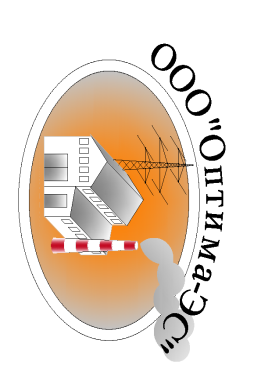
****

**«Оптима-Энерго-Сервис»**

**Общество с Ограниченной Ответственностью**

169601, Республика Коми, г. Печора 8марта 3 - 50, т.+791295-40167,

т/ф. (82142)-76076, e-mail:optima-ec@mail.ru,www.pechora-energo.ru

Свидетельство СРО Инженеров энергетиков №Э.014.11.277.07.2013

Свидетельство СРО Инженеров проектировщиков №П.37.11.6994.06.2017

ИНН/КПП 1105022596/110501001 ОГРН 1131105000190

**ОТЧЕТ**

**о проведении наладки**

**водно-химического режима котлоагрегатов**

**марок ДКВр 10-13 и ДКВр 20-13 в котельной № 4**

**мкр. Советский МУП «Северные тепловые сети»**

**МО ГО «Воркута»**

Оборудование: паровые котлы ДКВр 10-13, ст.№1, 2;

паровые котлы ДКВр 20-13, ст.№ 3, 4.

Договор № 217 от 25 октября 2017г.

Заказчик: МУП «Северные тепловые сети» МО ГО «Воркута»

Руководитель

наладочных работ

ООО «Оптима-ЭС» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /К.П. Заяц/

Инженер-наладчик

ООО «Оптима-ЭС» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Б.С. Лесюк/

М.П.

г. Печора

СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| I. | Введение |
| II. | Характеристика котельной |
| III. | Периодическая продувка |
| IV. | Непрерывная продувка |
| V. | График периодической продувки котла, осмотр поверхностей нагрева котла, график осмотра и ремонта оборудования ХВО |
| VI. | Перечень точек отбора проб и схема отбора проб |
| VII. | Графики зависимости |
| VIII. | Сводные ведомости. Результаты опытов при наладке ВХР |
| IX. | Режимная карта |
| X. | Выводы |
| XI. | Список литературы |
| Приложения | |
| Приложение 1. Нормы качества питательной, умягченной, котловой воды  и насыщенного пара | |
| Приложение 2. Методики проведения анализов.  Методики приготовления стандартных растворов. | |

1. ВВЕДЕНИЕ

Периодически, раз в три года, возникает необходимость проводить наладку котлов и котельного оборудования. В ходе проведения наладочных работ вскрываются недостатки и отклонения от нормы в работе теплотехнического оборудования, восстанавливается его нормальная работа, подвергаются корректировке средства автоматизации – всё это жизненно необходимо для определения оптимальных режимов эксплуатации, экономии средств и увеличения производительности того или иного оборудования.

1.1. Твердые отложения на внутренней поверхности теплообмена называют накипью. Взвешенные вещества, циркулирующие с котловой водой, либо скапливающиеся в системах котла, называют шламом. Четкой границы между этими видами отложений не существует, так как накипь при определенных условиях может превращаться в шлам и наоборот – шлам в накипь. На рисунке показано влияние накипи на перерасход топлива для котлов низкого давления. Накипь и шлам образуются в результате физико-химических процессов, из которых основным является процесс кристаллизации, характеризующийся выделением твердой фазы из многокомпонентных пересыщенных растворов. С ростом температуры возникает кристаллизация солей, имеющих отрицательный температурный коэффициент растворимости, а при общем повышении концентрации солей в испаряемой воде вследствие ее упаривания из раствора начинают выделяться в твердую фазу в первую очередь те соединения, для которых раствор ближе всего к состоянию насыщения.

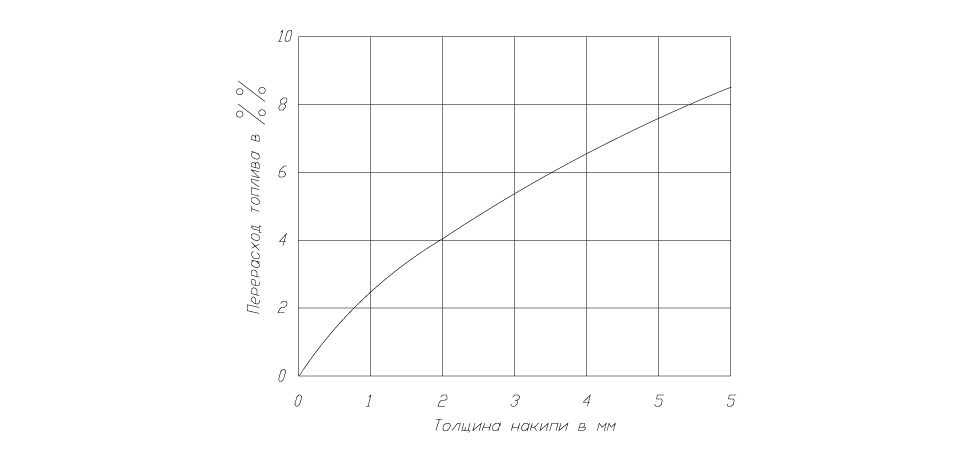


Рисунок 1 Влияние толщины слоя накипи на перерасход топлива

После монтажа котлов загрязненность их внутренней поверхности вызвана в основном отложением на ней оксидов железа: Внутренняя поверхность котла может быть загрязнена также сварочным гратом, песком, землей и другими посторонними предметами. На котлах, находящихся в эксплуатации, внутренние отложения состоят в основном из кальциевых соединений и оксидов железа. Причинами образования отложений являются: выделение труднорастворимых солей в процессе упаривания воды, оседание взвешенных веществ, находящихся в воде или паре, коррозия металла.

Солевые отложения в основном встречаются у котлов низкого и среднего давления. Если отложения появились на котлах высокого давления, то это свидетельствует о неэффективной работе водоподготовительного оборудования или о наличии присосов охлаждающей воды в конденсаторах турбин.

Наносные загрязнения (в виде рыхлого слоя) характерны для барабанных котлов высокого давления, где применяется фосфатирование котловой воды, и чаще всего располагаются над солевыми или коррозионными отложениями. Коррозионные отложения образуются в результате стояночной коррозии и коррозии металла в среде воды или пара при эксплуатации котла.

Вместе с питательной водой в котел поступают различные минеральные примеси, в том числе соединения кальция и магния, оксиды железа, алюминия, меди и др. Накапливаясь в котле по мере испарения воды, эти примеси после наступления состояния насыщения начинают выпадать в виде кристаллов. Центрами кристаллизации служат шероховатости на поверхности нагрева, а также взвешенные и коллоидные частицы, находящиеся в воде.

Вещества, кристаллизующиеся на поверхности нагрева, образуют плотные и прочные отложения - накипь. Накипь, как известно, имеет низкий коэффициент теплопроводности, составляющей 0,1-0,2 Вт/(м-К). Поэтому даже малый слой накипи приводит к резкому ухудшению условий охлаждения поверхностей нагрева, в результате чего повышается температура металла. При этом у поверхности нагрева, расположенной в области высоких температур (экраны, фестоны, первые ряды труб конвективного пучка), температура металла может превысить предельную по условиям прочности, после чего начинается образование отдулин с утонением стенок трубы. Затем появляется свищ - отверстие вдоль образующей трубы, через который с большой скоростью вытекает струя воды, и котел приходится останавливать.

На режим работы котла вредное влияние оказывает повышенная щелочность воды, что может привести к вспениванию воды в барабане и в предельном случае - к заполнению вспененной водой всего парового объема барабана. Вспениванию воды способствует содержание в ней органических соединений аммиака. В таких условиях сепарационные устройства не обеспечивают отделения воды от пара и вода из барабана, содержащая различные примеси, может поступать в перегреватель, создавая опасность его загрязнения и нарушения нормальных условий работы. Повышения относительная щелочность может явиться причиной появления щелочной коррозии металла, а также трещин в местах вальцовки труб в коллекторы и барабан.

1.2.**Наладка водно-химического режима (ВХР)** проводится с целью проверки и установления норм водно-химического режима котла, установления качества котловой воды, проверки качества пара или воды при различных нагрузках котла, определения режима продувок и составления режимной карты котла. Такая наладка необходима для определения максимально допустимой эксплуатационной производительности, подбора оптимальных параметров работы оборудования. Результатом работы является технический отчёт и карта водно-химического режима котла, действующая в течение трёх лет.

На данный момент существуют следующие методы ведения водно-химического режима: удаление солей жёсткости из подпиточной и питательной воды при помощи Nа-катионирования, удаление растворённых агрессивных газов в деаэрационных установках вакуумного и атмосферного типа, подщелачивание подпиточной воды, обезжелезивание воды при помощи установок обратного осмоса.

Наличие накипи на внутренних поверхностях нагрева котла толщиной в 1 мм приводит к перерасходу 2% топлива от норматива. Ведение водно-химического режима согласно действующих норм и правил позволяет избежать снижения ресурса работы оборудования источников теплоснабжения, тепловых сетей, снизить аварийность. Внедрение современных методов и технологий ведения водно-химического режима позволяет снизить сбросы сточных вод. Необходимо неукоснительное соблюдение норм качества подпиточной и питательной воды согласно правил технической эксплуатации и руководящих документов.

1.3. Методы оперативного химического контроля нормируемых показателей качества обеспечивают информацию о состоянии текущего водно-химического режима и необходимости режимных мероприятий по регулированию качества теплоносителя.

Итоговая оценка состояния водно-химического режима может быть осуществлена при осмотре остановленного оборудования по результатам отбора и последующего определения количества и качества отложений с парогенерирующих  поверхностей и проточной части турбин.

Динамика изменения количества и химического состава отложений во времени позволяет определить направления работ по уменьшению количества отложений, ослаблению коррозии, выявлению источников загрязнений, не обнаруживаемых методами эксплуатационного химического контроля.

Значение удельной загрязненности труб топочных экранов и химический состав отложений систематически требуется эксплуатационному персоналу для оценки необходимости химической очистки оборудования и выбора технологии очистки.

Образование отложений отрицательно влияет на работу основного и вспомогательного оборудования:

      - при загрязнении теплопередающих поверхностей снижаются коэффициенты теплопередачи;

      - увеличиваются шероховатости стенок, уменьшаются проходные сечения, увеличиваются потери на трение;

      - при высоких температурах рабочей среды снижается надежность работы оборудования – в местах перегрева экранных труб происходит размягчение металла. Его деформация – образование отдулин с последующим разрывом металла (свищи);

     - в пароперегревателях интенсифицируются процессы ползучести металла, окалинообразование, приводящее к утонению стенок и разрыву труб.

Накипь может выделяться:

  - из воды при ее нагревании и кипении;

  - возникать вследствие коррозионного воздействия воды или растворенных в ней примесей на металл;

  - выделяться из пара при его перегреве и при ее испарении.

|  |  |
| --- | --- |
| II. | ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЕЛЬНОЙ |

В котельной установлено 2 котла ДКВР-10-13 и 2 котла ДКВр-2О-13, работающих на жидком топливе (мазут). Подготовка исходной и питательной воды в котельной осуществляется 1\1 а-катионитными установками и одним деаэратором атмосферного типа ДА. Котлы ДКВР-10-13 с одной ступенью испарения. Котлы оснащены проботборными точками. Котлы ДКВр-20-13 с двумя ступенями испарения. Котлы оснащены проботборными точками. Пар используется на отопление.

Параметры котла ДКВр 10-13

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Параметр | Единица измерения | Количество |
| 1 | Паропроизводительность | т/ч | 10 |
| 2 | Давление | кгс/см2 | 13 |
| 3 | Температура пара | Сº | 194 |
| 4 | Водяной объем котла | м3 | 9,04 |
| 5 | Паровой объем котла | м3 | 2,56 |
| 6 | Вид топлива |  | мазут |

Параметры котла ДКВр 20-13

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Параметр | Единица измерения | Количество |
| 1 | Паропроизводительность | т/ч | 20 |
| 2 | Давление | кгс/см2 | 13 |
| 3 | Температура пара | Сº | 194 |
| 4 | Водяной объем котла | м3 | 10,5 |
| 5 | Паровой объем котла | м3 | 1,8 |
| 6 | Вид топлива |  | мазут |

Соблюдение установленных норм качества питательной и котловой воды пара должно обеспечить безаварийную работу котла, по крайней мере, в период между капитальными ремонтами. Водно-химические выявили оптимальные нормы, при которых обеспечивается надежная работа оборудования без образования накипи на поверхности нагрева и солеотложения.

Установлены нормы качества котловых вод и периодичность отбора проб, составлен график периодических продувок (в режимной карте). Установлено, что при проведении непрерывной продувки щелочность котловой воды составляет 10-35 мг-экв/л.

При соблюдении инструкций и норм водный режим обеспечивает экономичную работу и удовлетворительное состояние поверхностей нагрева котла.

Регулирование качества котловой воды осуществляется путем продувок котла.

|  |  |
| --- | --- |
| III. | ПЕРЕОДИЧЕСКАЯ ПРОДУВКА |

Для удаления грубодисперсного шлама, оседающего в нижних коллекторах, барабана котла или контурах с вялой циркуляцией воды, проводится периодическая продувка из нижних точек котла. Более полное удаление шлама обеспечивается, возможно‚ большей интенсивностью периодической продувки при обязательном условии существенно не нарушать при этом циркуляцию на данном участке котла и не снижать уровень воды в котле ниже допустимых пределов.

При продувке нижних точек необходимо полностью открыть запорный вентиль (первый по ходу — ближний к котлу) и затем сразу же полностью плавно отрыть и так же плавно сразу же закрыть регулирующий продувочный вентиль (второй от котла). Открытие продувочных вентилей производится не более чем на 30 сек. (включая время открытия и закрытия) при наблюдении за уровнем в котле.

Одновременная продувка нескольких точек не допускается.

При необходимости производить периодическую продувку продолжительное время (при внутри котловой обработке воды, отсутствии или недостаточности непрерывной продувки), чтобы не нарушать циркуляцию воды в данной части котла, на обводной линии, у вентилей периодической продувки устанавливается ограничительная шайба, и ведут эту продувку по обводной линии.

При производстве периодической продувки продолжительное время, солесодержание котловой воды изменяется от предельно-допустимого - перед продувкой до значительно пониженного - после продувки. Среднее солесодержание при этом получается значительно ниже нормы, что неэкономично. Непрерывная продувка не имеет этого недостатка.

Кратковременная Периодическая продувка проводится не реже одного раза в смену, не зависимо от осуществления непрерывной продувки, дополнительная (продолжительная) периодическая продувка - зависимости от результатов анализа котловой воды по указанию лаборанта.

|  |  |
| --- | --- |
| IV. | НЕПРЕРЫВНАЯ ПРОДУВКА |

Непрерывная продувка обеспечивает необходимую чистоту пара, поддерживая определенный солевой состав котловой воды, и предупреждает капельный унос.

Основное загрязнение пара растворимыми солями происходит за счет уноса капелек воды в момент, когда лопаются пузырьки воды или происходит вспенивание котловой воды из-за растворимых в ней солей.

Каждый процент продувки котла понижает его КПД на 0,15 - 025% из-за потери потенциала продувочной воды. Оптимальный расход продувочной воды устанавливается с помощью сепаратора непрерывной продувки. Чем ниже давление пара в расширителях, тем больше в них выделяется пара и больше получается конденсата пара.

Целесообразно использовать теплоту непрерывной продувки и продувочную воду:

1 - для подпитки закрытой теплосети (при наличии разрешения сан. органов и исправных теплообменников);

2 - для подогрева исходной воды или химочищенной воды;

3 - для растворения соли на ВПУ и для других технологических нужд.

Величина непрерывной продувки (П) определяется солесодержанием питательной воды(Sп.в.), пара (S)и воды в зоне продувки (Sпр.) или их щелочностью.

Необходимость восполнения потерь конденсата, насыщенного пара, котловой воды вызывает дополнительные затраты и увеличивает стоимость пара.

Расчетные величины продувки:

; где

П пр. - продувка котла, %

Д п.п. — солесодержание питательной воды.

Щп.в. - щелочность питательной воды.

Щк.в. - щелочность котловой воды.

V к - водяной объем котла, м3.

Причины ухудшения качества пара.

В процессе эксплуатации качество насыщенного пара может ухудшиться по следующим причинам:

- форсировка котла более определенной испытаниями производительности, для которого принято поддерживаемое в нем солесодержание котловой воды;

- резкое колебание нагрузки и давления в котле;

- перепитка котла выше нормального допускаемого уровня (особенно если это совмещается с форсировкой, колебаниями нагрузки и давления в котле);

- ухудшение качества котловой воды вследствие нарушения режима продувки, низкого качества питательной воды, форсированного ввода химических реагентов;

- ухудшение работы сепарационных устройств: не плотности, загрязнение накипеотложениями, забивание дренажных отверстий и т. д.

|  |  |
| --- | --- |
| V. | ГРАФИК ПЕРЕОДИЧЕСКОЙ ПРОДУВКИ КОТЛА, ОСМОТР ПОВЕРХНОСТЕЙ НГРЕВА КОТЛА, ГРАФИК ОСМОТРА И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ХВО |

5.1. Периодическая продувка котла должна производиться в сроки, установленные администрацией, в присутствии ответственного по смене лица.

Во избежание упуска воды уровень воды в котле перед продувкой должен быть немного выше нормального. Кроме того, в течение всего периода продувки необходимо вести тщательное наблюдение за положением уровня воды в водо-указательных приборах.

О предстоящей продувке котла необходимо предупредить персонал котельной, а также лиц, работающих на ремонте соседних котлов. До продувки необходимо убедиться в исправности водоуказательных приборов, питательных устройств и наличии достаточного количества воды в питательных баках, а также в том, что котлы, находящиеся в ремонте или чистке, надежно отключены от продувочных линий.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| График периодической продувки котлов | | | | | |
| № п/п | Наименование оборудования | Станционный номер | Периодичность продувки | Время | Ответственный |
| 1 | Котлоагрегат ДКВр-10-13 | № 1 | 2 раза в сутки или раз в смену | 07-00  19-00 | Старший машинист, лаборант |
| 2 | Котлоагрегат ДКВр-10-13 | № 2 | 2 раза в сутки или раз в смену | 07-00  19-00 | Старший машинист, лаборант |
| 3 | Котлоагрегат ДКВр-20-13 | № 3 | 2 раза в сутки или раз в смену | 07-00  19-00 | Старший машинист, лаборант |
| 4 | Котлоагрегат ДКВр-20-13 | № 4 | 2 раза в сутки или раз в смену | 07-00  19-00 | Старший машинист, лаборант |

5.2. При [внутренних осмотрах](http://mash-xxl.info/info/214190) [паровых котлов](http://mash-xxl.info/info/6628) техническая администрация предприятия должна составить акт о результатах осмотра, в котором указать толщину накипи, обнаруженную на поверхностях нагрева котла до его очистки, и все дефекты, обнаруженные при осмотре. Для фиксации размеров [коррозионных повреждений](http://mash-xxl.info/info/129463) при каждом осмотре необходимо производить оттиски (копии) повреждений при помощи легкоплавких или пластических материалов и сохранять их.

При оформлении акта осмотра котла общая оценка технического состояния поверхностей нагрева со стороны воды производится путем сравнения фактического их состояния с данными, приведенными ниже.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Элемент оборудования | Толщина накипи, мм | Оценка |
| Топка  Водогрейные трубы  Паровые трубы | 0,2 | Хорошо |
| 0,5 | Удовлетворительно |
| 1,0 | Неудовлетворительно |

Техническое состояние поверхностей нагрева котла со стороны воды может быть оценено:

„хорошо” — котел допускается к дальнейшей эксплуатации без чистки, следующий срок внутреннего осмотра котла может быть назначен в зависимости от условий его работы или увеличен по усмотрению владельца;

„удовлетворительно” — котел допускается к дальнейшей эксплуатации без чистки при условии, что очередная чистка будет производиться химическим методом, срок следующего внутреннего осмотра должен быть назначен в соответствии с данными после осмотра;

„неудовлетворительно” - чистка котла является обязательной; срок следующего внутреннего осмотра котла назначается не более чем через 5360 часов наработки, при этом должны быть выяснены причины неудовлетворительного состояния и приняты меры по их устранению.

Учет продолжительности работы паровых котлов должен производиться в часах. На котельных, где учитываемое (фактическое) время работы котла за год будет меньше указанного в Нормативах, осмотр котла должен производиться не реже 1 (раза в год независимо от фактических часов его работы. При этом время осмотра котла, как правило, должно совмещаться со сроком внутреннего освидетельствования его инспектором Ростехнадзора.

Рекомендуются следующие сроки периодичности очистки внутренних поверхностей от окисных и накипных отложений. Если время работы котла в течение года составляет более 8 мес., то следует проводить очистку 1 раз в три года; если 6... 8 мес., то 1 раз в два года; если менее 6 мес., то 1 раз в год.

Указанные сроки проведения профилактических чисток рекомендуются только при соблюдении инструкций по техническому обслуживанию котлов.

5.3. Вспомогательное оборудование ХВО должно проходить периодический осмотр и техническое обслуживание:

- раз в месяц;

- раз в квартал.

Перечень вспомогательного оборудования и сроки ПО, ТО должны быть указаны в графике утвержденным техническим руководителем предприятия.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| График капитального ремонта основного оборудования ХВО | | | |
| №п/п | Наименование оборудования | Период ПО, ТО | Капитальный ремонт |
| 1 | Натрий-катионитный фильтр | При резком снижении рабочей емкости, но не реже 1 раза в год | По мере необходимости, но не реже 1 раза в 2 года |
| 2 | Арматура | 1 раз в год | По мере необходимости |
| 3 | Насосы | 1 раз в год | 1 раз в год |
| 4 | Баки сбора воды | 1 раз в год | 1 раз в год с обязательной очисткой |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| VI. | ПЕРЕЧЕНЬ ТОЧЕК ОТБОРА ПРОБ И СХЕМА ОТБОРА ПРОБ | | | |
| Наименование устройства | | Характеристика и номер стандарта | Место расположения | Требования к установке отбора проб |
| Пробоотборные устройства | | | | |
| Питательная вода | | Г-образная трубка ОН 24-3-70-66 | Трубопровод питательной воды | Прямой участок не менее 10 диаметров до места установки и не менее 5 диаметров после |
| Котловая вода чистого отсека | |  | Нижний участок опускной трубы I ступени испарения | Прямой участок не менее 10 диаметров до места установки и не менее 5 диаметров после |
| Котловая вода без ступени испарения и IIступени испарения | | Штуцер | Линия непрерывной продувки котла | Штуцер приваривается вровень с внутренней поверхностью трубопровода. Устанавливается до узла регулирования продувки. |
| Насыщенный пар котлов с пароперегревателем | | Устьевой зонд ОН 24-3-85-66 | Пароотводящий трубопровод | В устье пароотводящей трубы |
| Насыщенный пар котлов без пароперегревателя | | Щелевой зонд | Паропровод насыщенного пара | За расходомерной шайбой |
| Холодильники | | Одноточечные и двухточечные | Водный щит |  |
| Водный щит | | ОН 24-3-97-66  ОН 24-3118-77 | По проекту | Характеризуется числом холодильников |

Перечень точек отбора проб составлен на основании РТМ 24.030.24-72 «Организация химического контроля за водно-химическим режимом»

*Схема отбора проб*

Место и способ взятия пробы для анализа имеет большое значение для правильного суждения о качестве воды, поэтому при взятии пробы необходимо соблюдать установленные требования, так как не соблюдение их может повлечь за собой искаженные результаты анализа воды.

Места отбора проб должны быть доступны, безопасны и хорошо освещены.

При взятии пробы воды для анализа должны выполняться следующие требования:

1. Если проба берется из трубопровода, то перед взятием ее следует дать стечь воде, застоявшейся в трубопроводе. Для этого открыть пробный кран и пропустить воду в течение 2-3 мин. Особенно важно обращать внимание на то, чтобы до взятия пробы из трубопровода была удалена скопившаяся грязь.
2. Посуда, в которую берут пробу, должна быть чистой и не содержать остатков промывочной воды и ее следует 1-2 раза ополоснуть водой из крана, из которого берется проба.
3. Для защиты от случайного загрязнения посуда, в которую берется проба воды, должна быть закрыта.
4. Котловую воду рекомендуется брать через специальный холодильник отбора проб. Перед взятием пробы холодильник необходимо продуть в течение 2-3 минут.
5. Если из котла берут пробу не через холодильник, то за счет частичного испарения воды, концентрация солей во взятой пробе оказывается более высокой, чем действительная концентрация в котловой воде. Для устранения погрешности из-за частичного испарения котловой воды, при взятии пробы должна быть учтена поправка на котловое давление.

VII. ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТИ

Котел ДКВр-10-13; ст.№1; рег.№1716

*Котел ДКВр-10-13, ст.№2, рег.№ 1717*

*Котел ДКВр-20-13; ст.№ 3; рег.№ 2454*

*Котел ДКВр-20-13; ст.№ 4; рег. №2295*

VIII. СВОДНЫЕ ВЕДОМОСТИ. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ПРИ НАЛАДКЕ ВХР

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Котел ДКВр-10-13 ст.№1** | **Котельная мкр. Советский** | **Нагрузки 50 и 100% от номинальной** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № к/а | Параметры котла | | Питательная вода | | | Котловая вода | | | | Насыщенный пар | | | Продувка | |
| Рпара | Дк | Жпв | Щпв | α' | Sкв | Щкв | Щкв.фф | Щкв.отн | СО2 | Щп | Wп | непре-  рывная | сум-  марная |
| кгс/см2 | т/ч | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | % | % | % |
| Ст.№ 1; рег.№1716 | 7,8 | 5,1 | 1,4 | 430 | 28,0 | 3930 | 43 | 28 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 8,1 | 5,1 | 1,6 | 440 | 28,0 | 1830 | 22 | 15 | 44,4 | 2,9 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 2,0 |
| 8,1 | 4,8 | 1,6 | 430 | 28,0 | 1210 | 15 | 10 | 44,4 | 2,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,8 | 5,1 | 1,7 | 440 | 28,0 | 1030 | 11 | 7 | 44,4 | 3,9 | 0,1 | 0,6 | 3,0 | 4,0 |
| 7,8 | 5,0 | 0,9 | 440 | 28,0 | 830 | 9 | 6 | 44,4 | 3,9 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |
| Ст.№ 1; рег.№1716 | 8,0 | 9,6 | 1,1 | 430 | 28,0 | 3530 | 43 | 29 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 7,9 | 10,1 | 2,1 | 470 | 28,0 | 2170 | 24 | 16 | 44,4 | 3,1 | 0,3 | 1,3 | 1,0 | 2,0 |
| 7,9 | 10,4 | 1,0 | 430 | 28,0 | 1340 | 15 | 10 | 44,4 | 3,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,8 | 9,6 | 1,8 | 460 | 28,0 | 1090 | 12 | 8 | 44,4 | 4,0 | 0,1 | 0,7 | 3,0 | 4,0 |
| 8,1 | 9,9 | 1,3 | 410 | 28,0 | 700 | 9 | 6 | 44,4 | 2,7 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Котел ДКВр-10-13 ст.№2** | **Котельная мкр. Советский** | **Нагрузки 50 и 100% от номинальной** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № к/а | Параметры котла | | Питательная вода | | | Котловая вода | | | | Насыщенный пар | | | Продувка | |
| Рпара | Дк | Жпв | Щпв | α' | Sкв | Щкв | Щкв.фф | Щкв.отн | СО2 | Щп | Wп | непре-  рывная | сум-  марная |
| кгс/см2 | т/ч | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | % | % | % |
| Ст.№ 2; рег.№1717 | 7,8 | 4,7 | 1,5 | 430 | 28,0 | 4230 | 43 | 28 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 8,9 | 5,1 | 1,6 | 440 | 28,0 | 1980 | 22 | 15 | 44,4 | 2,9 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 2,0 |
| 8,0 | 5,0 | 1,5 | 430 | 28,0 | 1310 | 15 | 10 | 44,4 | 2,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,9 | 5,1 | 1,4 | 440 | 28,0 | 1030 | 11 | 7 | 44,4 | 3,9 | 0,1 | 0,6 | 3,0 | 4,0 |
| 7,8 | 4,9 | 0,9 | 440 | 28,0 | 760 | 9 | 6 | 44,4 | 3,9 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |
| Ст.№ 2; рег.№1717 | 8,2 | 10,0 | 1,2 | 430 | 28,0 | 3830 | 43 | 29 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 7,7 | 10,1 | 1,9 | 470 | 28,0 | 2420 | 24 | 16 | 44,4 | 3,1 | 0,3 | 1,3 | 1,0 | 2,0 |
| 7,9 | 9,6 | 1,2 | 430 | 28,0 | 1630 | 15 | 10 | 44,4 | 3,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,9 | 9,8 | 1,9 | 460 | 28,0 | 1150 | 12 | 8 | 44,4 | 4,0 | 0,1 | 0,7 | 3,0 | 4,0 |
| 8,0 | 9,9 | 1,4 | 410 | 28,0 | 730 | 9 | 6 | 44,4 | 2,7 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Котел ДКВр-20-13 ст.№3** | **Котельная мкр. Советский** | **Нагрузки 50 и 100% от номинальной** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № к/а | Параметры котла | | Питательная вода | | | Котловая вода | | | | Насыщенный пар | | | Продувка | |
| Рпара | Дк | Жпв | Щпв | α' | Sкв | Щкв | Щкв.фф | Щкв.отн | СО2 | Щп | Wп | непре-  рывная | сум-  марная |
| кгс/см2 | т/ч | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | % | % | % |
| Ст.№ 3; рег.№2454 | 7,8 | 10,1 | 1,4 | 430 | 28,0 | 3930 | 43 | 28 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 8,1 | 9,5 | 1,6 | 440 | 28,0 | 1830 | 22 | 15 | 44,4 | 2,9 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 2,0 |
| 8,1 | 9,9 | 1,6 | 430 | 28,0 | 1210 | 15 | 10 | 44,4 | 2,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,8 | 9,9 | 1,7 | 440 | 28,0 | 1030 | 11 | 7 | 44,4 | 3,9 | 0,1 | 0,6 | 3,0 | 4,0 |
| 7,8 | 10,0 | 0,9 | 440 | 28,0 | 830 | 9 | 6 | 44,4 | 3,9 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |
| Ст.№ 3; рег.№2454 | 8,0 | 16,3 | 1,1 | 430 | 28,0 | 3530 | 43 | 29 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 7,9 | 16,1 | 2,1 | 470 | 28,0 | 2170 | 24 | 16 | 44,4 | 3,1 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 2,0 |
| 7,9 | 15,8 | 1,0 | 430 | 28,0 | 1340 | 15 | 10 | 44,4 | 3,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,8 | 15,9 | 1,8 | 460 | 28,0 | 1090 | 12 | 8 | 44,4 | 4,0 | 0,1 | 0,6 | 3,0 | 4,0 |
| 8,1 | 15,9 | 1,3 | 410 | 28,0 | 700 | 9 | 6 | 44,4 | 2,7 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Котел ДКВр-20-13 ст.№4** | **Котельная мкр. Советский** | **Нагрузки 50 и 100% от номинальной** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № к/а | Параметры котла | | Питательная вода | | | Котловая вода | | | | Насыщенный пар | | | Продувка | |
| Рпара | Дк | Жпв | Щпв | α' | Sкв | Щкв | Щкв.фф | Щкв.отн | СО2 | Щп | Wп | непре-  рывная | сум-  марная |
| кгс/см2 | т/ч | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | | % | мг/кг | мкг-экв/л | % | % | % |
| Ст.№ 4; рег.№2295 | 7,8 | 10,1 | 1,4 | 430 | 28,0 | 3930 | 43 | 28 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 8,1 | 9,5 | 1,6 | 440 | 28,0 | 1830 | 22 | 15 | 44,4 | 2,9 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 2,0 |
| 8,1 | 9,9 | 1,6 | 430 | 28,0 | 1210 | 15 | 10 | 44,4 | 2,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,8 | 9,9 | 1,7 | 440 | 28,0 | 1030 | 11 | 7 | 44,4 | 3,9 | 0,1 | 0,6 | 3,0 | 4,0 |
| 7,8 | 10,0 | 0,9 | 440 | 28,0 | 830 | 9 | 6 | 44,4 | 3,9 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |
| Ст.№ 4; рег.№2295 | 8,0 | 16,3 | 1,1 | 430 | 28,0 | 3530 | 43 | 29 | 44,4 | 2,8 | 1,0 | 2,4 | 0,0 | 1,0 |
| 7,9 | 16,1 | 2,1 | 470 | 28,0 | 2170 | 24 | 16 | 44,4 | 3,1 | 0,3 | 1,2 | 1,0 | 2,0 |
| 7,9 | 15,8 | 1,0 | 430 | 28,0 | 1340 | 15 | 10 | 44,4 | 3,8 | 0,1 | 0,8 | 2,0 | 3,0 |
| 7,8 | 15,9 | 1,8 | 460 | 28,0 | 1090 | 12 | 8 | 44,4 | 4,0 | 0,1 | 0,6 | 3,0 | 4,0 |
| 8,1 | 15,9 | 1,3 | 410 | 28,0 | 700 | 9 | 6 | 44,4 | 2,7 | 0,0 | 0,5 | 4,0 | 5,0 |

***Периодичность отбора проб паровых котлов типа ДКВр 10-13, установленных в котельной № 4 мкр. Советский***

**Таблица 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Анализируемая среда | Показатели, число анализов в сутки | | | | | | | |
| Прозрачность | Жесткость | Щелочность | Солесодержание | Кислород | рН | Нефтепродукты | Углекислота |
| Исходная вода | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену |  |  |  |  |
| Питательная вода | 3 раза в смену | 12 раз в смену | 3 раза в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в неделю | 1 раз в неделю |
| Котловая вода |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I ступень испарения |  |  | 2 раза в смену | 2 раза в смену | 1 раз в смену |  |  |  |

Периодичность отбора проб устанавливается с учетом рекомендаций РТМ 24.030.24-72 и результатов тепломеханических испытаний котла.

Режимная карта составлена на основании РД 10-179-98. Методические указания по разработке инструкций и режимных карт по эксплуатации установок докотловой обработки воды и по ведению водно-химического режима паровых и водогрейных котлов.

***Периодичность отбора проб паровых котлов типа ДКВр 20-13, установленных в котельной № 4 мкр. Советский***

**Таблица 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Анализируемая среда | Показатели, число анализов в сутки | | | | | | | |
| Прозрачность | Жесткость | Щелочность | Солесодержание | Кислород | рН | Нефтепродукты | Углекислота |
| Исходная вода | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену |  |  |  |  |
| Питательная вода | 3 раза в сутки | 12 раз в смену | 3 раза в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в смену | 1 раз в неделю | 1 раз в неделю |
| Котловая вода |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I ступень испарения |  |  | 2 раза в смену | 2 раза в смену | 1 раз в смену |  |  |  |
| II ступень испарения |  |  | 2 раза в смену | 2 раза в смену | 1 раз в смену |  |  |  |

Периодичность отбора проб устанавливается с учетом рекомендаций РТМ 24.030.24-72 и результатов тепломеханических испытаний котла.

Режимная карта составлена на основании РД 10-179-98. Методические указания по разработке инструкций и режимных карт по эксплуатации установок докотловой обработки воды и по ведению водно-химического режима паровых и водогрейных котлов.

|  |  |
| --- | --- |
| IX. | РЕЖИМНЫЕ КАРТЫ |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УТВЕРЖДАЮ | | |
| Заместитель директора по производству МУП «СТС» МО ГО «Воркута» | | |
|  | | |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Латушкин Б.В./ | | |
| «\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 2017г. |
|  | М.П. |  |

**КАРТА ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

**для парового котла ст. № 1, рег. № 1716 типа ДКВр 10-13**

**в котельной № 4 мкр. Советский МУП «Северные тепловые сети» МО ГО «Воркута».**

**(срок действия карты три года)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Нормативные значения** | **Рабочие значения** | **Примечание** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1. Заданные параметры |  |  |  |
| * 1. Паропроизводительность, т/ч | 10 | 10 – 16 |  |
| 1.2. Рабочее давление пара (избыточное) Мпа (кгс/см2), не более | 14 | 8 |  |
| 1.3.Накипь, отложения на поверхности нагрева, не более, г/м2 | 1000 | 400 |  |
| 1. Регулируемые параметры |  |  |  |
| * 1. Периодическая продувка: |  |  |  |
| Периодичность, раз в сутки |  | 2 |  |
| Продолжительность, с |  | 30 |  |
| 2.2.Уровень в барабане: (поддерживается автоматически), мм | ± 90 | ± 35 | по отношению к геометрической оси барабана |
| 1. Контролируемые параметры |  |  |  |
| * 1. Качество котловой воды первой ступени испарения (солевого отсека) солесодержание, мг/л | \*\*) не более 3000 | до 3000 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) | не более 40 | 5 – 30 |  |
| * 1. Относительная щелочность котловой воды, % | не более 50 % | 44 |  |
| 1. Условия работы котла |  |  |  |
| * 1. Качество питьевой воды: |  |  |  |
| Прозрачность по шрифту, см | \*) 40 | 40 |  |
| Жесткость общая, моль/л (мг-экв/л) | \*) 15 | 5 - 10 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) |  | 1,0 |  |
| Солесодержание, мг/л |  | 90 |  |
| Содержание растворенного кислорода, мг/л | \*) 30 | до 30 |  |
| Значение рН | \*) 8,5 – 10,5 | 8,5 – 10,5 |  |
| Содержание железа, мг/л | \*) 300 | до 100 |  |
| Содержание нефтепродуктов, мг/л | \*) 3 | - |  |
| * 1. Содержание углекислоты в паре, мг/л | не более 20 | 2,9 |  |
| 1. Непрерывная продувка %, (м3/ч) | не более 10 % | 1,5 % (0,15 м3/ч) | При номинальной нагрузке |
| Открытие регулирующего вентиля ( в оборотах маховика), количество оборотов | 0,5 оборота вентиля нижнего барабана | | |

\*) – значения, разрешенные Ростехнадзором России,

\*\*) – по данным инструкций изготовителя котла.

Руководитель наладочных работ ООО «Оптима-ЭС» /Заяц К.П./

М.П.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УТВЕРЖДАЮ | | |
| Заместитель директора по производству МУП «СТС» МО ГО «Воркута» | | |
|  | | |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Латушкин Б.В./ | | |
| «\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 2017г. |
|  | М.П. |  |

**КАРТА ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

**для парового котла ст. № 2, рег.№ 1717 типа ДКВр 10-13**

**в котельной № 4 мкр. Советский МУП «Северные тепловые сети» МО ГО «Воркута».**

**(срок действия карты три года)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Нормативные значения** | **Рабочие значения** | **Примечание** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1.Заданные параметры |  |  |  |
| 1.1.Паропроизводительность, т/ч | 10 | 10 – 16 |  |
| 1.2. Рабочее давление пара (избыточное) Мпа (кгс/см2), не более | 14 | 8 |  |
| 1.3.Накипь, отложения на поверхности нагрева, не более, г/м2 | 1000 | 400 |  |
| 2.Регулируемые параметры |  |  |  |
| 2.1.Периодическая продувка: |  |  |  |
| Периодичность, раз в сутки |  | 2 |  |
| Продолжительность, с |  | 30 |  |
| 2.2.Уровень в барабане: (поддерживается автоматически), мм | ± 90 | ± 35 | по отношению к геометрической оси барабана |
| 3.Контролируемые параметры |  |  |  |
| 3.1.Качество котловой воды первой ступени испарения (солевого отсека) солесодержание, мг/л | \*\*) не более 3000 | до 3000 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) | не более 40 | 5 – 30 |  |
| 3.2.Относительная щелочность котловой воды, % | не более 50 % | 44 |  |
| 4.Условия работы котла |  |  |  |
| 4.1.Качество питьевой воды: |  |  |  |
| Прозрачность по шрифту, см | \*) 40 | 40 |  |
| Жесткость общая, моль/л (мг-экв/л) | \*) 15 | 5 - 10 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) |  | 1,0 |  |
| Солесодержание, мг/л |  | 90 |  |
| Содержание растворенного кислорода, мг/л | \*) 30 | до 30 |  |
| Значение рН | \*) 8,5 – 10,5 | 8,5 – 10,5 |  |
| Содержание железа, мг/л | \*) 300 | до 100 |  |
| Содержание нефтепродуктов, мг/л | \*) 3 | - |  |
| 4.2.Содержание углекислоты в паре, мг/л | не более 20 | 2,9 |  |
| 5.Непрерывная продувка %, (м3/ч) | не более 10 % | 1,5 % (0,15 м3/ч) | При номинальной нагрузке |
| Открытие регулирующего вентиля ( в оборотах маховика), количество оборотов | 0,5 оборота вентиля нижнего барабана | | |

\*) – значения, разрешенные Ростехнадзором России,

\*\*) – по данным инструкций изготовителя котла.

Руководитель наладочных работ ООО «Оптима-ЭС» /Заяц К.П./

М.П.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УТВЕРЖДАЮ | | |
| Заместитель директора по производству МУП «СТС» МО ГО «Воркута» | | |
|  | | |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Латушкин Б.В./ | | |
| «\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 2017г. |
|  | М.П. |  |

**КАРТА ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

**для парового котла ст.№ 3 рег. № 2454 типа ДКВр 20-13**

**в котельной № 4 мкр. Советский МУП «Северные тепловые сети» МО ГО «Воркута».**

**(срок действия карты три года.)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Нормативные значения** | **Рабочие значения** | **Примечание** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1.Заданные параметры |  |  |  |
| 1.1.Паропроизводительность, т/ч | 20 | 20 – 23 |  |
| 1.2. Рабочее давление пара (избыточное) Мпа (кгс/см2), не более | 14 | 8 |  |
| 1.3.Накипь, отложения на поверхности нагрева, не более, г/м2 | 1000 | 400 |  |
| 2.Регулируемые параметры |  |  |  |
| 2.1.Периодическая продувка: |  |  |  |
| Периодичность, раз в сутки |  | 2 |  |
| Продолжительность, с |  | 30 |  |
| 2.2.Уровень в барабане: (поддерживается автоматически), мм | ± 90 | ± 35 | по отношению к геометрической оси барабана |
| 3.Контролируемые параметры |  |  |  |
| 3.1.Качество котловой воды первой ступени испарения (солевого отсека) солесодержание, мг/л | \*\*) не более 3000 | до 3000 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) | не более 40 | 5 – 30 |  |
| 3.2.Качество котловой воды второй ступени испарения (солевого отсека) солесодержание, мг/л | 6000 - 10000 | до 3000 |  |
| 3.3.Относительная щелочность котловой воды, % | не более 50 % | 44 |  |
| 4.Условия работы котла |  |  |  |
| 4.1.Качество питьевой воды: |  |  |  |
| Прозрачность по шрифту, см | \*) 40 | 40 |  |
| Жесткость общая, моль/л (мг-экв/л) | \*) 15 | 5 - 10 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) |  | 1,0 |  |
| Солесодержание, мг/л |  | 90 |  |
| Содержание растворенного кислорода, мг/л | \*) 30 | до 30 |  |
| Значение рН | \*) 8,5 – 10,5 | 8,5 – 10,5 |  |
| Содержание железа, мг/л | \*) 300 | до 100 |  |
| Содержание нефтепродуктов, мг/л | \*) 3 | - |  |
| 4.2.Содержание углекислоты в паре, мг/л | не более 20 | 2,9 |  |
| 5.Непрерывная продувка %, (м3/ч) | не более 10 % | 1,5 % (0,15 м3/ч) | При номинальной нагрузке |
| Открытие регулирующего вентиля ( в оборотах маховика), количество оборотов | 0,5 оборота вентиля нижнего барабана | | |

\*) – значения, разрешенные Ростехнадзором России,

\*\*) – по данным инструкций изготовителя котла.

Руководитель наладочных работ ООО «Оптима-ЭС» /Заяц К.П./

М.П.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УТВЕРЖДАЮ | | |
| Заместитель директора по производству МУП «СТС» МО ГО «Воркута» | | |
|  | | |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Латушкин Б.В./ | | |
| «\_\_\_\_\_» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | 2017г. |
|  | М.П. |  |

**КАРТА ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

**для парового котла ст. № 4, рег. № 2295 типа ДКВр 20-13**

**в котельной № 4 мкр. Советский МУП «Северные тепловые сети» МО ГО «Воркута».**

**(срок действия карты три года.)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателей** | **Нормативные значения** | **Рабочие значения** | **Примечание** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1.Заданные параметры |  |  |  |
| 1.1.Паропроизводительность, т/ч | 20 | 20 – 23 |  |
| 1.2. Рабочее давление пара (избыточное) Мпа (кгс/см2), не более | 14 | 8 |  |
| 1.3.Накипь, отложения на поверхности нагрева, не более, г/м2 | 1000 | 400 |  |
| 2.Регулируемые параметры |  |  |  |
| 2.1.Периодическая продувка: |  |  |  |
| Периодичность, раз в сутки |  | 2 |  |
| Продолжительность, с |  | 30 |  |
| 2.2.Уровень в барабане: (поддерживается автоматически), мм | ± 90 | ± 35 | по отношению к геометрической оси барабана |
| 3.Контролируемые параметры |  |  |  |
| 3.1.Качество котловой воды первой ступени испарения (солевого отсека) солесодержание, мг/л | \*\*) не более 3000 | до 3000 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) | не более 40 | 5 – 30 |  |
| 3.2.Качество котловой воды второй ступени испарения (солевого отсека) солесодержание, мг/л | 6000 - 10000 | до 3000 |  |
| 3.3.Относительная щелочность котловой воды, % | не более 50 % | 44 |  |
| 4.Условия работы котла |  |  |  |
| 4.1.Качество питьевой воды: |  |  |  |
| Прозрачность по шрифту, см | \*) 40 | 40 |  |
| Жесткость общая, моль/л (мг-экв/л) | \*) 15 | 5 - 10 |  |
| Щелочность общая, ммоль/л (мг-экв/л) |  | 1,0 |  |
| Солесодержание, мг/л |  | 90 |  |
| Содержание растворенного кислорода, мг/л | \*) 30 | до 30 |  |
| Значение рН | \*) 8,5 – 10,5 | 8,5 – 10,5 |  |
| Содержание железа, мг/л | \*) 300 | до 100 |  |
| Содержание нефтепродуктов, мг/л | \*) 3 | - |  |
| 4.2.Содержание углекислоты в паре, мг/л | не более 20 | 2,9 |  |
| 5.Непрерывная продувка %, (м3/ч) | не более 10 % | 1,5 % (0,15 м3/ч) | При номинальной нагрузке |
| Открытие регулирующего вентиля ( в оборотах маховика), количество оборотов | 0,5 оборота вентиля нижнего барабана | | |

\*) – значения, разрешенные Ростехнадзором России,

\*\*) – по данным инструкций изготовителя котла.

Руководитель наладочных работ ООО «Оптима-ЭС» /Заяц К.П./

М.П.

X. ВЫВОДЫ

На основании проведенных водно-химических испытаний для котлов ДКВр-10-13 стационарный номер № 1, № 2 при производительности 10 т/ч, среднем уровне воды в барабане и давлении до 8 кг/см2 рекомендуется следующий водный режим:

- щелочность котловой воды 10-35 мг-экв/л,

- солесодержание котловой воды первой ступени испарения (солевого отсека) не более 3000 мг/л.

На основании проведенных водно-химических испытаний для котлов ДКВр-20-13 стационарный номер № 3, №4 при производительности 10-16 т/ч, среднем уровне воды в барабане и давлении до 8 кг/см2 рекомендуется следующий водный режим:

- щелочность котловой воды 10-35 мг-экв/л,

- солесодержание котловой воды первой ступени испарения (солевого отсека) не более 3000 мг/л,

- солесодержание котловой воды второй ступени испарения 6000-10000 мг/л.

2. Указанный водный режим поддерживается с помощью непрерывной и периодической продувки.

Обязательная периодическая продувка производится ежесменно 2 раза в сутки. Дополнительная – в зависимости от результатов анализа котловой воды по указанию лаборанта.

3. Химический контроль и корректировка режимов работы котла должны выполняться по анализам, производимым согласно графика химконтроля, периодической продувки и норм качества котловой воды.

4. Качество химочищенной воды в объеме катионитной обработки воды (без газоудаления) отвечает требованиям ГОСТ 209.95-75.

5. Качество подпиточной воды в объеме катионитной обработки воды (без газоудаления) отвечает требованиям ОСТ 24.030.47-75.

6.Натрий-катионитные фильтры работают, не нарушая ПТЭ.

7. Отбор проб производить согласно инструкции.

XI. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кострикин Ю.М. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления М:1990г.
2. Иваненко А.С. Водоподготовка Киев, «Техника» 1978 г.
3. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка М. «Энергия» 1973 г.
4. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды М. Стройиздат 1971г.

Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Нормы качества питательной, умягченной, котловой воды и насыщенного пара.

Качественные показатели исходной воды

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Величина |
| 1 .Прозрачность, см | 40 |
| 2. Жесткость общая, мг экв/л | 5 |
| 3. Щелочность, мг экв/л | 1 |
| 4. Солесодержание, мг/л | 90 |
| 5. Содержание железа, мг/л | - |
| 6. Значение PH | 6 |
| 7. Содержание масел, мг/л | - |

Нормы качества питательной воды водотрубных котлов

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Рабочее давление, МПа (кгс/см) | | |
| 0,9(9) | 1,4(14) | 2,4(24) |
| 1 .Прозрачность, см не менее | 30 | 40 | 40 |
| 2. Общая жесткость, мкг | 30\*  40 | 15\*  20 | 10\*  15 |
| мкв/л не более | 40 |
| 3.Содержание железа, мкг  экв/л, не более | не нормируется | 300\*  не нормируется | 100\*  200 |
| 4. Содержание меди, мг  экв/л | - | - | - |
| 5. Содержание растворенного кислорода\*\*, мг/л, не более | 50\*  100 | 30\*  50 | 20\*  50 |
| 6. Значение PH при 25°С |  | 8,5-10,5 |  |
| 7. Содержание нефтепродуктов мг/л | 5 | 3 | 3 |

\*В числителе указаны значения для котлов, работающих на жидком топливе, в знаменателе – на других видах топлива

\*\*Для котлов, не имеющих экономайзеров, и для котлов с чугунными экономайзерами содержание растворенного кислорода допускается до 100 мкг/л при сжигании любого вида топлива.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Методики проведения анализов.

МЕТОДИКИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ РАСТВОРОВ.

Реактивы и их приготовление.

1. Раствор трилона Б. Для приготовления раствора трилона Б берут следующие количества: для 0,1 Н - 18,6 г; для 0,5 - 9,3 г; для 0,01 - 1,86 г. Отвешенное количество трилонна Б растворяют в дистиллированной воде. Объем раствора доводят до 1 литра.

Точную нормальность 0,1 Н раствора трилона Б устанавливают с помощью 0,01 Н раствора сернокислого магния. Отвешивают на аналитических весах 1,232 г химически чистого сернокислого магния и растворяют в мерной колбе до 1 литра дистиллята. В коническую колбу отмеривают 100 мл 0,01 Н раствора сульфата магния, добавляют 5 мл аммиачно-буферного раствора, 5-7 капель индикатора хромоген черный и медленно титруют 0,1 Н раствором трилона Б до перехода красной окраски в синюю. При установке титров раствора трилона Б 0,05; 0,01 берут соответственно 50 и 10 мл 0,01 Н раствора сульфата магния и доводят дистиллированной водой до 100 мл.

Поправочный коэффицент раствора трилона Б к данной нормальности вычисляют по формуле:

Ктр =10 Kmg\ g

где g-расход трилона Б на титрование мл;

Kmg - поправочный коэффицент 0,01 Н раствора сульфата магния при точно 0,01 Н раствора Kmg =1.

1. Аммиачно-буферный раствор. 20 г. хлористого аммония (х.ч.) растворяют в дистиллированной воде, добавляют 100 мл 25%-ного раствора аммиака и объем раствора доводят до 1 литра.
2. Растворы индикаторов (хромоген черный, кислотный хром темно-синий).0,5 г одного из индикаторов растворяют в 20 мл аммиачного буферного раствора. Объем доводят до 100 мл этиловым спиртом.
3. Для приготовления 0,1 Н раствора соляной кислоты из фиксанала, необходимо перенести содержимое ампулы в мерную литровую колбу и довести объем жидкости дистиллированной водой до метки.

При приготовлении 0,1 Н раствора соляной кислоты из хч кислоты с удельным весом 1,19 г\см3 необходимо в мерную колбу заполненную наполовину дистиллированной водой влить 9 мл НС1 и довести объем до литра.

При аккуратном приготовлении раствора поправочный коэффициент принимают равным единице.

Для установки поправочного коэффициента раствора соляной кислоты, берется 20 мл приготовленного из фиксанала 0,1 Н раствора углекислого натрия (соды) или борнокислого натрия (буры), разбавляется дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. Пробу титровать кислотой в присутствии метилоранжа до оранжевой окраски. Поправочный коэффициент К нормальности раствора соляной кислоты, определяется по формуле:

К=

где : V1 - объем раствора, нормальность которого известна, мл

V2 - объем раствора, нормальность которого определяется мл

Если поправочный коэффициент получился больше 1 раствор необходимо разбавить дистиллированной водой до требуемой концентрации. Количество воды, добавляемое на каждый литр определяется по формуле:



1. Фенолфталеин. 1 г точно отмеренного реактива растворить в 100 мл 96 % этилового спирта.
2. Метиловый оранжевый. 0,1 г реактива растворить теплой дистиллированной водой в мерной колбе до 100 мл.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУХОГО ОСТАТКА.

Берется от 200 до 500 мл воды. Выпаривание производят в сушильном шкафу. После выпаривания остаток высушивается до постоянного веса при температуре 105-110" С и взвешивается. Вычитается разница между чистой и «грязной» посудой.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ Ph.

Для определения значения PH, в анализируемую воду опустить универсальный индикатор и сравнить с эталонной шкалой имеющейся в пакете для этой бумаги. Правильность показаний индикаторной бумаги можно проверить путем контрольного определения PH с применением растворов индикаторов, используя данные таблицы.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикатор | окраска индикатора при Ph | | | | | |
|  | 3-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8,5 | 8-10 |
| Фенолфталеин | бесцвет- | бесцвет- | бесцвет- | бесцвет- | слабо ро- | ярко ро- |
|  | ная | ная | ная | ная | зовая | зовая |
| Метилоранж | розовая | оранж. | желтая | желтая | желтая | желтая |

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ.

Необходимое оборудование:

-цилиндр стеклянный D=40-50 мм, высота не менее 40 см;

-кольцо из черной проволоки, толщиной 1-2 мм, диаметром 20 мм, укреплено на линейке или выполнено на конце прямого участка проволоки и изогнуто к нему под прямым углом.

Ход определения:

ПО КОЛЬЦУ:

Для определения прозрачности проволочное кольцо следует медленно опускать в стеклянный цилиндр, наполненный исследуемой водой до тех пор, пока, контуры сделаются невидимыми. Средняя величина двух измерений характеризует прозрачность воды в см по кольцу. Перевод прозрачности «по кольцу» в прозрачность «по шрифту» приведена ниже:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Прозрачность | См | | | | | |
| «по кольцу» | 24 | 8 | 30 | 33 | 36 | 40 |
| «по шрифту» | 17 | 19 | 21 | 24 | 26 | 30 |
| взвешенные вещества, мг/л | 12-18 | 9-6 | 8-5 | 6-3 | 6-3 | 6-3 |

Колебания содержания взвеси зависят от размеров частиц и их окраски.

*МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ*

Необходимые реактивы:

- аммиачно-буферный раствор;

- индикатор (хромоген черный, кислотный хром темно-синий);

- 0,1 Н раствор трилона Б;

- 0,01 Н раствор трилона Б;

- 2% раствор сульфида натрия.

Ход определения.

Для определения жесткости воды необходимо 100 мл анализируемой пробы поместить в коническую колбу, прибавить аммиачно-буферной смеси 5-7 капель индикатора и медленно титровать при постоянном перемешивании ОД Н раствором трилона Б до перехода окраски раствора от розово-красной до сиренево-синей. Общая жесткость определяется по формуле:

1000 \* A\* K\*N

Ж=

V

где: Ж - жесткость воды общая, мг эквУл

А - расход трилона Б, пошедшего на титрование, мл

К - поправочный коэффициент нормальности трилона Б

N - нормальность трилона Б

V - объем пробы воды, взятой на титрование, мл

Для определения жесткости химически чистой, питательной воды и конденсата порядок проведения анализа такой же, как для природной (исходной) воды, но титровать можно 0,01 Н раствором трилона Б. Формула для определения общей жесткости умягченной воды та же, что и в предыдущем случае.

Примечание: раствор 2% сульфида натрия добавляют 2 мл для перевода ионов Fe, Сu, Zn, присутствующих в воде, в сульфиды.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТНОЙ И НЕКАРБОНАТНОЙ ЖЕСТКОСТИ.

Ход определения

В две конические колбы взять по 100 мл анализируемой воды. В колбе 1 определить общую жесткость. В колбу 2 налить 100 мл анализируемой воды и кипятить ее на плитке в течение 60 мин. все время добавляя в колбу дистиллированную воду до 100 мл. По истечении часа воду профильтровать через обеззоленный фильтр. На фильтре останется осадок - карбонат кальция и магния, в фильтрате некарбонатная жесткость.

Некарбонатная жесткость (Ж н.к.) определяется по той же формуле что и жесткость общая.

Карбонатная жесткость: Жк.= Жоб. - Жн.к.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНОСТИ

Необходимые реактивы:

* 0,1 Н раствор соляной или серной кислоты;
* 0,01 Н раствор соляной или серной кислоты;
* 1% спиртовый раствор фенолфталеина;
* 0,1% водный раствор метилоранжа.

Ход определения

Для определения щелочности исходной, умягченной или питательной воды необходимо 100 мл анализируемой воды поместить в колбу, прибавить 1-2 капли фенолфталеина и в случае появления розовой окраски титровать 0,1 Н раствором кислоты до обесцвечивания. Количество миллититров 0,1 Н раствора кислоты пошедшего на титрование по фентлфталеину, численно соответствует щелочности по фенолфталеину в мг эквУл (ФФ). После обесцвечивания пробы, в колбу необходимо добавить 2-3 капли метлоранжа и титровать раствором кислоты до перехода окраски из оранжевой в красную. Количество миллилитров 0,1 Н раствора кислоты, израсходованного на титрование по метилоранжу (мо), численно соответствует щелочности по метилоранжу в мг эквУл (Амо). Общая щелочность воды численно равна сумме щелочности по фенолфталеину и по метилоранжу: Щоб= К\*(Афф+Амо), мл эквУл. В случае использования для титрования 0,01 Н раствора кислоты, общая щелочность определяется по формуле:



где: А - объем кислоты, пошедшей на титрование, мл;

К - поправочный коэффициент нормальности кислоты;

N - нормальность кислоты;

V - объем анализируемой пробы, мл.

При определении щелочности котловой воды можно уменьшить объем анализируемой пробы воды для экономии кислоты. В этом случае следует брать объемы котловой воды равные 50,25,20 мл и доводить пробу до 100 мл дистиллированной водой. При определении щелочности конденсата и пара ход определения аналогичен с разницей , что пробу титруют 0,01 Н раствором кислоты.

Количество 0,01 Н раствора кислоты пошедшего на титрование пробы, деленное на 10 численно равно щелочности конденсата.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ  
СВОБОДНОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ В ВОДЕ.

Определение основано на титровании углекислоты раствором едкого натра в присутствии фенолфталеина. При этом углекислота титруется как одноосновная и 1 мл точно 0,1 И раствора щелочи отвечает 4,4 мл углекислоты.

Так как раствор бикарбоната натрия в присутствии ФФ окрашивается в слабо-розовый цвет, то титрование углекислоты вести до совпадения окраски титруемой жидкости со стандартом, имеющим pH = 8,4.

1. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ РЕАКТИВЫ И ПОСУДА:
2. Едкий натр
3. Сегнетовая соль
4. Фенолфталеин (ФФ)
5. Вода дистиллированная
6. Колбы с резиновыми пробками V=250 мл - 2 шт.
7. Микропипетка - 0,1 мл
8. Пипетка 5 мл

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА.

В колбу № 1 ввести 2,5 мл щелочного раствора сегнетовой соли и 0,2 мл 0,01 % раствора ФФ. Склянку закупорить и взболтать. Жидкость при этом окрашивается в слабо-розовый цвет, являющийся эталоном.

В колбу № 2 к 200 мл анализируемой воды добавить 0,2 мл 1 % раствора ФФ и осторожно, без резкого перемешивания титровать жидкость 0,1 Н и 0,01 Н раствором щелочи до совпадения окраски ее с эталоном. Надо иметь в виду, что появление окраски жидкости еще не означает окончания перехода всей свободной углекислоты в бикарбонаты. Реакция гидратации двуокиси углерода является медленным процессом и поэтому необходимо выждать несколько минут, закупорив склянку с титруемой жидкостью и время от времени ее перемешивая. Если по истечении 2-3 минут окраска по-прежнему совпадает с эталоном, то считать титрование законченным.

Появление окраски титруемой пробы до ввода в нее 0,1 Н раствора щелочи более интенсивной, чем окраска эталона, свидетельствует об отсутствии в анализируемой воде свободной углекислоты.

Концентрацию свободной углекислоты определить по формуле:

, где

К - коэффициент децинормальности щелочного раствора,

а - расход 0,1 Н раствора щелочи на титрование 200 мл воды, мл

4,4 - десятая часть эквивалента СО2 данной реакции СО2 + NaOH + NaHCО3

При титровании 0,01 Н раствором щелочи расчет ведут по формуле:

СО2 = 2,2 х К х а, мг/л, где

а - расход 0,01 Н раствора щелочи, мл

К - коэффициент сантинормальности

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕННИЕМ РЕАКТИВА МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО.

Применяемые реактивы: 1) метиленовый голубой; 2) глицерин;

3) глюкоза 4) едкий калий.

Для приготовления исходного раствора метиленового голубого растворяют 125 мг метиленового голубого и 1,2 г глюкозы в 50 мл дистиллированной воды. Полученный раствор в мерной колбе емкостью 500 мл доводят до метки чистым глицерином. Реактив хорошо перемешивают и хранят в склянке темного стекла в месте, защищенном от прямого попадания солнечных лучей. Реактив устойчив в течение нескольких месяцев.

Для приготовления стандартного раствора метиленового голубого в мерную колбу емкостью 500 мл отмеривают с помощью измерительной пипетки 4,7 исходного раствора метиленового голубого и доводят до метки 500 мл дистиллированной водой. Хорошо перемешивают. Полученный раствор по интенсивности окраски соответствует концентрации несвязанного химически кислорода в 0,1 мг/кг.

Для приготовления щелочного 30%-ного водного раствора едкого калия 30 г химически чистого едкого калия (КОН) растворяют в 70 мл свежепрокипяченной и охлажденной дистиллированной воды. Раствор следует предохранять от попадания свободной углекислоты.

Для приготовления эталонных растворов колориметрической щкалы в мерную колбу емкостью 100 мл вводят стандартный раствор метиленового голубого в зависимости от содержания кислорода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание кислорода, мг/кг | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,10 |
| Стандартный раствор, мл | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 80 | 100 |

Приготовление эталонные растворы переливают в склянки с завинчивающимися крышками.

Восстановленный раствор метиленового голубого необходимо готовить для одноразового заполнения бюретки-редуктора. Так, если редуктор изготовлен из бюретки. Имеющей емкость 50 мл. то нужно готовить лейкосоединение метиленового голубого путем перемешивания 50 мл исходного раствора и 1 мл 30%-го раствора едкого калия.

Если редуктор имеет емкость 25 мл, то необходимо 20 мл исходного раствора едкого калия, сразу залить в бюретку и добавить небольшой слой (5-8 мм) вазелинового масла.

Порядок анализа. В склянку емкостью, формой и цветом равную тем, в которых помещены эталонные растворы, отбирают пробу деаэрированной воды. Для этого склянку и ее колпачок помещают на дно эмалированного ведра. Опускают на дно склянки наконечник резиновой трубки, подключенной к выходному штуцеру пробоотборного холодильника питательной воды.

Скорость отбора пробы 30-50 л/ч. Отбор проб производят до тех пор, пока вода, заполнив склянку и переливаясь через края, заполнит ведро до уровня, превышающего горловину склянки на 40-50 мм. После этого отбор проб прекращают, вынув трубку из склянки, завинчивают склянку колпачком (обязательно с резиновой прокладкой) и вместе с ведром переносят в лабораторию.

Берут бюретку-редуктор, выпускают из капилляра приблизительно 1 мл раствора метиленового голубого, открывают (под водой) горлышко склянки и вводят в пробу 1,5 лейкосоединения метиленового голубого. Вновь плотно закрывают склянку колпачком, хорошо перемешивают содержимое склянки, не вынимая ее из ведра, затем быстро вынимают и сравнивают полученную окраску с окраской эталонов шкалы.

Содержание несвязанного кислорода в испытуемой воде равно содержанию кислорода, имитируемого эталоном, с которым совпала окраска в пробоотборной склянке.

ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И РЕАКТИВЫ.

ХИМ. ПОСУДА.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. Мерная колба | 1000 мл | 1 шт. |
| 2. Мерная колба | 500 мл | 1 шт. |
| 3. Мерная колба | 100 мл | 1 шт. |
| 4. Цилиндр мерный | 500 мл | 1 шт. |
| 5. Цилиндр мерный | 250 мл | 1 шт. |
| 6. Пипетка измерительная | 5 мл | 5 шт. |
| 7. Пипетка измерительная | 2 мл | 5 шт. |
| 8. Пипетка измерительная | 1 мл | 5 шт. |
| 9. Капельница | 1000 мл | 5 шт. |
| 10. Колба коническая плоскодонная | 250 мл | 5 шт. |
| 11. Колба коническая плоскодонная | 1000 мл | 1 шт. |
| 12. Стакан химический | 1000 мл | 3 шт. |
| 13. Стакан химический | 200 мл | 3 шт. |
| 14. Стакан химический | 100 мл | 3 шт. |
| 15. Ступка с пестиком | N 4 или N 5 | 1 шт. |
| 16. Воронка стеклянная | 6-7 см | 5 шт. |
| 17. Воронка стеклянная | 3-4 см | 5 шт. |
| 18. Ареометр | 1,0- 1,2 г/см3 | 3 шт. |

ХИМРЕАКТИВЫ

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторы: |  |
| 1. Фенолфталеин ГОСТ 5850-72 | 150 г |
| 2. Метиловый оранжевый ТУ 6-09-5171-84 | 150 г |
| 3. Хром-темносиний ТУ 6-09-3870-75 | 150 г |
| Фиксаналы: |  |
| 4. Соляная кислота | 10 амп. |
| 5. Трилон Б | 10 амп. |
| 6. Магний сернокислый | 10 амп. |
| 7. Углекислый натрий | 10 амп. |
| 8. Аммиак 25% | 3 кг. |
| 9. Аммоний хлористый | 0,5 кг. |
| 10. Сульфид натрия | 0,5 кг. |
| 11. Спирт этиловый ГОСТ 5963-67 | 0,5 л. |