

Различные системы охлаждения воздуха на входе в компрессор газовых турбин и их влияние на основные энергетические показатели работы энергоблоков и экономическую эффективность эксплуатации ТЭЦ

Способы охлаждения воздуха на всасе компрессора ГТУ



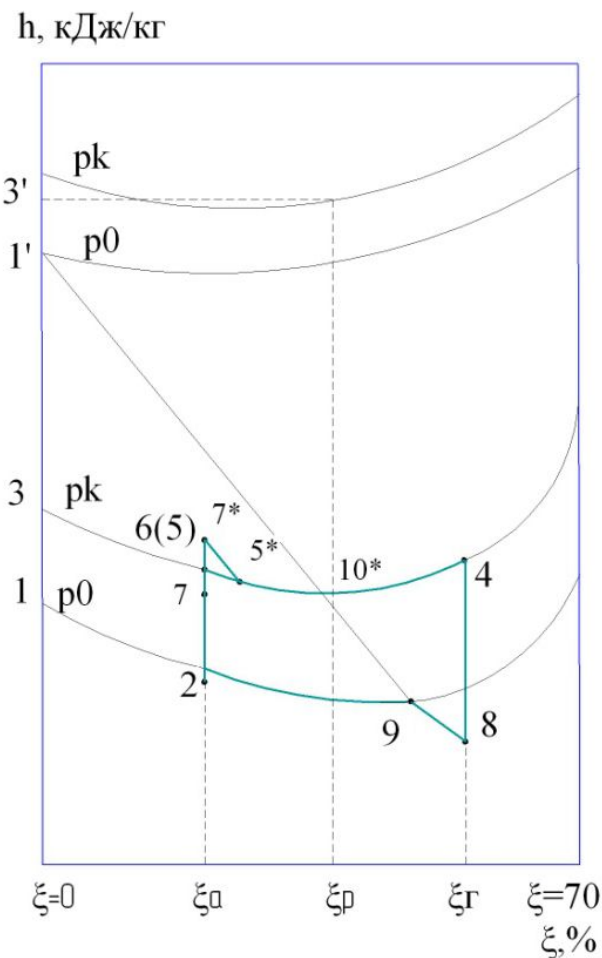
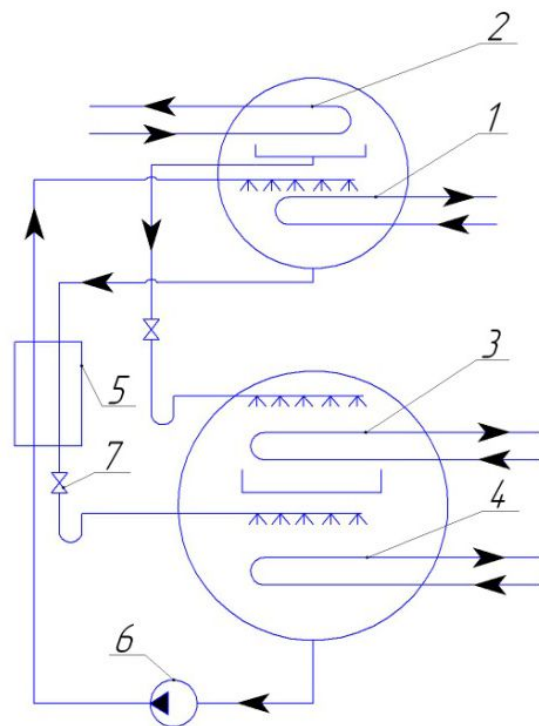
*Абсорбционные холодильные
машины (АБХМ)*

*Системы охлаждения с
естественным испарением
воды (СОЕИ)*

*Системы охлаждения
с принудительным
испарением (СОПИ)*

АБХМ

Принципиальная схема и цикл одноступенчатой бромистолитиевой АБХМ



1 – генератор; 2 – конденсатор; 3 – испаритель; 4 – абсорбер; 5 – регенеративный теплообменник; 6 – циркуляционный насос; 7 – дроссельный вентиль

Принципиальная действия АБХМ



Одним из вариантов системы охлаждения наружного воздуха, поступающего в компрессор ГТУ, является применение абсорбционных охлаждающих машин (АБХМ). Принцип действия АБХМ основан на способности раствора бромистого лития поглощать (абсорбировать) водяные пары. Охлаждаемая среда поступает в испаритель, где охлаждается до необходимой температуры за счет испарения в вакууме хладагента – воды. Водяные пары из испарителя поступают в абсорбер, где поглощаются водным раствором бромистого лития. Разбавленный (слабый) раствор подается в генератор, где выпаривается за счет подвода внешнего источника тепловой энергии (горячая вода, водяной пар, отработанные газы или другие виды вторичных энергоресурсов). Чем больше необходимо понизить температуру воздуха перед компрессором, тем больше необходимо затратить тепла на выпаривание воды в генераторе для получения большего количества концентрированного раствора (например, LiBr). Источником теплоты генератора АБХМ может являться как пар турбины или котла, так и горячая вода с температурой 150 – 180 °С. Насыщенный раствор из генератора АБХМ возвращается в абсорбер. Образовавшийся в генераторе водяной пар конденсируется в конденсаторе АБХМ. В качестве охлаждающей среды конденсатора АБХМ в некоторых случаях можно использовать основной конденсат перед подачей его в ГПК КУ. Испаритель находится под вакуумом, вследствие чего происходит вскипание воды при низкой температуре.

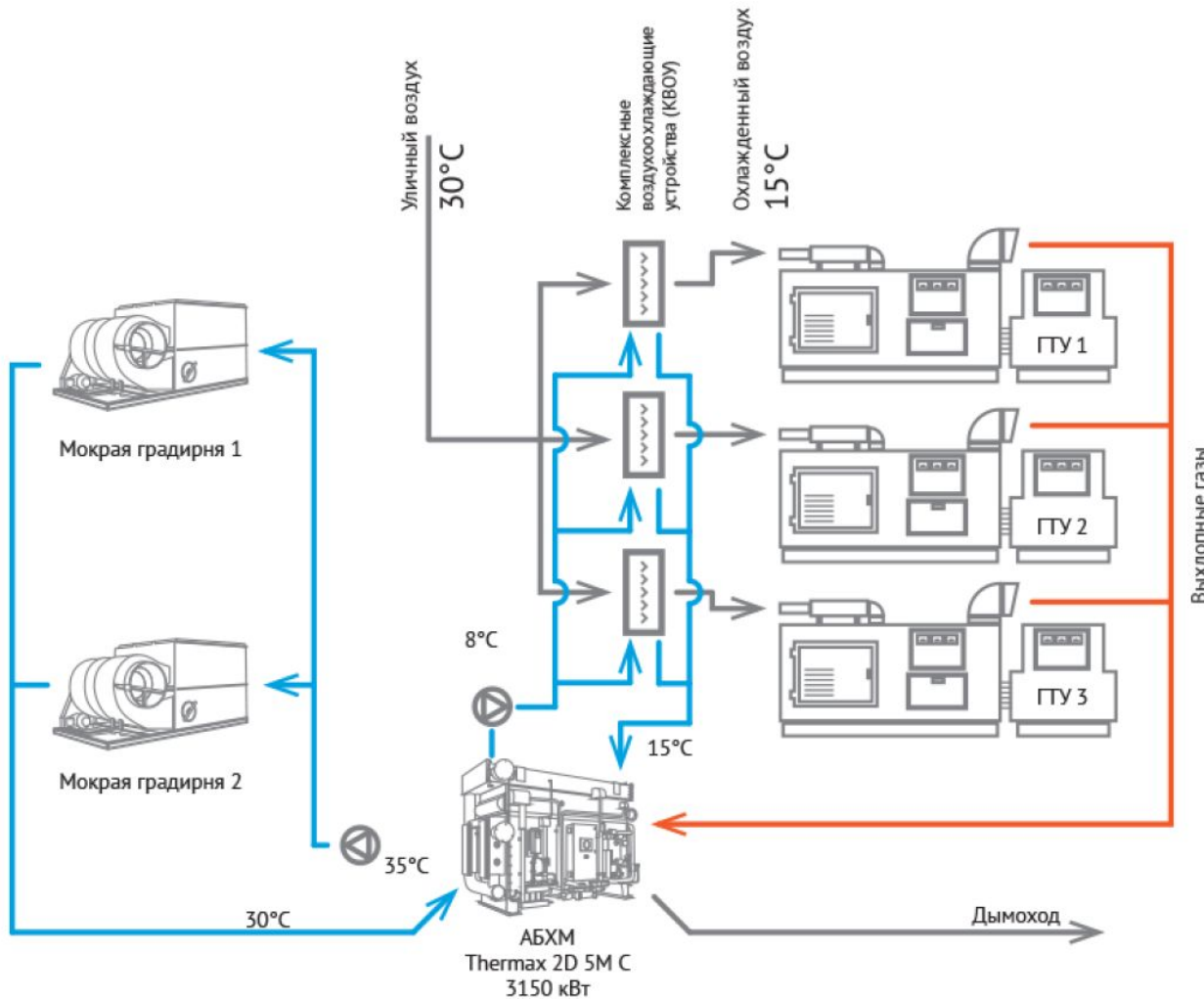
Принципиальная действия АБХМ



Чем глубже вакуум, тем ниже температура парообразования. Пары воды поступают в абсорбер. В абсорбере концентрированный раствор бромистого лития (LiBr), являясь сильным абсорбентом воды, поглощает пар, превращаясь в разбавленный раствор, который откачивается в генератор.

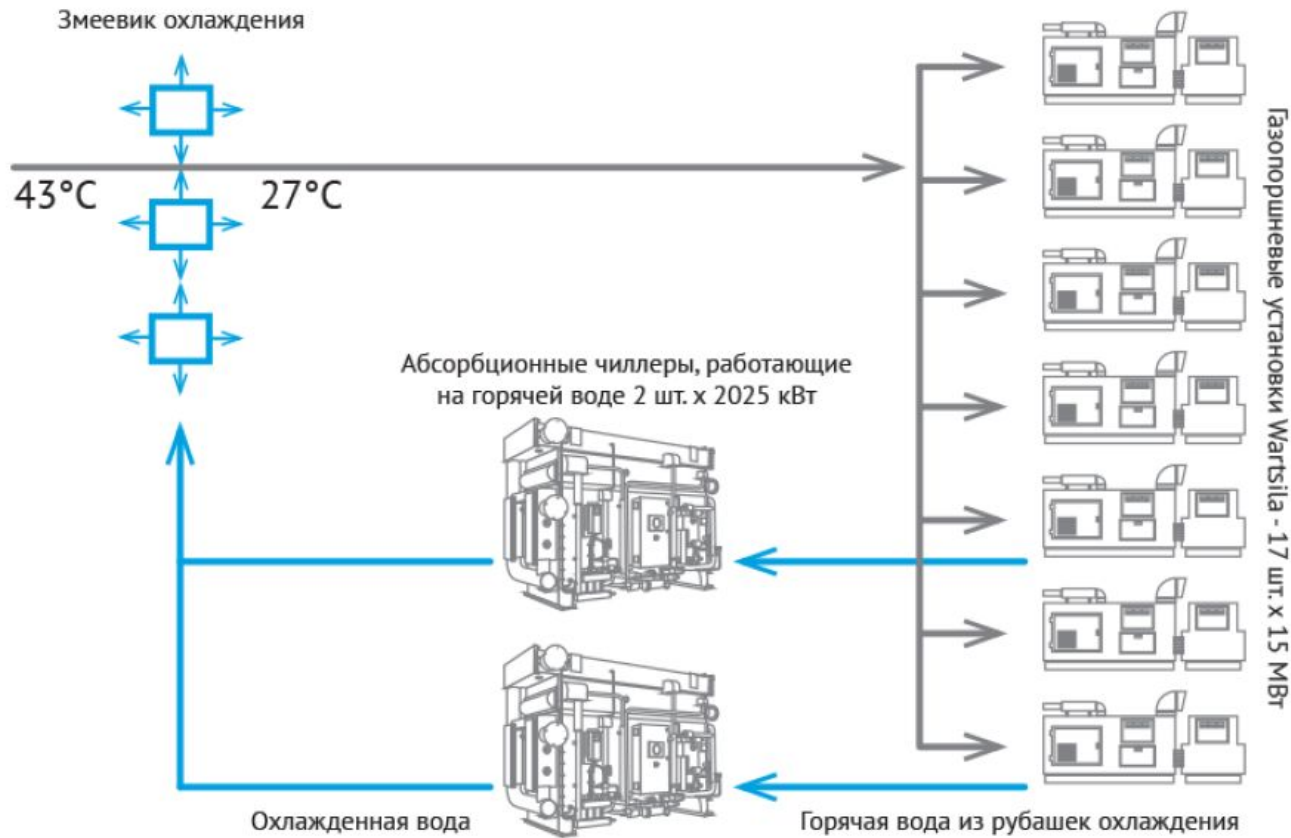
Преимущества бромисто–литиевого охлаждения по сравнению с системами испарительного охлаждения и впрыском воды в проточную часть заключается в возможности достижения глубокого охлаждения воздуха (ниже температуры мокрого термометра) и, как следствие, в большем потенциале повышения мощности газотурбинной установки. Изменения температуры наружного воздуха, измеренного по влажному термометру, слабо влияют на работу таких установок. Бромисто–литиевые установки также характеризуются относительно низким энергопотреблением электричества по сравнению с парокомпрессионными холодильными машинами (ПХМ). Электроэнергия требуется только для работы насосов внешних контуров и автоматики. К недостаткам бромистолитиевого охлаждения относятся высокие капиталовложения в установку, высокие затраты на ремонт и обслуживание: АБХМ характеризуются продолжительным временем их монтажа, требуют высокой квалификации у рабочего персонала как по обслуживанию, так и по ремонту. При этом существует риск утечек вредного для здоровья человека хладагента.

Принципиальная схема установки АБХМ на Жаназолской ГТЭС



Газотурбинная электростанция работает с постоянным расходом уличного воздуха. Когда температура воздуха на входе в ГТЭС повышается, снижается его плотность и уменьшается массовый расход воздуха в компрессоре, что приводит к падению мощности ГТЭС. Снижение за счет установки охлаждающего теплообменника, функционирующего в составе системы охлаждения на базе АБХМ, температура подаваемого в тепловой двигатель ГТЭС воздуха в некоторых случаях снижалась с +40 °С до +15 °С, что обеспечивало увеличение выработки электрической энергии примерно на 30%.

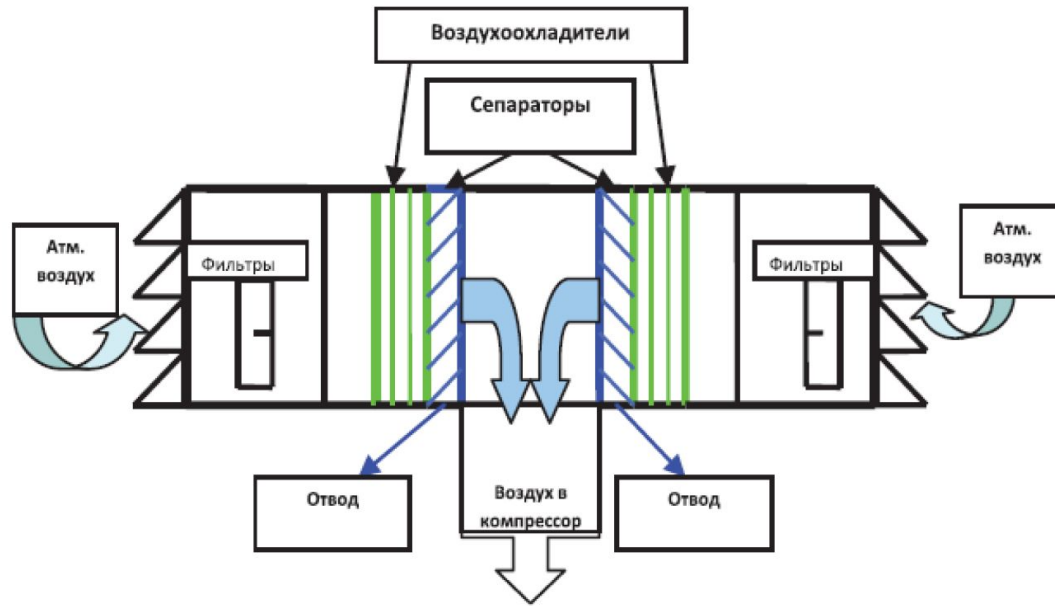
Установка АБХМ для охлаждения воздуха на входе в газопоршневую установку в Индии



Для выработки электроэнергии используются 7 газопоршневых установок Wartsila мощностью 15 МВт каждая. Из-за высокой температуры окружающего воздуха ($38^{\circ}\text{C} - 43^{\circ}\text{C}$), установки не выходили на номинальную мощность (90% – 95%).

Для снижения температуры было предложено пропускать наружный воздух, с температурой 43°C , через воздухоохладитель, в который подается вода, охлажденная до температуры 20°C . За счет этого достигается снижение температуры воздуха на входе в ГПУ до 27°C . Для охлаждения воды было предложено установить АБХМ Thermax, использующую бросовое тепло с рубашек охлаждения газопоршневых установок.

Повышение эффективности ГТУ путем охлаждения воздуха в компрессоре с использованием абсорбционных холодильных машин на Астраханской ПГУ-110 ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго».

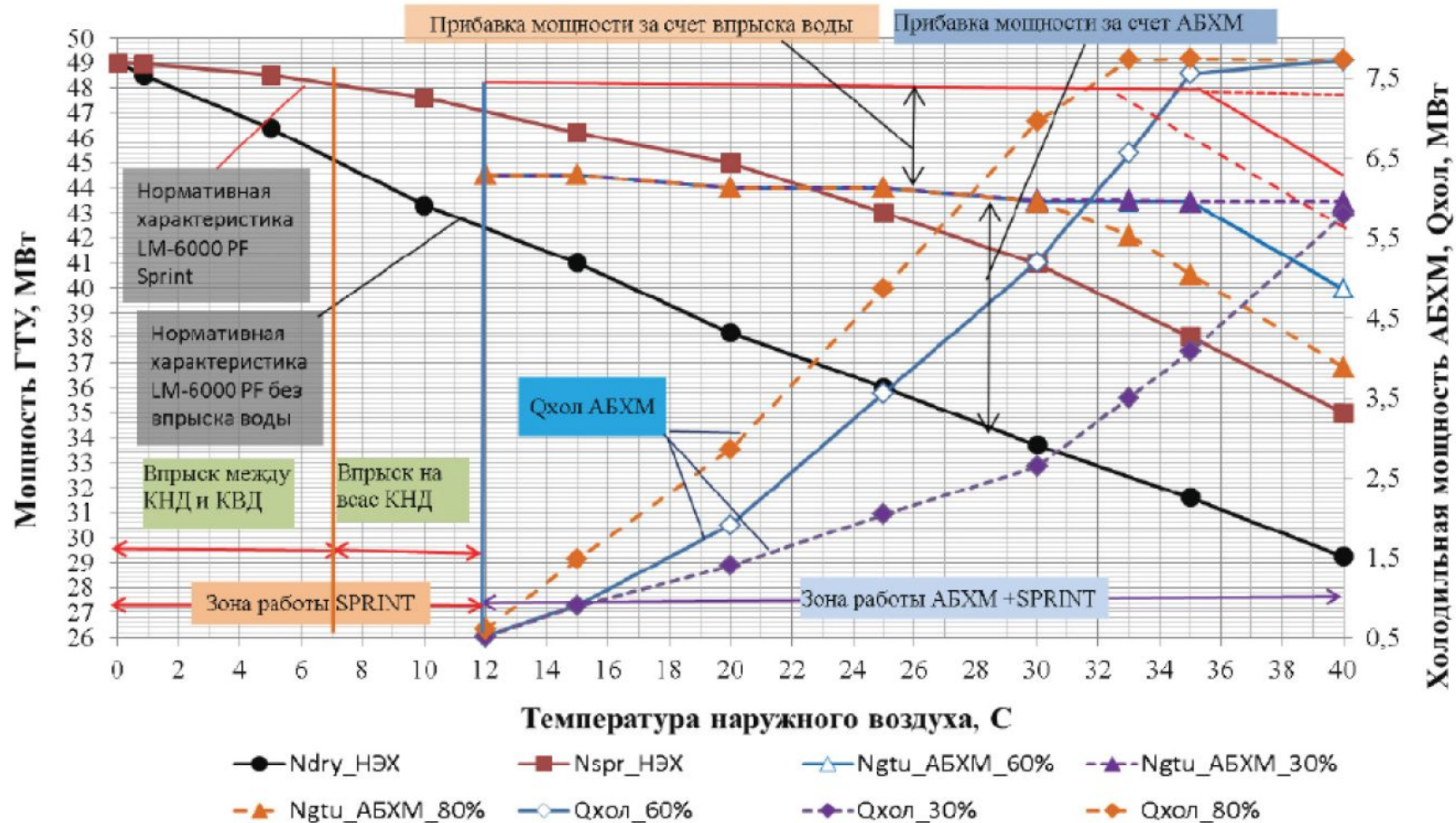


Пуск АБХМ состоялся в 2015 г. Предварительные результаты испытаний показали, что при температуре наружного воздуха 25°C мощность ГТУ с 43 МВт (дополнительно с системой впрыска воды между ступенями компрессора Sprint) увеличилась до 49,5 МВт. Высокая эффективность применения охлаждения всасываемого воздуха от АБХМ обусловлена тем, что воздух, прошедший систему фильтрации КВОУ, поступает через трубчатый воздухоохладитель (ВО), после которого установлен влагоотделитель.

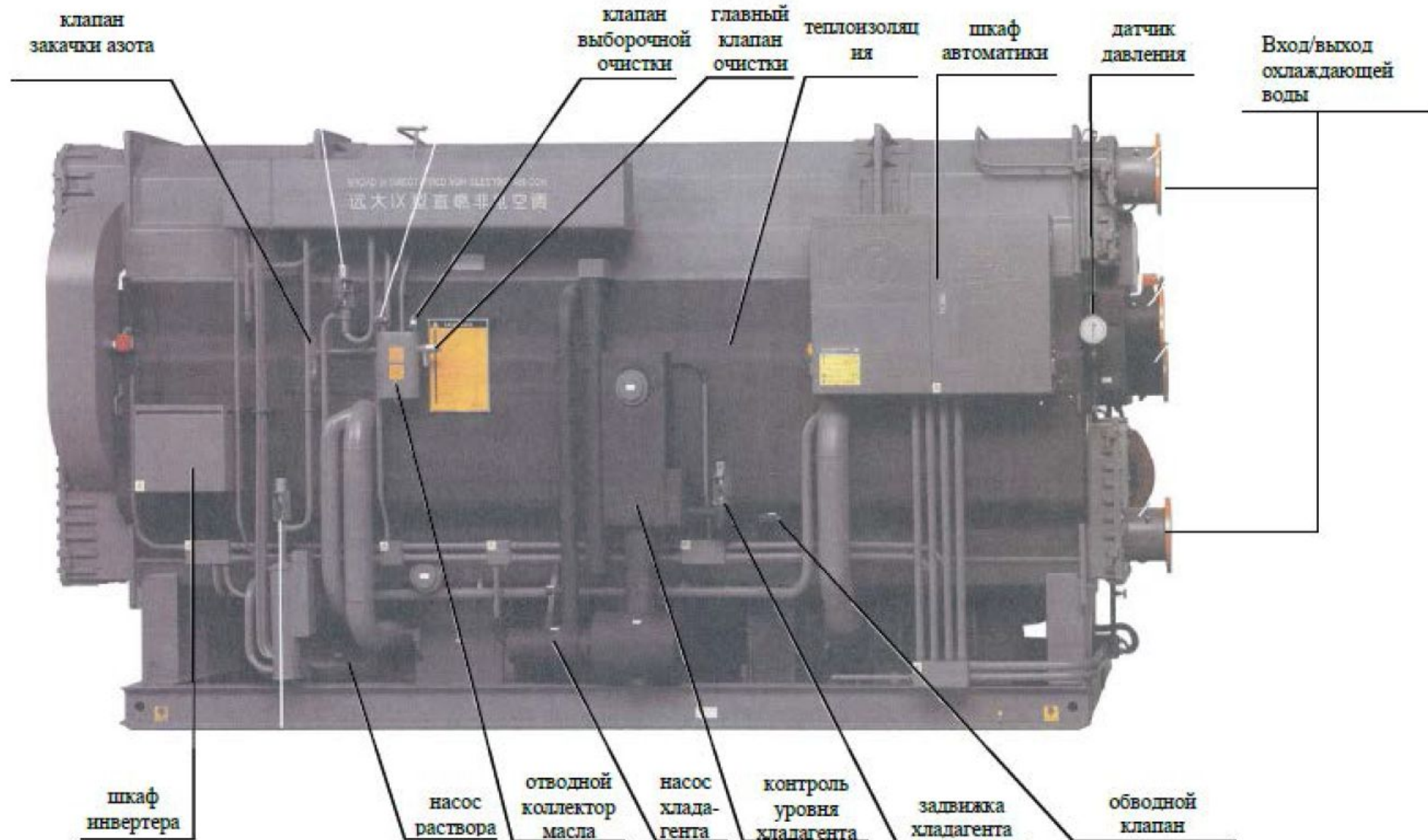
В воздухоохладителе циркулирует жидкость (антифриз), охлажденная (ый) в АБХМ до температуры 5–7° С. При этом всасываемый воздух охлаждается до температуры +10 °С (ниже расчетного значения для ГТУ, равного 15°C по условиям ISO) во всем диапазоне положительных температур вплоть до +40°C (предельная температура выбирается для каждой ТЭС отдельно; от этого выбора зависит необходимая холодильная мощность АБХМ и ее стоимость). Попутно из охлаждаемого воздуха конденсируется влага, которая отводится из КВОУ в бак грязного конденсата.

Зависимость мощности ГТУ LM 6000 PF «Sprint» и холодильной мощности АБХМ от температуры наружного воздуха при влажности 30%, 60%, 80% и мощности АБХМ 7,73 МВт.

Зависимость мощности LM6000PF "Sprint" и холодильной мощности АБХМ от температуры наружного воздуха при влажности 30%, 60%, 80% и $N_{абхм}=7,73$ МВт



Общий вид АБХМ



Компоненты АБХМ

Основной корпус	
Элемент	Примечание
Основной блок.	Состоит из низкотемпературного генератора, конденсатора, испарителя, абсорбера, водяной камеры и т. д.
Автоматическая очистка и удаление воздуха.	Состоит из напорного устройства, устройства автоматической очистки и устройства автоматического удаления воздуха.
Низкотемпературный теплообменник.	Теплообменный аппарат пластинчатого типа.
Насос раствора и хладагента.	Герметичные насосы, смонтированы на раме.
Клапаны с серво–приводом.	Клапан хладагента, входной клапан раствора и клапан растворения.
Тепло/хладо–изоляция.	Материал: пенополиуретан, жесткий вспененный полиэтилен.

Компоненты АБХМ

Система контроля	
Элемент	Примечание
Щит управления.	Включая PLC (программируемый логический контроллер), контакторы и разъемы, низковольтные элементы, управляющее программное обеспечение, и т.д.
Инверторы насосов.	Инвертер насоса раствора и инвертер насоса хладагента.
Пульт управления – Сенсорный экран.	Позволяет управлять работой холодильной машины из офиса, включает металлический корпус и стандартный 30–метровый кабель.
Модем мониторинга.	Для дистанционного наблюдения через Интернет, смонтирован в щите управления.
PLC (программируемый логический контроллер).	Управляет инверторами насосов охлажденной воды, охлаждающей воды, вентиляторов градирни, трехходовым клапаном охлаждающей воды, клапаном теплоносителя и т.д.
Комплекс управления и интеграции в систему диспетчеризации.	Плата для контроля и управления параметров работы машины и вспомогательного оборудования с выводом через центральный диспетчерский пульт. Поддерживает сетевые протоколы: ModBus RTU, HostLink, ProfiBus, и д.р.
Датчики, устанавливаемые на месте.	Датчик температуры наружного воздуха, датчик температуры нагретой воды. Остальные датчики установлены на заводе.

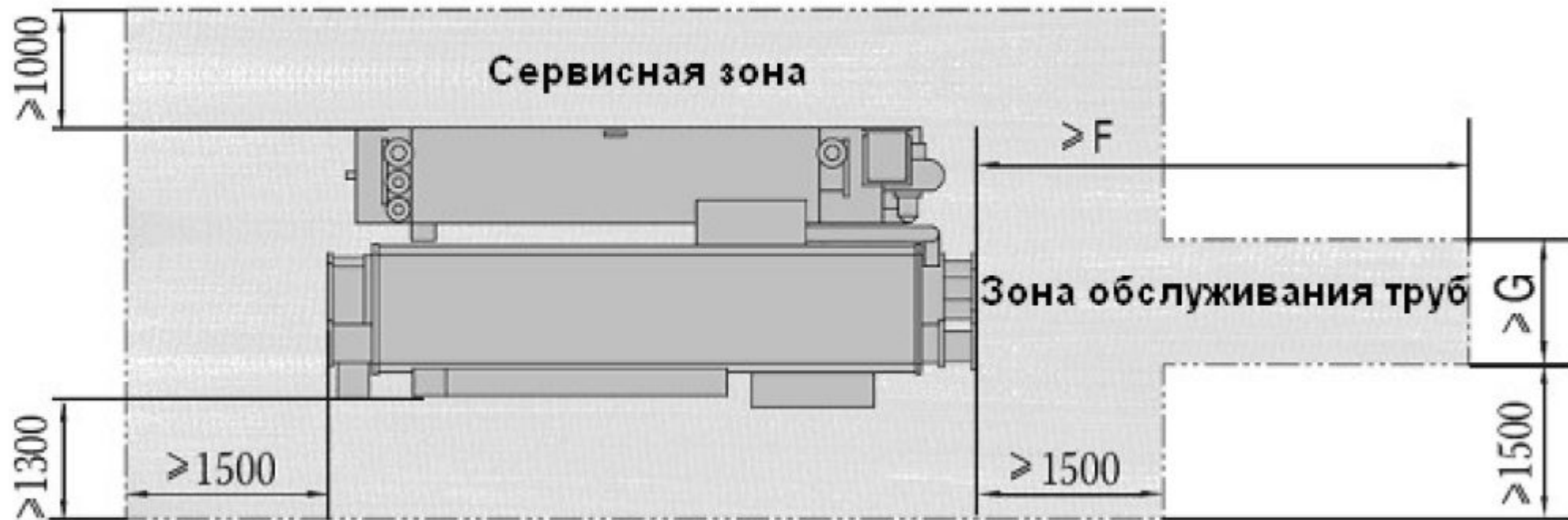
Периодичность технического обслуживания АБХМ:



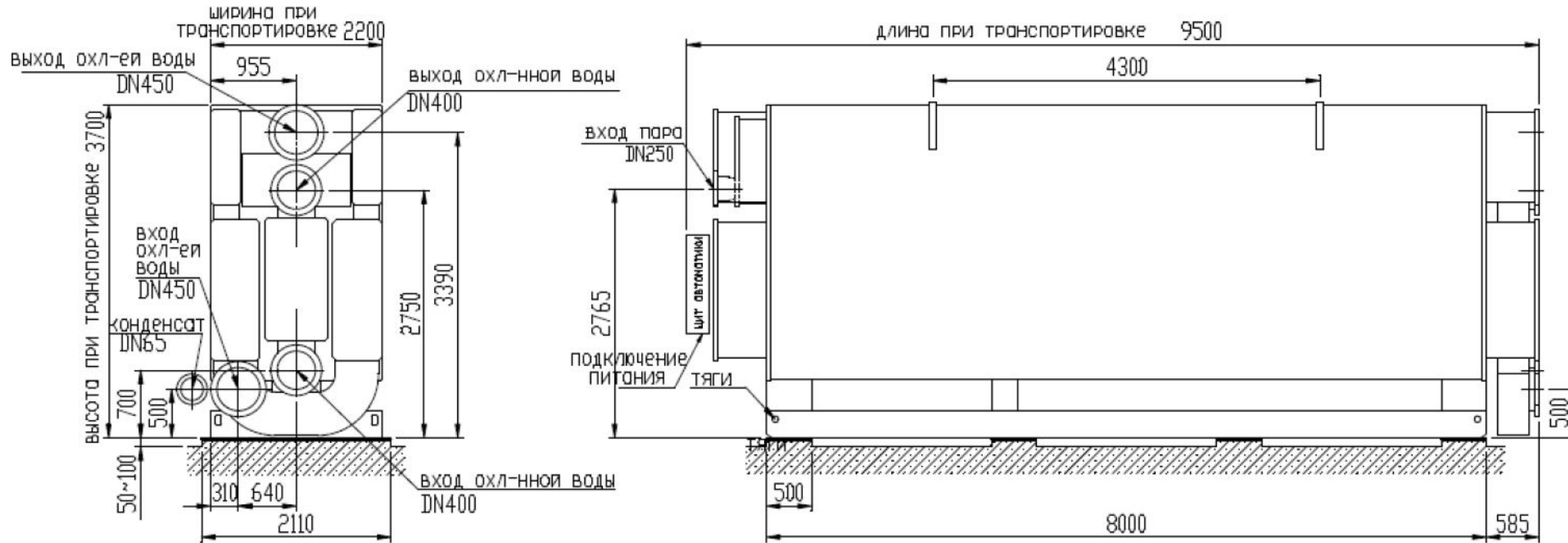
- Сервисные работы при круглогодичном использовании проводятся четыре раза в год.
- При сезонной работе машин необходимо проводить ее консервацию (например, в октябре) и расконсервацию (например, в апреле).
- При сезонной работе плановый сервис машины осуществляется одновременно с работами по консервации и расконсервации работами.
- При сезонной работе сервис проводится два раза в год.

Параметры машинного зала для АБХМ BROAD BDS-600

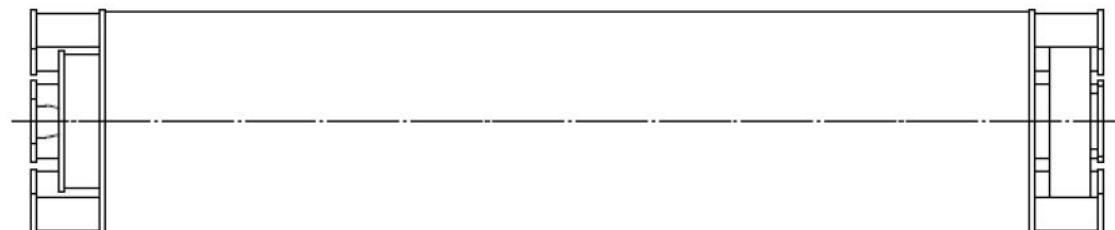
Рекомендуемые размеры машинного зала: рекомендуемые расстояния для обслуживания подводящих труб: $F = 7000$ мм, $G = 2400$ мм.



Габаритные и присоединительные размеры АБХМ BROAD BDS-600



BDS-600



Технические характеристики АБХМ BROAD модели BDS–600 холодопроизводительностью 7000 кВт, работающая на паре с давлением 0,44 МПа

1	Холодопроизводительность	7000	кВт
Охлажденная вода 5°C/10°C			
2	Расход воды	1204	м ³ /ч
3	Перепад давления	60	кПа
Охлаждающая вода 34°C/28°C			
4	Расход воды	2377	м ³ /ч
5	Перепад давления	90	кПа
Пар давлением 0.44 Мпа			
6	Расход пара	14697	кг/ч
7	Потребляемое тепло	9590	кВт
8	Электрическая мощность	20	кВт
9	Вес при эксплуатации	49	т

Выбор градирни для АБХМ

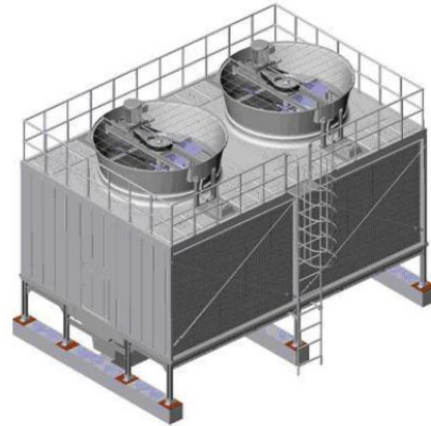
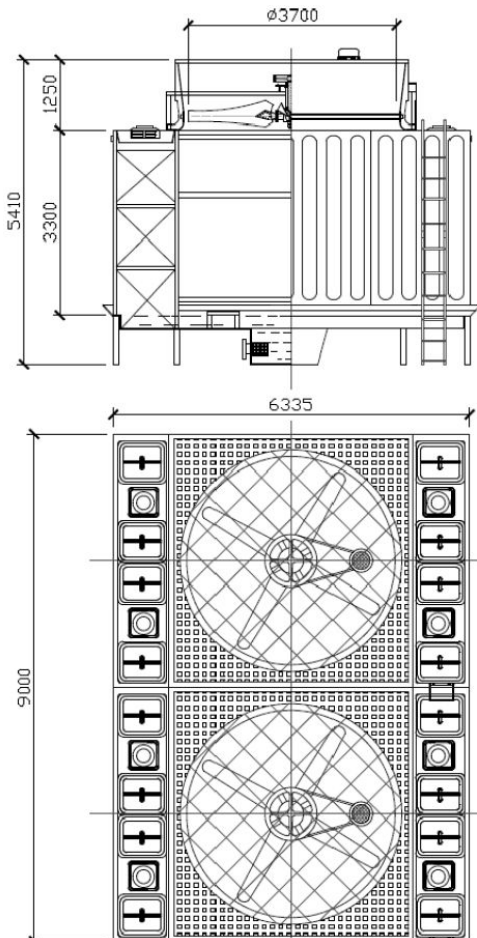
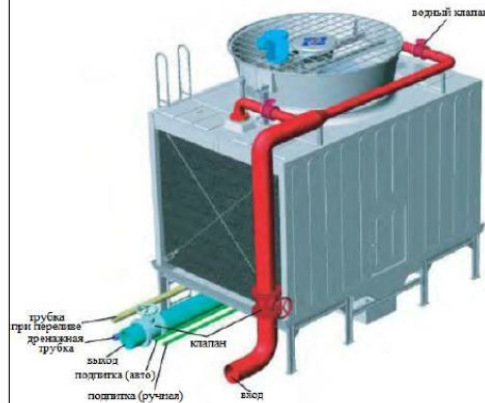


Схема действия градирни

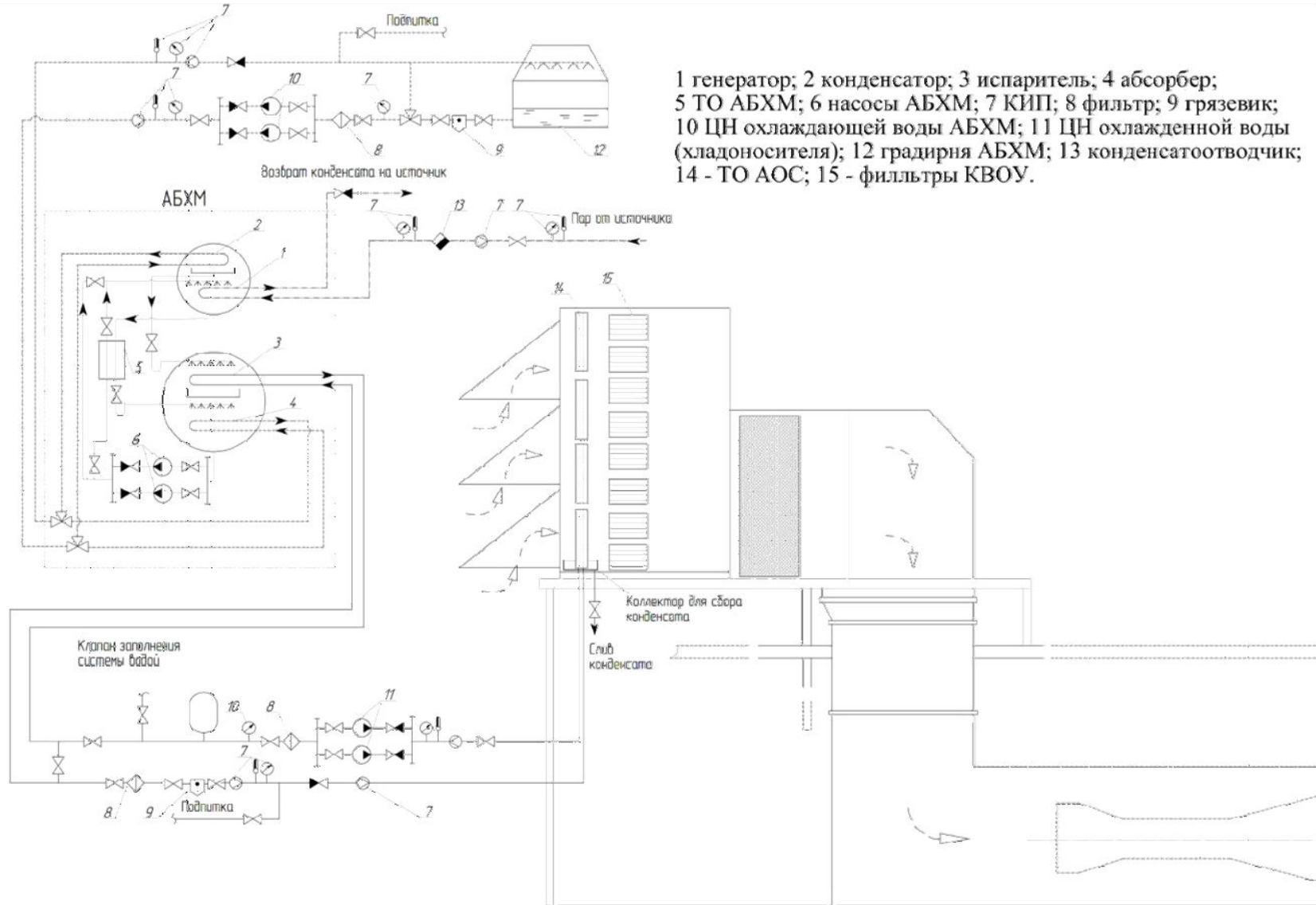


Выбор конкретной модели и соответственно стоимость зависит от назначения объекта, требований по шуму, размеров и т.д. (для промышленных объектов могут подбираться градирни российского производства, для коммерческой объектов в городской черте – рекомендуются градирни иностранного производства).

Для рассматриваемой машины BROAD BDS–600 предлагается градирня JN–1200 Dual. Ее технические характеристики представлены в таблице.

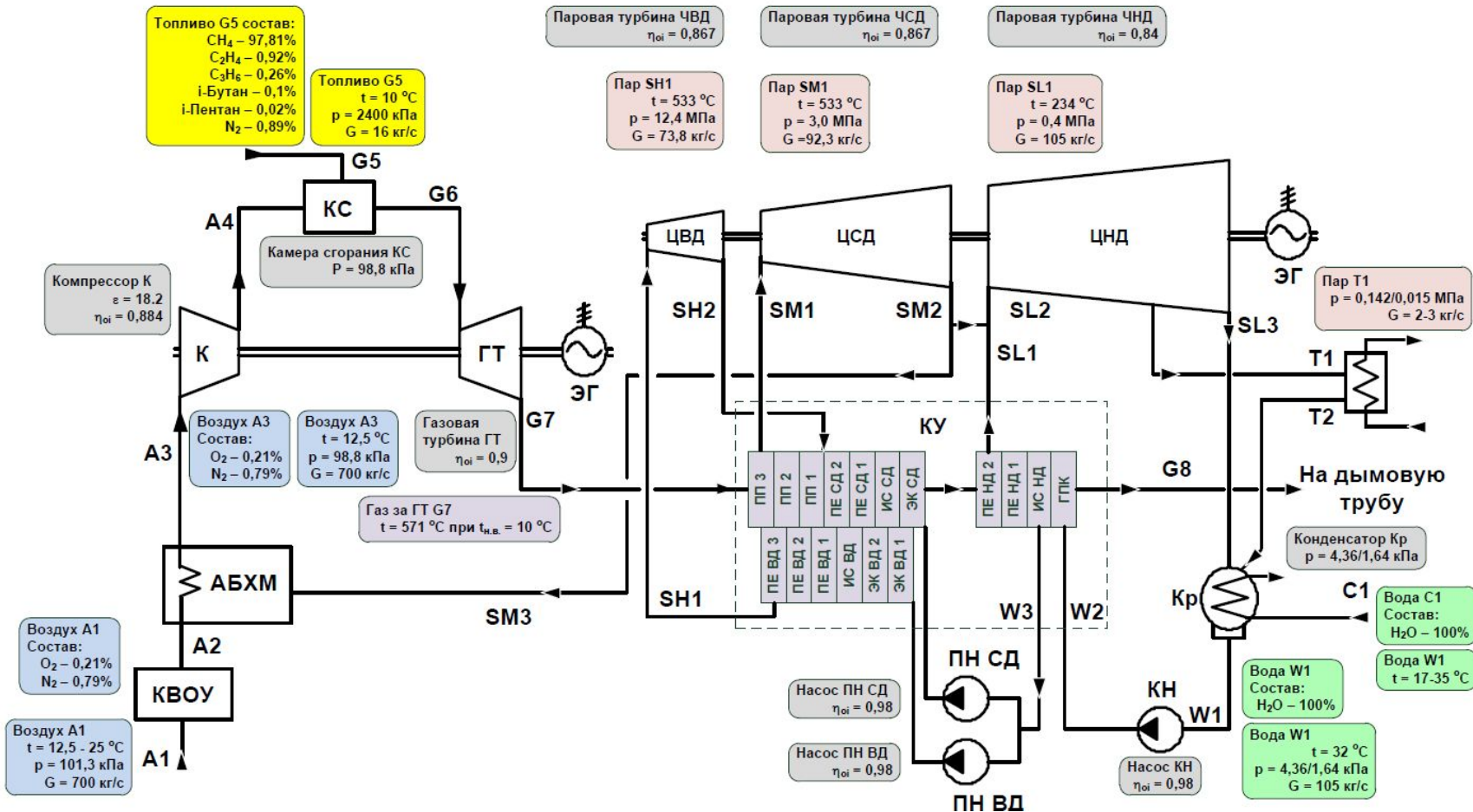
Модель	Расход [м3/ч]	Потери давления на форсунках [м. вод.ст.]	Габариты [мм]					Мощ-ть эл. двиг-ля [кВт]	Уровен ь шума на 16 м [дБ(А)]	Сухая масса, [т]	Рабочая масса, [т]
			W	L	H	H1	H2				
JN-1200	1200	5.4	6335	9000	5410	3300	1250	18.5 x 2	61.0	8.8	19.0

Технологическая схема подключения АБХМ к системам ПГУ



ПГУ-ТЭЦ с теплофикационной ПТ и АБХМ

Для обеспечения работы АБХМ осуществляется забор теплоты с паром из отбора теплофикационной ПТ (1ый вариант).



Не показана градирня АБХМ.

Не показан возврат греющего теплоносителя в тепловую схему ПГУ.

Не отображен отдельно контур испаритель АБХМ – ТО АОС.

Параметры качества воды для контуров АБХМ

	Параметр	Ед. Изм.	Подпитка	Охлаждающая вода
Основное значение	Уровень pH (25°C)		6,0 ~ 8,0	6,5 ~ 8,0
	Электропроводность (25°C)	μС/см	<200	<800
	Ионы хлора [Cl ⁻]	мг/л	<50	<200
	Сульфат-ион [SO ₄ ²⁻]	мг/л	<50	<200
	Уровень умягчения (pH4.8) [CaCO ₃]	мг/л	<50	<100
	Общая жесткость [CaCO ₃]	мг/л	<50	<200
Дополнительные значения	Железо [Fe]	мг/л	<0,3	<1,0
	Ионы серы [S ²⁻]	мг/л	Не определяемо	Не определяемо
	Ионы аммиака [NH ₄ ⁺]	мг/л	<0,2	<1,0
	диоксид кремния [SiO ₂]	мг/л	<30	<50

Преимущества и недостатки АБХМ



Преимущества

1. Наибольшая степень охлаждения (до $+12,5^{\circ}\text{C}$).
2. Возможность перехода через точку росы наружного воздуха в процессе охлаждения.
3. Теоретически возможно использовать полученный в процессе охлаждения воздуха конденсат.
4. Крайне низкий расход подпиточной воды для собственного контура охлаждения.

Недостатки

1. Наибольшая техническая сложность реализации системы.
2. Наибольшая стоимость технического решения. Удельная стоимость АБХМ в текущих ценах составляет 120 – 180 USD/кВт без учета стоимости градирни и ТО АОС;
3. Необходимость включения нового оборудования в существующую тепловую схему ПГУ.
4. Требуются значительные площади под новое оборудование.
5. Требуется создание собственного водооборотного контура.
6. Требуется значительное увеличение площади О АОС.
7. Требуется ежегодное обслуживание сертифицированными специалистами и консервация на зимний период.

СОПШ

Принцип работы СОПИ

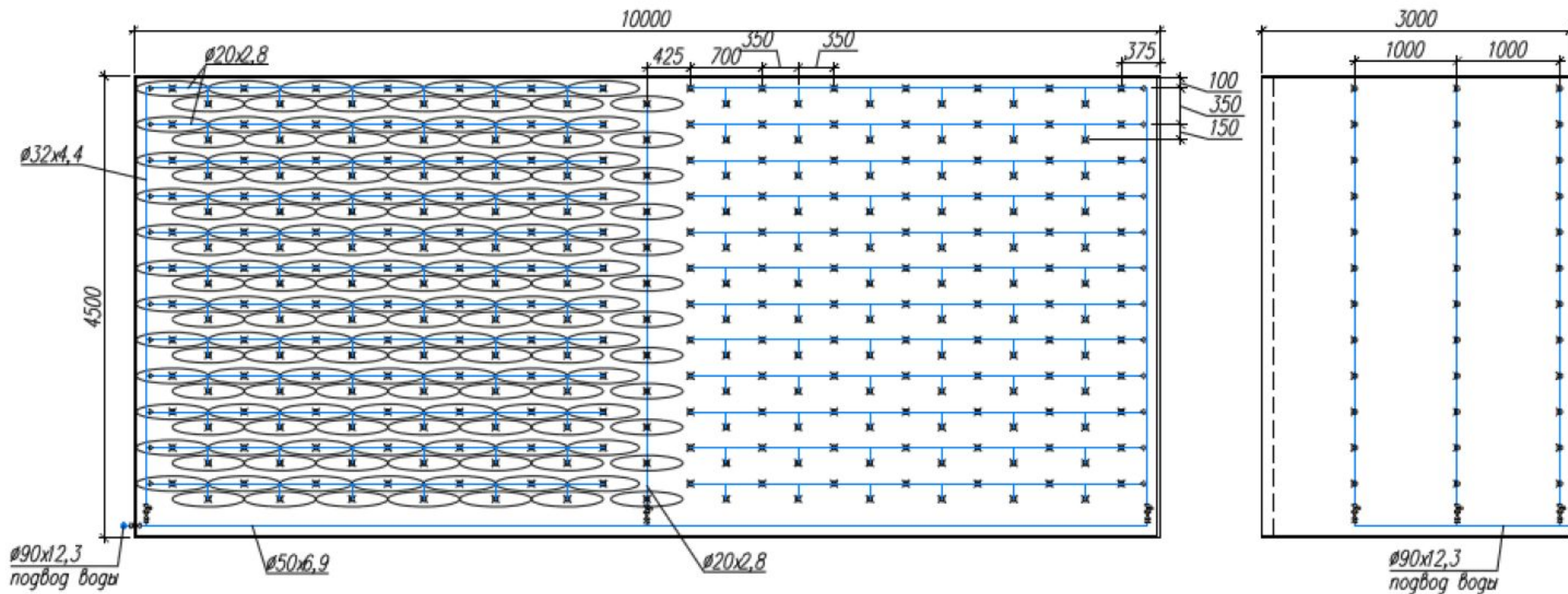
В основе принципа работы подобной системы лежит физическое явление охлаждения воздуха за счет испарения капель воды. Метод наиболее схож с принципом работы испарительных систем СОЕИ, за исключением того, что вместо использования пассивного течения воды с образованием пленочного течения, через который проходит впускаемый воздух, используются форсунки для распыла воды для образования мельчайших капель, которые в последствии испаряются. Охлаждение с принудительным испарением использует малое количество воды, выпрыскиваемое под высоким давлением. Впрыск обеспечивается в отдельных точках воздухозаборника, через специальные форсунки, для создания охлаждающего эффекта. Охлаждение воздуха в свою очередь снижает потребляемую энергию на привод компрессора.

Капли воды получают при помощи распыла воды через форсунки. Эффективность данной системы напрямую зависит от размера капель. Минимальный размер капель обеспечивает развитую поверхность теплообмена между водой, распыленной на капли, и охлаждаемым воздухом. В процессе теплообмена капли воды испаряются, обеспечивая отбор тепловой энергии воздуха. При испарении температура воздуха понижается, а относительная влажность и влагосодержание воздуха повышаются.

Принцип работы СОПИ

Важно отметить, что задачей при проектировании подобной системы является подача такого количества воды, чтобы было обеспечено полное испарение всех капель. Недопустимо попадание капель воды во всас компрессора. Другими словами, количество воды, подаваемой для охлаждения, ограничивается относительной влажностью охлажденного воздуха. При достижении относительной влажности – 100% процесс испарения капель прекращается. Таким образом, максимально возможное охлаждение определяется относительной влажностью и температурой воздуха подаваемого в систему с принудительным испарительным охлаждением.

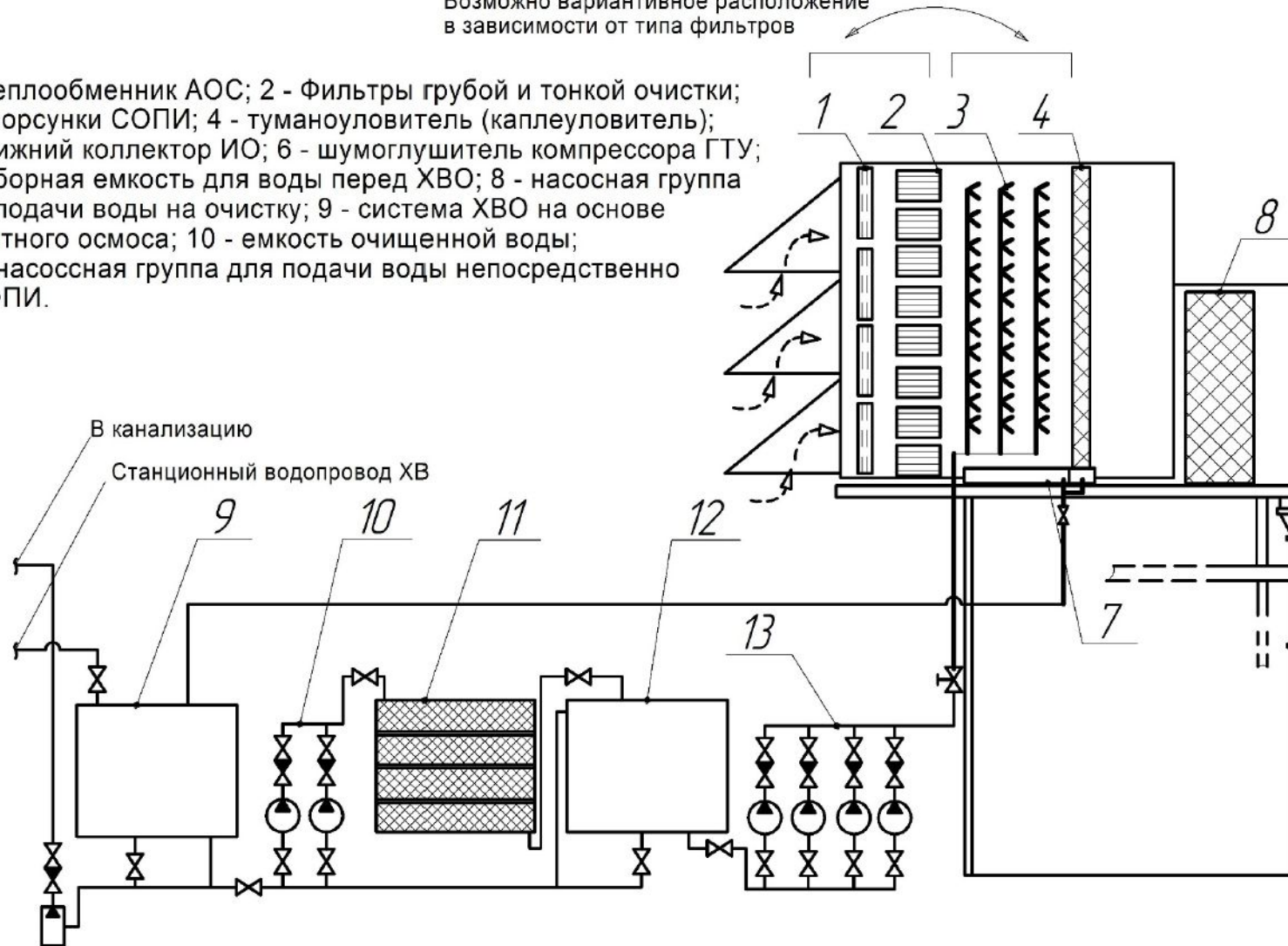
Схема расположения форсунок СОПИ



Технологическая схема подсоединения СОПИ к системам ПГУ

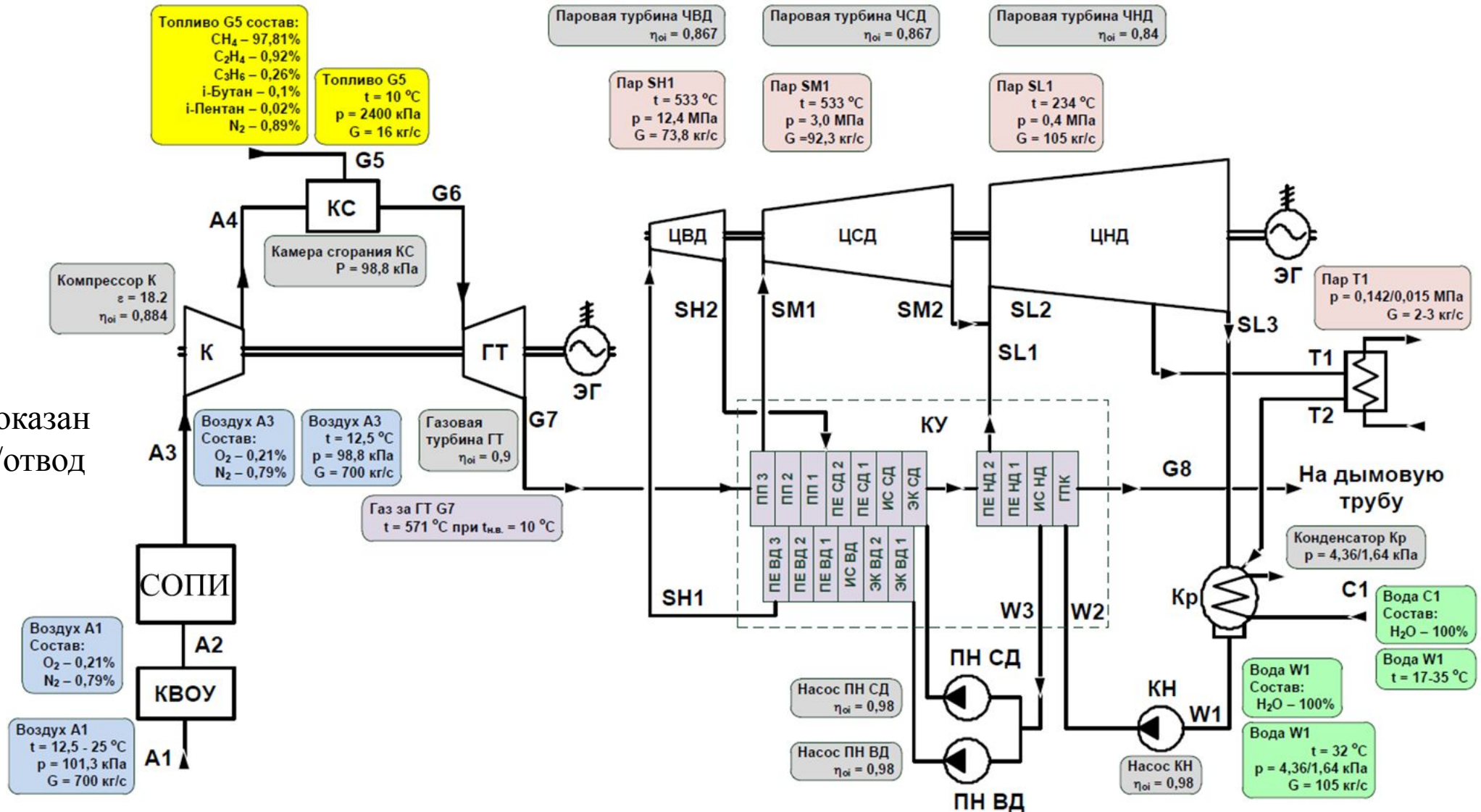
Возможно вариантивное расположение
в зависимости от типа фильтров

- 1 - теплообменник АОС;
- 2 - Фильтры грубой и тонкой очистки;
- 3 - форсунки СОПИ;
- 4 - туманоуловитель (каплеуловитель);
- 5 - нижний коллектор ИО;
- 6 - шумоглушитель компрессора ГТУ;
- 7 - сборная емкость для воды перед ХВО;
- 8 - насосная группа для подачи воды на очистку;
- 9 - система ХВО на основе обратного осмоса;
- 10 - емкость очищенной воды;
- 11 - насосная группа для подачи воды непосредственно в СОПИ.

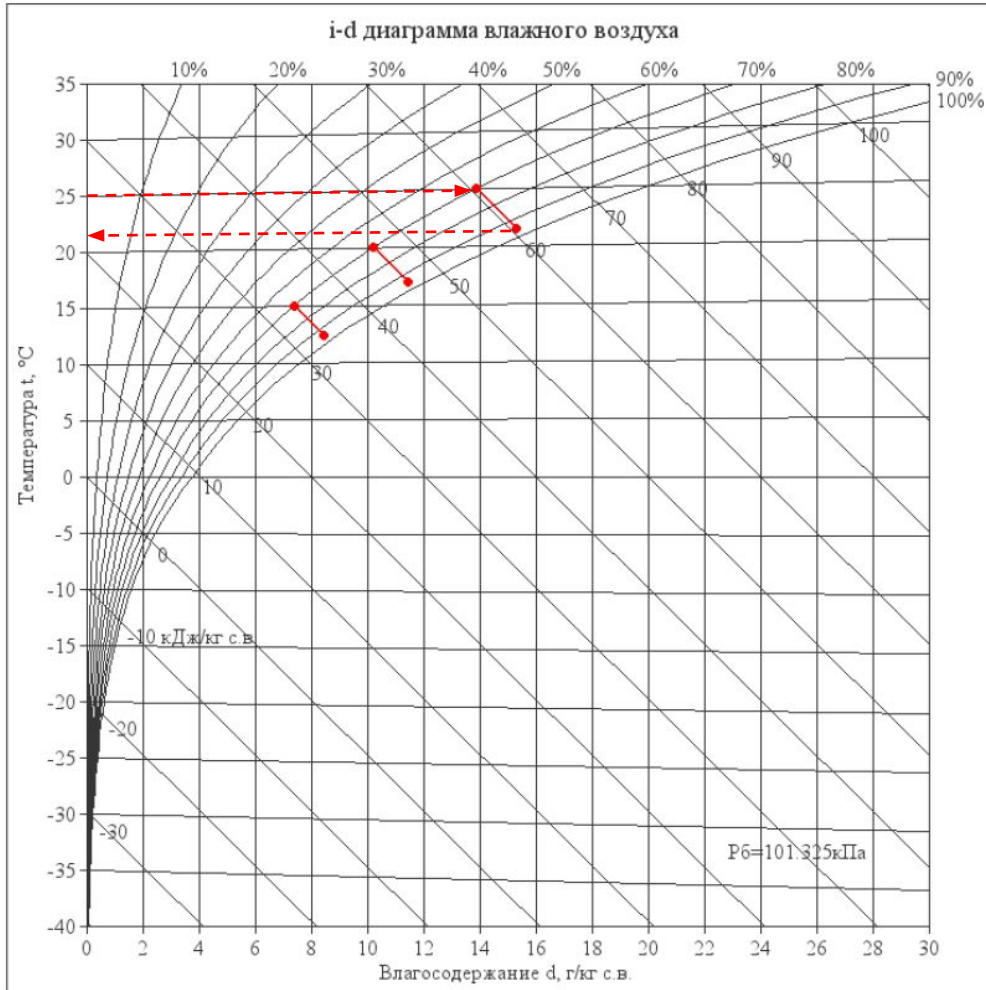


ПГУ-ТЭЦ с теплофикационной ПТ и СОПИ

Не показан
ПОДВОД/ОТВОД
ВОДЫ).



Построение процесса охлаждения воздуха в психометрической диаграмме для системы СОПИ



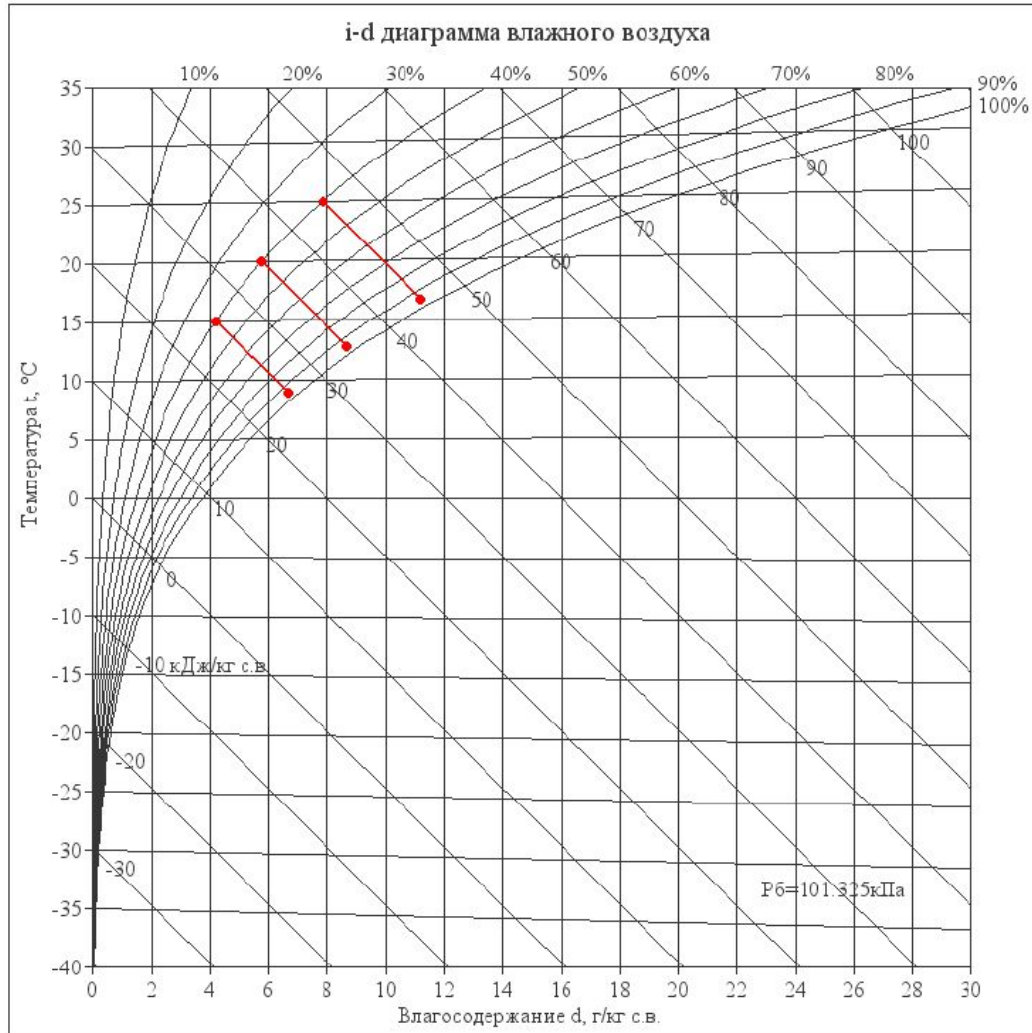
Для построения процесса охлаждения воздуха в Н–d диаграмме необходимо задаться рядом **исходных данных**:

- температурой и относительной влажностью наружного воздуха до его охлаждения;
- предельной относительной влажностью воздуха после его охлаждения, равной 98 %.

Процессы охлаждения воздуха при различных температурах построены на диаграмме. Из диаграммы видно, что при относительной влажности 70% снижение температуры наружного воздуха составит 2 – 4°C.

Н–d диаграмма охлаждения воздуха при температурах воздуха на входе в систему охлаждения 15°C; 20°C; 25°C и **относительной влажности 70%**.

Построение процесса охлаждения воздуха в психометрической диаграмме для системы СОПИ



Процессы охлаждения воздуха при различных температурах построены на диаграмме. Из диаграммы видно, что при относительной влажности 40% снижение температуры наружного воздуха составит 6 – 9°C.

Для относительной влажности 90% снижение температуры воздуха будет несущественным (диаграмма не приведена).

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что степень охлаждения существенно зависит от относительной влажности воздуха.

Н–d диаграмма охлаждения воздуха при температурах воздуха на входе в систему охлаждения 15°C; 20°C; 25°C и **относительной влажности 40%**.

Преимущества и недостатки СОПИ



Преимущества

1. Относительная простота технической реализации.
2. Наименьшие затраты на установку оборудования (около 10 млн. руб. для ТЭЦ-12 и 19 млн. руб. для ТЭЦ-16).
3. Наименьшее аэродинамическое сопротивление.
4. Наименьшая весовая нагрузка на конструкцию КВОУ.
5. Не требуется сложного технического обслуживания.

Недостатки

1. Степень охлаждения ограничена температурой мокрого термометра.
2. Безвозвратный унос воды в компрессор.
3. Требуются повышенные требования к системе каплеулавливания.
4. Требуется хим. очищенная вода высокого качества.
5. Невысокий ресурс форсунок (около 2 лет при регулярном использовании).

СОБИ

Принцип работы СОЕИ



Сущность испарительного охлаждения состоит в следующем. Согласно кинетической теории, молекулы воды находятся в беспорядочном тепловом движении, при этом скорости их колеблются в широких пределах. Те молекулы, которые обладают наибольшей скоростью (наибольшей кинетической энергией), вырываются в пространство над поверхностью воды (испарение). При этом могут оторваться от воды только молекулы, расположенные вблизи ее поверхности, у которых составляющая скорости, нормальная к этой поверхности, достаточно велика и способна преодолеть силы молекулярного притяжения. Молекулы воды, оторвавшиеся от поверхности, при столкновении с молекулами воздуха, могут быть отброшены обратно к поверхности воды и вновь поглотиться водой (конденсация). Часть оторвавшихся от поверхности воды молекул водяного пара проникает между молекулами воздуха, увеличивая влагосодержание и относительную влажность воздуха. Эта потеря водой части молекул с высокой кинетической энергией и составляет сущность процесса испарения. В результате у поверхности воды образуется слой воздуха, полностью насыщенный водяными парами. Остальная же масса воздушного потока,двигающаяся над поверхностью воды, ещё не насыщена водяными парами. Таким образом, «движущей силой» процесса испарения воды является разность парциальных давлений пара у поверхности воды и в ядре воздушного потока.

Принцип работы СОЕИ



Поток теплоты, возникающий в результате теплоотдачи соприкосновением, зависит от разности температур воды и воздуха и может быть направлен как от воды к воздуху, так от воздуха к воде в зависимости от того, какая из этих сред имеет более высокую температуру. При температуре воды больше температуры воздуха потоки теплоты за счет испарения Q_i и конвективного теплообмена Q_k направлены от воды к воздуху. При снижении температуры воды до температуры воздуха по сухому термометру поток теплоты за счет конвективного теплообмена становится равными нулю ($Q_k = 0$), а при последующем снижении температуры воды Q_k становится отрицательными, т.е. поток теплоты направлен от воздуха к воде.

Таким образом, для работы системы испарительного охлаждения воздуха температура охлаждающей воды должна быть ниже температуры атмосферного воздуха, иначе процесс пойдет с одновременным нагревом воздуха.

Теоретическим пределом охлаждения атмосферного воздуха в системах СОЕИ/СОПИ системе является температура мокрого термометра. При достижении воздухом этой температуры, относительной влажности $\varphi = 100\%$ и соответствующего абсолютного влагосодержания d кг/кг сух. возд. процесс массообмена между воздухом и охлаждающей водой прекратится (прекратится испарение воды в воздух). **В курсовом проекте: предельная относ. влажн. воздуха после охлаждения в системах СОЕИ/СОПИ – 98%.**

Комплектация системы охлаждения испарительного типа СОЕИ



Комплектная система охлаждения испарительного (комплект испарительного охладителя) типа обычно включает в себя:

- встраиваемые в существующие металлоконструкции КВОУ ГТУ каскадные модули для размещения смачиваемого материала, обеспечивающие возможность демонтажа на осенне–зимний период без останова ГТУ;
- комплект воздухоохладителя (смачиваемого материала);
- раздающий и сборный коллекторы;
- 2 насоса низкого давления $P \leq 25,0$ кВт;
- промежуточный бак–накопитель;
- запорно–регулирующая арматура, оснащенная электрическими приводами;
- соединительные трубопроводы;
- система рециркуляции охлаждающей воды;
- система автоматизации, управления и контрольно–измерительные приборы;
- дополнительные опоры и металлоконструкции;
- паспортная эффективность каплеотделителя выбирается > 99 % (капли размером 30 мкм).

Требования к качеству воды для СОЕИ



Технические требования к качеству используемой воды в системе охлаждения испарительного типа (по данным Астраханской ТЭЦ).

Технические требования к качеству используемой воды в системе охлаждения испарительного типа (по данным Turbine Inlet Cooling Association).

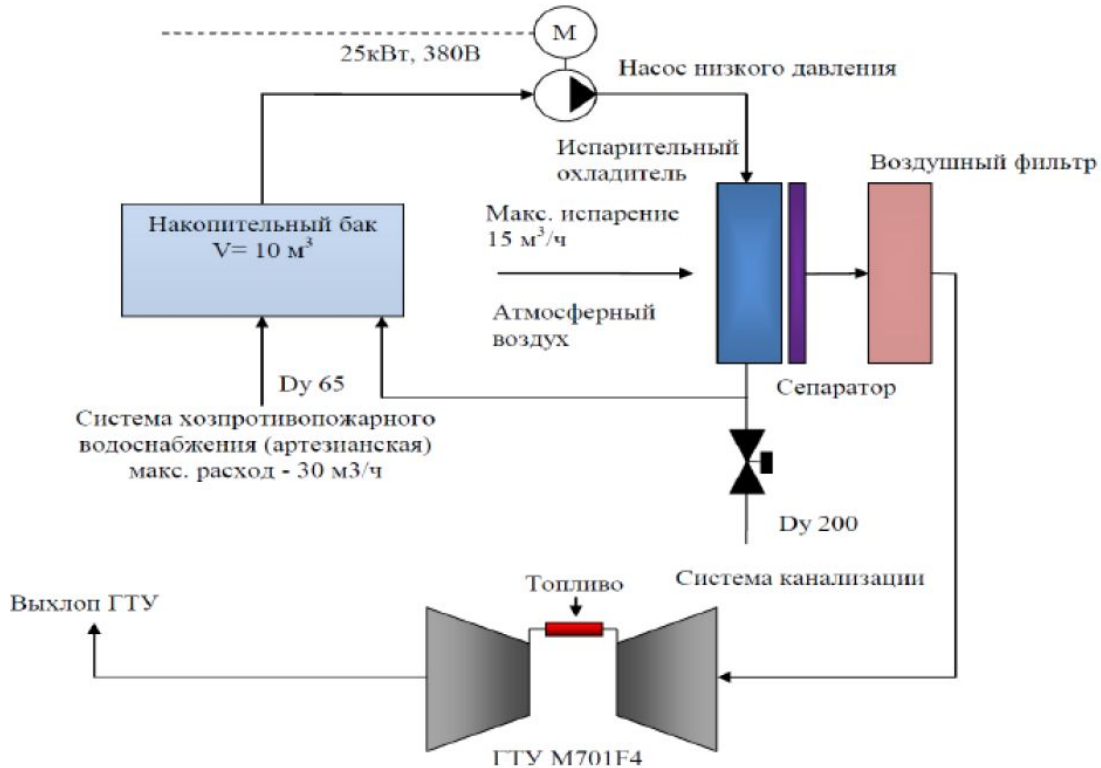
Обозначение	Уровень	Ед. измерения
Электропроводимость	450	мкСм/см
Карбонат кальция (CaCO ₃)	<170	мг/л
Хлориды (Cl)	<50	мг/л
pH	7÷8,5	–
Железо	<0,2	мг/л
Масло	<2	мг/л
Оксиды кремния (SiO)	<25	мг/л
Общее количество растворенных частиц	<5	мг/л
Общее количество взвешенных частиц	<550	мг/л

Параметр	Значение
Жесткость (по CaCO ₃)	50 – 150 PPM
Хлориды	< 50 PPM
SiO ₂	< 25 PPM
Fe	< 0.2 PPM
Проводимость	< 750 µmhos
pH	6.5 – 8.5

Видно, что требования к системе водоснабжения СОЕИ гораздо менее жесткие по сравнению с требованиями к качеству воды на ПГУ, поэтому для питания СОЕИ возможно использовать линию подпитки котла–утилизатора.

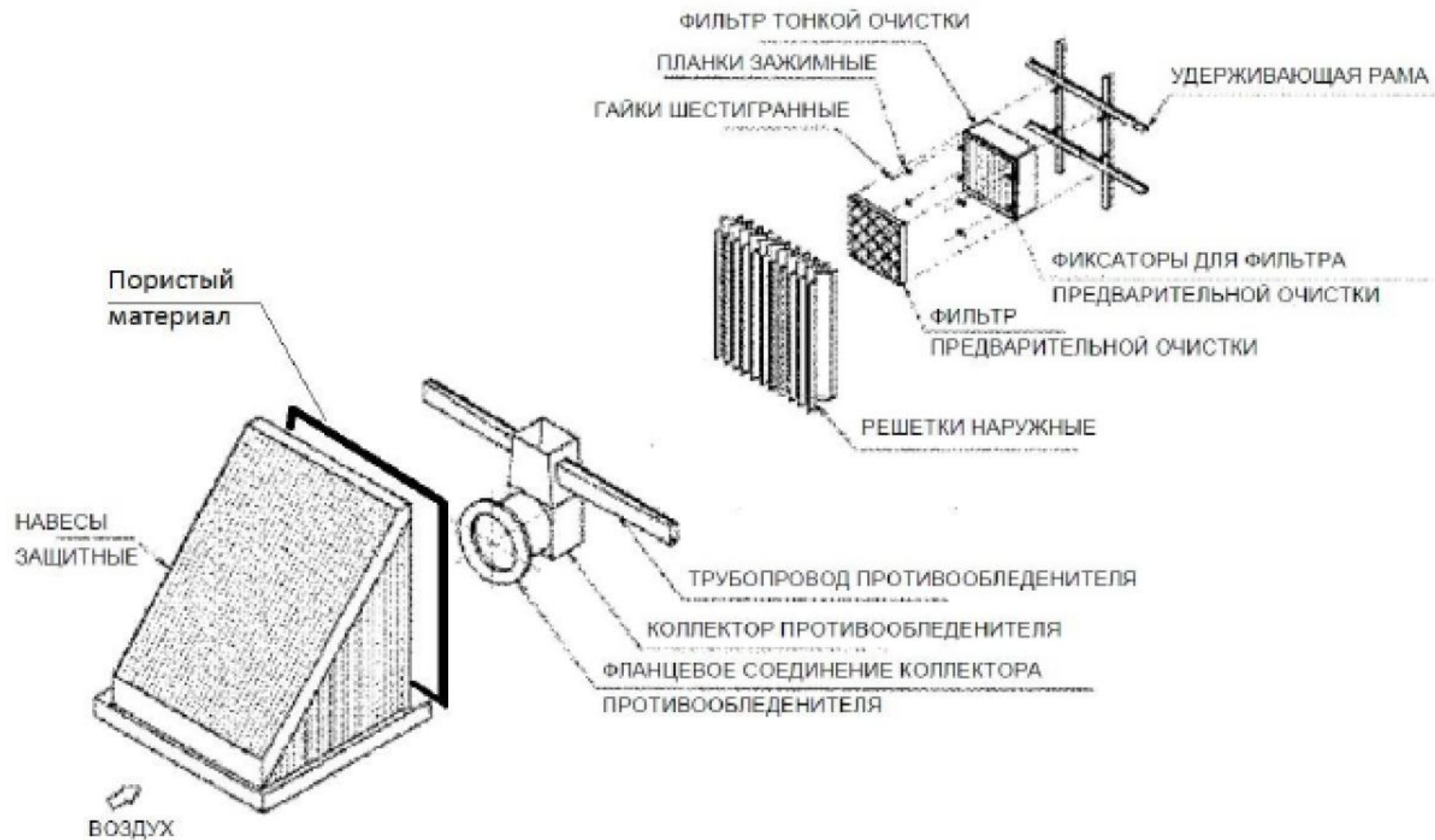
Ориентировочные цены (без НДС) на установку систем СОЕИ для ТЭЦ-12 и ТЭЦ-16 составляют 820 464 EUR и 902 462 EUR соответственно (материал – Turbodek). В цену включены доставка, шефмонтаж и пусконаладка.

СОЕИ на Краснодарской ТЭЦ (ГТУ М701F4 Mitsubishi ПГУ–410).



Объем воды в количестве 75 т/ч непрерывно подается циркуляционным насосом мощностью 25 кВт в верхний распределительный коллектор системы испарительного охлаждения. Равномерно распределяясь по раздающему коллектору, вода стекает по пористому материалу, установленному в сечении воздушного канала КВОУ ГТУ. Цикловой воздух, проходя через смоченный материал, насыщается влагой до 97÷98 %, охлаждается и поступает на всас компрессора ГТУ. Оставшаяся вода поступает в нижний коллектор системы, откуда возвращается в накопительный бак, а часть загрязненной воды удаляется через дренажную линию. Вся система функционирует в ручном режиме по данным установленной погодной станции при температуре наружного более $\leq +9$ °С. На осенне–зимний период пористый материал системы охлаждения демонтируются, чтобы уменьшить сопротивление КВОУ.

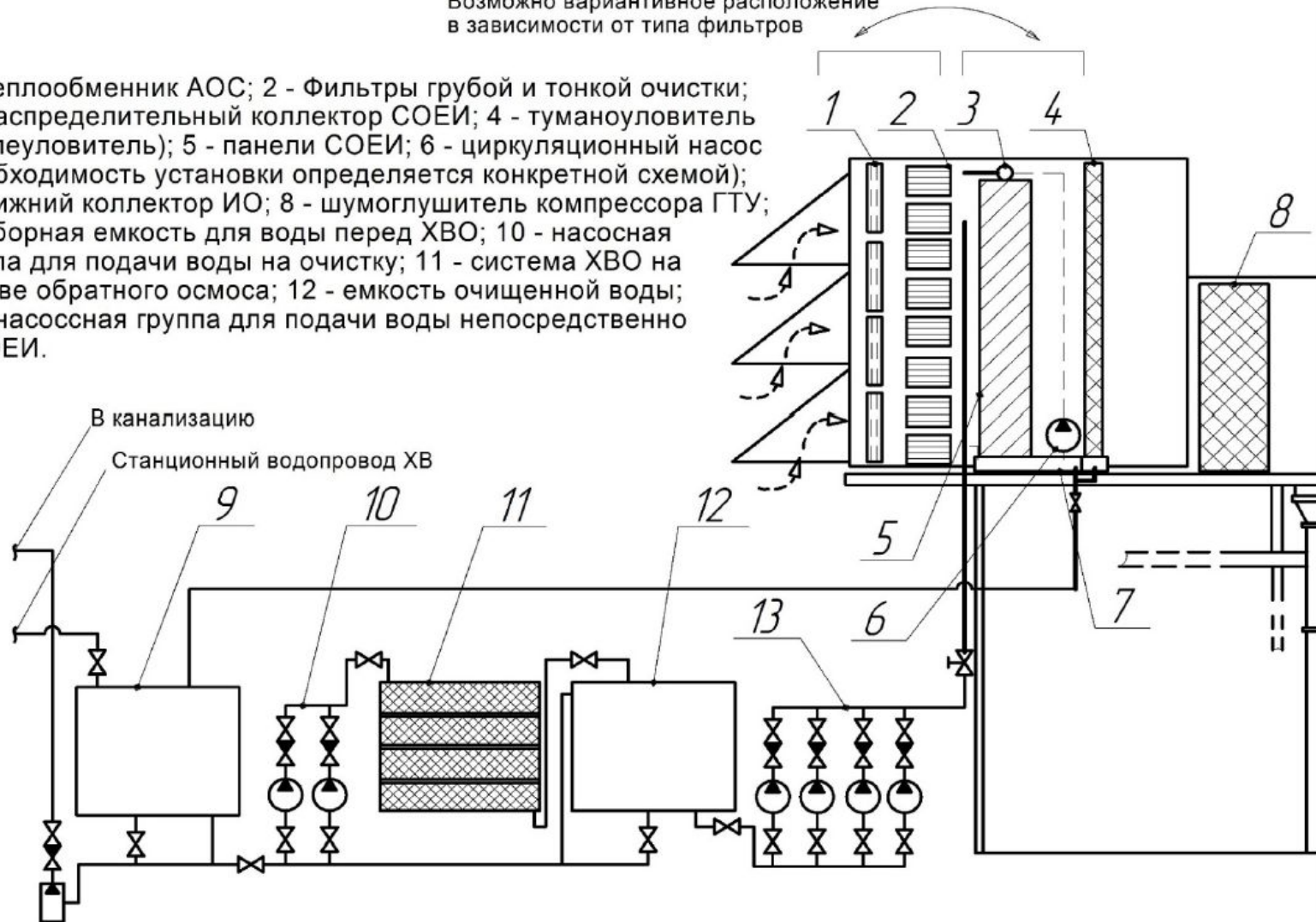
Схема КВОУ совместно с СОЕИ



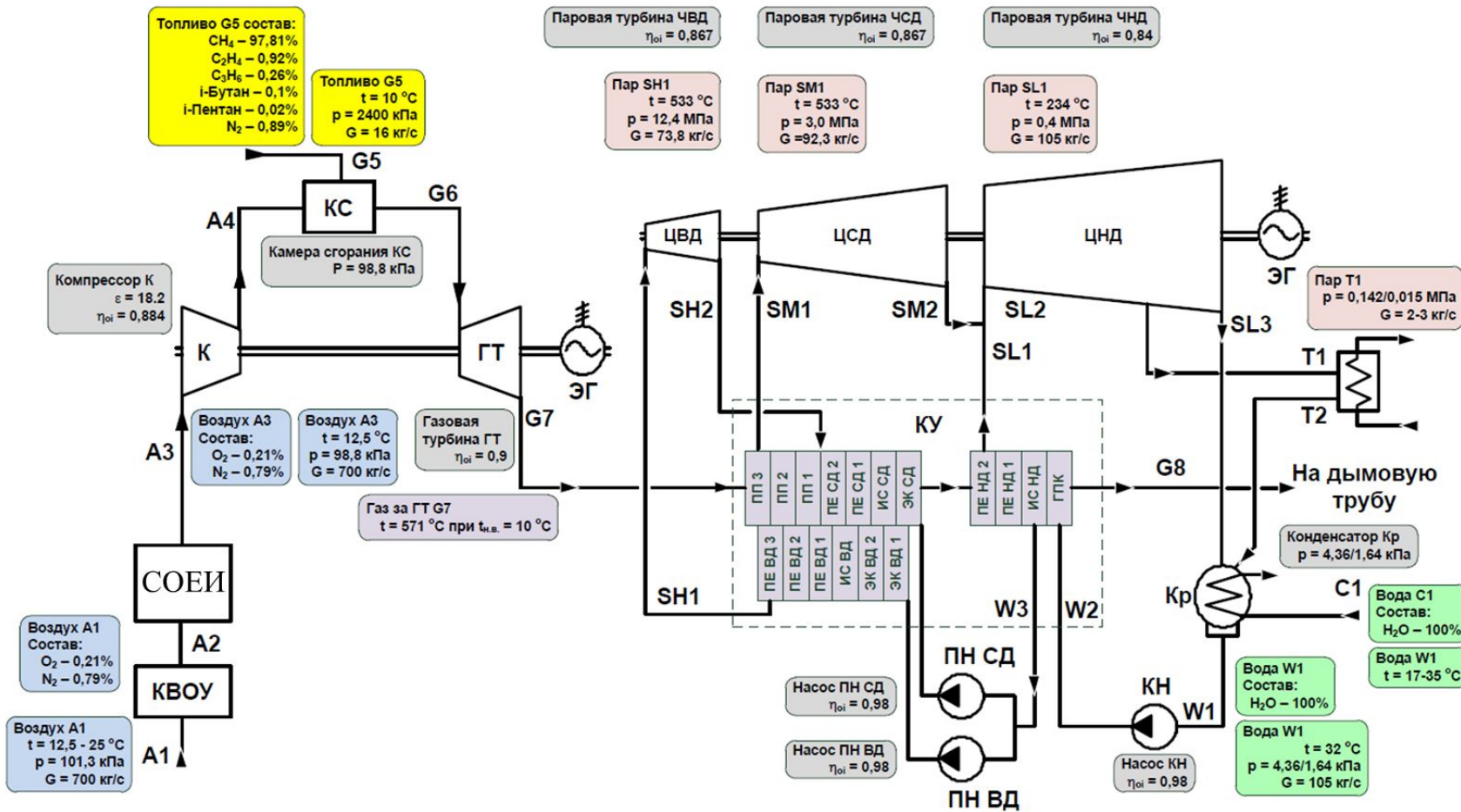
Технологическая схема подсоединения СОЕИ к системам ПГУ

Возможно вариантивное расположение
в зависимости от типа фильтров

- 1 - теплообменник АОС; 2 - Фильтры грубой и тонкой очистки;
- 3 - распределительный коллектор СОЕИ; 4 - туманоуловитель (каплеуловитель); 5 - панели СОЕИ; 6 - циркуляционный насос (необходимость установки определяется конкретной схемой);
- 7 - нижний коллектор ИО; 8 - шумоглушитель компрессора ГТУ;
- 9 - сборная емкость для воды перед ХВО; 10 - насосная группа для подачи воды на очистку;
- 11 - система ХВО на основе обратного осмоса; 12 - емкость очищенной воды;
- 13 - насосная группа для подачи воды непосредственно в СОЕИ.

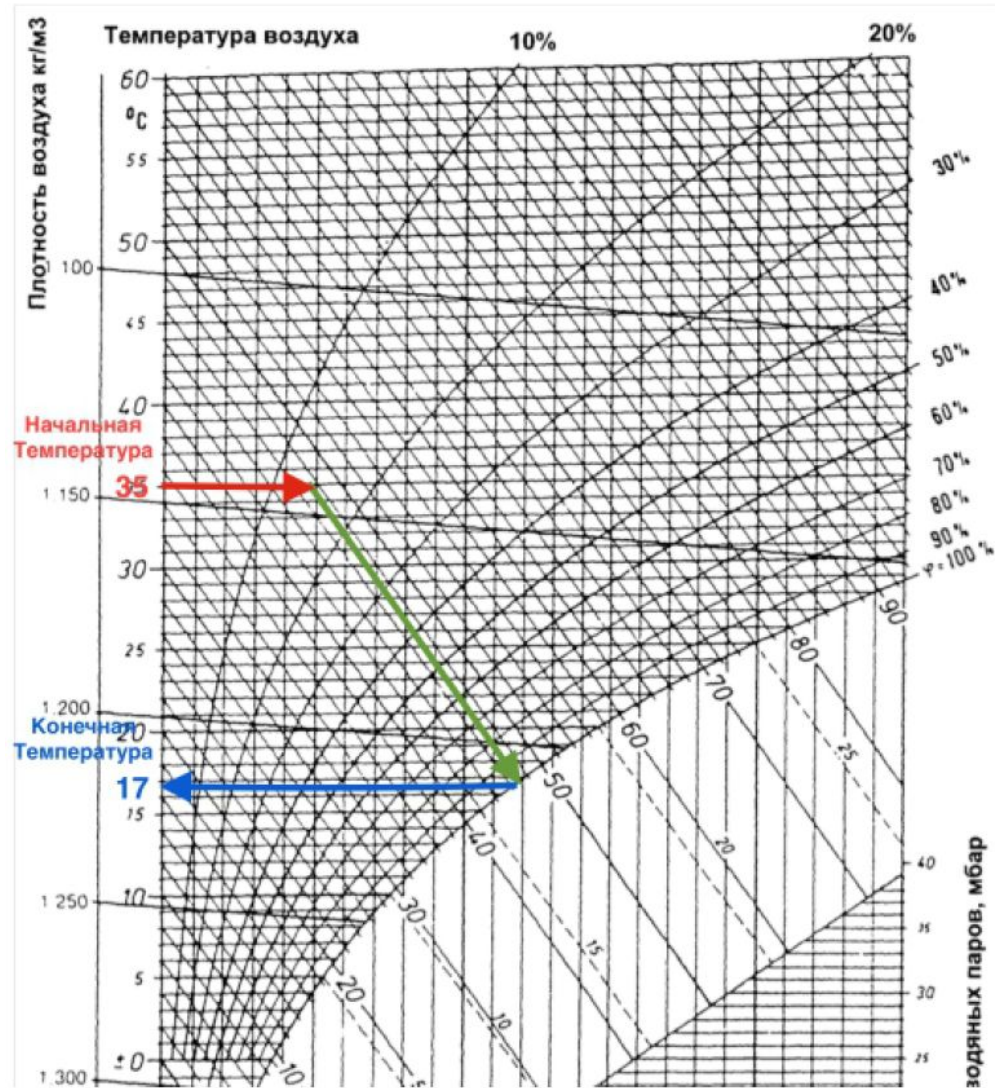


ПГУ-ТЭЦ с теплофикационной ПТ и СОЕИ



Не показан подвод/отвод воды).

Построение процесса охлаждения воздуха в психометрической диаграмме для системы СОЕИ



Построение происходит по аналогии с СОПИ.

Преимущества и недостатки СОЕИ



Преимущества

1. Простота технической реализации.
2. Не требуется сложного технического обслуживания.
3. Требования к водоподготовке не такие жесткие как в системе СОПИ.
4. Возможность относительно простого (без останова ГТУ) демонтажа испарительных панелей на зимний период.
5. Вспомогательные агрегаты СОЕИ не занимают много места. Установка не создает значительного аэродинамического сопротивления в тракте КВОУ.

Недостатки

1. Степень охлаждения ограничена температурой мокрого термометра.
2. Безвозвратный унос воды в компрессор.
3. Достаточно высокая стоимость реализации проекта вследствие небольшой конкуренции у производителей среди данного направления (около 821 000 EUR для ТЭЦ 12 и 903 000 EUR для ТЭЦ 16).
4. Требуются повышенные требования к системе каплеулавливания.
5. Отсутствие большого количества компаний, выполняющих подобные проекты.

Выбор способа охлаждения воздуха на всасе компрессора требует проведения ТЭО



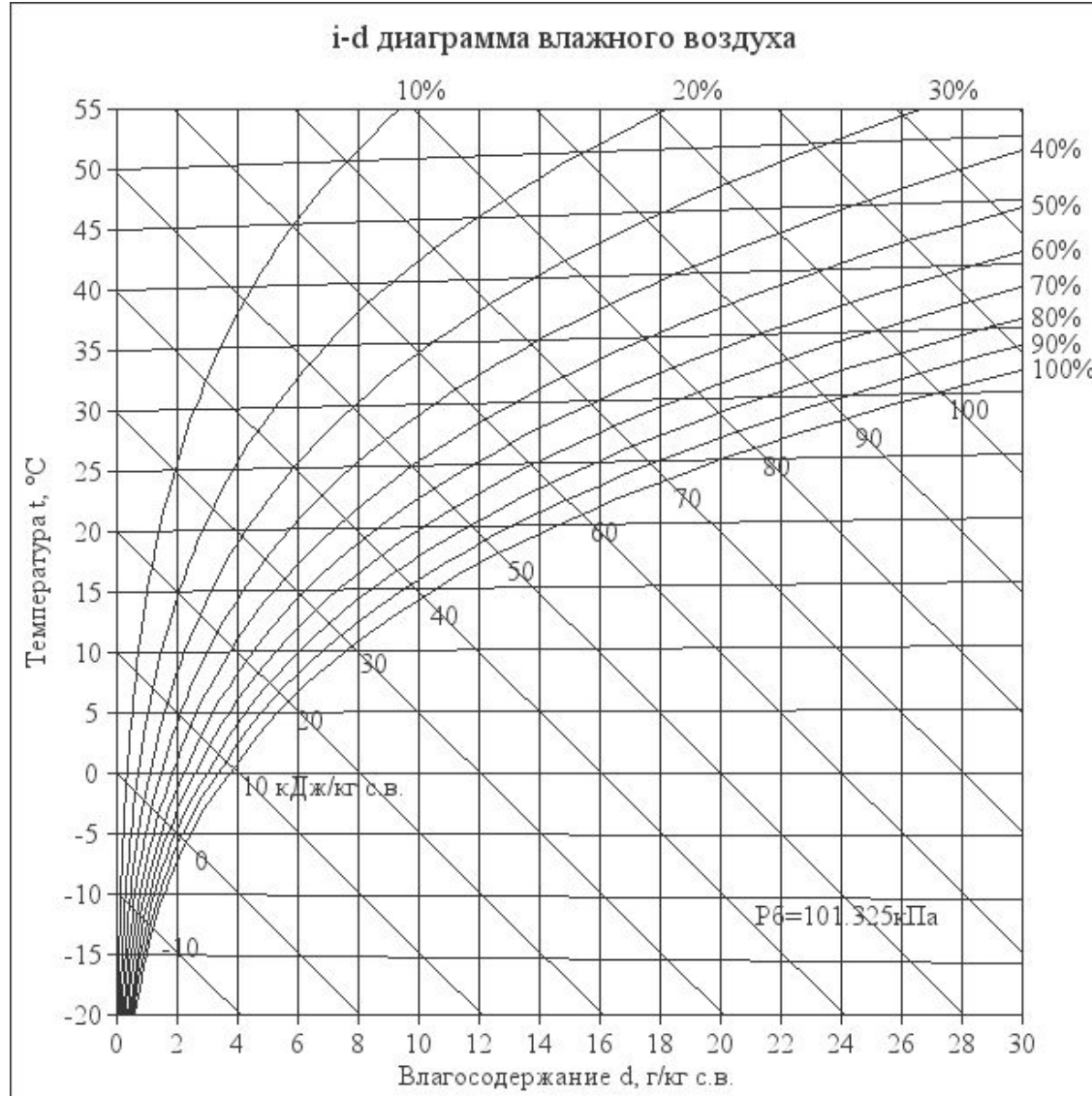
По совокупности технико-экономических показателей (без учета влияния рассматриваемых систем на режимы работы ПГУ) наиболее выгодной для реализации представляется система с принудительным испарением – СОПИ. Это вызвано в основном простотой технической реализации, относительно невысокой стоимостью данных систем и более высокой (по сравнению с СОЕИ) эффективностью насыщения влагой.

Наименее выгодной представляется система с АБХМ, в следствие того, что она требует проведения большого количества технологических работ и требует наибольших капитальных затрат.

Однако, для обоснованного выбора конкретной системы охлаждения воздуха необходимо провести расчет технико-экономических показателей с учетом интегральных энергетических эффектов, достигаемых в ПГУ после установки различных систем охлаждения.

Спасибо за внимание!

Психометрическая диаграмма для использования в курсовом проекте



<http://iddiagram.ru/help.php>