# Инструкция на контейнерную конвективную камеру сушки и термомодификации древесины «Энергия-Ставрополь ТМ».

Камера конвективного типа в контейнерном исполнении « Энергия-Ставрополь ТМ» предназначена для:

- сушки пиломатериала лиственных и хвойных пород по технологии и режимам «Энергия-Ставрополь», разработанным в соответствии с рекомендациями ГОСТ 19773-84 и « Руководящих технических материалов по технологии камерной сушки древесины». Архангельск. ЦНИИМОД. 1985г. для газовых камер периодического действия;

- сушки и последующей термообработки (термомодификации- ТМД) без перезагрузки пиломатериала лиственных и хвойных пород по технологии «Энергия-Ставрополь»;

- только термообработки (термомодификации) сухого пиломатериала лиственных и хвойных пород по технологии «Энергия-Ставрополь»;

## ВВЕДЕНИЕ

Термическая обработка древесины ( т.н. термомодификация древесины- ТМД ) проводится при необходимости как дополнительный этап после завершения сушки пиломатериала в той же (изначально специально для этого оборудованной) конвективной камере, исключая тем самым из технологической цепочки процесс перезагрузки.

Сушка и последующая ТМД производится в безкислородной среде продуктов сгорания природного или сжиженного ( СУГ ) газа. Сушка- продолжительность для пиломатериала толщиной 50 мм: твёрдолиственных пород – до 15 сут (дуба- до 24 сут), хвойных- до 7 сут. Температура агента циркуляции в процессе сушки – от 50 °С до 100°С. Относительная влажность агента сушки на начальном её этапе поддерживается на уровне 100 %, далее она плавно снижается до 25%. Процесс сушки осуществляется по технологии ООО "Энергия-Ставрополь" для бескалориферных конвективных камер сушки пиломатериала периодического действия.

ТМД- продолжительность этого этапа может достигать 24-96 ( и даже более для некоторых сочетаний параметров порода/толщина ) часов в зависимости от породы, толщины доски и требуемой степени структурных изменений материала. Температура при ТМД может для некоторых пород достигать 200°С. Термообработка проводится также по нашей технологии.

При термообработке древесина приобретает повышенную стойкость к воздействию влаги, грибков и микроорганизмов, однако становится более хрупкой. Зачастую использование термомодифицированной древесины (или просто- термодревесины) обуславливается её эстетической привлекательностью. Визуальным проявлением проходящих в процессе ТМД изменений структуры и химического состава древесины является изменение её цвета по всей толщине сортамента. Цветовая гамма от естественной до тёмно-коричневой окраски определяется в основном продолжительностью и температурой термообработки- от 150° до 200°С. Проведение в наших камерах сушки и ТМД в условиях равномерной мощной циркуляции, создаваемой маршевыми вентиляторами, обеспечивает уникальную однородность достигаемых структурных и цветовых изменений исходного пиломатериала, а обязательное использование прижимов или стяжек штабеля на общее усилие до 3-4 тн – отсутствие коробления и других деформаций.

При необходимости в процессе ТМД допускается также подача в камеру через распылители необходимого количества воды для получения технологического пара. Вопреки множеству мифов присутствие пара не сказывается на протекании и результатах процесса ТМД . Проницаемость древесины для газов крайне мала и за время протекания процесса ТМД 1-3 сут внутренние слои даже «не догадываются» о составе наружной среды и реагируют только на повышение температуры. Повышенная температура вызывает частичную деструкцию материала и соответственно- движение к поверхности потока образовавшихся пиролизных газов и водяного пара от испарения остаточной влаги древесины. Поток газов дополнительно блокирует влияние внешней среды на протекание процесса ТМД .

Темп изменения температуры при проведении собственно процесса термообработки от начальной t=100°С до конечной t= (150-170)°С влияет на скорость «досушки» древесины от влажности w= (6-8)% до практически нулевой w≈ 0% и обусловленные этой скоростью напряжения в центральных слоях сортамента. Правильная технология ТМД ограничивает темп изменения температуры и тем самым возникающие напряжения ниже опасных значений.

Безкислородная среда в сочетании с наличием дополнительного пара обеспечивает лишь пожарную безопасность при режимах с температурами  180°С и выше. Использование в качестве энергоносителя природного газа или СУГ обеспечивает низкие удельные затраты на единицу продукции и полную автоматизацию процесса, а в случае СУГ- независимость от газоснабжающих и контролирующих организаций.

Расход на сушку и дальнейшую термомодификацию1 куб.м. твёрдолиственной древесины толщиной 50 мм ориентировочно составляет - 40 кВт*час электроэнергии и 40 л пропана (или 50 куб.м природного газа). Для газоснабжения СУГ используется рампа низкого давления ( 3 кПа ) на 10-15 баллонов 50 л пропана, присоединяемых к рампе через малогабаритные регуляторы давления РДГ-6 ( т.н «лягушки» ).

## ОПИСАНИЕ КАМЕРЫ

Камеры выполняются на базе 20-ти и 40-ка фут контейнеров, утепленных 100 м м слоем минваты. Ворота и внутренние поверхности контейнера по слою  утеплителя с внутренней стороны обшиты нержавеющим металлом и тщательно герметизированы на стыках высокотемпературным герметиком. Уплотнение ворот выполнено  высокотемпературным силиконовым профилем.

Рис.1 .Внешний вид со стороны задней стенки (без шкафов управления).

Камеры оборудованы внутренними, наружными откидными и наружными стационарными рельсовыми путями для перемещения  штабеля пиломатериала, укладываемого на входящую в комплект поставки тележку. В комплект поставки входит также набор пружинных стяжек для верхних слоёв штабеля, обеспечивающих сохранение их геометрии.  Дополнительная нагрузка предусмотрена до 3-х тн.

Рис.2 .Подштабельная тележка на выкатных путях.

Рис. 3. Внешний вид с загрузочой  стороны.

Рис.4. Тележка и откидные рельсы.

Рис.5. Общий вид с закаченной подштабельной тележкой.

Циркуляция агента сушки обеспечивается двумя маршевыми вентиляторами, приводимыми во вращение электродвигателями через удлинённые валы. Таким образом электродвигатели вынесены из зоны повышенных температуры и влажности.

Рис.6.  Длинный вал маршевого вентилятора.

Рис.7. Маршевые вентиляторы .

Нагрев агента сушки осуществляется с помощью газового нагревателя ( природный или сжиженный газ ) с открытой камерой сгорания;

Увлажнение агента сушки не требуется , т.к за счёт поступления в камеру влаги от сгорания топлива и от испарения с поверхности пиломатериала в первые 3-5 сут сушки относительная влажность  газовой среды «φ» естественным образом поддерживается на уровне φ=100%. Осушение агента сушки осуществляется путём подсоса наружного воздуха через регулируемый шибер в зону разрежения маршевых вентиляторов. Контроль текущей средней влажности пиломатериала производится по значению установившейся в камере относительной влажности

агента сушки «φ». Удаление отработанного агента сушки происходит естественным путём через отводящий патрубок под действием небольшого избыточного давления, возникающего в камере при испарении влаги из пиломатериала, а также от поступающих во внутренний объём продуктов сгорания.

## УСТАНОВКА КАМЕРЫ И РЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ.

Для установки камеры и наружных рельсовых путей подготавливается горизонтальная площадка. Сама камера устанавливается на четыре угловых бетонных опоры с уклоном в сторону задней стенки 3-5 см для облегчения закатывания внутрь штабеля и уклоном к сливному отверстию 2-3 см. От сливного отверстия и от ворот рекомендуется обустроить отвод в канализацию или дренаж. Наружные рельсовые пути являются продолжением внутренних рельсовых путей и отнесены от них на длину съёмной рельсовой секции. Они устанавливаются горизонтально по уровню на бетонные опоры с закладными стальными пластинами толщиной 4 мм. Опоры располагаются на расстоянии примерно 600-700 мм друг от друга. Крепление к закладным элементам выполняется на сварке. Для съёмной рельсовой секции необходимо предусмотреть её опирание на бетонную опору в центральной её части. За наружными рельсовыми путями рекомендуется закрепить лебёдку с тяговым усилием 2-3 тн для выкатывания штабеля. Закатывание штабеля в камеру производится вручную.

При загрузке штабеля несколько верхних слоёв стягиваются посредством шести пар пружинных стяжек. Пружины перед установкой растягиваются на 7-8 см попарно с помощью домкратов. Установка их на поперечины производится одновременно с двух сторон путём отпускания домкратов.

Перед закрыванием ворот должна быть установлена центральная стойка, входящая в комплект поставки.

## ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ И ТМД.

Управление процессом сушки осуществляется с помощью программируемого электронного регулятора ТРМ 251, работающего автономно или в составе компьютерной системы управления. Датчиковые средства включают в свой состав: датчик температуры агента сушки- термопреобразователь сопротивления- ДТС100П и электронный датчик влажности агента сушки ДВТ-03.Т.

## Процесс сушки.

проводится по технологической программе из 4-х шагов. На первом шаге температура газовой среды «t» поддерживается на заданном уровне в диапазоне температур t=(57-65) °С, относительная влажность агента сушки “φ» естественным образом поддерживается на уровне φ=100% в течение примерно 4-5 сут, затем начинает падать с темпом «Δφ/Δτ» около Δφ/Δτ =10% в сутки. Если этого не происходит, необходимо обеспечить подсос наружного воздуха в камеру в достаточном количестве. Для этого приоткрывается шаровый кран притока. При относительной влажности φ >94% питание на прибор ДВТ-03.Т во избежание выхода из строя его датчика подаётся в течение 1 мин с перерывом в 10- 12 час (периодически нажимается кнопка «Питание ДВТ»). При φ<94% питание подаётся в непрерывном режиме ( включить автомат «Питание ДВТ»). Переход на второй шаг производится в соответствие с «Руководством по эксплуатации» прибора ТРМ 251 по команде оператора при достижении значения φ=75%. На втором шаге температура t поддерживается на заданном уровне в диапазоне температур t=(61-69) °С, относительная влажность агента сушки продолжает падать с тем же темпом около Δφ/Δτ ≈10% в сутки. Переход на третий шаг производится по команде оператора при достижении значения φ=45%. На третьем шаге температура t поддерживается на заданном уровне в диапазоне температур t=(77- 85) °С, относительная влажность агента сушки продолжает падать с тем же темпом около Δφ/Δτ ≈10% в сутки. Переход на четвёртый шаг производится по команде оператора при достижении значения φ=25%. На четвёртом шаге температура t=100°С поддерживается в течение 24 час после достижения уровня 100 °С.

Уровни заданных температур на каждом шаге определяются породой древесины и толщиной пиломатериала.

## Процесс термообработки.

проводится по технологической программе на 5-м её шаге.

Переход на пятый шаг производится по команде оператора после ОБЯЗАТЕЛЬНОГО извлечения из камеры датчика влажности во избежание выхода его из строя. На пятом шаге- собственно термообработка- регулятор ТРМ 251 в течение 3-4 сут (и даже более) обеспечивает линейный рост температуры «t» от t=100° до заданной температуры в диапазоне t=(150-170)°С и при достижении этой температуры поддерживает её неизменной в течение 1 сут. На этом процесс ТМД заканчивается и прибор переходит в режим СТОП.

## Управление влажностным режимом сушки.

Поддержание заданной относительной влажности агента сушки осуществляется управлением подачей наружного сухого воздуха через регулировочный кран или шибер. Шибер открывается при необходимости осушения и закрывается при необходимости увлажнения. Контроль процесса осушения осуществляется по изменению показаний прибора ДВТ-03Т.

## РАБОТА ОБОРУДОВАНИЯ.

Для запуска в работу газового нагревателя с открытой камерой сгорания сушильной установки необходимо выполнить следующие операции:

## Газовый шкаф:

- открыть кран 1 подачи газа в газовом шкафу;

- при необходимости произвести продувку подводящих газовых магистралей, открыв кран 2 продувки на 30-40 сек;

- открыть кран 6 подачи газа на боковую горелку;

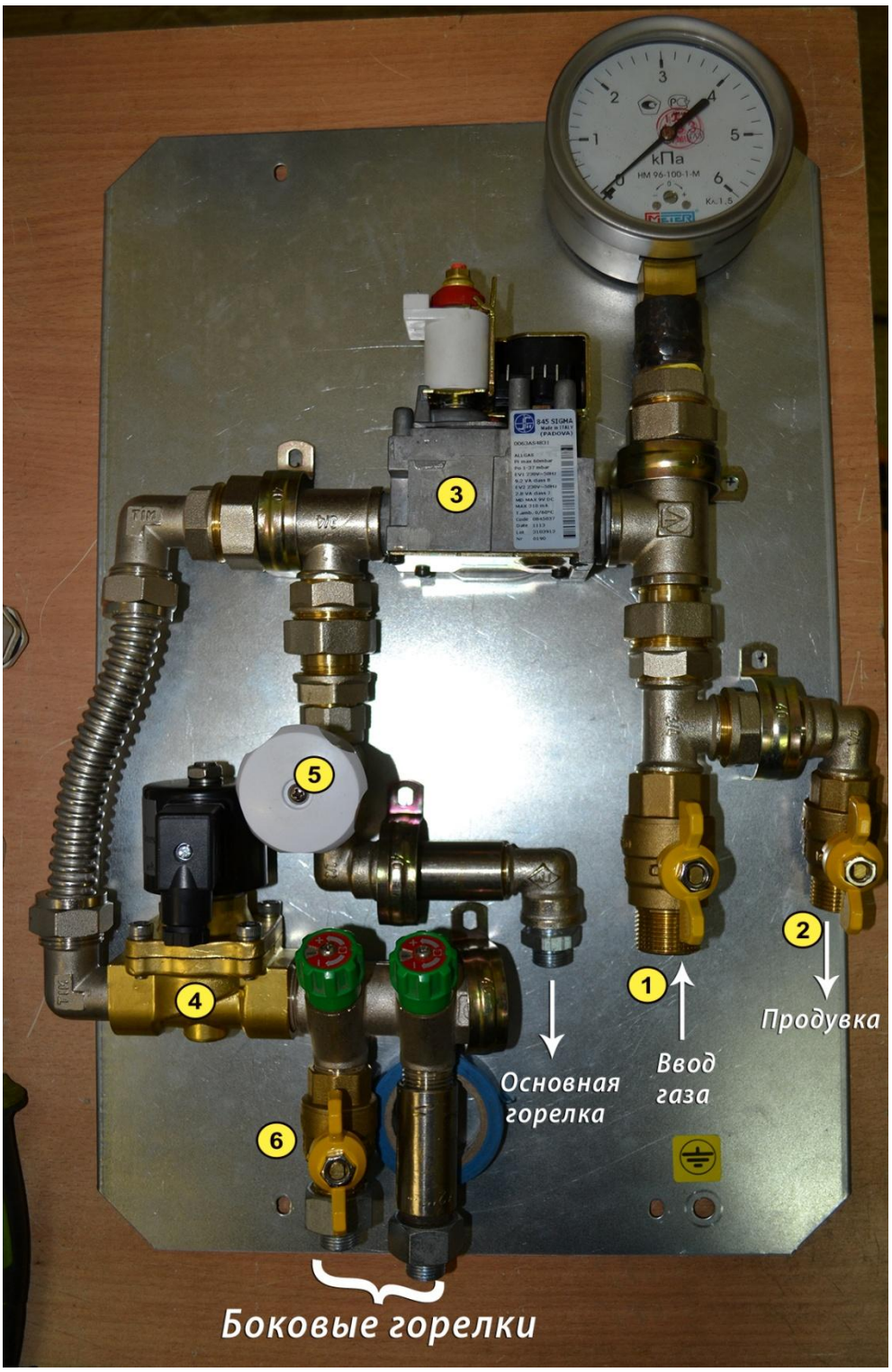


Рис. 8. Газовый шкаф.

1- кран подачи газа; 2- кран продувки подводящих магистралей ( на «свечу»); 3- газовый клапан SIT 845; 4- клапан электромагнитный КЭГ-20; 5- кран регулировки основной (центральной горелки); 6- кран отключения одной боковой горелки; зелёным цветом обозначены краны регулировок боковых горелок.

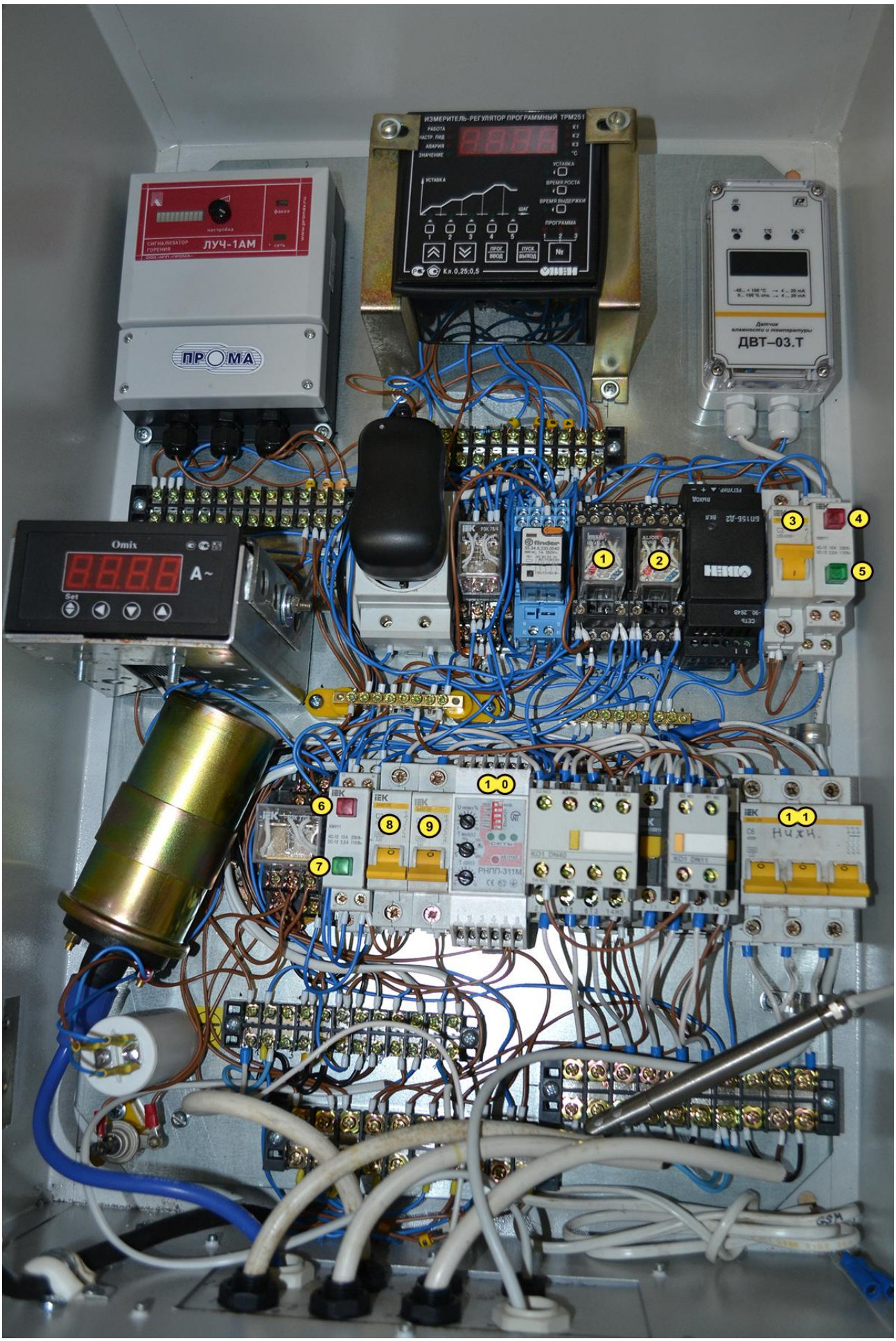
ИЗМЕРИТЕЛЬ-РЕГУЛЯТОР ПРОГРАММНЫЙ ТРМ251
РАБОТА
НАСТР. ПИД
АВАРИЯ
ЗНАЧЕНИЕ
УСТАВКА
ВРЕМЯ РОСТА
ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ
ПРОГРАММА
ПРОГ ВВОД
ПУСК ВЫПОД
Кл.0,25;0,5
СИГНАЛИЗАТОР ГОРЕНИЯ
ЛУЧ-1АМ
настройка
ПРОМА
Omix
A~
Set
Датчик влажности и температуры
ДВТ-03.Т
Finder
РНПП-311М
НИХИ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Рис.9.  Шкаф управления.

1- лампа индикации аварии реле ТРМ; 2- лампа индикации аварии реле Omix; 3- автомат «питание ДВТ»; 4- кнопка «сброс ТРМ», её подсветка-  лампа индикации «авария ТРМ»; 5- кнопка «Питание ДВТ», её подсветка- лампа индикации «питание ДВТ»; 6- кнопка «сброс Omix», её подсветка- лампа индикации «авария Omix»; 7- лампа индикации «питание поджиг»; 8- автомат «питание поджиг»; 9- автомат «питание собственных нужд (СН)»; 10- реле контроля напряжения РНПП-311М; 11- автомат «Ввод».

## Шкаф управления:

- включить автомат 11 «Ввод»;

- включить автомат 9- «Собственные нужды» и автомат 3- «Питание ДВТ»- при этом включаются приборы «Omix», «Луч-1АМ», «ДВТ-03.Т» и «ТРМ  251» и высвечиваются их панели, загорается зелёная лампа 5- «питание ДВТ»;

- включить автомат 8- «Поджиг», при этом загорается зелёная лампа 7- «питание поджиг»;

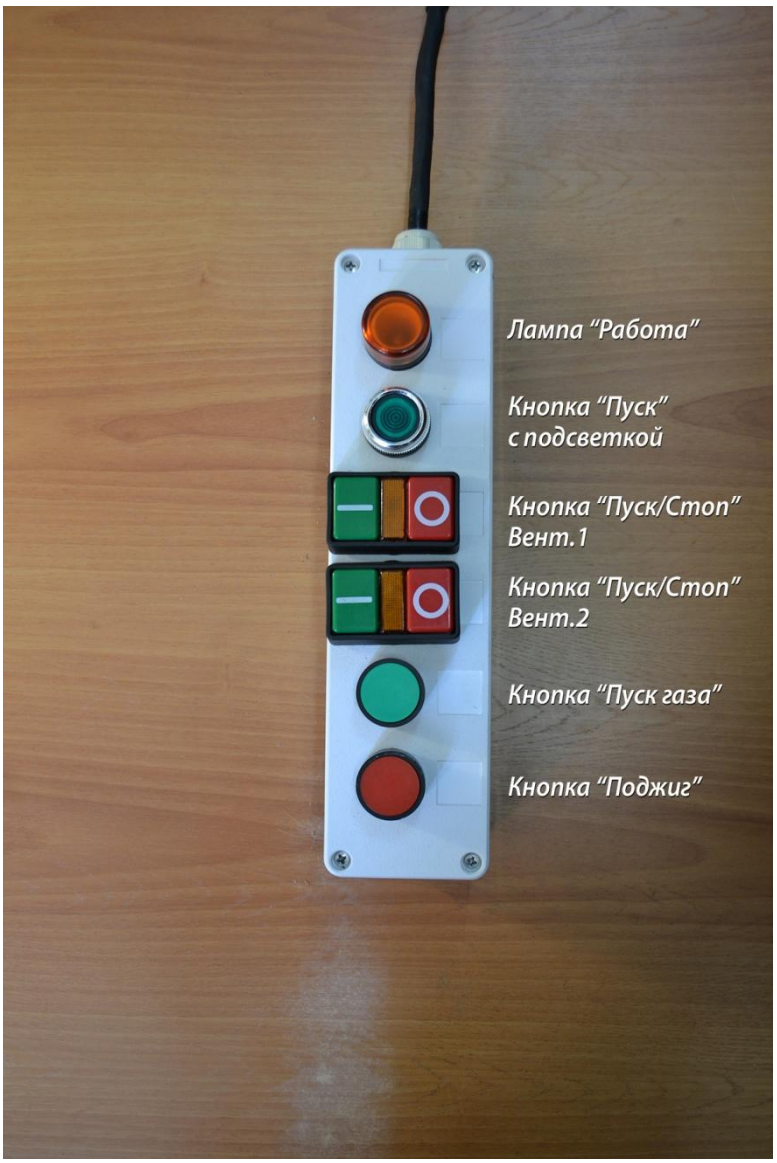


Рис.10. Выносной пульт управления

## Выносной пульт управления:

- нажать кнопку «Пуск», при этом загорается её подсветка;

- нажать и удерживать кнопку «Пуск газа», при этом на основную (центральную) горелку подаётся газ для горения;

- не отпуская кнопу «Пуск газа», нажать кнопку «Поджиг» не более чем на 5 сек, при этом загорается пламя основной горелки;

- удерживая нажатой кнопку «Пуск газа», включить маршевый вентилятор 1, затем маршевый вентилятор 2 (соответствующие кнопки «Пуск»);

- при загорании лампы «Работа» отпустить кнопку «Пуск газа».

- выключить в шкафу управления автомат 8- «Поджиг»;

## Шкаф управления:

- в соответствии с «Руководством по эксплуатации» прибора ТРМ 251 выбрать необходимую программу сушки и включить его в работу;

- при индикации значения относительной влажности агента сушки 95% и более- отключить автомат 3 «Питание ДВТ». В дальнейшем снимать показания с ДВТ, включая его через каждые 10-12 час на короткое время порядка 1 мин кнопкой 5- «Питание ДВТ» вплоть до снижения относительной влажности агента сушки а камере ниже 94%. После этого можно включить автомат 3- «Питание ДВТ» и проводить измерения в непрерывном режиме;

## Регулировка настроек «Omix»:

- производится в соответствии с «Руководством по эксплуатации». Настраиваемые параметры:

Верхняя уставка сигнализации AH= 120%, нижняя уставка сигнализации AL=80%, гистерезис сигнализации dF=1,0%, задержка сигнализации dt=60 с, коэффициент трансформации Ct=1 , экранирование входного сигнала Scr=5,0 %.

Прибор измеряет силу тока, потребляемого из сети двумя электродвигателями маршевых вентиляторов и контролирует этот параметр в допустимом диапазоне значений. При недопустимом отклонении потребляемого тока от нормального значения прибор выдаёт аварийный сигнал.

## Регулировка чувствительности «Луч-1АМ»:

- производится в соответствии с «Руководством по эксплуатации» изменением чувствительности прибора при наличии пламени основной горелки до появления сигнала «факел» потенциометром «настройка»;

## Программирование и управление регулятором ТРМ 251:

Программный ПИД- регулятор предварительно настроен изготовителем. Настроены общие параметры прибора, не подлежащие изменению Заказчиком ( параметры регулятора- ON/OFF, HYS=1°C; устройства сигнализации- SH=SL=5°C; входов; сетевые настройки; дополнительные параметры) . Также настроены каждая из трёх Программ технолога для сушки и

термомодификации. На каждом шаге заданы ( SP, t.rS, t.Stb ) - уставка температуры SP в °C, время выхода на уставку (время роста) - t.rS в часах, время выдержки- t.Stb в часах.

- Программа 1: шаг 1- (57; 0; 240), шаг 2- (61; 0; 240), шаг 3- (77; 0; 240), шаг 4- (100; 48; 240), шаг 5- (150; 72; 24).

- Программа 2: шаг 1- (61; 0; 240), шаг 2- (65; 0; 240), шаг 3- (82; 0; 240), шаг 4- (100; 36; 240), шаг 5- (160; 84; 24).

-Программа 3: шаг 1- (65; 0; 240), шаг 2- (69; 0; 240), шаг 3- (86; 0; 240), шаг 4- (100; 30; 240), шаг 5- (170; 90; 24).

## Регулировка настроек «ТРМ 251»:

- производится при необходимости Заказчиком в соответствии с «Руководством по эксплуатации» прибора ТРМ 251. Настройке в каждой из трёх Программ технолога могут подлежать только параметры шагов : ( SP, t.rS, t.Stb ) .

- переход с шага на шаг осуществляется по команде оператора. Переход на шаг 2 производится при «φ»= 75%, переход на шаг 3- при «φ»= 45%, переход на шаг 4- при «φ»= 25%, переход на шаг 5 производится через 24 часа после достижения t= 100°C. Перед переходом к процессу собственно термомодификации на шаг 5 :

ОБЯЗАТЕЛЬНО ИЗВЛЕЧЬ ИЗ КАМЕРЫ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ и отключить его питание.

## Регулировка настроек горения

Регулировки производятся для получения голубого пламени основной и боковых горелок с помощью :

-вращающихся дисков на соплах горелок, путём изменения подачи воздуха для горения;

- регулировочных кранов: 5- основной (центральной) горелки и двух кранов зелёного цвета на подводках боковых горелок путём изменения подачи газа на каждую из горелок, вплоть до его полного перекрытия;

Управление работой нагревателя производится по алгоритму БОЛЬШОЕ/МАЛОЕ горение. Центральная горелка работает постоянно. Боковые горелки включаются и выключаются газовым клапаном КЭГ-20 и работают в режиме ON/OFF. ON- режим БОЛЬШОЕ горение- боковые горелки включены, OFF- режим МАЛОЕ горение- боковые горелки выключены.

Целью регулировки является достижение устойчивого горения как основной ( центральной) , так и боковых горелок без отрыва и проскока пламени при работе регулятора ТРМ251, т.е. при периодическом подключении и отключении боковых горелок.

При избыточной тепловой мощности для режима ON- можно отключить одну из боковых горелок, закрыв её кран подачи газа. При избыточной тепловой мощности для режима OFF- часть горелки перекрывается хомутом из нержавеющей стали, устанавливаемым через асбестовую прокладку. Эта операция выполняется после снятия панели горелок. Хомут изготовляется из нержавеющей стали по образцу штатного. Выполнение данной операции следует поручить специалистам предприятия- изготовителя.

Рис. 11. Панель горелки.

## АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ.

Газовый клапан автоматически отключает подачу газа на горелки при возникновении следующих аварийных ситуаций:

-перерыв в газо- или электроснабжении;

-погасание пламени основной горелки;

-обрыв или короткое замыкание датчика температуры регулятора ТРМ 251;

-повышение  температуры агента сушки сверх заданного диапазона;

-недопустимое понижение или повышение нагрузки на валах электродвигателей маршевых вентиляторов;

При возникновении аварийных ситуаций отключаются также маршевые вентиляторы.

### Индикация аварийных ситуаций:

- перерыв в газоснабжении или погасание пламени основной горелки не индицируется;

- перерыв или нарушение электроснабжения индицируется свечением соответствующих индикаторов реле РНПП-311 (см. «Руководство по эксплуатации») и одновременно на табло ТРМ 251 как авария «Е 220»;

- неисправность датчиков температуры (Вход 1) и влажности (Вход 2) индицируется на табло ТРМ 251 как соответствующая авария ( см. стр. 62 «Руководства по эксплуатации») и одновременному свечению глазка реле ТРМ251 и одновременно подсветке красной кнопки «Сброс ТРМ»;

- повышение температуры агента сушки сверх заданного диапазона индицируется по свечению индикатора К2 ТРМ251 (после снижения t индикатор К2 гаснет), глазка реле ТРМ251 и подсветке красной кнопки «Сброс ТРМ»;

- недопустимое понижение или повышение нагрузки на валах электродвигателей маршевых вентиляторов индицируется по свечению глазка реле «Omix» и одновременно подсветке красной кнопки «Сброс Omix»;

Устранение причин и сброс аварий производится следующим образом:

- восстановление газоснабжения определяется по показаниям манометра в газовом шкафу. Для СУГ – примерно 3 кПА, для природного газа- примерно 1 кПа;

- при восстановлении электроснабжения реле РНПП-311 перестаёт индицировать аварию, однако на табло ТРМ 251 продолжает индицироваться авария «Е 220», для её сброса необходимо нажать кнопку «Пуск/Выход» и затем кнопку «Сброс ТРМ»;

- после восстановления работоспособности датчиков необходимо нажать кнопку «Пуск/Выход» ТРМ 251 и затем кнопку «Сброс ТРМ»;

- после выяснения причин повышения температуры в камере сверх заданного диапазона необходимо нажать кнопку «Сброс ТРМ»;

- после выяснения причин недопустимого понижения или повышения нагрузки на валах электродвигателей маршевых вентиляторов необходимо нажать кнопку «Сброс Omix»;