периодам сушки

Расход теплоты:

- в периоде прогрева

$Q_{пр}$ = 67,19 $G_м$ = 67,19 · 15640 = 1050851,6 ккал/ч

- во втором периоде сушки

Q_2 = 156,72 $G_м$ = 156,72 · 15640 = 2451100,8 ккал/ч

$Q_Σ = Q_{пр} + Q_2$ = 1050851,6 + 2451100,8

$Q_Σ$ = 3501952,4 ккал/ч

Расход греющего пара и тепла на сушку полотна после клеильного пресса

$$Д = \left(\frac{Q_{пр}}{\eta_з} + \frac{Q_2}{\eta_1}\right)\frac{1}{i_п^{р1} - i_{кнд}^{р3}}$$

$$Д = \left(\frac{1050851,6}{0,95} + \frac{2451100,8}{0,85}\right)\frac{1}{665,8 - 98,4}$$

Д = 7029,26 кг/ч

$Д_{после\ кл.пр}$ = 1948,84 + 5080,42 = 7029,26 кг/ч

Удельный расход теплоты после клеильного пресса

- на 1 т картона

$$q_к = \frac{Q_с}{G_м^{а.ц}} = \frac{3989807,58}{15640} = 0,2551\ ^{Гкал}/_{т\ карт}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$q_{вл} = \frac{Q_с}{М} = \frac{3989807,58}{1391,96} = 2,866\ ^{Гкал}/_{т\ влаги}$$

Удельный расход пара

- на 1 т картона

$$d_к = \frac{Д}{G_м^{а.ц}} = \frac{7029,26}{15640} = 0,449\ ^{т\ пара}/_{т\ карт}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$d_{вл} = \frac{Д}{М} = \frac{7029,26}{1391,96} = 5\ ^{т\ пара}/_{т\ влаги}$$

Интенсивность сушки полотна после клеильного пресса

$$\bar{m} = \frac{М}{П_ц \cdot П_{ац}} = \frac{1391,96}{21 \cdot 13,06} = 5,075\ ^{кг\ влаги}/_{м^2 ч}$$

Общий расход тепла на КДМ-2

$$Q_Σ = Q_Σ^{до} + Q_Σ^{после} = 19153643,2 + 3939807,58$$

$Q_Σ$ = 23143450,78 ккал/ч = 23,1 Гкал/ч

Общий расход пара на КДМ-2

$Д_Σ = Д^{до} + Д^{после}$ = 33744,9 + 7029,26

$Д_Σ$ = 40,77 г/ч

Общий удельный расход тепла на КДМ-2

$$q_{\Sigma} = \frac{q_{\Sigma}^{\text{до}} \cdot \Pi_{\text{ц}}^{\text{до}} + q_{\Sigma}^{\text{после}} \cdot \Pi_{\text{ц}}^{\text{после}}}{\Pi_{\text{ц}\Sigma}}$$

$$q_{\Sigma} = \frac{1{,}225 \cdot 71 + 0{,}2551 \cdot 21}{92} = 0{,}99 \ {}^{\text{Гкал}}/_{\text{т кар}}$$

Общий удельный расход пара на КДМ-2

$$d_{\Sigma} = \frac{d_{\Sigma}^{\text{до}} \cdot \Pi_{\text{ц}}^{\text{до}} + d_{\Sigma}^{\text{после}} \cdot \Pi_{\text{ц}}^{\text{после}}}{\Pi_{\text{ц}\Sigma}}$$

$$d_{\Sigma} = \frac{2{,}158 \cdot 71 + 0{,}449 \cdot 21}{92} = 1{,}768 \ {}^{\text{т пара}}/_{\text{т кар}}$$

Общая интенсивность сушки на КДМ-2

$$m_{\Sigma} = \frac{m^{\text{до}} \cdot \Pi_{\text{ц}}^{\text{до}} + m^{\text{после}} \cdot \Pi_{\text{ц}}^{\text{после}}}{\Pi_{\text{ц}\Sigma}}$$

$$m_{\Sigma} = \frac{23{,}83 \cdot 71 + 5{,}075 \cdot 21}{92}$$

m_{Σ} = 19,5 кг вл/м^2 ч

Перерасходы:

- по теплоте $\frac{q_{\text{к}}^{\phi}}{q_{\text{к}}^{m}} = \frac{1{,}6}{0{,}99} = 1{,}61 \ \text{т.е.} \ 61\%$

- по пару $\frac{d_{\text{к}}^{\phi}}{d_{\text{к}}^{m}} = \frac{2{,}38}{1{,}76} = 1{,}34 \ \text{т.е.} \ 34\%$

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Тепловой расчет сушильной установки картонодетальной машины после реконструкции выполнены при следующих исходных данных:

Абсолютно сухой вес картонного полотна

$P_{с.п.}$=195 $^{г}/_{м2}$

Ширина полотна картона $b_{П}$=4,2 м

Начальная сухость полотна 42%

Сухость полотна перед кл. прессом 92%

Сухость полотна после кл. пресса 85%

Сухость полотна на накате 92%

Давление пара 1 и 3 группа 2,8 МПа

2 и 4 граппа 5,8 МПа

Предварительные расчеты сушильной установки до клеильного пресса

Начальное влагосодержание полотна

$$U_0 = \frac{100 - T_0}{T_0} = \frac{100 - 42}{42} = 1{,}38 \; кг/кг$$

Конечное влагосодержание полотна

$$U_2 = \frac{100 - T_2}{T_2} = \frac{100 - 92}{92} = 0{,}087 \; кг/кг$$

Средняя температура полотна:

в период прогрева

$$t_{пр} = \frac{t_0 + \bar{t}_1}{2} = \frac{20 + 90}{2} = 55 \; ^\circ C$$

Температура полотна в первом периоде сушки постоянна и равна

$$\bar{t}_1 = 90 \; ^\circ C$$

Температура полотна на выходе из установки

$$\bar{t}_2 = \frac{\bar{t}_1 + t_2}{2} = \frac{90 + 118{,}4}{2} = 104{,}2 \; ^\circ C$$

Разность энтальпий пара и влаги в первом периоде сушки

$$r_1 = 595 + 0{,}47\overline{t_1} - \overline{t_1} = 595 + 0{,}47 \cdot 90 - 90$$

$$r_1 = 547 \ ккал/_{кг}$$

во втором периоде сушки

$$r_2 = 595 + 0{,}47\overline{t_2} - \overline{t_1} = 595 + 0{,}47 \cdot 104{,}2 - 90$$

$$r_2 = 553{,}9 \ ккал/_{кг}$$

Средняя удельная величина теплоты прогрева полотна при конечном влагосодержании U_2 , отнесенная к 1 кг испаряемой влаги.

$$\Delta\overline{q_м} = \frac{(C_{сп} + U_0)(t_2 - t_1)}{U_к - U_2} = \frac{(0{,}36 + 1{,}38)(118 - 90)}{1 - 0{,}087}$$

$$\Delta\overline{q_м} = 53{,}3 \text{ ккал/кг}$$

Коэффициент, учитывающий увеличение удельного расхода тепла на испарение влаги

$$\overline{m_r} = \frac{(r_2 + \Delta\overline{q_м})\psi_1}{r_1\psi_2} = \frac{(551{,}8 + 53{,}3)0{,}92}{547{,}4 \cdot 0{,}83}$$

$$\overline{m_r} = 1{,}2$$

Активная поверхность основного цилиндра:

$П_{а.ц.} = \pi \cdot Д_ц \cdot b_п \cdot \varphi_ц = 3{,}14 \cdot 1{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}66$

$П_{а.ц.} = 13{,}06 \ м^2$

Тепловой расчет сушильной части

Количество теплоты, необходимое для прогрева картона при $\psi_{пр}$ = 1,0

$$Q_{пр} = \frac{1}{\psi_{пр}} G_м (C_{сп} + U_0)(\bar{t}_1 - t_0) = G_м (0{,}36 + 1{,}38)(90 - 20) = 121{,}8\, G_м$$

Расход тепла на испарение влаги в первом периоде сушки

$$Q_1 = \frac{1}{\psi_1} G_м (U_1 - U_к) r_1 = \frac{1}{0{,}92} G_м (1{,}38 - 1{,}0) \cdot 547{,}4$$

$Q_1 = 226{,}1 \cdot G_м$

Расход тепла на испарение влаги во втором периоде сушки

$$Q_2 = \frac{1}{\psi_2} G_м (U_к - U_2)(r_2 + \Delta\bar{q}_м) = \frac{1}{0{,}83} G_м (1{,}0 - 0{,}087)(551{,}8 + 53{,}3)$$

$Q_2 = 662\ G_м$ ккал/ч

$Q_\Sigma = 1010{,}8\ G_м$ ккал/ч

Коэффициент теплопередачи от пара к полотну

$$K = \frac{1 - a}{\varphi_ц} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1 - a}{\varphi_ц \alpha_2}}$$

$$K = \frac{1 - 0{,}05}{0{,}66} \cdot \frac{1}{\frac{1}{3500} + \frac{0{,}028}{41} + \frac{1 - 0{,}05}{0{,}66 \cdot 1000}}$$

K = 575,98 Вт/м^2 ˚С

Удельные тепловые потоки:

- в периоде подогрева

$q_{пр}$ = 575,98 (157,52 – 55) = 59049,5 ккал/м^2 ·ч

- в первом периоде сушки

q_1 = 575,98 (157,52 – 90) = 38890,2 ккал/м^2 ·ч

- во втором периоде сушки

$$q_2 = q_1 \cdot \bar{z} \cdot \overline{m_r}$$

где $\bar{z}$ – среднеинтегральный коэффициент, учитывающий зависимость скорости сушки во втором периоде сушки от влагосодержания полотна.

На основе опытных данных по сушке картона принимаем $\bar{z} = 0{,}33$

Подставляя значения величин, получим среднее значение удельного теплового потока во втором периоде сушки.

q_2 = 38890,2 · 0,33 · 1,2 = 15400,5 ккал/м^2 ·ч

Необходимое число цилиндров:

- в периоде подогрева

$$П_{пр} = \frac{Q_{пр}}{q_{пр} \cdot П_{а.ц}} = \frac{121{,}8\ G_м}{59049{,}5 \cdot 13{,}06}$$

$$П_{пр} = 0{,}0001579\ G_м$$

- в первом периоде сушки

$$П_1 = \frac{Q_1}{q_1 \cdot П_{а.ц}} = \frac{226{,}1\ G_м}{38890{,}2 \cdot 13{,}06}$$

$$П_1 = 0{,}0004451\ G_м$$

- во втором периоде сушки

$$П_2 = \frac{Q_2}{q_2 \cdot П_{а.ц}} = \frac{662\ G_м}{15400{,}8 \cdot 13{,}06}$$

$$\eta_2 = 0{,}0030925\ G_м$$

Производительность сушильной установки по предварительному расчету находим из условия равенства расчетного числа цилиндров заданному

$П_{пр} + П_1 + П_2 = G_м$ (0,0001579 + 0,0004451 + 0,0030925) = 71

Откуда расчетная производительность сушильной установки по абсолютно сухому полотну составит

$$G_м^{ас} = \frac{71}{0{,}0036955} = 19212\ кг/ч$$

$$G_м^{\omega=8\%} = \frac{19212}{0{,}92} = 20883\ кг/ч$$

Скорость машины

$$\omega_{м} = \frac{G_{м}}{60 \cdot b_{п} \cdot P_{сп}} = \frac{20883}{60 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}195} = 424 \text{ м/мин}$$

Количество влаги, испаряемой из картонного полотна

$$M = G_{м}^{\omega=0}(U_0 - U_2) = 19212(1{,}38 - 0{,}087)$$

M = 24841 кг/ч

Интенсивность сушки полотна

$$\overline{m_1} = \frac{\text{М}}{\text{П} \cdot \text{П}_{\text{а.ц}}} = \frac{24841}{71 \cdot 13{,}06} = 26{,}78 \ {}^{\text{кг вл}}/_{\text{м}^2\text{ч}}$$

Уточненный тепловой расчет сушильной установки по отдельным периодам сушки

Расход теплоты:

- в периоде прогрева:

$Q_{пр}$ = 121,8 $G_м$ = 121,8 · 19212 = 2340021 ккал/ч

- в первом периоде сушки:

Q_1 = 226,1 $G_м$ = 226,1 · 19212 = 4343833 ккал/ч

- во втором периоде сушки:

Q_2 = 662 $G_м$ = 662 · 19212 = 12718344 ккал/ч

$Q_Σ$ = 1010,8 · 19212 = 19419489 ккал/ч

Число цилиндров

- в периоде прогрева

$П_{пр}$ = 0,0001579 · 19212 = 3,03 цил.

- в первом периоде сушки

$П_1$ = 0,0004451 · 19212 = 8,55 цил.

во втором периоде сушки

$П_2$ = 0,0030925 · 19212 = 59,42 цил.

$П_Σ$ = 3,03 + 8,55 + 59,42

$П_Σ$ = 71 цил.

Расход греющего пара

$$Д = \left(\frac{Q_{пр}}{\eta_3} + \frac{Q_1}{\eta_2} + \frac{Q_2}{\eta_1}\right)\frac{1}{i_{нп}^{р1} - i_{кнq}^{р3}} = \left(\frac{2340021}{0{,}95} + \frac{4343833}{0{,}92} + \frac{12718344}{0{,}85}\right)\frac{1}{664{,}8 - 98{,}2}$$

Д = 38979 кг/ч

Удельный расход теплоты:

- на 1 т картона

$$q_к = \frac{Q_с}{G_м^{а.с}} = \frac{19153643{,}2}{19212} = 0{,}996\ {}^{Гкал}/_{т \cdot кар.}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$q_{вл} = \frac{Q_с}{М} = \frac{19153643{,}2}{24841} = 0{,}8915\ {}^{Гкал}/_{т \cdot влаги}$$

Удельный расход пара:

- на 1 т картона

$$d_{к} = \frac{Д}{G_{м}} = \frac{38979}{19212} = 2{,}02 \ {}^{\text{т пара}}/_{\text{т картона}}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$d_{вл} = \frac{Д}{М} = \frac{38979}{24841} = 1{,}569 \ {}^{\text{т пара}}/_{\text{т влаги}}$$

Предварительные расчеты сушильной установки после клеильного пресса

Влагосодержание полотна перед клеильным прессом

$$U'_{\text{кл.п}} = \frac{100 - T_1}{T_1} = \frac{100 - 92}{92} = 0{,}087\ {}^{\text{кг}}/_{\text{кг}}$$

Влагосодержание полотна после клеильного пресса

$$U''_{\text{кл.п}} = \frac{100 - T''_{\text{кл.п}}}{T''_{\text{кл.п}}} = \frac{100 - 85}{85} = 0{,}176\ {}^{\text{кг}}/_{\text{кг}}$$

На накате

$$U = \frac{100 - 92}{92} = 0{,}087$$

Средние температуры полотна:

- в периоде прогрева

$$t_{\text{пр}} = \frac{t_0 + \bar{t}_1}{2} = \frac{20 + 90}{2} = 55^{\circ}\text{C}$$

Температура полотна на выходе из установки

$t_2 = t_{\text{нп}} - 12{,}8 = 131{,}2 - 12{,}8 = 118{,}4\ ^{\circ}\text{C}$

Средняя температура полотна во втором периоде сушки

$$\bar{t_2} = \frac{90 + 118{,}4}{2} = 104{,}2\ ^\circ\text{C}$$

Разность энтальпий пара и влаги во втором периоде сушки

$$r_2 = 595 + 0{,}47\bar{t_2} - \bar{t_1} = 595 + 0{,}47 \cdot 104{,}2 - 90$$

r_2 = 553,9 кДж/кг

Средняя удельная величина теплоты прогрева полотна, отнесенная к 1 кг влаги, испаряемой во втором периоде

$$\Delta\overline{q_м} = \frac{(C_{с.п} + U_{к2})(t_2 - \bar{t_1})}{U_{к2} - U_0} = \frac{(0{,}36 + 0{,}3)(118{,}4 - 90)}{0{,}3 - 0{,}087}$$

$\Delta\overline{q_м} = 88$ ккал/час

Коэффициент, учитывающий увеличение удельного расхода тепла на испарение влаги во втором периоде

$$\overline{m_r} = \frac{(r_2 + \Delta\overline{q_м})\psi_1}{r_1 \cdot \psi_2} = \frac{(553{,}9 + 88) \cdot 0{,}92}{547{,}4 \cdot 0{,}83}$$

$\overline{m_r} = 1{,}3$

Активная поверхность основного цилиндра

$П_{а.ц} = \pi \cdot Д_ц \cdot b_п \cdot \varphi_ц = 3{,}14 \cdot 1{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 0{,}66$

$П_{а.ц}$ = 13,06 м^2

Тепловой расчет сушильной части

Тепло на прогрев полотна после клеильного пресса

$Q_{пр} = G_м (C_{с.п} + U_{к2}) (t_1 – t_0) = G_м (0,36 + 0,3) (131,2 – 20)$

$Q_{пр} = 73,3\ G_м$ ккал/ч

Расход тепла на испарение влаги из полотна после клеильного пресса

$$Q_2 = \frac{1}{\psi_2} G_м (U_{к2} - U_2)(r_2 + \Delta\overline{q_м}) = \frac{1}{0,83} G_м (0,3 - 0,087)(553,9 + 88)$$

$Q_2 = 164\ G_м$ ккал/ч

Коэффициент теплопередачи от пара к полотну

$$K = \frac{1 - a}{\varphi_ц} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1 - a}{\varphi_ц \alpha_2}}$$

$$K = \frac{1 - 0,05}{0,66} \cdot \frac{1}{\frac{1}{3000} + \frac{0,028}{41} + \frac{1 - 0,05}{0,66 \cdot 1050}}$$

$K = 608$ Вт/м^2 ˚С

Удельные тепловые потоки:

- в периоде прогрева

$q_{пр} = 608 (157,52 – 55) = 62332,16$ Вт

- в первом периоде сушки

$q_1 = 608\ (157{,}52 - 90) = 41052{,}16$ Вт

- во втором периоде сушки

$q_2 = 41052{,}16 \cdot 0{,}33 \cdot 1{,}3 = 17611{,}37$ Вт

Необходимое число цилиндров

- в период прогрева

$$П_{пр} = \frac{Q_{пр}}{q_{пр} П_{а.ц}} = \frac{73{,}3\ G_м}{62332{,}16 \cdot 13{,}06} = 0{,}00009\ G_м$$

- во втором периоде сушки

$$П_2 = \frac{Q_2}{q_2 П_{а.ц}} = \frac{164\ G_м}{17611{,}37 \cdot 13{,}06} = 0{,}00071\ G_м$$

$$П_{пр} = 0{,}00009 \cdot 19212 = 3{,}37 \text{ цил.}$$

$$П_2 = 0{,}00071 \cdot 19212 = 17{,}63 \text{ цил.}$$

Всего 21 цилиндр.

Расчетная производительность по абсолютно сухому полотну

$$G_м^{а.с} = \frac{21}{0{,}0008} = 19212 \text{ кг/ч}$$

Количество влаги, испаряемой из картонного полотна после клеильного пресса

$$М = G_м^{а.с}\left(U_{кп}^{//} - U_2\right) = 19212(0{,}176 - 0{,}087)$$

М = 1701,76 кг/ч

Уточненный тепловой расчет сушильной установки по отдельным периодам сушки

Расход теплоты:

- в периоде прогрева

$Q_{пр}$ = 73,3 $G_м$ = 73,3 · 19212 = 1401569,3 ккал/ч

- во втором периоде сушки

Q_2 = 164 $G_м$ = 164 · 19212 = 3135844 ккал/ч

$Q_Σ = Q_{пр} + Q_2$ = 1401569,3 + 3135844

$Q_Σ$ = 4537413 ккал/ч

Расход греющего пара и тепла на сушку полотна после клеильного пресса

$$Д = \left(\frac{Q_{пр}}{\eta_з} + \frac{Q_2}{\eta_1}\right)\frac{1}{i_п^{р1} - i_{кнд}}$$

$$Д = \left(\frac{1401569,3}{0,95} + \frac{3135844}{0,85}\right)\frac{1}{664,8 - 98,2}$$

Д = 9089 кг/ч

Удельный расход теплоты после клеильного пресса

- на 1 т картона

$$q_к = \frac{Q_с}{G_м^{а.с}} = \frac{5164564}{19212} = 0{,}270\,^{Гкал}/_{т\ карт}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$q_{вл} = \frac{Q_с}{М} = \frac{1564564}{1701{,}76} = 0{,}3034\,^{Гкал}/_{т\ влаги}$$

Удельный расход пара

- на 1 т картона

$$d_к = \frac{Д}{G_м^{а.с}} = \frac{9089}{19212} = 0{,}475\,^{т\ пара}/_{т\ карт}$$

- на 1 т испаренной влаги

$$d_{вл} = \frac{Д}{М} = \frac{9089}{1701{,}76} = 5{,}3\,^{т\ пара}/_{т\ влаги}$$

Интенсивность сушки полотна после клеильного пресса

$$\bar{m} = \frac{М}{П_ц \cdot П_{ац}} = \frac{1701{,}76}{21 \cdot 13{,}06} = 6{,}2\ ^{кг\ влаги}/_{м^2 ч}$$

Общая интенсивность сушки на КДМ-2

$$m_Σ = \frac{\bar{m}^{до} \cdot П_ц^{до} + \bar{m}^{после} \cdot П_ц^{после}}{П_{цΣ}} = \frac{26{,}76 \cdot 71 + 6{,}2 \cdot 21}{92}$$

$m_Σ$ = 22 кг вл/м^2 ч

Общий расход тепла на КДМ-2

$$Q_Σ = Q_Σ^{до} + Q_Σ^{после} = 22147494 + 5164564$$

Q_{Σ} = 27312058 ккал/ч = 27,3 Гкал/ч

Общий расход пара на КДМ-2

$Д_{\Sigma} = Д^{до} + Д^{после} = 38979 + 9089$

$Д_{\Sigma}$ = 48068 кг/ч = 48,1 т/ч

Общий удельный расход тепла на КДМ-2

$$q_{\Sigma} = \frac{q_{\Sigma}^{до} \cdot П_{ц}^{до} + q_{\Sigma}^{после} \cdot П_{ц}^{после}}{П_{ц\Sigma}} = \frac{0{,}996 \cdot 71 + 0{,}270 \cdot 21}{92}$$

$$q_{\Sigma} = 0{,}831 \ {}^{\text{Гкал}}/_{\text{т кар}}$$

Общий удельный расход пара на КДМ-2

$$d_{\Sigma} = \frac{d_{\Sigma}^{до} \cdot П_{ц}^{до} + d_{\Sigma}^{после} \cdot П_{ц}^{после}}{П_{ц\Sigma}} = \frac{2{,}02 \cdot 71 + 0{,}475 \cdot 21}{92}$$

$$d_{\Sigma} = 1{,}66 \ {}^{\text{т пара}}/_{\text{т картона}}$$

Перерасходы:

- по теплоте

$$\frac{q_{к}^{ф}}{q_{к}^{т}} = \frac{1{,}6}{0{,}831} = 1{,}92 \text{ т.е. } 92\%$$

- по пару

$$\frac{d_к^ф}{d_к^m} = \frac{2,38}{1,66} = 1,43 \text{ т.е. } 43\%$$

РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Сушильная установка современных картоноделательных машин расположена в теплоизолированной сушильной камере, позволяющей создать внутри ее организованный поток воздуха.

Вентиляционная система сушильной камеры состоит из нескольких параллельно включенных установок.

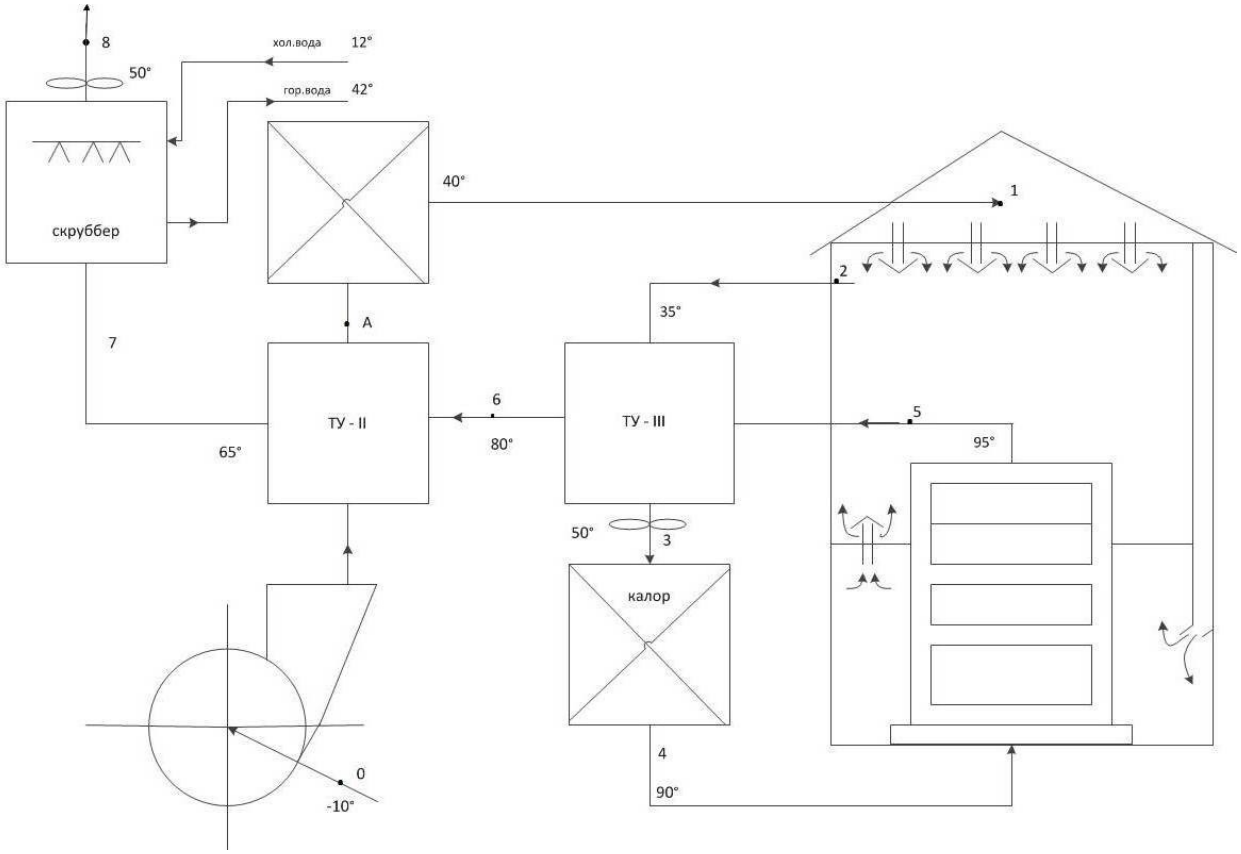
Каждая из них включает один центробежный вентилятор, нагнетающий воздух в зал картоноделательной машины; два осевых вентилятора, осуществляющих циркуляцию воздуха в камере; и два регенеративных теплообменника.

Центробежные вентиляторы всасывают наружный воздух через пластинчатые теплообменники второй ступени (по коду отработанного воздуха) и подают его в зал.

Осевые вентиляторы осуществляют приток воздуха в сушильную часть машин. Воздух, нагнетаемый в сушильную камеру, забирается вентилятором из цеха, подогревается сначала в теплоуловителе первой ступени до 40-45°С, а затем в паровом калорифере до 50-55°С.

Отработанный в сушильной установке воздух удаляется вентиляторами (вытяжными осевыми). При этом влажный воздух проходит через теплоуловитель первой ступени, где отдает часть тепла воздуху, нагнетаемому в сушильную установку, а затем поступает в теплоуловитель второй ступени для подогрева приточного воздуха общеобменной вентиляции.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ КДМ-2



Расчет вентиляционной системы КДМ

Холодный воздух с параметрами to= -10°С, φ=70%, do= 2 г/кг

в т.0 забирается с улицы. Он проходит ТУ-2, нагревается до состояния т.А, затем поступает в калорифер, где нагревается до состояния т.1 и поступает на обдув чердачных перекрытий.

В состоянии т.2 воздух забирается из верхней части зала и поступает в ТУ-1, где нагревается до состояния т.3, а затем в калорифер, где нагревается до т.4 и подается на сушку в камеру. Там он ассимилирует испаряемую влагу и в состоянии т.5 паровоздушная смесь поступает в ТУ-1, где охлаждается до состояния т.6, нагревает воздух. Затем влажный воздух поступает в ТУ-2, где нагревает приточный воздух, в состоянии т.7 поступает в скруббер для нагрева холодной воды, после чего в состоянии т.8 удаляется в атмосферу.

Расход воздуха:

$$L = \frac{1000}{d_3 - d_2} \cdot M = \frac{1000}{70 - 14} \cdot 26542$$

L = 473964 кг/ч

Тепловой баланс вентиляционной камеры

$Q_с + Q_{дв} – Q_{пр} – Q_{окр} = 0,7 \cdot L\ (I_5 – I_4) + 0,3 \cdot L\ (I_5 – I_2)$

где $Q_с = Q_{пр} + Q_1 + Q_2 + Q_{пр}^2 + Q_2^2$

$Q_с = 2340021 + 4343833 + 12718344 + 1401569 + 3153844$

$Q_с = 23939611$ кДж/ч

Тепло, выделяемое в подшипниках цилиндра

$Q_{дв} = 3,6 \cdot K \cdot B_п \cdot W_п \cdot П_ц \cdot Д_ц = 3,6 \cdot 0,002 \cdot 4,2 \cdot 424 \cdot 92 \cdot 1,5$

$Q_{дв} = 1769$ кДж/ч

Расход тепла на прогрев сухого картона

$Q_{пр} = G_м\ (C_{сп} + C_w \cdot U_2\ )\ (t_2 – t_0) = 19212\ (1,45 + 4,19 \cdot 0,087)\ (118,4 – 20)$

$Q_{пр} = 3430297$ кДж/ч

Потери тепла в окружающую среду

$Q_{окр} = K \cdot f_{колп}\ (t_в – t_0\ )$

где $f_{колп} = 2\ f_б + 2\ f_{тор} + f_{потол} = 2LH + 2\ (B_ц + 2)\ H + LB = 2 \cdot 95 \cdot 12 + 2 \cdot (4,25 + 2) \cdot 12 + 95 \cdot 6025$

$f_{колп} = 3024$ м^2

$Q_{окр} = 3 \cdot 3024\ (83 – 23) = 544320$ кДж/ч

$$23939611 + 1769 - 3430247 - 544320 = 0{,}7 \cdot 473964 (I_5 - 96{,}5) + 0{,}3 \cdot 473964 (I_5 - 60{,}0)$$

$I_5 = 127{,}6$ кДж/кг

Из теплового баланса теплоуловителя 1 ступени



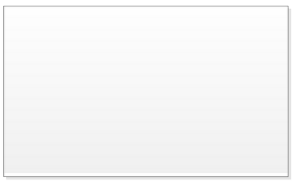
$Q_{пвс} = Q_в$

$L (I_5 - I_6) = 0{,}7 L (I_3 - I_2)$

$473964 (127{,}6 - I_6) = 0{,}7 \cdot 473964 (81{,}0 - 60{,}0)$

$I_6 = 112{,}9$ кДж/ч

Из теплового баланса теплоуловителя 2 ступени



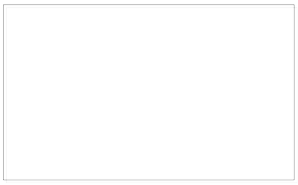
$Q_{пвс} = Q_в$

$L (I_5 - I_6) = L (I_A - I_0)$

$473964 (112{,}9 - I_7) = 473964 (25{,}17 - 7{,}36)$

$I_7 = 112{,}9$ кДж/ч

Из теплового баланса скруббера находим расход воды



$$L\ (I_7 - I_8) = G_в\ C_в\ (t_в^{гор} - t_в^{хол})$$

Задаемся I_8 = 90 кДж/ч, $t_в^г$ = 35 ˚С, $t_в^х$ = 5 ˚С

473964 (95 – 90) = $G_в$ 4,19(35 – 5)

$G_в$ = 18852 кг/ч

Полученные в расчете вентиляционной системы параметры отходящей из ТУ-1 и ТУ-2 паровоздушной смеси (параметры 5, 6, 7) используются для теплового расчета поверхности нагрева вышеназванных теплообменных аппаратов: ТУ-1, ТУ-2 калориферов. Коэффициент регенерации тепла отходящей от колпака сушильной части паровоздушной смеси:

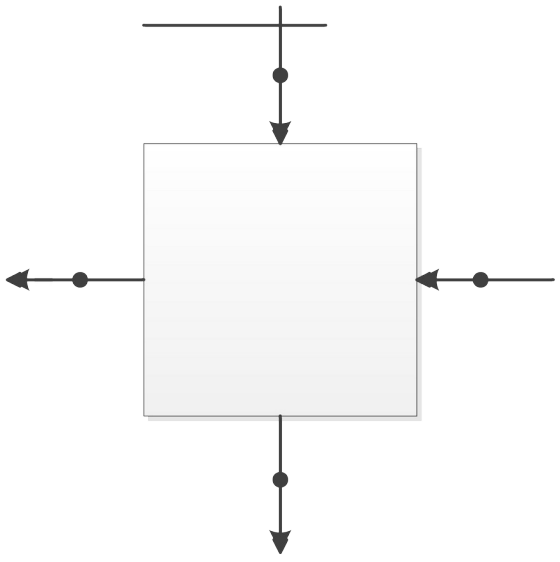
$$\eta_{рег} = \frac{I_5 - I_8}{I_5} \cdot 100\% = \frac{127,6 - 90}{127,6} \cdot 100\%$$

$$\eta_{рег} = 29,5\%$$

Расчет регенерационных теплообменников

Регенерационные теплообменники предназначены для использования тепла отработавшего влажного воздуха в ТУ-2 и сушильного воздуха в ТУ-1.

В ТУ-1:



t2 = 23 ˚С I2 = 60,0 кДж/кг

t3 = 45 ˚С I3 = 81,0 кДж/кг

t5 = 57 ˚С I5 = 127,6 кДж/кг

t6 = 53 ˚С I6 = 112,9 кДж/кг

QТУ-1 = L (I5 – I6) = 0,7 L (I3 – I2)

$$\Delta t = \frac{t_5 + t_6}{2} - \frac{t_2 + t_3}{2} = \frac{57 + 53}{2} - \frac{23 + 45}{2} = 21\ ℃$$

Коэффициент теплоотдачи со стороны нагреваемого воздуха

αвозд → Nuвозд = 0,018 · Re0,8возд

$$Re = \frac{W_в \cdot d_{экв}}{\nu_в}$$

$$Nu = \frac{\alpha_{воз} \cdot d_{экв}}{\lambda_в}$$

$$d_{экв} = \frac{4 \cdot f_ж}{П} = \frac{4(b \cdot h)}{2(b + h)} = \frac{4(0{,}02 \cdot 1{,}2)}{2(0{,}02 + 1{,}2)} = 0{,}034\ м$$

νв = 16,4 · 10-6 м2/с – коэффициент кинетической вязкости

Wв = 12 м/с – скорость воздуха

λв = 2,71 · 10-2 Вт/ м ˚С – коэффициент теплопроводности

$$Re = \frac{12 \cdot 0{,}034}{16{,}4 \cdot 10^{-6}} = 28537$$

$$Nu = \frac{\alpha_{воз} \cdot 0{,}039}{2{,}71 \cdot 10^{-2}} \rightarrow \frac{\alpha_{воз} \cdot 0{,}039}{2{,}71 \cdot 10^{-2}} = 0{,}018\,(28537)^{0{,}8}$$

αв = 47,1 Вт/м2 ˚С

Коэффициент теплоотдачи со стороны ПВС

$\alpha_{ПВС}$ → $Nu_{ПВС}$ = 0,018 · $Re^{0,8}_{ПВС}$

$$Re_{ПВС} = \frac{W_{ПВС} \cdot d_{экв}}{\nu_{ПВС}}$$

$$Nu_{ПВС} = \frac{\alpha_{ПВС} \cdot d_{экв}}{\lambda_{ПВС}}$$

$N_{ПВС}$ = 19,5 · 10^{-6} $м^2/с$

$W_{ПВС}$ = 10 м/с

$\lambda_{ПВС}$ = 2,93 · 10^{-2} Вт/ м ˚С

$$Re_{ПВС} = \frac{10 \cdot 0{,}039}{19{,}5 \cdot 10^{-6}} = 20000$$

$$Nu_{ПВС} = \frac{\alpha_{ПВС} \cdot 0{,}039}{2{,}93 \cdot 10^{-2}} \rightarrow \frac{\alpha_{ПВС} \cdot 0{,}039}{2{,}93 \cdot 10^{-2}} = 0{,}018\,(20000)^{0{,}8}$$

$\alpha_{ПВС}$ = 37,3 Вт/$м^2$ ˚С

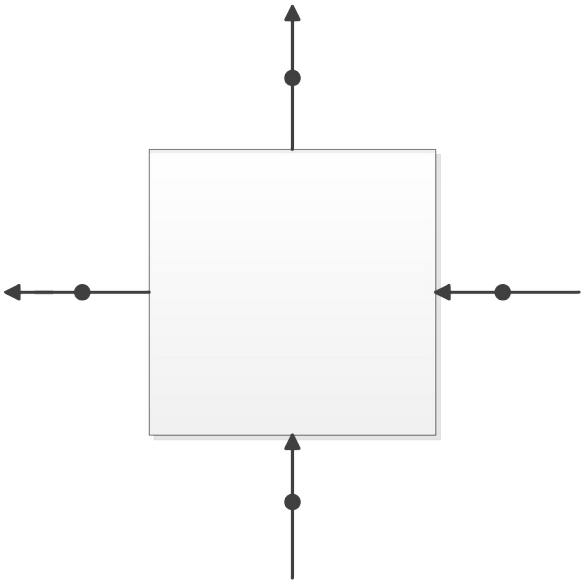
Средняя величина коэффициента теплоотдачи

$$K = \frac{\alpha_{пвс} \cdot \alpha_{в}}{\alpha_{пвс} + \alpha_{в}} = \frac{37{,}3 \cdot 47{,}1}{37{,}3 + 47{,}1} = 20{,}8\ Вт/м\ ℃$$

Q = 0,7 · 473964 (81 – 60) = 6967270 Вт

Q = K · f · Δt → $f = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{6967270}{20{,}8 \cdot 21}$

f = 1595 $м^2$



В ТУ-2:

t_0 = -11 ˚C I_0 = 7,36 кДж/кг

$t_а$ = 20 ˚C $I_а$ = 25,17 кДж/кг

t_6 = 53 ˚C I_6 = 112,9 кДж/кг

t_7 = 43 ˚C I_7 = 95 кДж/кг

$Q = L_{ПВС} (I_6 - I_7) = L (I_а - I_0)$

Средний температурный напор

$$\Delta t = \frac{t_6 + t_7}{2} - \frac{t_0 + t_а}{2} = \frac{53 + 43}{2} - \frac{(-11) + 20}{2}$$

$\Delta t = 43{,}5$ ℃

Коэффициент теплоотдачи со стороны ПВС

$\alpha_{пвс} \rightarrow Nu_{пвс} = 0{,}018 \cdot Re^{0,8}{}_{пвс}$

$$Re_{ПВС} = \frac{W \cdot d_{экв}}{\nu_{ПВС}} = \frac{5 \cdot 0{,}039}{18{,}5 \cdot 10^{-6}} = 10540$$

$\nu_{ПВС} = 18{,}5 \cdot 10^{-6}$

W = 5 м/с

$\lambda_{ПВС} = 2{,}87 \cdot 10^{-2}$ Вт/ м ˚С

$$\alpha'_{пвс} = \frac{Nu \cdot \lambda_{пвс}}{d_{экв}} \rightarrow Nu = \frac{\alpha'_{пвс} \cdot 0{,}039}{2{,}87 \cdot 10^{-2}} = 0{,}018 \cdot (10540)^{0,8}$$

$$\alpha'_{\text{пвс}} = 21{,}8\ {}^{\text{Вт}}/_{\text{м}^2\,^\circ\text{C}}$$

$$\alpha^{\text{р}}_{\text{пвс}} = \alpha'_{\text{пвс}}\left(1 + \frac{r \cdot \Delta d}{C\Delta St_{\text{в}}}\right) = 21{,}8\left(1 + \frac{2490 \cdot 0{,}007}{0{,}24 \cdot 31}\right)$$

$$\alpha^{\text{р}}_{\text{пвс}} = 72{,}9\ {}^{\text{Вт}}/_{\text{м}^2\,^\circ\text{C}}$$

Коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха

$\alpha_{\text{возд}} \rightarrow \text{Nu}_{\text{возд}} = 0{,}018 \cdot \text{Re}^{0,8}{}_{\text{возд}}$

$\nu_{\text{в}} = 14{,}6 \cdot 10^{-6}$

W = 12 м/с

$\lambda_{\text{ПВС}} = 2{,}55 \cdot 10^{-2}$ Вт/ м ˚С

$$Re = \frac{W_{\text{в}} \cdot d_{\text{экв}}}{\nu_{\text{в}}} = \frac{12 \cdot 0{,}039}{14{,}6 \cdot 10^{-6}} = 32054$$

$$Nu = \frac{\alpha_{\text{в}} \cdot d_{\text{экв}}}{\lambda_{\text{в}}} = \frac{\alpha_{\text{в}} \cdot 0{,}039}{2{,}55 \cdot 10^{-2}} = 0{,}018\,(32054)^{0,8}$$

$\alpha_{\text{в}} = 47{,}3$ Вт/м^2 ˚С

Средняя величина коэффициента теплопередачи

$$K = \frac{\alpha_{\text{пвс}} \cdot \alpha_{\text{в}}}{\alpha_{\text{пвс}} + \alpha_{\text{в}}} = \frac{72{,}9 \cdot 47{,}3}{72{,}9 + 47{,}3} = 29{,}0\ \text{Вт/м}\ ^\circ\text{C}$$

Q = 473964 (112,9 – 95) = 8483955 Вт

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{8483955}{29{,}0 \cdot 43{,}5}$$

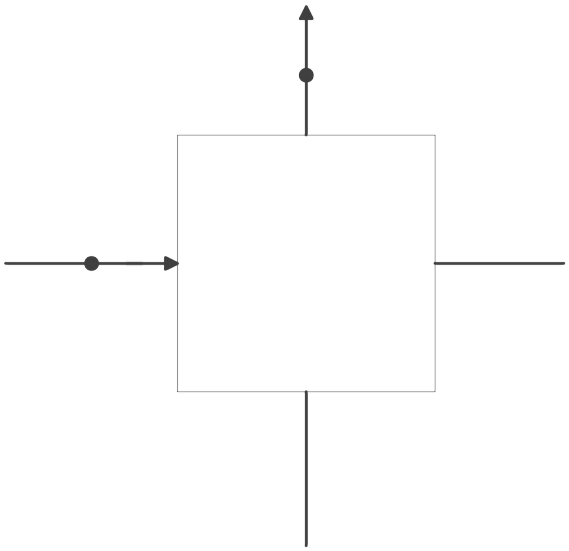
$F= 6727\ м^2$

Расчет калориферов

Калориферы применяются в системе общеобменной и технологической вентиляции. При расчете системы вентиляции КДМ нагрев воздуха в общеобменной вентиляции осуществляется в две ступени: в ТУ-1 от т.О до т.А и в паровом калорифере от т.А до т.1.

При расчете системы вентиляции КДМ, нагрев воздуха в технологической вентиляции осуществляется также в две ступени: в ТУ-2 от т.2 до т.3 и паровом калорифере от т.3 до т.4.

Тепловой расчет паровых калориферов в системе общеобменной вентиляции:



Количество тепла, передаваемого в паровом калорифере одного блока:

$$Q = \frac{L}{\Pi}(I_1 - I_a)$$

$$Q = \frac{473964}{2}(45{,}4 - 25{,}2) = 4787036 \text{ кДж/ч}$$

Поверхность нагрева калорифера

$$F = \frac{Q}{3{,}6 \cdot K \cdot \Delta t}$$

K – коэффициент теплопередачи от пара к воздуху, выбираем из табл. «Справочника теплотехника» т. 2

K = 33,1 Вт/м^2 ˚C

Δt – средний температурный напор

$$\Delta t = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{ln\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}}$$

$\Delta t_б$ = 93 – 20 = 73 ˚C

$\Delta t_м$ = 93 – 40 = 53 ˚C

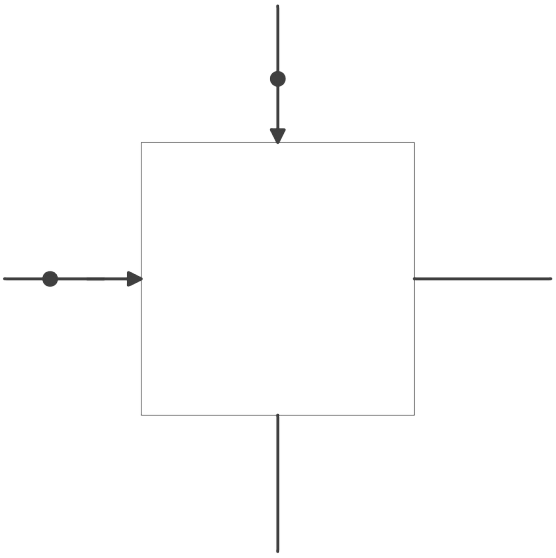
$$\Delta t = \frac{73 - 53}{ln\frac{73}{53}} = 62{,}5 \text{ ℃}$$

$$F = \frac{4787036}{3{,}6 \cdot 33{,}1 \cdot 62{,}5} = 642 \text{ м}^2$$

Выбираем калорифер марки КФБ-10 с поверхностью нагрева f = 61,2 м^2

Количество калориферов, необходимых для передачи расчетного количества тепла

$$П = \frac{F}{f} = \frac{642}{61,2} = 11 \text{ штук}$$



Тепловой баланс калорифера:

$$Q = \frac{0,7 \cdot L}{П}(I_4 - I_з) = D(i_{нп} - i_к) \cdot \eta$$

$$Q = \frac{0,7 \cdot 473964}{4}(96,5 - 81)$$

Q = 1285627 кДж/кг

Поверхность нагрева калорифера

$$F = \frac{Q}{3,6 \cdot K \cdot \Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{ln\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}}$$

$\Delta t_б$ = 93 – 45 = 48 ˚C

$\Delta t_м$ = 93 – 60 = 33 ˚C

$$\Delta t = \frac{48 - 33}{ln\frac{48}{33}} = 40{,}5\ ℃$$

$$F = \frac{1285627}{3{,}6 \cdot 33{,}1 \cdot 40{,}5} = 266\ м^2$$

Выбираем калорифер марки КФБ-10 с поверхностью нагрева f = 61,2 $м^2$

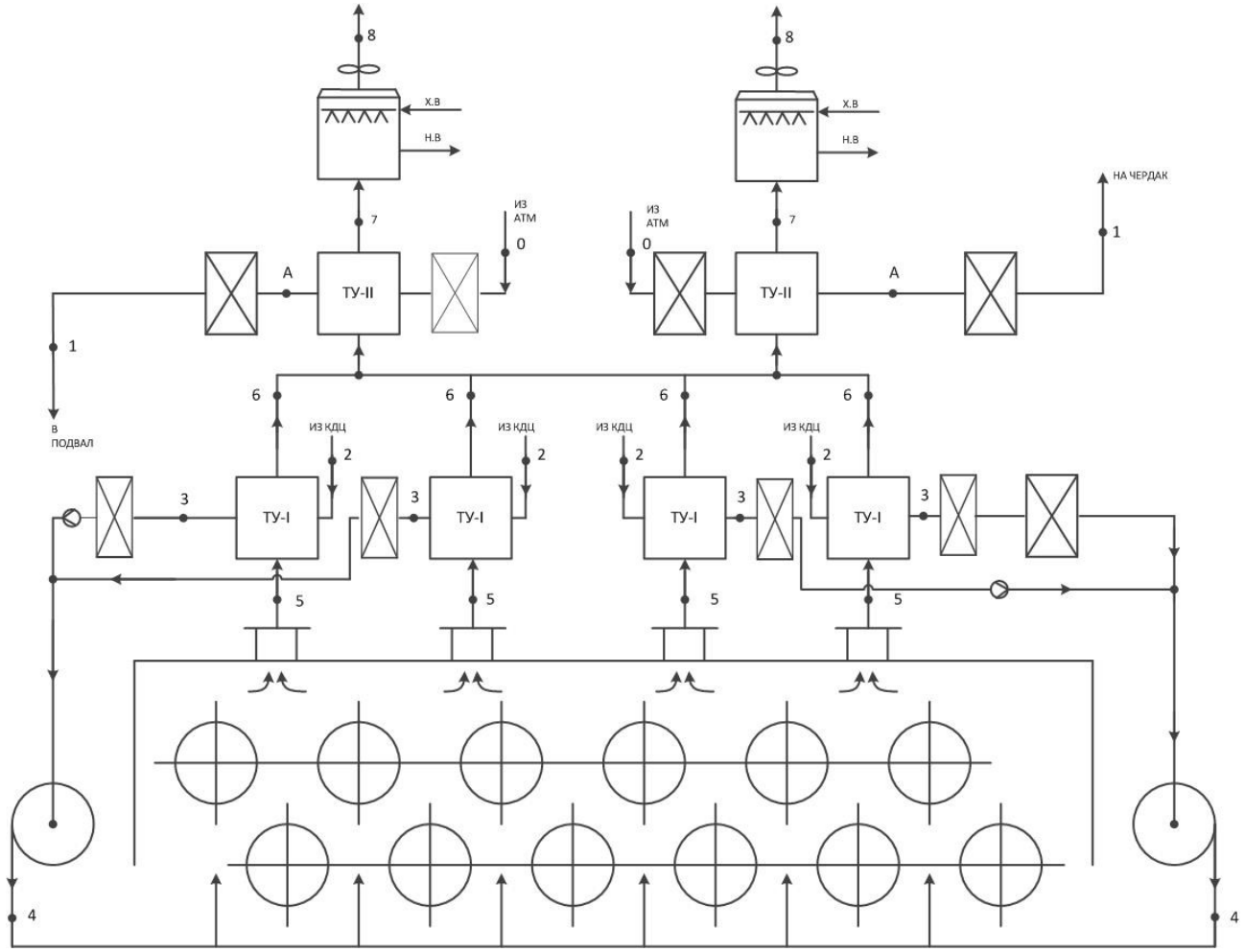
Общее число калориферов:

$$П = \frac{F}{f} = \frac{266}{61{,}2} = 4{,}3 \approx 5\ штук$$

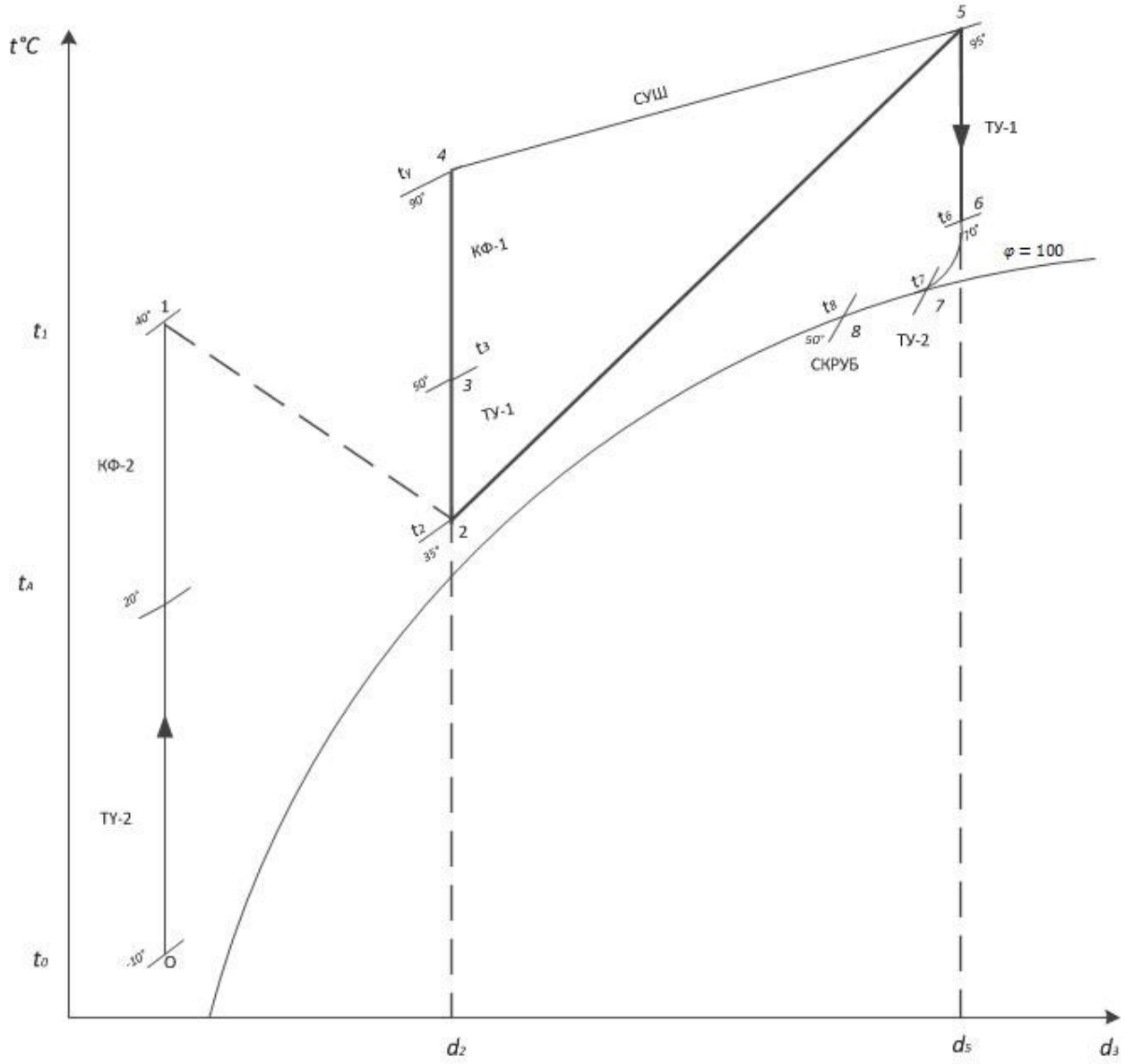
На основании выполненных тепловых расчетов ТУ-1, ТУ-2 и калориферов компонуется система вентиляции зала картоноделательных машин.

СХЕМА КОМПОНОВКИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

(ПО РАСЧЕТУ)



ТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ


t°C
СУШ
ТУ-1
КФ-1
КФ-2
ТУ-1
ТУ-2
СКРУБ
ТУ-2
φ = 100
d2
d5
d3

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Капитальные затраты на реконструкцию

Затраты на изготовление термопланок

Термопланки изготовлены из алюминия длиной 5100 мм, шириной 30 мм, высотой 40 мм. Установлены на 46 цилиндрах, по 55 шт. на каждом.

Объем одной термопланки

$V = L \cdot b \cdot h = 5,1 \cdot 0,03 \cdot 0,04$

$V = 0,00612$ м^3

Масса одной термопланки

$m_1 = \rho_{ал} \cdot V = 2700 \cdot 0,00612$

$m_1 = 16,524$ кг

Общая масса термопланок, установленных на КДМ-2

$m = m_1 \cdot 46 \cdot 55$

$m = 41805$ кг

Стоимость одной тонны алюминия составляет 72000 руб.

Затраты на материал на изготовление термопланок составит

$\Delta K_{тер} = 41805 \cdot 72000$

$\Delta K_{тер} = 3010$ тыс.руб.

Стоимость работ на изготовление термопланок

$\Delta K_{изг} = 2700$ тыс.руб.

Затраты на монтаж термопланок равны 70% от стоимости

$\Delta K_{мон} = (\Delta K_{тер} + \Delta K_{изг})\ 0,7$

$\Delta K_{мон} = (3010 + 2700)\ 0,7$

$\Delta K_{мон} = 3997$ тыс.руб.

Затраты на увеличение площади теплоуловителей

$V_{теп} = 3322 \cdot 0,003 = 9,966\ м^3$

$m = V \cdot \rho_{ст} = 9,966 \cdot 7860$

$m = 78332$ кг

Стоимость стали составляет 50000 руб. за тонну

$\Delta K_{теп} = 78332 \cdot 50000$

$\Delta K_{теп} = 3917$ тыс.руб.

Стоимость работ по изготовлению

$\Delta K_{изг.теп} = 3500$ тыс.руб.

Затраты на монтаж равны 70% от стоимости

$\Delta K_{мон.тепл.} = (\Delta K_{тепл} + \Delta K_{изг.тепл})\ 0,7 = (3917 + 3500)\ 0,7$

$\Delta K_{мон.тепл.} = 5192$ тыс.руб.

Общая сумма капитальных затрат на реконструкцию КДМ-2 составит:

$\Delta K_{доп} = \Delta K_{тер} + \Delta K_{изг} + \Delta K_{мон} + \Delta K_{теп} + \Delta K_{изг.теп} + \Delta K_{мон.теп}$

$\Delta K_{доп} = 3010 + 2700 + 3997 + 3917 + 3500 + 5192$

$\Delta K_{доп}$ = 22316 тыс.руб.

Экономия тепла в связи с реконструкцией машин

Удельный расход тепла до реконструкции

$q_к^{до}$ = 0,99 Гкал/т кар.

Удельный расход тепла после реконструкции

$q_к^{после}$ = 0,831 Гкал/т кар.

Экономия удельного расхода расхода тепла составит

$\Delta q_к = q_к^{до} - q_к^{после} = 0,99 – 0,831$

$\Delta q_к$ = 0,159 Гкал/т кар.

Производительность машины до реконструкции

$G_м^{до}$ = 17 т/ч

Производительность машины после реконструкции

$G_м^{после}$ = 20,883 т/ч

$\Delta G_м = G_м^{после} - G_м^{до} = 20,883 – 17 = 3,883$ т/ч

Годовая производительность машины после реконструкции составит

$G_{м\ год}^{после} = 20,883 \cdot 22,5 \cdot 325 = 146250$ т/год

Экономия от снижения удельного расхода тепла составит

$Э\Delta Q = (\Delta q_к \cdot G_{м\ год}^{после}) \cdot \int ir_{кап} = (0,159 \cdot 146250) \cdot 500$

$Э\Delta Q = 7350$ тыс.руб.

$Э\Delta G_м = \Delta G_{м\ год} \cdot \int im_{кар}$

$\Delta G_{м\ год} = \Delta G_м \cdot 22,5 \cdot 325 = 3,883 \cdot 22,5 \cdot 325$

$\Delta G_{м\ год} = 28394$ т/год

$Э\Delta G_м = 28394 \cdot 1000$

$Э\Delta G_м = 28394$ тыс.руб.

Прирост прибыли в год

$\Delta П_{пр} = Э\Delta G + Э\Delta Q = 28394 + 7350$

$\Delta П_{пр} = 35744$ тыс.руб.

Прирост налогооблагаемой прибыли в год

$\Delta П_н = \Delta П_{пр} - Н_и$

$Н_и = \Delta K_{доп} \cdot 0,022 = 22316 \cdot 0,022$

$Н_и = 491$ тыс.руб.

$\Delta П_н = 35744 – 491 = 35253$ тыс.руб.

Прирост чистой прибыли в год

$\Delta П_ч = \Delta П_н – Н_п$

$Н_п = \Delta П_н \cdot 0,20 = 35253 \cdot 0,20 = 7051$ тыс.руб.

$\Delta П_ч = 35253 – 7051 = 28\ 202$ тыс.руб.

Коэффициент экономической эффективности

$$Э_к = \frac{\Delta П_ч}{\Delta K_{доп}} = \frac{28202}{22316} = 1{,}3$$

Срок окупаемости капитальных вложений

$$Т_{ок} = \frac{\Delta K_{доп}}{\Delta П_ч} = \frac{22316}{28202} = 0{,}8 \approx 10 \text{ месяцев}$$

Основные технико-экономические показатели

НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ЕДЕНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	
Часовая производительность, т/ч	20,883
Годовой объем, т/год	146 250
Капитальные вложения, тыс. руб	22 316
Сумма затрат по изменяющимся статьям в расчете на год, тыс. руб	22 316
Прирост прибыли в год, тыс. руб	35 253
Прирост чистой прибыли, тыс. руб	26 793
Коэффициент экономической эффективности	1,3
Срок окупаемости капитальных вложений, год	0,8

Вывод:

Анализ показателей показывает, что реализация данного проекта в современных условиях технически целесообразна и эффективна с экономической точки зрения.

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматическая система регулирования давления пара в общем паровом коллекторе

Для поддержания заданной производительности картоноделательной машины, а так же для получения картонного полотна, необходимо поддерживать определенное давление пара в общем паровом коллекторе.

Описание АСР давления пара в общем паровом коллекторе

На общем паропроводе за регулирующим клапаном установлен датчик давления – Сапфир-22 ДИ модель 2151 с верхним пределом измерений до 1 мПа, который преобразует величину давления в электрический сигнал от 0 до 5 мА.

Этот сигнал поступает на релейно-аналоговый регулятор, Р.25, в который вмонтирован токовый задатчик ЗУ01 с выходным сигналом от 0 до 5 мА. В регуляторе Р.25 сравниваются 2 сигнала: сигнал с датчика и сигнал с задатчика и формируется сигнал рассогласования, который усиливается и подается на магнитный пускатель ПБР-2М, который в свою очередь приводит в действие исполнительный механизм МЗО-100/25-025-84, который воздействует на регулирующий орган (регулирующий паровой клапан).

Принцип действия

1. Давление пара в общем коллекторе равняется установленному (установленному задатчиком).

В этом случае 2 сигнала с датчика и задатчика между собой равны.

Сигнал рассогласования с регулирующего прибора Р.25 равен нулю. Следовательно, на магнитный пускатель не поступает сигнал, а

так же на исполнительный механизм, регулирующий клапан остается в неизменном состоянии.

2. Давление пара за регулирующим клапаном выше заданного.

В этом случае электрический сигнал с датчика больше, чем сигнал с задатчика. Эти два сигнала сравниваются в регуляторе Р.25, получается сигнал рассогласования со знаком «-», который усиливается, поступает на магнитный пускатель, дает команду исполнительному механизму воздействовать на регулирующий клапан на закрытие.

Это будет происходить до тех пор, пока сигналы с датчика и задатчика не сравняются, а, следовательно, давление пара за регулирующим клапаном достигнет заданного значения.

3. Давление за регулирующим клапаном стало меньше давления заданного задатчиком.

В этом случае электрический сигнал с датчика меньше, чем сигнал с задатчика. Сравнивая эти два сигнала в регуляторе Р.25 образуется сигнал рассогласования со знаком «+», который усиливается, поступает на магнитный пускатель, который в свою очередь дает команду исполнительному механизму воздействовать на регулирующий клапан на открытие до тех пор, пока сигналы с датчика и задатчика не сравняются.

Автоматические системы регулирования давления пара в паровых коллекторах отдельных групп

На паропроводах за регулирующими клапанами установлены датчики давления – Сапфир 22 ДИ модель 2151, преобразующие величину давления в электрический сигнал. Этот сигнал поступает на релейно-аналоговый регулятор Р.25, в который вмонтирован токовый задатчик ЗУ01 с выходным сигналом от 0 до 5 мА. В регуляторе Р.25 сравниваются 2 сигнала: сигнал с датчика и сигнал с задатчика и формируется сигнал рассогласования, который усиливается и подается на магнитный пускатель ПБР-2М, который приводит в действие исполнительный механизм МЗО-100/25-025-84, который воздействует на регулирующий клапан.

Принцип действия автоматической системы регулирования аналогичен принципу действия автоматической системы регулирования давления пара в общем паровом коллекторе.

Автоматическая система регулирования уровня в конденсатосборнике водоотделителя

Для нормальной непрерывной работы водоотделителя необходимо поддерживать определенный уровень в конденсатосборнике.

Описание АСР уровня в конденсатосборнике водоотделителя

В водоотделитель вмонтированы 2 штуцера.

Один в паровой части, другой в конденсатосборнике.

К этим штуцерам с помощью импульсных трубок подключен прибор, измеряющий перепад давления, а следовательно и уровень.

Этот прибор преобразует перепад давления (а следовательно и уровень в конденсатосборнике) в электрический сигнал от 0 до 5 мА. Этот сигнал поступает на аналоговый регулирующий прибор Р.25.1.3., в который вмонтирован токовый задатчик ЗУ01, с выходным сигналом от 0 до 5 мА. В результате сравниваются 2 сигнала: сигнал с датчика и сигнал с задатчика и формируется сигнал рассогласования, который усиливается и подается на магнитный пускатель ПБР-2М, который в свою очередь воздействует на исполнительный механизм МЗО 100/25-025-84, который приводит в действие регулирующий орган (регулирующий клапан на конденсатопроводе).

Принцип действия АСР

1. Уровень в конденсатосборнике водоотделителя равен установленному.

В этом случае два сигнала с датчика и задатчика между собой равны.

Сигнал рассогласования с регулирующего прибора Р.25 равен нулю, следовательно, на магнитный пускатель не поступает сигнала, а также на исполнительный механизм. Регулирующий клапан остается в неизменном состоянии. Расход конденсата не меняется.

2. Уровень в конденсатосбрнике выше заданного.

В этом случае перепад давления больше, чем необходимо, следовательно, и электрический сигнал, поступающий с датчика больше, чем сигнал с задатчика. Эти два сигнала сравниваются в регуляторе Р.25 и формируется сигнал рассогласования со знаком «+».

Сигнал усиливается и поступает на магнитный пускатель, магнитный пускатель дает команду исполнительному механизму воздействовать на регулирующий клапан на закрытие. Следовательно, уменьшается расход конденсата водоотделителя.

Это будет происходить до тех пор, пока сигналы с датчика и задатчика не сравняются.

3. Уровень в конденсатосборнике ниже заданного.

В этом случае перепад давлений меньше, чем необходимо, следовательно, и электрический сигнал, поступающий с датчика меньше, чем сигнал с задатчика. Эти два сигнала сравниваются в регуляторе Р.25 и формируется сигнал рассогласования со знаком «-», который усиливается и поступает на магнитный пускатель, магнитный пускатель дает команду исполнительному механизму воздействовать на регулирующий клапан на открытие. Следовательно, увеличивается расход конденсата из водоотделителя. Это будет происходить до тех пор, пока сигналы с датчика и задатчика не сравняются, следовательно, уровень конденсата в водоотделителе нормализуется.

Позиция	Наименование и тех. характеристика оборудования	Тип марка оборудования	Ед. измерения	Кол-во
1	2	3	4	5

	Давление пара в общем паровом коллекторе			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22 Ди марка 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЗО 100/25-О25-84	шт	1
	Давление пара в паровом коллекторе I паровой группы			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22 Ди марка 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Пускатель бесконтактный реверсивный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЗО 100/25-025-84	шт	1
	Давление пара в паровом коллекторе II группы			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до С мА	Сапфир 22Ди марка 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
1	2	3	4	5
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЗО 100/25-025-84	шт	1
	Давление пара в паровом			

	коллекторе III группы			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Пускатель бесконтактный реверсивный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЭО 100/25-025-84	шт	1
	Давление пара в паровом коллекторе $III^{А}$ группы			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Пускатель бесконтактный реверсивный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЭО 100/25-025-84	шт	1
	Давление пара в паровом коллекторе $III^{Б}$ группы			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марки 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1

1	2	3	4	5
	Пускатель бесконтактный реверсивный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЭО 100/25-025-84		

	Давление пара в паровом коллекторе $I^{А}$ группы			
	Преобразователь измерительный избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марки 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЗО 100/25-025-84	шт	1
	Давление пара в паровом коллекторе $I^{Б}$ группы			
	Преобразователь избыточного давления, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2151	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЗО 100/25-025-84	шт	1
	Регулирование уровня в водоотводчике I группы			
	Преобразователь измерительный разности давлений, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2150-1	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
1	2	3	4	5
	Прибор аналоговый показывающий и пишущий одношкальный	А-100	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1

	Исполнительный механизм	МЭО 100/25-025-84	шт	1
	Регулирование уровня в водоотделителе II группы			
	Преобразователь измерительный разности давлений, выходной сигнал от О до 5мА	Сапфир 22Ди марка 2150-1	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Прибор аналоговый показывающий и пишущий одношкальный	А-100	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЭО 100/25-025-84	шт	1
	Регулирование уровня в водоотделителе III группы			
	Преобразователь измерительный разности давлений, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2150-1	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Прибор аналоговый показывающий и пишущий одношкальный	А-100	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	МЭО 100/25-025-84	шт	1

1	2	3	4	5
	Регулирование уровня в водоотделителе $I^{А}$ группы			
	Преобразователь измерительный разности давлений, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2150-1	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Прибор аналоговый показывающий и пишущий одношкальный	А-100	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	М30 100/25-025-84	шт	1
	Регулирование уровня в водоотделителе $I^{Б}$ группы			
	Преобразователь измерительный разности давлений, выходной сигнал от О до 5 мА	Сапфир 22Ди марка 2150-1	шт	1
	Блок регулирующий аналоговый	Р.25.1.3	шт	1
	Прибор аналоговый показывающий и пишущий одношкальный	А-100	шт	1
	Пускатель бесконтактный	ПБР-2М	шт	1
	Исполнительный механизм	М30 100/25-025-84	шт	1

БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ

Под безопасностью объектов понимается система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технологических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

В настоящее время известно, что технологический процесс выработки продукции связан с формированием комплекса вредных производственных факторов, к числу которых относятся: дискомфортный микроклимат, интенсивный производственный шум, значительные концентрации химических веществ и пыли в воздухе рабочей зоны.

Кроме того, в течение рабочей смены, лица, занятые на выработке целлюлозно-бумажной продукции, могут испытывать высокие уровни нервно-эмоционального напряжения, а так же, большие физические нагрузки. Все это относится к предприятиям ЦБП, работающим на вторичном сырье (макулатуре).

Санитарно-гигиеническая оценка условий труда в КДЦ.

Анализ микроклиматических факторов дал возможность выявить превышения нормы температуры воздуха на большинстве рабочих мест от 0,2°С.

При оценке освещенности рабочих мест на КДМ выявлены ее недостаточные уровни на большинстве рабочих мест.

Достаточная освещенность была лишь у поворотного пресса сеточной части КДМ и на участках резки и упаковки.

При анализе освещенности ну пультах управления установлены низкие ее величины в кабинах наблюдения и управления сеточной частью (42,5 лк), накатом (75 лк) КДМ, на пульте управления меловальной установкой (130 лк).

Производственный шум в КДЦ характеризуется превышением предельно допустимых уровней во всех точках измерения, кроме участка упаковки.

Наиболее значительные расхождения с ПДУ отмечены на пульте управления сеточной (мокрой) части КДМ, где превышение общего уровня звука составило 13 дБА, а у воздушного шабера 11 дБА. На остальных рабочих местах превышение ПДУ находится в пределах 3-7 дБА.

При спектральном анализе производственного шума видно, что повышение ПДУ происходит в основном за счет активных полос, относящихся к средне- и высокочастотному шуму.

При спектральном анализе производственного шума видно, что превышение ПДУ происходит в основном за счет активных полос, относящихся к средне- и высокочастотном шуме.

Таким образом, основными неблагоприятными производственными факторами у рабочих основных профессий в РДЦ являются повышенная температура и скорость движения воздуха, интенсивный производственный средне- и высокочастотный шум, низкая освещенность рабочих мест.

Ниже приведены производственные данные, полученные в ЗАО «КНАУФ ПЕТРОБОРД», которые свидетельствуют о возможности обеспечения выполнения требований по климатическим условиям.

Общие выводы:

Проведенное изучение санитарно-гигиенических условий труда основных профессий ЗАО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» позволило выявить основные вредные производственные факторы, их интенсивность, источники формирования, что дало возможность установить в последующем степень их вредности и опасности для рабочих.

К вредным и опасным условиям труда в РДЦ относятся условия труда со следующими факторами:

- Высокая температура воздуха

- Высокая скорость движения воздуха

- Высокие уровни производственного шума

- Низкая освещенность рабочих мест.

№ п/п	Место измерения	Освещенность (лк)	Температура воздуха °С	Относительная влажность %	Скорость движения воздуха $^{м}/_{с}$
1	На ПУ сеточной частью КДМ	40,0 ... 49,0 42,5	23,0 ... 26,2 23,6	50 ... 69 62	0,0 ... 0,15 0,05
2	У поворотного пресса сет.части	102,0 ... 110,0 105,0	24,3 ... 26,3 24,8	60 ... 66 63	1,25 ... 1,60 1,4
3	У средины сеточной части	110,0 ... 125,0 115,0	25,2 ... 29,6 25,4	40 ... 59 48	0,70 ... 0,85 0,75
4	У пресспата	12,0 ... 18,0 14,0	26,0 ... 28,4 26,2	45 ... 54 48	0,65 ... 0,90 0,75
5	ПУ 2 группой суш.цилиндров	80,0 ... 84,0 80,5	26,1 ... 29,3 26,2	50 ... 59 52	0,85 ... 1,0 0,90
6	ПУ 5 группой суш.циллиндров	42,5 ... 49,5 43,5	28,0 ... 32,0 29,0	25 ... 38 28	2,15 ... 2,50 2,3
7	У клеильного пресса	64,0 ... 70,0 65,0	25,1 ... 26,7 25,4	40 ... 46 42	2,30 ... 2,75 2,5
8	У наката	60,0 ... 69,0 67,0	22,4 ... 24,8 24,6	42 ... 54 47	0,40 ... 0,65 0,50
9	ПУ наката	72,0 ... 80,0 75,0	21,6 ... 24,0 23,8	33 ... 39 37	0,30 ... 0,55 0,40
10	ПУ меловальной установки	129,0 ... 133,0 130,0	23,5 ... 25,7 23,6	32 ... 36 33	0,50 ... 0,75 0,60
11	ПУ продольно-резательного станка	209,0 ... 213,0 210,0	21,5 ... 24,5 22,0	30 ... 39 34	0,25 ... 0,40 0,30
12	У воздушного шабера	17,6 ... 20,4 18,0	24,0 ... 26,4 24,2	33 ... 39 37	1,75 ... 2,10 1,90
13	У наката мел. установки	133,0 ... 139,0 135	22,8 ... 25,2 23,0	27 ... 35 30	0,0 ... 0,15 0,05
14	На установке у весов	219,0 ... 223,0 220,0	20,8 ... 22,0 21,0	27 ... 36 29	0,00 ... 0,25 0,10
15	На установке у станка обертки рулонов	103,0 ... 109,0 105,0	21,0 ... 24,4 21,2	25 ... 29 26	0,75 ... 0,90 0,80
16	Норма по ГОСТ 121.005-88 СНИП П-4-79	75	17…25	До 75	До 0,2

№ п/п	Рабочее место	Время пребыв.(мин)	Температура (баллы)	Относи-тельная влажность (баллы)	Скорость движения воздуха м/с	Производств. шум (баллы)	Хим. вещества	Сумма баллов на рабочем месте
1	Машиниста КДМ							
	А) центр ПУ сеточ. части	28	- · -	- · -	- · -	0,1	0,1	
	Б) суш. части КДМ	44	0,18	- · -	0,18	0,09	- · -	0,46
	В) центр ПУ накатом	145	- · -	0,3	0,6	0,3	- · -	1,2
	Г) на накате	233	0,49	- · -	0,49	0,49	- · -	1,46
2	Прессовщика на:							
	А) центр ПУ сеточ. части	90	- · -	- · -	- · -	0,38	- · -	0,38
	Б) прессовой части КДМ	330	0,69	- · -	0,69	0,69	- · -	2,06
3	Оператора ПРС							
	А) на ПУ ПРС	212	- · -	- · -	- · -	0,44	- · -	0,44
	Б) ПРС у воздуш. шабера	210	0,44	- · -	0,44	0,88	- · -	1,76
4	Упаковщика							
	А) у весов и упаковочного стола	236	- · -	- · -	- · -	- · -	- · -	- · -
	Б) у упаковочного пресса	190	- · -	- · -	0,4	- · -	- · -	0,4
5	Ремонтники КДМ							
	А) на сеточ. части	135	0,28	- · -	0,28	0,28	- · -	0,84
	Б) сушильной части	163	1,02	- · -	0,68	0,24	- · -	2,04

№ п/п	Наименование рабочего места	Температура воздуха (баллы)	Отн.влажность воздуха	Скорость движения воздуха	Производ.шум	Химические вещ.	Класс вредности	Степень вредности
1	ПУ сеточной частью	- · -	- · -	- · -	2	- · -	3	2
2	Поворотный пресс сеточной части	1	- · -	1	1	- · -	3	1
3	Середина сеточной части	1	- · -	1	1	- · -	3	1
4	У прессната	1	- · -	1	1	- · -	3	1
5	ПУ 2 группы сушильных цилиндров	1	- · -	1	1	- · -	3	1
6	ПУ 5 группы сушильных цилиндров	2	- · -	2	1	- · -	3	2
7	Клеильный пресс	1	- · -	2	1	- · -	3	2
8	У наката	1	- · -	1	1	- · -	3	1
9	ПУ наката	- · -	1	2	1	- · -	3	2
10	ПУ меловальной установки	- · -	1	2	1	- · -	3	2
11	ПУ ПРС	- · -	- · -	- · -	1	- · -	3	1

Решающим условием в улучшении охраны труда и повышении производительности является механизация, автономизация производственных процессов и создание безопасных условий труда обслуживающего персонала.

Картоноделательная машина ЗАО «КНАУФ ПЕТРОБОРД» предназначена для выработки картона хром-эрзац макулатурного.

Сушильная часть КДМ имеет большое количество вращающихся частей (сушильные цилиндры, части привода), которые по условиям работы машины не могут быть надежно ограждены.

Для обслуживания сушильной части машины имеются площадка и лестницы, огражденные перилами. Вращающиеся части также ограждены.

Аварии и несчастные случаи возможны при взрыве цилиндров, разрыве паропроводов и других аппаратов и сосудов, работающих под давлением.

Также взрывы могут произойти в результате повышения давления пара внутри сушильных цилиндров или других сосудов сверх допустимого, а также вследствие их износа, несовершенства технического освидетельствования и гидравлического испытания. Аварии могут произойти при неисправном обслуживании системы пароснабжения (резкий пуск пара в цилиндры).

Для предотвращения аварий предусматриваем, что все оборудование, входящее в состав сосудов, работающих под давлением, обладает коэффициентом прочности К=3,0-3,5, который определяет во сколько раз задаваемая нагрузка на элемент конструкции должна быть меньше опасной нагрузки, вызывающей недопустимые упругие или пластичные деформации или разрушения.

Большое значение имеет также капитальный ремонт, при котором восстанавливают или заменяют изношенные аппараты (машины) и их крупные узлы, заменяют трубопроводы, контрольно-измерительные приборы.

Помимо надзора за безопасностью оборудования, проводимого административно-техническим персоналом, специальные органы осуществляют испытания и технические освидетельствования, а также контроль оборудования во время его эксплуатации.

Для предотвращения аварий предусматриваем, чтобы все сосуды были испытаны гидравлически под давлением З=1,25 Бар, а также следить за исправностью и правильной эксплуатацией системы паропроводов.

На главном паропроводе установлено импульсно-предохранительное устройство с аварийным клапаном. Оно позволяет при помощи автоматических регуляторов поддерживать заданное

давление пара в цилиндрах. Перед каждым цилиндром имеется вентиль для отклонения его из общей сети, если цилиндр вышел из строя или стал опасен для дальнейшей работы.

Имеющиеся предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на определенное давление. Из двух клапанов один должен быть рабочим. При номинальном избыточном давлении от 1,3 до 6,0 мПа контрольный клапан срабатывает при превышении рабочего давления на 3%, а рабочий на 5%.

Для защиты персонала от аварий предохранительные клапаны предусматриваем со свистком, чтобы при повышении давления выход пара из клапана был услышан персоналом. На каждый сосуд, работающий под давлением, должен быть паспорт с регистрационным номером, в котором содержатся сведения о качестве изготовления сосуда, его чертежи с указанием основных размеров, расчет на прочность, сведения о замене и ремонте основных элементов сосуда, записи результатов освидетельствования.

Установлены следующие виды и сроки технического освидетельствования сосудов под давлением инспекторами в присутствии лица, ответственного за безопасность их действий:

- внутренний осмотр – не реже 1 раза в 4 года;

- гидравлическое испытание с предварительным внутренним осмотром – не реже 1 раза в 8 лет.

Предприятия, владельцы сосудов, работающих под давлением, проводят внутренние осмотры сосудов, работающих в условиях неагрессивных сред, не реже чем через каждые 2 года.

Досрочные технические освидетельствования сосудов проводят после реконструкции и ремонта.

Для защиты от коррозии все трубопроводы, водоотделители, конденсаторы воды выкрашены масляной краской и теплоизолированы таким образом, чтобы на наружной поверхности температура не превышала 45°С (СН-245-71).

При сушке картона основными вредными веществами, которые выделяются в зал КДМ, являются влага и пар, испаряющиеся из картонного полотна, а также теплоизлучения, источником которых является вся сушильная часть. Для безопасности обслуживания сушильной части машины, для поддержания в цехе нормальной температуры и влажности над сушильной частью установлен колпак открытого типа.

Паровоздушная смесь удаляется через вытяжные патрубки и выбрасывается в атмосферу. Очистка больших поверхностей цилиндров производится при помощи шаберов.

Зал картоноделательных машин по степени опасности поражения электрическим током относится к классу помещений с повышенной опасностью. Все токоведущие части машины заземлены. Так как почти все электродвигатели машины работают в зоне высоких температур и повышенной влажности, то в машине предусмотрена система обдува электродвигателей холодным воздухом.

Электропроводка должна быть надежно защищена от механических повреждений, чего можно достигнуть прокладкой проводов в трубах (с обязательным заземлением труб: сопротивление изоляции следует проверять не реже 1-2 раза в год).

В зале КДМ применяются люминесцентные лампы. Аварийное освещение в производственных помещениях и на открытых площадках включается при внезапном отключении рабочего освещения.

По степени пожарной опасности помещений сушильная часть машины относится к категории «В», то есть к производствам, связанным с получением твердых сгораемых веществ (ОНТП-24-86).

В зале КДМ обеспечена безопасная эвакуация людей в случае возникновения пожара, через вспомогательные выходы.

Для предотвращения нагрева подшипников предусматривается централизованная система смазки.

Для своевременного и быстрого тушения возникшего пожара предусмотрена спринклерная система пожаротушения, связанная с системой полуавтоматического пожаротушения. При возникновении пожара прекращают подачу массы на стенку, выключают систему вентиляции и снижают рабочую скорость машины до вспомогательной. В то же время перекрывается регулирующий клапан на главном паропроводе.

В зале установлена также дублирующая система пожаротушения с автономным питанием. Кроме спринклерной системы пожаротушения, первичными средствами являются огнетушители для КДЦ.

В зале КДМ установлен противопожарный режим, соблюдение которого является наиболее рациональным средством в борьбе с пожарами.

Предусмотрено место для хранения смазочного материала, отводятся площадки для курения.

В процессе подготовки массы для производства картона технологической схемой предусмотрена ее многоступенчатая очистка от посторонних включений.

Отходы, не используемые в производстве, образуются при распаковке кип целлюлозы и макулатуры, роспуске и очистке массы в

гидроразбивателях. Все твердые отходы собираются и направляются автотранспортом на свалки, где сжигаются.

Количество отходов зависят от количества исходного сырья и составляет до 11% его веса.

Технологической схемой производства картона предусмотрено в качестве свежей использование сточных вод БК «Коммунар» и собственных стоков используется три вида вод:

- В1 (концентрация взвешенных веществ не более 15 мг/л).

Сточная вода БКФ «Коммунар», прошедшая очистку на флотационных и скребковых ловушках очистных сооружений БКФ «Коммунар», поступает на производство в бассейны №127 и №130 и используется в охлаждении электрических двигателей дисковых мельниц и диспергаторов, охлаждение холодильных цилиндров и накатов.

- В2 (концентрация взвешенных веществ не более 5 мг/л).

Вода В1 дополнительно очищенная на песчаных фильтрах цеха водоподготовки комбината поступает на производство в бассейн №124 и используется на уплотнение сальников пульсационных мельниц, спрыски ГДУ, камеры турбосепараторов, и на насосы высокого давления для промывки силой.

- ВЗ (концентрация взвешенных веществ не более 20 мг/л) – сточная вода картонного производства, прошедшая биологическую очистку и очистку на микрофильтрах цеха водоподготовки.

Поступает на производство в бассейн №135 и используется на уплотнение всех насосов РПО, спрыски вибросортировок, промывку полов, для промывки сукон поворотного пресса, ГРВ наката, в гауч-мешалке.

Тепло, выделяющееся от картоноделательных машин, в процессе сушки картона используется в теплорекуперационных агрегатах для следующих целей:

- нагрев воздуха, подаваемого в зал КДМ в холодное время года.

- нагрев воздуха, подаваемого в сушильную часть КДМ.

- нагрев воды для технологических нужд.

Конденсат от сушильной части машины собирается на станции перекачки и отправляется на ТЭЦ.

При производстве коробочного картона вредные пылегазовые выделения в атмосферу отсутствуют, поэтому для защиты воздушного бассейна от загрязнений специальные мероприятия, за исключением внутрицеховой уборки, не предусматриваются.

Предлагаемые способы ликвидации факторов вредных и опасных условий труда:

1. Установка машин для очистки и кондиционирования воздуха для приведения значений температуры и влажности на рабочих местах до допустимых значений, а так же увеличение мощности общеобменной вентиляции для повышения коэффициента воздухообмена до требуемой по условиям труда величины.

2. Для снижения уровня средне- и высокочастотного шума возможно установить над источниками данного вредного фактора шумоподавляющие колпаки, которые параллельно будут снижать и недопустимо высокие скорости движения воздуха в КДЦ. Также необходимо обязательное использование персоналом на рабочих местах индивидуальных средств защиты от шума.

3. Для повышения уровня освещенности на рабочих местах требуется установить дополнительные источники света в виде люминесцентных ламп в защитных колпаках.

4. Рекомендуется ограничить время нахождения персонала на рабочих местах в связи с вредными и опасными условиями труда в КДЦ.

При опасности обрушения здания включается аварийная сигнализация, автоматика перекрывает главную паровую задвижку, открываются аварийные спускные клапана.

Прекращается подача массы на стенку, из водоотделителей сливается конденсат, происходит полная остановка машины, основных и вспомогательных механизмов.

Немедленно производится эвакуация персонала через пожарные выходы в соответствии с инструкцией по безопасности.

Перечень использованной литературы

П.А. Жучков, В.И. Саунин – Тепловой и гидравлический режимы бумагоделательных и картоноделательных машин, 1972 г.

П.А. Жучков – Тепловые процессы в целлюлозно-бумажной промышленности

А.П.Бельский – Сушильные установки, 1974

Теплотехнический справочник т.1 и 2, 1976

Л.М.Бойков – Теплотехника целлюлозно-бумажного производства

Б.М.Левитан – Вентиляция на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности, 1972г.

В.Ф.Максимов – Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности, 1977г.