

# ПАРОКОНДЕНСАТНЫЕ СИСТЕМЫ BAVIERA

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Пароконденсатная система (ПКС) Бавьера, предназначенная для использования на гофроагрегатах, позволяет добиться не только эффективного использования энергии, но и повысить эффективность всего производственного процесса.

В ПКС Бавьера конденсат удаляется под высоким давлением и при высокой температуре и подается обратно в бойлер, снижая при этом потребление энергии.

Контроль давления на всех участках гофроагрегата происходит с помощью цифрового дистанционного управления, что позволяет значительно снизить количество брака и улучшить качество продукции. Это особенно актуально при использовании бумаг с низкой массой  $1\text{м}^2$ , а также макулатурных бумаг (для улучшения впитываемости клея мы предлагаем обратную регулировку давления на сушильном столе).

Несколько регуляторов гарантируют удаление конденсата при любых условиях, обеспечивая оптимальную теплопередачу.

Пароконденсатная система, разработанная компанией Бавьера, с используемым в ней усовершенствованным оборудованием (змеевики, гибридные конденсатоотводчики, насосы и т.д.), может работать без технического обслуживания длительное время.

## **2. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА**

В ПКС Baviera на весь гофроагрегат подается острый пар. Каждый вал, или коллектор пара, оснащен индивидуальным гибридным конденсатоотводчиком или змеевиком, который обеспечивает максимальный нагрев гофроагрегата.

### **2.1. Сушильный стол. Змеевики.**

Змеевики являются надежными конденсатоотводчиками без подвижных элементов. Они имеют длительный срок службы и не требуют технического обслуживания.

Змеевики обеспечивают непрерывное удаление конденсата и одновременно постоянную и контролируемую подачу пара.

Подробное описание змеевиков и их работы Вы найдете далее.

### **2.2. Гофропрессы и подогреватели. Гибридные конденсатоотводчики.**

Для разработки гибридного конденсатоотводчика использовались 2 типа конденсатоотводчиков:

1. конденсатоотводчик со свободным шаром
2. змеевик Baviera

В результате комбинирования свободного шара со змеевиком Baviera появился высокоэффективный гибридный конденсатоотводчик с длительным сроком службы, не требующий технического обслуживания и обеспечивающий оптимальную теплопередачу и экономию энергии.

### **3. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА**

#### **3.1. Рекуперация конденсата при высоком давлении. CRU**

ПКС Baviera являются замкнутыми пароконденсатными системами. В устройствах рекуперации конденсата (CRU) горячий конденсат рекуперирован при высоком давлении, после чего конденсат подается обратно в бойлер, без потери энергии.

Этот принцип работы обеспечивает экономию энергии и тем самым сокращает потребление топлива примерно на 20%. Как правило, CRU размещается в котельной.

Подробное описание CRU и принцип его работы Вы найдете далее.

#### **3.2. Рекуперация конденсата на сушильном столе. SPP и TSP**

ПКС Baviera оснащена электропневматическими паровыми насосами (SPP и TSP), которые позволяют свободно регулировать давление подачи пара на сушильный стол (или на гофропресс) при использовании замкнутой системы рекуперации конденсата под давлением.

Для перекачивания конденсата с сушильного стола или гофропресса в устройство рекуперации конденсата CRU в паровых насосах используется острый пар.

Подробное описание насоса SPP и его функционирования Вы найдете далее.

#### **4. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ГИБКОСТЬ**

ПКС Baviera обеспечивают полную эксплуатационную гибкость гофроагрегата, позволяя свободно регулировать давление пара без энергетических потерь.

Эксплуатационная гибкость особенно важна в сушильных столах при использовании бумаг с низкой массой  $1\text{м}^2$  и макулатурных бумаг (когда клей плохо впитывается в лайнер), а также в гофропрессах, особенно при работе с бумагами с низкой массой  $1\text{м}^2$  и мелким флютом.

#### **Устройство рекуперации конденсата (CRU)**

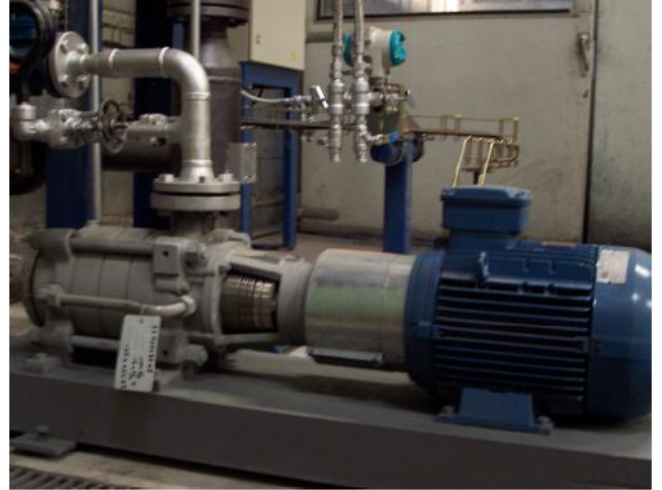
Для достижения экономии энергии и снижения расхода топлива необходима рекуперация конденсата под давлением с его **прямой повторной подачей в бойлер** и поддержанием высокой температуры.

Так как конденсат с валов и коллектора удаляется при высокой температуре и давлении, рекуперация конденсата под давлением, без разгерметизации и охлаждения (с производством пара), является лучшим способом энергосбережения и уменьшения расхода топлива.

При разработке конструкции системы рекуперации конденсата Baviera был использован 25-летний опыт работы в этой области. Благодаря нескольким системам регулирования эта система обеспечивает уменьшение энергозатрат и улучшение теплопередачи.

Все компоненты устройства рекуперации конденсата **имеют надежную конструкцию** и практически **не требуют технического обслуживания**.

Система рекуперации конденсата Baviera расположена в котельной. Она имеет вертикальный резервуар, герметизированный при 18 бар, в котором конденсат рекуперирован при давлении ок. 8 бар, после чего он подается в бойлер при температуре ок.  $175^{\circ}\text{C}$ .



Насос KSB подает горячий конденсат в бойлер, в нижнюю часть CRU. При этом механическое уплотнение насоса не нагревается выше 50°C за счет

того, что оно расположено далеко от перекачиваемой среды и охлаждается воздухом. За счет таких оптимальных эксплуатационных условий механического уплотнения насос имеет длительный срок службы и не требует технического обслуживания.

Система оснащена следующими устройствами регулировки:

- Регулятор уровня конденсата: регулятор уровня конденсата 4-20 мА воздействует на автоматический клапан, который расположен в насосе. Клапан М регулируется уровнем конденсата в CRU и уровнем конденсата в бойлере, если есть сигнал. В то время как клапан М регулирует поток подачи конденсата в бойлер, насос KSB работает в постоянном режиме.
- Регулятор перепада давления: Электронный и цифровой регулятор перепада давления позволяет контролировать и регулировать перепад давления в системе (основное давление подачи пара - давление регенерации конденсата).  
  
Регулятор перепада давления воздействует на автоматический клапан L, гарантируя, что в любой ситуации перепад давления в системе всегда будет выше заданного значения, которое обычно устанавливается на 4 бар. Именно это условие обеспечивает возможность достижения экономии энергии и оптимальной теплопередачи.
- Регулятор температуры конденсата: Регулятор температуры конденсата воздействует на автоматический клапан L. Это важно при пуске и останове машины. При открытии автоматического клапана L во время пуска происходит быстрая дегазация и удаление холодного конденсата через колодец для горячего конденсата, что обеспечивает более быстрый нагрев гофроагрегата. Во время останова регулятор температуры конденсата обеспечивает быстрый сброс давления и быстрое высушивание системы.
- Вторичное использование пара низкого давления: Если есть паровые устройства низкого давления (спрыски, воздушное отопление и т.д.), автоматический клапан Т подает пар на эти устройства, расположенные в верхней части CRU.

## Змеевик Baviera

Змеевики Baviera - это конденсатоотводчики из нержавеющей стали, не имеющие подвижных элементов. Они обладают очень длительным сроком службы и не требуют технического обслуживания. В ПКС Baviera каждый коллектор пара на сушильном столе оснащен отдельным змеевиком Baviera (или гибридным конденсатоотводчиком на каждую группу нагревательных плит). Змеевики специально разработаны для регулировки процесса постоянного удаления производимого конденсата и продувного пара (около 1-2%). Этот смешанный поток (конденсата и продувного пара) гарантирует оптимальную дегазацию и, как следствие, самую высокую температуру нагрева. Длина и маленький диаметр змеевика позволяют регулировать поток конденсата и продувного пара за счет создаваемого сопротивления. Таким образом, поток конденсата в установку, происходящий из-за перепада давления, замедляется (давление основного пара – обратное давление конденсата). Несмотря на то, что все змеевики имеют одинаковые размеры снаружи, их внутренние размеры (длина и диаметр) различаются в соответствии с необходимым потреблением пара. На чертежах и схемах номера или размеры всех змеевиков указаны для каждой конкретной позиции в гофроагрегате.



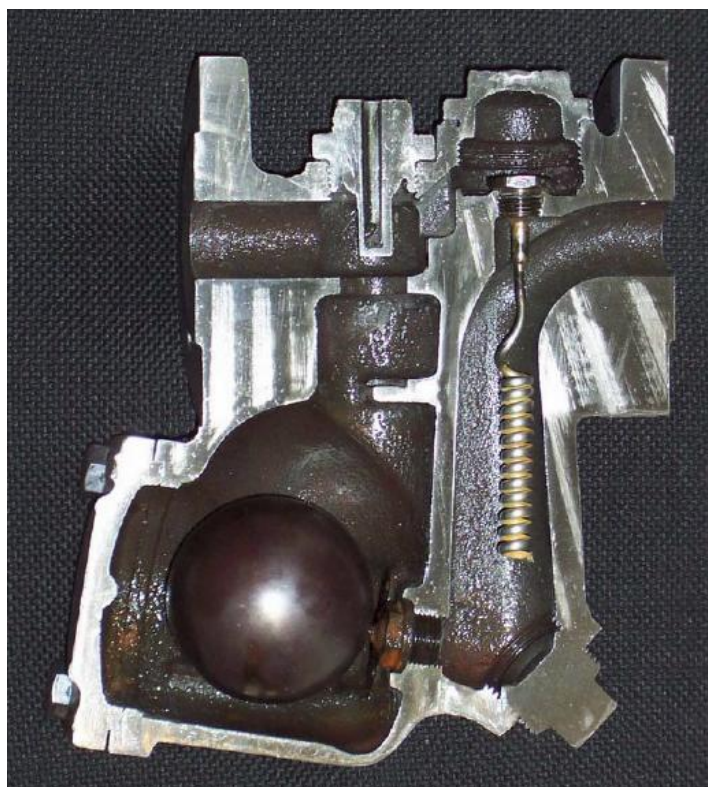
## Гибридный конденсатоотводчик

Гибридный конденсатоотводчик представляет собой комбинацию свободного шара и змеевика **Baviera**. Гибридные конденсатоотводчики имеют два механизма работы: свободный шар обеспечивает постоянный выход конденсата, а змеевик Baviera регулирует **продувку пара** до заданного объема.

Из-за вращения валов сифон (или внутренняя труба для сбора конденсата) подвержен небольшим вибрациям, которые часто нарушают его правильное положение. В результате этих вибраций он постоянно вбирает конденсат вместе с паром.

При таких условиях обычный продувной пар, свободный от конденсата, образует паровой блок и, как следствие, повышает толщину внутреннего конденсатного кольца, образующегося в результате центрифугирования конденсата при вращении валов.

Продувной пар (порядка 5% всего потребления пара на каждый вал), контролируемый змеевиком в гибридном конденсатоотводчике, постоянно удаляет паровые пробки, попадающие в сифон из-за вибраций, что предотвращает увеличение толщины конденсатного кольца и оптимизирует теплопередачу. Тем самым гибридные конденсатоотводчики обеспечивают более **быстрый нагрев** валов, большую производственную гибкость и экономию энергии.







## Рекуперация конденсата в сушильном столе, SPP

Использование **паровых насосов** для рекуперации конденсата в группах нагревательных плит сушильного стола обеспечивает одновременную **рекуперацию конденсата в замкнутом цикле** и абсолютно **свободную регулировку давления** в каждой группе нагревательных плит.

Принцип работы **электро-пневматического насоса** очень прост:

Когда регулятор уровня определяет, что конденсат достиг максимального уровня в резервуаре, клапан впрыска (VI) открывается и проталкивает конденсат с острым паром через обратный клапан на устройство рекуперации конденсата при высоком давлении. Этот цикл впрыска длится около 5-10 секунд, а цикл наполнения – около 3-7 минут (в зависимости от группы нагревательных плит и регулируемого давления, рабочей скорости и других параметров).

Сразу после цикла впрыска сборник или резервуар полностью опустошается, а разгрузочный клапан (VD) открывается на 5 секунд, чтобы уменьшить давление в резервуаре и запустить новый цикл наполнения.

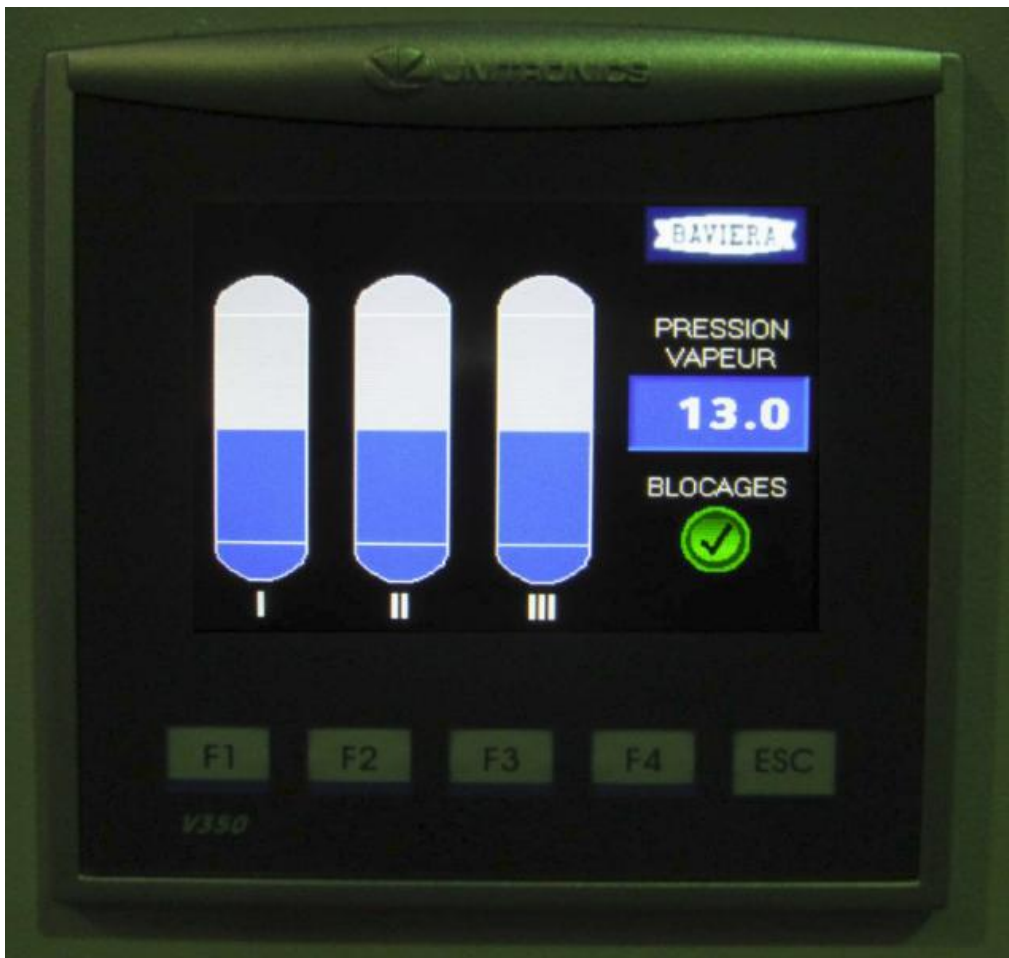
Кроме этого, есть **змеевик дегазации** (змеевик № 25), который непрерывно обеспечивает удаление неконденсируемых газов.

Таким образом, система рекуперации конденсата с электропневматическим паровым насосом имеет следующие циклы работы (время может варьироваться в зависимости от типа агрегата):

- Цикл №1: наполнение резервуара, длится от 3 до 7 минут.
- Цикл №2: закачивание с острым паром, длится от 5 до 10 секунд.
- Цикл №3: декомпрессия, длится 5 секунд.
- Весь цикл повторяется

Система снабжена клапаном VE, единственной целью которого является отвод атмосферного конденсата с групп нагревательных плит ночью (если гофроагрегат не работает в круглосуточном режиме) и при пуске гофроагрегата, когда еще не достигнуто минимальное давление.

Весь **процесс контролируется** с помощью **PLC**. Используются детали (обратные клапаны, VI, VD, змеевики) высокого качества, которые не требуют технического обслуживания. Таким образом, сложная система, состоящая из нескольких устройств рекуперации конденсата, также не требует технического обслуживания и не подвергается износу со временем.



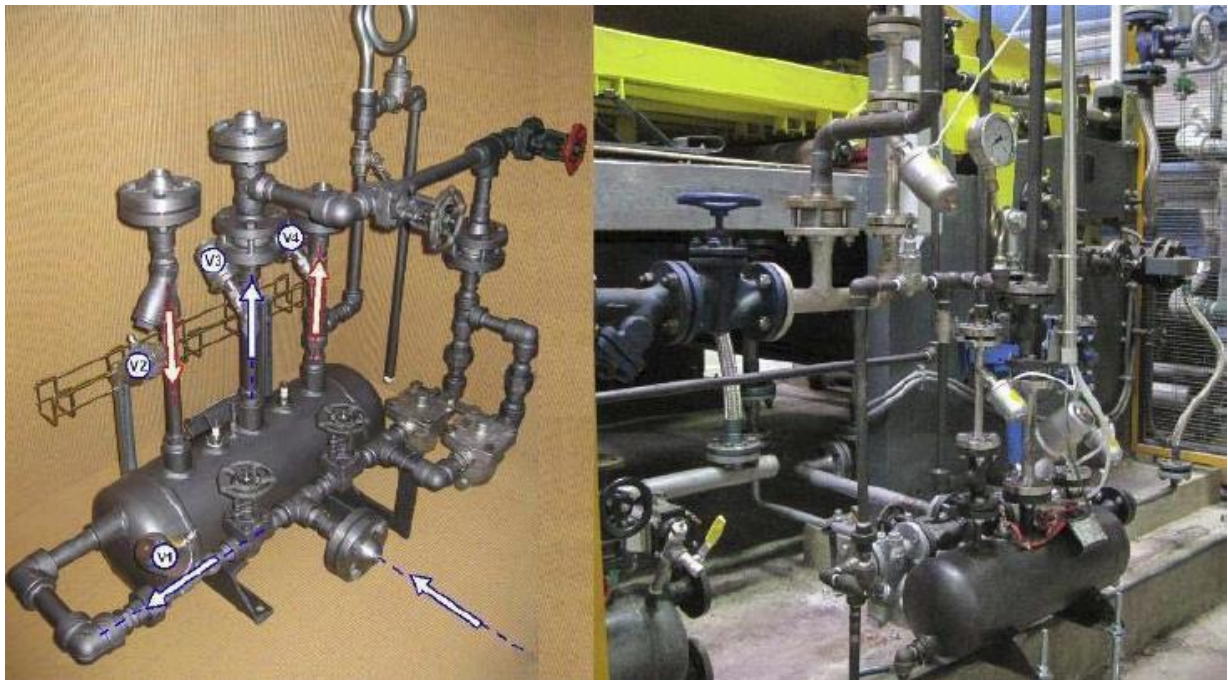
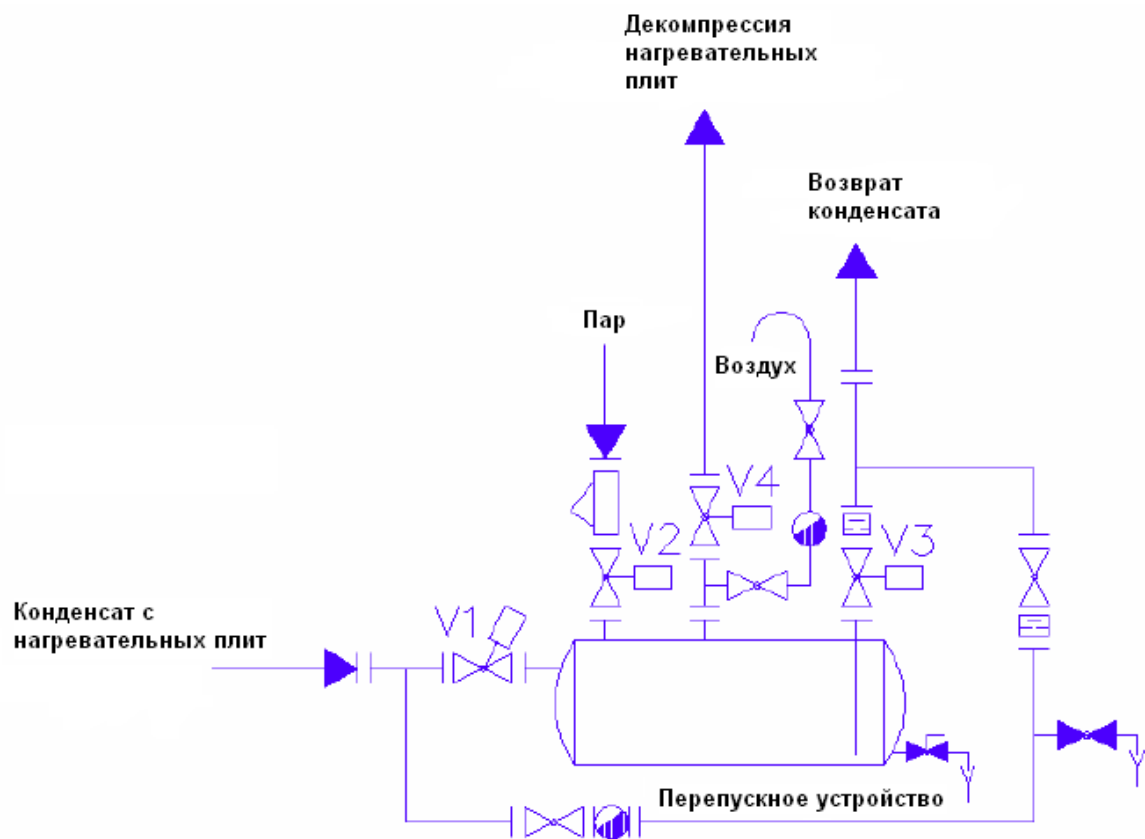
Дальнейшую информацию о TSP Baviera, Вы найдете в презентации:  
<http://www.rbaviera.com/TSPmovie.pps>

## TSP – ПАРОВОЙ НАСОС С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Паровой насос (TSP) с цифровым управлением обеспечивает возможность совмещения свободной и независимой регулировки давления широкого диапазона (0,3 бар – максимальное давление) с эффективной рекуперацией конденсата (рекуперацией конденсата при высоком давлении и высокой температуре). Паровой насос TSP представляет собой горизонтальный резервуар для конденсата, оснащенный автоматическими запорными клапанами, датчиками уровня конденсата и конденсатоотводчиками (поток в байпасе и удаление газа). Автоматические компоненты контролируются и регулируются с помощью PLC. Принцип работы TSP прост и состоит из следующих циклов:

- Цикл наполнения: конденсат поступает в пустой резервуар TSP (PLC оставляет открытыми выходной клапан [V3], клапан впрыска [V2], разгрузочный клапан [V4] и входной клапан [V1]). Уровень конденсата в резервуаре поднимается до максимальной отметки. При этом датчики уровня посылают информацию на PLC, где она отображается на сенсорном экране.
- Цикл прокачки: Когда максимальный уровень конденсата внутри резервуара достигнут, PLC закрывает клапан V1 и открывает клапаны V2 и V3. Конденсат проталкивается паром высокого давления обратно в устройство рекуперации конденсата. При достижении минимального уровня конденсата PLC закрывает V2 & V3.
- Цикл декомпрессии (разгрузки): Как только конденсатный резервуар опустошается, PLC открывает клапан V4 для осуществления обратной декомпрессии (по направлению к впускному отверстию для пара в группах нагревательных плит) на несколько секунд. После краткой разгрузки клапан V4 закрывается, а клапан V1 открывается и впускает новую порцию конденсата в резервуар (цикл наполнения).

TSP имеет конденсатоотводчик дегазации, удаляющий неконденсируемые газы. Весь этот процесс контролируется с помощью PLC. В TSP используются элементы (обратные клапаны, автоматические клапаны, датчик уровня, конденсатоотводчики) высокого качества из прочных материалов, не требующие технического обслуживания.



Дальнейшую информацию о TSP Вы найдете в презентации (где принцип работы показан с помощью анимации): <http://www.rbaviera.com/TSPmovie.pps>.

## ПАРОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ГОФРОПРЕССОВ, SPPSF

При работе с различными видами бумаг возникает необходимость регулировать давление пара в гофропрессах. Использование электро-пневматического парового насоса для рекуперации конденсата в гофропрессах позволяет совмещать рекуперацию конденсата под давлением в замкнутой системе с **абсолютно свободной регулировкой** давления пара в гофропрессах. Принцип работы **электро-пневматического парового насоса** очень прост:

Когда регулятор уровня показывает, что конденсат в емкости системы впрыска достиг максимального уровня, клапан впрыска (VI) автоматически открывает и проталкивает конденсат с острым паром в CRU (котельную) путем рекуперации конденсата при высоком давлении.

Пока происходит впрыск острого пара, конденсат поступает в буферную емкость. Если после окончания цикла впрыска конденсат в буферной емкости достигает максимального уровня, разгрузочный клапан (VD) открывается на 5 секунд для разгрузки конденсатной емкости и обеспечения отвода конденсата из буферной емкости в конденсатную емкость.

Кроме того, в каждой емкости есть **змеевик дегазации**, который постоянно обеспечивает выброс воздуха и остальных неконденсируемых газов.

Таким образом, система рекуперации конденсата с электро-пневматическим паровым насосом имеет следующие рабочие циклы (время может варьироваться в зависимости от типа установки):

- Цикл наполнения: от 2 до 7 минут
- Цикл впрыска: от 5 до 10 секунд
- Цикл декомпрессии: от 3 до 5 секунд
- Цикл наполнения начинается заново.

Система снабжена клапаном VE, единственной целью которого является отвод атмосферного конденсата с групп нагревательных плит ночью (если гофроагрегат не работает в круглосуточном режиме) и при пуске гофроагрегата, когда еще не достигнуто минимальное давление.

Паровой насос для гофровалов имеет активный регулятор перепада давления между гофровалами и накопительной емкостью. Регулятор перепада давления воздействует на клапан VD, если давление опускается ниже заданного значения.

Весь процесс контролируется с помощью PLC. Используются детали (обратные клапаны, VI, VD, датчик перепада давления, змеевики) высокого качества, которые не требуют технического обслуживания.

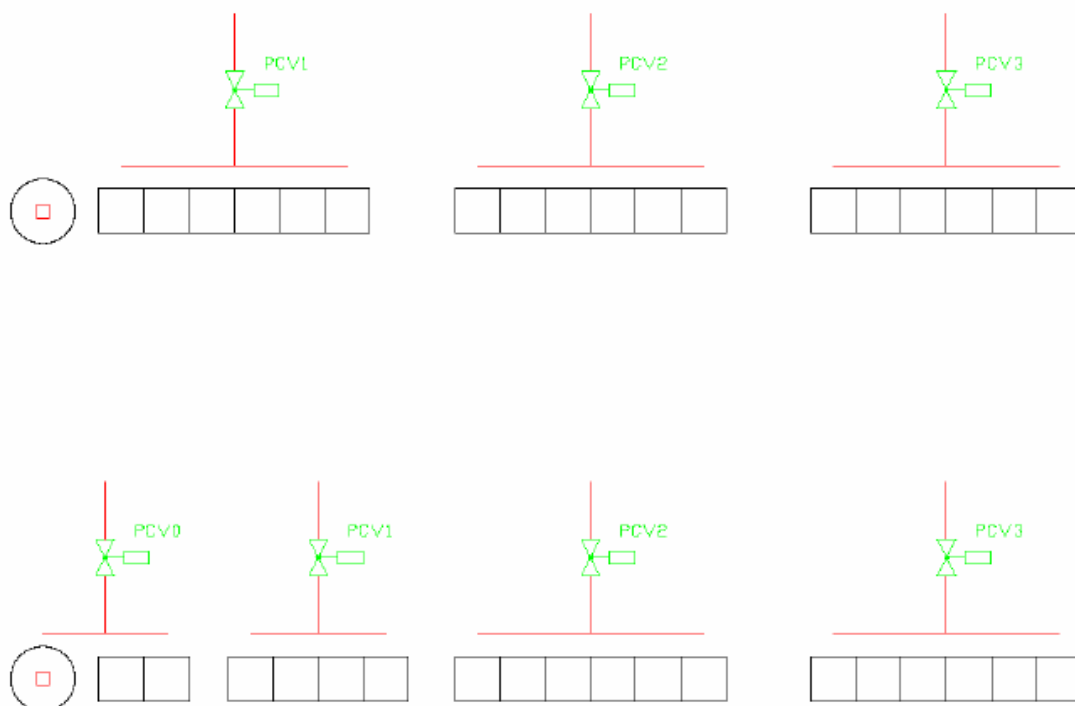


## НУЛЕВАЯ СЕКЦИЯ В ГРУППЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЛИТ

Нулевая секция формируется путем объединения подогревателя сушильного стола и первых двух коллекторов пара первой группы нагревательных плит, образуя небольшую секцию в начале сушильного стола. Отсюда название «нулевая секция». Самое большое преимущество нулевой секции состоит в том, что за счет регулирования давления **до минимального** (около 1-го бар, в любом случае ниже 2-х бар) можно легко избежать **кристаллизации** клея, которая обычно происходит при использовании бумаги с низким  $1\text{м}^2$  и высокой плотностью (такая бумага хорошо проводит тепло, поэтому чувствительна к нагреву). Кроме того, нулевая секция способствует **снижению температур гофрирования**, приближая их к условиям «холодного гофрирования», что позволяет снизить потребление клея и пара.

Поскольку единственные два коллектора пара первой секции нагревательных плит «идут в жертву», сушильный стол сохраняет **достаточную мощность теплопередачи** при использовании плотных сортов бумаги.

На следующей схеме показано формирование нулевой группы в обычном трехсекционном сушильном столе.





## ТЕМПЕРАТУРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

При использовании **макулатурных бумаг и бумаг с низкой массой 1 м<sup>2</sup>**, которая чрезвычайно чувствительна к теплу, необходим **тщательный температурный контроль** в ходе процесса гофрирования для оптимизации качества всей продукции.

В частности, **необходимо избегать перегрева** бумаги для экономии энергии и поддержания качества продукции. Это возможно благодаря **активной системе температурного регулирования**, которая описана ниже:

Центральный процессор контролирует основные параметры температуры процесса гофрирования, которые замеряются с помощью **инфракрасных датчиков**, и отображает их на **локальных и удаленных экранах**. Система поддерживает температуру бумаги на протяжении всего процесса гофрирования на заданной величине, воздействуя на обхват вала или на давление пара (если контроль обхвата невозможен или недостаточен).

**Параметры** температуры могут сохраняться в системе для автоматического воспроизведения определенных производственных условий с помощью простой загрузки производственной программы, при этом история графиков хранится. Вся система регулируется из кабины управления и с локальных экранов. Система также включает в себя **модем**, позволяющий обновлять программное обеспечение системы дистанционно.

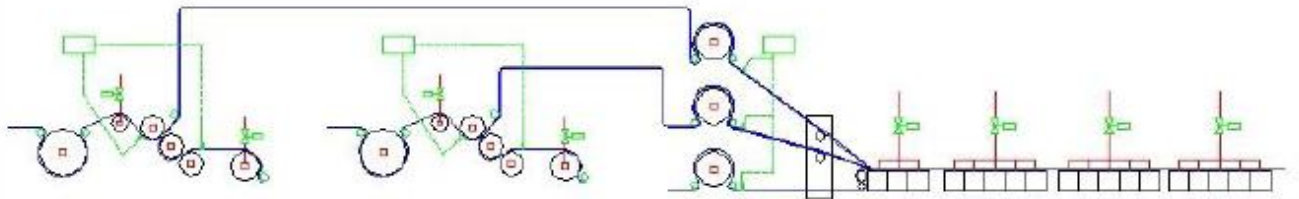
Ниже приведен ориентировочный список оптимальных значений температур при производстве гофрокартона.

ГОФРОПРЕССЫ		СУШИЛЬНЫЕ СТОЛЫ	
ЛАЙНЕР	°C	ЛАЙНЕР	°C
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЙ / МАКУЛАТУРНЫЙ	75° - 80°	БЕЛЕНый ЛАЙНЕР	60° - 65°
ВНУТРЕННИЙ ЛАЙНЕР	75° - 80°	БЕЛЕНый МАКУЛАТУРНЫЙ	60° - 65°
НАРУЖНЫЙ ЛАЙНЕР	75° - 80°	БЕЛЕНый ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЙ	60° - 65°
Больше чем 170 гр/м <sup>2</sup>	80° - 85°	НЕБЕЛЕНый МАКУЛАТУРНЫЙ	60° - 65°
<b>ФЛЮТИНГ</b>		МАКУЛАТУРНЫЙ	60° - 65°
ПОЛУ-ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЙ	90° - 95°	МЕЛОВАННАЯ БУМАГА	55° - 60°
HYDROSAICA 115/130/150	75° - 80°	ВНУТРЕННИЙ ЛАЙНЕР	65° - 75°
HYDROSAICA 175/200	80° - 85°	НАРУЖНЫЙ ЛАЙНЕР	65° - 75°
ВНУТРЕННИЙ (с низкой массой 1 м <sup>2</sup> )	75° - 80°		
ВНУТРЕННИЙ (с высокой массой 1 м <sup>2</sup> )	80° - 85°		

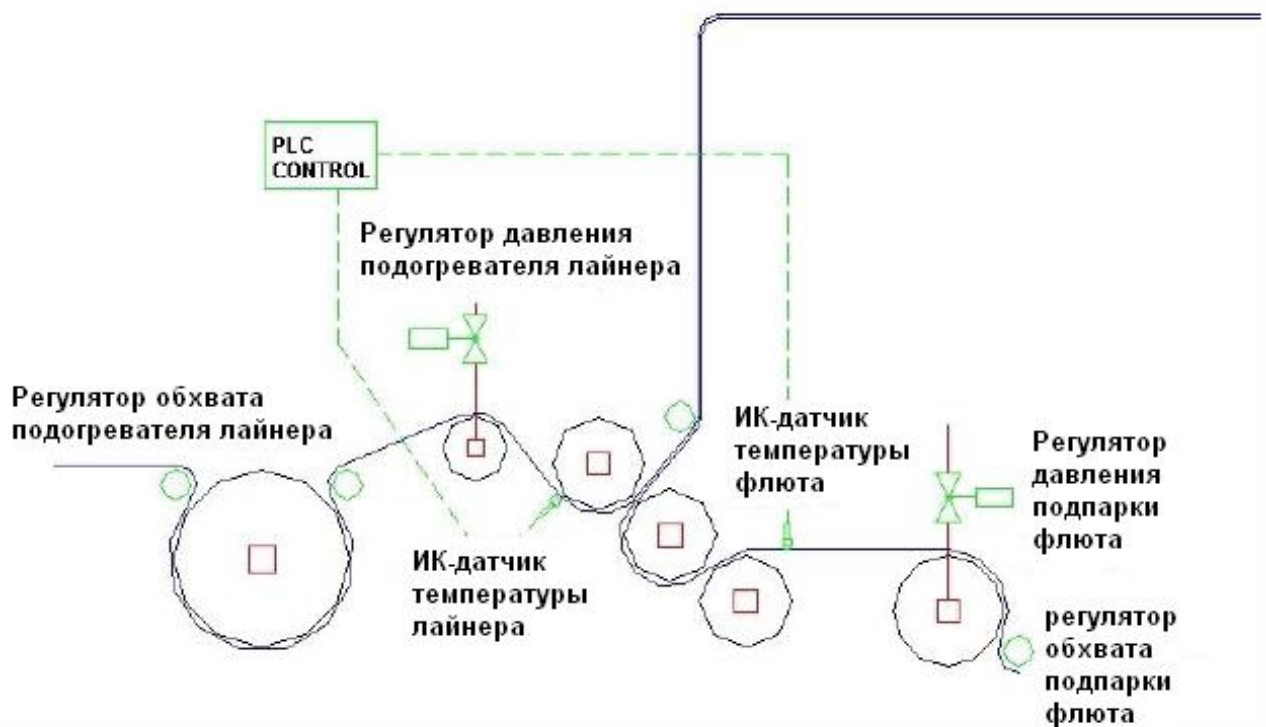
Второй экран показывает значения давления гофрирования, где измеряются и регулируются температуры.

Для дальнейшей информации, пожалуйста, зайдите на наш сайт: [www.rbaviera.com](http://www.rbaviera.com).

### Гофроагрегат:



### Гофропресс:



15:09:04 03/03/2009

**BAVIERA**

ON

ON

ON

TOP	MAIN	
8.5	11.0	
8.5	11.0	FLUTE
		7.0
		7.0
LINER		FLUTING
51		97
40		
WEB		
90		
C FLUTE		
NO LINKED SP		
AUTOMATIC MODE		
UNDER WRAP		

TOP	MAIN	
7.1	11.0	
7.0	11.0	FLUTE
		7.0
		7.0
LINER		FLUTING
60		96
60		
WEB		
109		
B FLUTE		
NO LINKED SP		
AUTOMATIC MODE		
UNDER WRAP		

TOP	
62	
40	
	MIDDLE
	81
	100
BOTTOM	
77	
85	
TRIPLE PREHEATER	

PCV1	PCV2	PCV3	
4.0	4.0	5.0	
4.0	4.0	5.0	TOP
			71
SECTION 1	SECTION 2	SECTION 3	
			82
CONDENSATE			
151	152	158	BOTTOM
HOT PLATES			

CONFIG

RECIPES

C FLUTE

B FLUTE

TRIPLE PREHEATER

HOT PLATES