**ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА**

     В начале этого раздела надо отметить следующие два фактора, существующие при эксплуатации ОО-установки:

* *Не существует ни одной ОО-установки, которая бы устойчиво работала без надлежащего выполнения всех регламентированных работ.*
* *Правильная эксплуатация установки не всегда может предотвратить образование застойных зон воды.*

     Давайте разберемся с термином «*надлежащая или правильная эксплуатация*». При работе ОО-установки это понятие включает в себя не только тщательное выполнение операций по поддержанию технологических параметров работы установки обратного осмоса, но и системы предварительной подготовки исходных растворов, и  замену фильтрующих элементов, и пр. и пр.
     Станция очистки воды с использованием технологии обратного осмоса, как правило, включает в себя отдельные участки, которые показаны на рисунке

 

Рисунок 1

      Первый участок, исходя из опыта инженерной практики, оснащается оборудованием для предварительной обработки воды, которое предназначено для подготовки воды до требований соответствующих параметрам, рекомендуемым фирмами-производителями обратноосмотических элементов. После предварительной обработки вода подается на установку обратного осмоса, на обратноосмотические мембранные элементы, размещенные в корпусах высокого давления. Под воздействием давления на поверхности мембраны поток исходной воды разделяется на продукт (пермеат), который проходит через мембрану и на заданное количество отходов (концентрат), которое сбрасывается в дренаж. Пермеат обратного осмоса направляется на участок дальнейшей обработки (участок пост-обработки пермеата), где размещается оборудование для удаления из пермеата диоксида углерода (оборудование для декарбонизации) и/или корректируется химический состав пермеата (дозируются химические вещества) до требуемого условиями основного технологического процесса.

**Предварительная обработка воды**

     Правильный вы­бор метода подготовки растворов является первым шагом к сниже­нию забивания мембран. Часто масса времени и усилий тратятся на очистку мембран, тогда как о стадии предварительной обработки исходного раствора просто забывают.
     Что означает термин «корректно подготовленная вода»? Хотим обратить Ваше внимание на показатели содержания отдельных ингредиентов в исходной воде, значения которых определяют эксплуатационные характеристики установок и надежность их работы. Величины содержания указанных веществ указаны в ***Таблице 1***. Для сравнения в этой же таблице приведены значения этих же веществ согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1074.

Таблица 1.Сравнительные показатели качества воды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование ингредиента** | **Единицы измерения** | **Требования в соответствии с СанПиН** | **Требования к исходной воде для ОО-установок** |
| Взвешенные вещества (мутность),  не более | мг/л | 1,5 | 0,6 |
| Жесткость общая, не более | мг-экв/л | 7,0 | 20 |
| Общее солесодержание, не более | мг/л | 1000 | 50 000 |
| Цветность, не более | градус | 20 | 3 |
| Значение рН исходной воды, не более |   | 6 – 9 | 3 – 10 |
| Коллоидный индекс (SDI), не более | мг/л | – | 0,4 |
| Железо общее, не более | мг/л | 0,3 | 0,1 |
| Нефтепродукты | мг/л | 0,1 | отсутствие |
| Сероводород и сульфиды | мг/л | 0,003 | отсутствие |
| Твердые абразивные частицы | мг/л | – | отсутствие |
| Свободный активный хлор не более | мг/л | 0,3 | 0,1 |
| Окисляемость перманганатная, не более | мгО2/л | 5,0 | 2,0 |

     Различия в требованиях, предъявляемых для исходной воды согласно СанПиН и для ОО-установок, касаются не только органолептических показателей качества воды, т.е. [**взвешенных веществ**](http://wwtec.ru/index.php?id=208#1.4) и [**цветности**](http://wwtec.ru/index.php?id=208#1.8) воды, но и[**нефтепродуктов**](http://wwtec.ru/index.php?id=218#40), [**ПАВ**](http://wwtec.ru/index.php?id=222#49), [**окисляемости**](http://wwtec.ru/index.php?id=210#1.16), коллоидов ([**железа**](http://wwtec.ru/index.php?id=216#25), [**кремниевой кислоты**](http://wwtec.ru/index.php?id=211#5)). Поэтому большое внимание следует уделить процессам предварительной подготовки исходной воды перед тем, как подать воду на обратноосмотическую установку.
     Особое внимание следует сосредоточить на [**содержании активного хлора**](http://wwtec.ru/index.php?id=214#14). Дело в том, что активный хлор весьма отрицательно воздействует на обратноосмотические мембраны и вызывает их деструкцию (разрушение). Поэтому, если в процессе предварительной очистки воды используются хлорсодержащие агенты, следует обязательно вводить стадию [**адсорбционной очистки воды на активном угле**](http://wwtec.ru/index.php?id=26). Этот же процесс поможет снизить такой показатель, как окисляемость воды, отвечающий за общее содержание органических соединений в исходной воде.
     В зависимости от степени загрязненности исходной воды методы ее обработки включать: [**тепловую обработку**](http://wwtec.ru/index.php?id=13),[**регулирование рН**](http://wwtec.ru/index.php?id=38), [**пропорциональное дозирование**](http://wwtec.ru/index.php?id=237#7) комплексообразующих агентов, биоцидов, коагулянтов с помощью [**насосов-дозаторов**](http://wwtec.ru/index.php?id=38), [**аэрацию**](http://wwtec.ru/index.php?id=476), [**обезжелезивание**](http://wwtec.ru/index.php?id=16), [**адсорбцию на активированном угле**](http://wwtec.ru/index.php?id=26), [**механическая очистка и осветление воды**](http://wwtec.ru/index.php?id=15), [**умягчение (Na-катионирование)**](http://wwtec.ru/index.php?id=90), предвари­тельные [**микрофильтрацию**](http://wwtec.ru/index.php?id=18) или ультрафильтрацию, [**обеззараживание воды**](http://wwtec.ru/index.php?id=35) с помощью [**установок ультрафиолетовая стерилизации**](http://wwtec.ru/index.php?id=124).
     [**Дозирование химических реагентов**](http://wwtec.ru/index.php?id=38) в процессе предварительной подготовки воды становится неотъемлемым процессом для ОО-систем. Резервуары подачи таких химикатов, как **[антискалант (ингибитор осадкообразования)](http://wwtec.ru/index.php?id=235)**, коагулянт или хлор или восстановителей (например, метабисульфит натрия) могут самостоятельно стать источниками загрязнения. Чтобы предотвратить это тщательно изучите все рекомендации поставщиков ОО-системы или изготовителя химических реагентов, чтобы определить соответствующие условия для выбора условий эксплуатации резервуаров. Часто наиболее лучшими подходами к решению данной проблемы являются: использование постоянных поставщиков, полная замена запасов реагента и полная очистка резервуаров.

**Эксплуатация ОО-установок**

     Особых проблем при эксплуатации установок обратного осмоса при првильно подготовленной воде нет.
     Как мы уже убедились, степень насыщения пермеата ингредиентами, присутствующими в исходной воде, зависит от типа используемого мембранного обратноосмотического элемента, а также от материала самой мембраны. Обычно после достаточно корректно подготовленной воды степень обессоливания воды на обратноосмотической установке составляет 95 – 98%, то есть электрическая проводимость пермеата находится в пределах от 20 до 50 mS  или в пересчете на удельное сопротивление воды 20 – 50 кОм·см.
При работе ОО-установки следует контролировать: давление воды до и после предфильтрации (перед ОО-установкой), давление, развиваемое насосом высокого давления (на входе в ОО-модули), давление концентрата, расход концентрата, пермеата и исходной воды, температуру исходной воды, удельную электропроводность пермеата и периодически исходной воды.
Предпочтительный режим работы ОО-установки – непрерывный. В случае если ОО-система не может работать непрерывно, надо запрограммировать ее автоматическое включение на 15 мин через каждые 4 часа простоя для осуществления циркуляции потоков в системе. Это поможет предотвратить формирование отложений (прежде всего, биопленки).

**Таблица 2.примеры общих проблем, которые могут возникнуть при эксплуатации ОО-установки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Проблема** | **Причина** | **Возможности устранения** |
| **Повышенное солесодержание пермеата** | 1. Ухудшение качества воды | 1. Уменьшить долю пермеата (увеличение концентрата при постоянном расходе исходной воды) |
| 2. Уменьшение расхода концентрата при постоянном расходе исходной воды | 2. Увеличить расход концентрата при постоянном расходе исходной воды |
| 3. Низкое давление исходной воды. | 3. Повысить давление исходной воды |
| 4. Мембраны загрязнены | 4. Провести химическую очистку мембран |
| 5. Сломан насос | 5. Заменить насос |
| 6. Испорчены мембраны | 6. Заменить мембраны |
| 7. Загрязнен датчик кондуктометра | 7. Очистить и откалибровать датчик |
| **Пониженный расход пермеата** | 1. Снижение температуры | 1. Увеличить температуру и/или давление |
| 2. Мембраны загрязнены | 2. Провести химическую очистку мембран |
| 3. Испорчены мембраны | 3. Заменить мембраны |
| 4. Низкое давление исходной воды | 4.См. далее |
| **Малое давление исходной воды** | 1. Забиты фильтры предварительной очистки | 1. Промыть или заменить фильтровальные патроны |
| 2. Низкое давление исходной воды | 2. Повысить давление |
| 3. Испорчен электромагнитный клапан на входе в установку | 3. Заменить электромагнитный клапан |

     При правильной эксплуатации ОО-систем нельзя обходить вниманием такие операции, как стандартная химическая очистка и дезинфекционная обработка ОО-элементов (поверхности ОО-мембран). Ключом к определению циклов очистки и дезинфекционной обработки должны служить следующие критерии: перепад давления на установке, производительность, скорости потоков, температура, и уровень микробиологического загрязнения. Существуют два общих правила для того, чтобы определить необходимость проведения промывки и дезинфекции ОО-системы:

* первое, когда производительность ОО-установки уменьшается на 10 – 15 %,
* второе, когда проявляется тенденция  к уменьшению скорости потоков и росту перепада давления.

     При надлежащей предподготовке исходной воды мембрана должна служить, по крайней мере, 3 года. Однако производительность и качество могут со временем ухудшиться из-за образования отложений или биологических загрязнений (подробней об этом мы поговорим в разделе 10). Для поддержания мембраны в рабочем состоянии необходима периодическая химическая промывка. Состав промывочного раствора зависит от характера загрязнений, вот несколько примеров:

* В случае снижения качества пермеата – раствором 2% лимонной кислоты или 0,1% соляной кислоты приготовленным на пермеате (рН ~ 3, t < 30оС).
* В случае снижения производительности установки при неизменном исходном давлении, температуре и т.п. – раствором 0,1% додецилсульфата натрия или трилона Б+0,1% NaOH (рН < 10, t < 30оС).

     Установка обратного осмоса промывается с помощью [**установки химической промывки**](http://wwtec.ru/index.php?id=543), которая либо входит в состав ОО-установки, либо может быть отдельным устройством. Все растворы для химической промывки готовятся на пермеате, вырабатываемом ОО-установкой.

**Обработка воды после установки обратного осмоса**

     Мы уже говорили о том, что давление же пермеата после обратноосмотической установки редко превышает 1 атм (0,1 МПа). Поэтому, чаще всего он подается в накопительную емкость, откуда с помощью повышающего насоса транспортируется на дальнейшие стадии очистки, где доводится до состава, требуемого условиями основного технологического процесса. Например, в качестве таких стадий могут быть:

* Декарбонизация (удаление из пермеата диоксида углерода).
* Дополнительная [**микрофильтрационная очистка**](http://wwtec.ru/index.php?id=484) на [**каскадных патронных фильтрах**](http://wwtec.ru/index.php?id=18).
* [**Обеззараживание воды**](http://wwtec.ru/index.php?id=35) с помощью [**установок ультрафиолетовая стерилизации**](http://wwtec.ru/index.php?id=124).
* Корректировка значения рН и химического состава с помощью [**пропорционального дозирования**](http://wwtec.ru/index.php?id=237#7) различных химических веществ, также с помощью [**насыпных фильтров**](http://wwtec.ru/index.php?id=14) с корректирующей засыпкой.
* [**Адсорбционная очистка**](http://wwtec.ru/index.php?id=26) либо с целью улучшения органолептических свойств, либо для получения воды с низким содержанием [**общего органического углерода**](http://wwtec.ru/index.php?id=548#1.2).
* [**Глубокое обессоливание воды (ОО-пермеата)**](http://wwtec.ru/index.php?id=30) с помощью установок ионного обмена ([**Н-катионирования**](http://wwtec.ru/index.php?id=28), [**ОН-анионирования**](http://wwtec.ru/index.php?id=28), [**фильтров смешанного действия**](http://wwtec.ru/index.php?id=34)) или с помощью [**установок электродеионизации**](http://wwtec.ru/index.php?id=33).

     Технологическая схема пост-обработки пермеата выбирается, исходя из его состава и [**требований к очищенной воде**](http://wwtec.ru/index.php?id=356).