# Manganese Greensand

**ФИЛЬТРУЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ УСТАНОВОК ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЖЕЛЕЗА, МАРГАНЦА, СЕРОВОДОРОДА**

*MANGANESE GREENSAND* представляет собой марганцевый цеолит, полученный при обработке природного минерала глауконита, известного больше как "зеленый песок" (Greensand).

*GREENSAND* эффективно удаляет из природной воды железо, марганец и сероводород. В результате реакции, происходящей на поверхности гранул *GREENSAND*, растворимые соли марганца, железа и сероводород окисляются до нерастворимых форм и задерживаются в слое фильтрующей среды (см. также "Методы удаления железа. Каталитическое окисление").

После пропуска определенного количества исходной воды, другими словами, после исчерпания окислительной емкости, *GREENSAND* регенерируется перманганатом калия.

При этом *GREENSAND* может применяться в двух различных технологиях: с периодической или непрерывной регенерацией. Выбор технологии зависит от уровня концентрации марганца и железа в исходной воде.

## Преимущества

MANGANESE GREENSAND является достаточно гибким продуктом, который, благодаря своим каталитическим свойствам, может уменьшать содержание железа и марганца в воде до предельно низких уровней. Во многих случаях эффективность использования GREENSAND выше, чем применение аэрирования, хлорирования и фильтрации. Кроме своих каталитических свойств GREENSAND обладает несколькими уникальными свойствами, что позволяет ему максимально утилизировать окисляющие агенты, такие как перманганат калия, хлор или растворенный кислород, что приводит к увеличению как скорости, так и полноты окислительных реакций. Форма гранул и их мелкий размер, простота использования, а также продолжительный срок службы приводят к высокой эффективности фильтрования на GREENSAND даже после многих лет работы.

### Физические и химические свойства

| | |
|---|---|
| Физическая форма | Лилово-черные гранулы |
| Емкость по:<br>- марганцу (Mn), г/л<br>- железу (Fe), г/л<br>- сероводороду ($H_2S$), г/л | <br>0.7<br>1.4<br>0.25 - 0.36 |
| Размер частиц в сухом виде, мм | 0.25 - 1.0 |
| Эффективный размер, мм | 0.30-0.35 |
| Коэффициент однородности | 1.4 - 1.6 |
| Насыпной вес, г/л | Около 1350 |

# Методы удаления железа из воды

Удаление из воды железа - без преувеличения одна из самых сложных задач в водоочистке. Даже беглый обзор существующих способов борьбы с железом позволяет сделать обоснованный вывод о том, что **на данный момент не существует универсального экономически оправданного метода, применимого во всех случаях жизни**. Каждый из существующих методов применим только в определенных пределах и имеет как достоинства, так и существенные недостатки. Выбор конкретного метода удаления железа (или их комбинации) в большей степени зависит от опыта водоочистной компании. Не без гордости можем сообщить, что нам в своей практике неоднократно приходилось сталкиваться с содержанием железа в 20-35 мг/л и успешно удалять его.
Итак, к существующим методам удаления железа можно отнести:

## ***1. Окисление***

(кислородом воздуха или аэрацией, хлором, перманганатом калия, перекисью водорода, озоном) с последующим осаждением (с коагуляцией или без нее) и фильтрацией.

Традиционный метод, применяемый уже много десятилетий. Так как реакция окисления железа требует довольно длительного времени, то использование для окисления только воздуха требует больших резервуаров, в которых можно обеспечить нужное время контакта. Это наиболее старый способ и используется только на крупных муниципальных системах. Добавление же специальных окислителей ускоряет процесс. Наиболее широко применяется хлорирование, так как параллельно позволяет решать проблему с дезинфекцией. Наиболее передовым и сильным окислителем на сегодняшний день является озон. Однако установки для его производства довольно сложны, дороги и требуют значительных затрат электроэнергии, что ограничивает его применение. Необходимо отметить также, что в концентрированном виде (например, на точке ввода в воду) озон является ядом (как, собственно говоря, и многие другие окислители) и требует очень внимательного к себе отношения.

Частицы окисленного железа имеют достаточно малый размер (1-3 мкм) и поэтому осаждаются достаточно долго, поэтому применяют специальные химические вещества -коагулянты, способствующие укрупнению частиц и их ускоренному осаждению. Применение коагулянтов необходимо также потому, что фильтрация на муниципальных очистных сооружениях осуществляется в основном на устаревших песчаных или антрацитовых осветительных фильтрах (не способных задерживать мелкие частицы). Однако даже применение более современных фильтрующих засыпок (например, алюмосиликатов) не позволяет фильтровать частицы размером

менее 20 микрон. Проблему могло бы решить применение специальной керамики, но она достаточно дорого стоит (так как не производится в России).

У всех перечисленных способов окисления есть ряд недостатков.

*Во-первых*, если не применять коагулянты, то процесс осаждения окисленного железа занимает долгое время, в противном же случае фильтрация некоагулированных частиц сильно затрудняется из-за их малого размера.

*Во-вторых*, эти методы окисления (в меньшей степени это относится к озону) слабо помогают в борьбе с органическим железом.

*В-третьих*, наличие в воде железа часто (а практически всегда) сопровождается наличием марганца. Марганец окисляется гораздо труднее, чем железо и, кроме того, при значительно более высоких уровнях pH.

Все вышеперечисленные недостатки сделали невозможным применение этого метода в сравнительно небольших бытовых и коммерческо-промышленных системах, работающих на больших скоростях.

## ***2. Каталитическое окисление с последующей фильтрацией.***

Наиболее распространенный на сегодняшний день метод удаления железа, применяемый в высокопроизводительных компактных системах. Суть метода заключается в том, что реакция окисления железа происходит на поверхности гранул специальной фильтрующей среды, обладающей свойствами катализатора (ускорителя химической реакции окисления). Наибольшее распространение в современной водоподготовке нашли фильтрующие среды на основе диоксида марганца ($MnO_2$): Birm, Greensand, Filox, Pyrolox и др. Эти фильтрующие "засыпки" отличаются между собой как своими физическими характеристиками, так и содержанием диоксида марганца и поэтому эффективно работают в разных диапазонах значений характеризующих воду параметров. Однако принцип их работы одинаков. Железо (и в меньшей степени марганец) в присутствии диоксида марганца быстро окисляются и оседают на поверхности гранул фильтрующей среды. Впоследствии большая часть окисленного железа вымывается в дренаж при обратной промывке. Таким образом, слой гранулированного катализатора является одновременно и фильтрующей средой. Для улучшения процесса окисления в воду могут добавляться дополнительные химические окислители. Наиболее распространенным является перманганат калия $KmnO_4$ ("марганцовка"), так как его применение не только активизирует реакцию окисления, но и компенсирует "вымывание" марганца с поверхности гранул фильтрующей среды, то есть регенерирует ее. Используют как периодическую, так и непрерывную регенерацию.

Все системы на основе каталитического окисления с помощью диоксида марганца кроме специфических (не все из них работают по марганцу, почти все они имеют большой удельный вес и требуют больших расходов воды при обратной промывке) имеют и ряд общих недостатков.

*Во-первых*. Они неэффективны в отношении органического железа. Более того, при наличии в воде любой из форм органического железа, на поверхности гранул фильтрующего материала со временем образуется органическая пленка, изолирующая катализатор - диоксид марганца от воды. Таким образом, вся каталитическая способность фильтрующей засыпки сводится к нулю. Практически "на нет" сводится и способность фильтрующей среды удалять железо, так как в фильтрах этого типа просто не хватает времени для естественного протекания реакции окисления.

*Во-вторых*, системы этого типа все равно не могут справиться со случаями, когда содержание железа в воде превышает 10-15 мг/л, что совсем не редкость. Присутствие в воде марганца только усугубляет ситуацию.

**Обменная емкость Manganese Greensand составляет 350 мг/л KMnO4 на литр фильтрующей среды.**

При расчете фильтров необходимо учитывать суммарную концентрацию железа, марганца, и сероводорода.

Необходимое количество перманганата калия для регенерации должно быть эквивалентно общему количеству $KMnO_4$, требуемого, чтобы окислять растворенное железо, марганец, и сероводород и может быть приблизительно вычислено по следующей формуле:

KMnO4 demaunt = [1xmg/L Fe] + [2xmg/L Mn] + [5xmg/L H2S]

Пример: определение объема воды, который может быть пропущен до начала регенерации, через фильтр загруженный **Greensand**

| | | |
|---|---|---|
| Исходная вода: | 3,0 mg/L Fe x 1.0 | = 3,0 mg/L $KMnO_4$ |
| | 0,3 mg/L Mn x 2.0 | = 0,6 mg/L $KMnO_4$ |
| | 0,2 mg/L $H_2S$ x 5.0 | = 1,0 mg/L $KMnO_4$ |
| Итого: | | 4,6 mg/L $KMnO_4$ |

$$\frac{350 мг/л KMnO_4}{Объем_загрузки} x \frac{1}{4{,}6 мг/л KMnO_4} = 76 л/ через\ 1\ л\ фильтрующей\ среды$$

***<u>Регенерация</u>***

Растворенное железо, марганец и сероводород удаляется окислением непосредственно на зерне ***Greensand***. В конце фильтро-цикла проводится обратная промывка, и затем восстанавливающая обменную емкость фильтра медленная промывка (в способе, подобном умягчению) раствором перманганата калия.

В зависимости от состава воды, уровень регенераций должен быть 2-4 мг перманганата калия / литр ***Greensand***.

Рекомендуется проводить регенерацию до момента полного исчерпания обменной емкости ***Greensand***, чтобы продлить срок службы загрузки.

***<u>Рекомендуемые условия эксплуатации загрузки Greensand.</u>***

| | |
|---|---|
| PH | 6,2-8,8 |
| Минимальный объем загрузки | 60 до 90 см |
| Рекомендуемая подача на промывку | Достаточная для расширения объема загрузки на 35-40% (4 L/min/dm3) |
| Рекомендуемое время промывки | Минимум 10 минут |
| Скорость потока фильтрации | 0,8-2,1 Ltr²/min/dm² загрузки |

В некоторых случаях эффективное удаление железа достигается предварительным дозированием раствора перманганата калия ($KMnO_4$), или гипохлорита натрия.

***<u>Рекомендуемый процесс регенерации Greensand.</u>***

- Пятицикловая работа установки:

1) движение кондиционированной воды сверху вниз;
2) быстрая обратная промывка снизу вверх;

3) медленная обработка регенерационным раствором и медленная промывка сверху вниз;
4) быстрая промывка умягченной водой перед работой сверху вниз;
перезаполнение реагентного бака.

| | |
|---|---|
| Рекомендуемая глубина загрузки | 50-60 см ***Greensand*** / 40 см антрацит |
| Максимальное падение давления | 1 бар |

***<u>Физические свойства Greensand</u>***

| | |
|---|---|
| Физическая форма | Черные узловатые гранулы покрытые окисью марганца |
| Условная плотность | 1,377 kg/Ltr |
| Отгрузочный вес | 39,46 kg/ft³ |
| Форма доставки | сухой, нерегенерированный |
| Классификация экрана | 18 x 60 отверстия |
| Эффективный размер | 0,30 - 0,35mm |
| Коэффициент однородности | меньше чем 1,60 |
| Удельный вес | приблизительно 2,4 |
| Максимальная температура | до 27 ˚C |
| Макс падение давления | 1,15 до 1,43 бар |
| Скорость обратной промывки | 19,5-24,4 м/ч |
| Скорость фильтрации | 12,2 м/ч |
| Максимальная скорость *(кратковременная фильтрация)* | 19,5-24,4 м/ч |

**Важно!!!! Отрегенерируйте Greensand раствором $KMnO_4$ перед эксплуатацией.**

## ***<u>Марганец и Железо</u>***

Поскольку железо (Fe) и марганец (Mn) составляют приблизительно 5 процентов и 0,1 процента соответственно коры земли, неудивительно, что эти элементы также найдены в подземных водах. Грунтовые воды могут содержать большие количества диоксида углерода, сформированного во время разложения органической материи в верхних областях земли и затем выщелачиваемого вниз к водоносным слоям. Диоксид углерода затем реагирует с водой, чтобы формировать угольную кислоту, относительно жидкий азот, который понижает pH грунтовых вод. Водоносные слои с низким pH вместе с отсутствием растворенного кислорода и присутствия других часто встречающихся восстановителей, содержат нерастворимые формы железа и марганца.

Теоретически, избыток 100 мг/л растворенного железа может быть обнаружен в некоторых грунтовых водах. Практически, железо обычно обнаруживается при концентрациях не выше чем 10 мг/л. Хотя вероятность обнаружения двухвалентного железа существует и может достигать уровня 40 мг/л.

Марганец более трудно окислить в нерастворимую форму, чем железо, следовательно, также более трудно устранять и почти всегда находится в воде как растворенный ион. Концентрации марганца в грунтовых водах редко превышают 2 мг/л.

Ситуация может усложняться тем, что железо и марганец могут содержаться в грунтовых водах в виде органических или неорганических комплексов.

Органические комплексы образуются, при содержании в воде гуминовых, фульво- и танокислот, образующих с расторимым железом и марганцом устойчивый комплекс. Органические комплексы железа и марганца обычно находятся в грунтовых поверхностных водах, где органическое вещество распространено. Часто вода, содержащая органические комплексы железа и марганца бывает ярко окрашенна. Органические комплексы могут также присутствовать в водопроводной бесцветной, но мутной воде.

Соединения железа и марганца могут также иметь неорганическую природу, при взаимодействии с силикатами, фосфатами и монофосфатами. Они - подлинные комплексы с железом и марганцом, изолированным неорганической молекулой.

Однако, даже при окислении, встречаются относительно устойчивые комплексы, которые предотвращают агломерацию, осаждение и фильтрацию окисей.

## ***Методы удаления***

" Стандартные методы Экспертизы Воды и Сточных вод " представляют два метода для определения железа - атомно-абсорбционный (АА), и колориметрический метод.

Технологии, доступные для удаления значительных концентраций железа и марганца из воды включают в себя фильтры умягчения и окисления (обезжелезивания). В прошлом, при умягчение с использованием ионообменного вещества данная технология также использовалась для удаления марганца и железа. Этот метод, однако, мог использоваться только если железо и марганец находилось в полностью растворимых формах. Это ограничивало использование воды с относительно низким pH, и воды, не содержащей кислорода или других окислителей.

При умягчении воды, содержание железа и марганца в которой незначительны, умягчение ионным обменом (натриевая форма) может быть использовано также для удаления железа и марганца.

Однако, увеличение концентрации железа и марганца, потенциально загрязняет ионнообменое вещество, уменьшая срок его службы.

Конечно, одновременное умягчение с удалением железа и марганца не всегда дает желательный результат. Поэтому рекомендуется отдельно умягчение и удаление железа и марганца.

Существует тип фильтров, работа которых основана на окислении железа им марганца кислородом воздуха с дальнейшей фильтрацией через инертную загрузку материала катализатора.

Недостаток этого типа фильтров - кислород, который для аэрации должен быть включен в систему, увеличивает коррозионную активность очищенной воды. Кроме того, окисление растворенного марганца при диапазоне pH. от 6 до 7,0 не будет выполнено без использования более сильного окислителя типа перманганат калия.

Сероводород также требует более сильного окисления в виде хлорирования или дозирования перманганата калия.

Фильтрующая среда ***Greensand*** включена в списки почти всех изготовителей и пользователей. Фильтры с данной загрузкой - наиболее популярная технология для обезжелезивания и удаления марганца из муниципального водопровода и промышленных объектов. ***Greensand*** является важной частью промышленной водоочистки с начала 90-ых.
До развития синтетических ионитов в недавних 1940-х ***Greensand*** был наиболее распространен в промышленности размягчения цикла натрия. Синтетические смолы ионного обмена, с мощностями приблизительно в семь раз менее ***Greensand***, были скоро заменены ***Greensand.***

### ***Greensand IR (периодическая регенерация)***

В процессе обезжелезивания также нашел применение так называемый метод IR- метод партии восстановления. Используя IR метод, железо, марганец и сероводород окисляется непосредственно активным покрытием окиси марганца на зерне ***Greensand***. И железо, и марганец затем переводятся в нерастворимые окиси и присоединяются к индивидуальному зерну. Так как ***Greensand*** имеет конечную окислительную способность, восстановление ее с $KMnO_4$ будет требоваться после прохождения определенного количества литров воды.

Обычно, процесс IR хорошо проходит в воде, содержащей не более двухвалентного железа и марганца концентрацией 1,0-l,5 мг/л, соответствено, и максимальной концентрации сероводорода от 2 до 5 мг/л.

Процесс проходит в равной степени хорошо для двухвалентного (растворенного) и трехвалентного (нерастворимого) железа, так как среда может окислять до трехвалентного железа в то время как отфильтровывается уже окислившееся железо. Марганец обычно существует в растворимой форме и окисляется непосредственно на зерне.

***<u>Для эффективного окисления сероводорода рекомендуется предварительное дозирование хлора.</u>***

***<u>Описание и конструкция фильтра</u>***

Фильтр представляет собой корпус содержащий внутри загрузку ***Greensand***, со стандартным распределительным элементом и блоком управления. Слой мелкого гравия определенной фракции (диаметр фракций **1,5-2,7** мм), используется в качестве поддерживающего слоя и засыпается вокруг распределительного дренажного колпачка, что позволяет оптимизировать обратную промывку и предотвращает возможное засорение щелей распределительного элемента.

Должно быть достаточное свободное пространство между верхней площадью загрузки и верхом корпуса, чтобы учесть расширение загрузки приблизительно на **40%** в процессе промывки без выноса среды к потребителю. Норма промывки при 20 $^0$C рекомендуется - 4 Ltr/min/dm$^2$ загрузки. К сожалению, рекомендуемая норма промывки в системе часто недоступна или ограничена в соответствии с пропускной способностью блока управления.. В этом случае, промывка должна быть сделана в течении большего времени чем рекомендуемые 10 минут.

Как может быть замечено из таблицы №2, ***Greensand*** имеет различные емкости по удалению железа, марганца и сероводорода.

Из таблицы №2 очевидно, что вода, имеющая высокое содержание сероводорода требует более частого восстановления, чем вода с относительно низким железом и содержанием марганца.

Greensand Мощности Удаления

| | |
|---|---|
| Для регенерации загрузки на основе $KMNO_4$ требуется | 350 мг/л $KMnO_4$/л Greensand |
| Емкость загрузки при фильтровании | |
| Для железа ($Fe^{2+}$) | 350 мг/л $Fe^2$ /л Greensand |
| Для марганца ($Mn_2$) | 175 мг/л $Mn_2$ /л Greensand |
| Для сероводорода ($H_2S$) | 70 мг/л $H_2S$ /л Greensand |

Так как greensand имеет емкость350 мг/л $KMnO_4$, объем фильтруемой воды до регенерации может быть определен, разделив емкость фактической потребности $KMnO_4$ воды, которую нужно очищать: 350 мг/л + 5,5 мг/л приблизительно 64 литров воды / литр ***Greensand***, или приблизительно 1.800 Ltr/ft$^3$.

Для семьи из четырех человек, которая использует приблизительно 400 литров воды в день, частота регенерации (1800/400) один раз каждые четыре дня.

При удалении сероводорода, требования к рабочей обменной емкости загрузки большие, значительные количества могут быстро истощать обменную способность ***Greensand.***

**Сероводород - сильный восстановитель, который без адекватного восстановления при высокой его концентрации “сдирает” пленку покрытия окиси марганца с зерен загрузки.**

Самый простой и наиболее точный метод для определения частоты регенераций состоит в том, чтобы определить потребности в $KMnO_4$.

Например, знаем, что в водопроводной воде концентрация загрязнения выше требований $KMnO_4$ - 7,5 мг/л (вместо расчетного 5,5 мг/л).

Теоретически, количество регенераций- 42,5 грамм $KMnO_4/ft^3$ ***Greensand.***

Большинство изготовителей предлагают резервуар подачи $KMnO_4$, где насыщенный раствор обеспечивает от двух до четырех унций (от 57 до 113 г) $KMnO_4$.

**Внимание! Растворимость $KMnO_4$ зависит от температуры, поэтому регулирование дозы должно производиться для изменяющихся диапазонов температуры окружающего воздуха.**

После промывки реагентом проводят сброс первого фильтрата, чтобы устранить следы $KMnO_4$.

**ХЛОРИРОВАНИЕ**

Следует заметить, что сероводород использует непропорционально окислительную способность ***Greensand***. Как правило, сероводород обычно встречается в малых концентрациях.

Однако, для многих клиентов, сероводород является одной из основных причин плохого качества воды. В таких ситуациях имеет смысл хлорирование перед фильтром.

Дозу хлорирования можно определить, используя процедуру, подобную испытаниям потребности в $KMnO_4$. К сожалению, каждый способ бесполезен при появлении розового цвета, который указывает, когда потребность в хлорирования была удовлетворена. Остаточный хлор может быть определен, используя тестирование.

После дозирования хлора, повторите испытание на потребность $KMnO_4$, чтобы определить регулирование потребности в $KMnO_4$. Хлор будет эффективно окислять большую часть сероводорода и железа, с ***Greensand*** емкостью, доступная для передвижения остающихся следов сероводорода и железа также как более затруднительного марганца.

Один способ уменьшить кол-во растворенного железа состоит в том, чтобы использовать подсыпку 20 до 25 см антрацита выше слоя ***Greensand.*** Антрацит - инертная среда фильтрации, обеспечивает превосходную глубокую фильтрацию, что минимизирует потерю напора при рекомендованном размере зерен от **0,7 до 0,75 мм**.

***<u>Greensand CR (непрерывная регенерация)</u>***

На некоторых больших установках обезжелезивания с продолжительной регенерацией рекомендуется использовать **Greensand CR**

Железо, марганец и сероводород окисляется ***Greensand***, при нагнетании $KMnO_4$ или комбинации хлорирования и дозирования $KMnO_4$.

***Greensand*** действует, и как катализатор, и как буфер "окислительно-восстановительных потенциалов". Процесс CR более практичен для больших систем, где есть обслуживающий персонал

С процессом CR, потребность в перманганате калия определяется, чтобы восполнить окислительную способность ***Greensand*** и обеспечивать небольшой избыток перманганата во входном отверстии фильтра.

***Избыток перманганата калия окрашивает воду в розовый цвет!!!***

Концентрация химреагентов, которые нужно подать на CR фильтр может быть вычислена, используя следующие формулы.

Они конечно не включают hadrogen sulfide, который потребил бы большую часть гипохлорита или перманганата калия.

Концентрация дозирования хлора и перманганата калия:

Mg/L $CL_2$ = mg/L Fe

Mg/L $KMnO_4$ = (0,2 x mg/Fe) + (2 x mg/L Mn)

Без $CL_2$ потребность в $KMnO_4$: (1 x mg/L Fe) + (2 x mg/L Mn)

***Однако, окончательная потребность в окислителя будет выявлена по присутствию розового цвета в выходном отверстии фильтра!!!***

**pH**

Один из наиболее важных показателей – величина pH. при использовании ***Greensand.***

Рекомендованный pH не ниже 6,2.

Корректирование pH возможно с помощью щелочи, дозированием углекислого натрия или гидроксида натрия или фильтрованием через кальцит ($CaCO_3$). Железо будет фактически окисляться и в нерастворимой форме отфильтровываться на кальцитовом фильтре. Поэтому для кальцитового фильтра необходимо часто проводить обратную промывку для уменьшения потерь напора.

Когда корректирование pH необходимо, и используется гидрооксид натрия (NaOH), pH не должен превышать 6,8. Использование гидроксида натрия, чтобы увеличить pH иногда приводит к образованию нефильтрующегося коллоида, желтого цвета. Сохранение pH в диапазоне от 6,2 до 6,5 это предотвращает.

***ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ФИЛЬТРОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ***

| ***Признак*** | ***Причина*** | ***Способ устранения неисправности*** |
|---|---|---|
| *Тип системы: IR* | | |
| Низкая емкость | Стерта пленка окиси марганца с зерна из-за неудовлетворительных регенераций. Восстановление может быть затруднено в воде с высоким содержанием сероводорода. | А) Чаще проводите регенерацию.<br>Б) Предварительная подача $Cl_2$ в воду с содержанием сероводорода.<br>В) Замените загрузку. |
| *Тип системы: CR/IR* | | |
| Вода на выходе из фильтра чистая, содержание железа низкое, марганец выше, чем в исходной воде | Марганец выщелачивается из зерна загрузки.<br>Загрузка недостаточно восстановлена. | Увеличение частоты регенераций. Регенерируйте загрузку раствором $KMnO_4$ достаточной концентрации, так чтобы через загрузку проходила вода фиолетового цвета. Убедитесь в наличии химических реагентов ($Cl_2$ и-или $KMnO_4$). |
| Сток фильтра, мутный с желтым, к коричневатому цвету. Содержание железа и марганец высокое. | Слишком много щелочи, дозируемой перед фильтром | Приведите в норме дозу щелочи. Сохраните правильный pH до фильтра в диапазоне 6,2 - 6,5. Корректируйте pH. |
| | Полифосфат, дозируемый перед фильтром | Прекратить подачу полифосфата. |
| | Образование обводных каналов в загрузке фильтра | Быстрая взрыхляющая промывка |
| | Железо с органическими соединениями образует нефильтрующийся коллоид | Подача окислителя до фильтра. |
| Сильное падение давления после фильтра немедленно после промывки | Накопление в **Greensand** мелкодисперсного материала (в процессе механического разрушения загрузки) на поверхности загрузки | Устранить мелкодисперсный материал, прочистить после обратной промывки. В отдельных случаях требуется замена загрузки. |
| | | Проверить перепад максимального |

| | | |
|---|---|---|
| | | давления. Рекомендуемый не должен превышать 10 psi. |
| | Низкая подача на промывку. | Увеличить промывку до 6 Ltr/minldm2 |
| | Фильтрующий матерал слежался в корпусе | Разрушить слежавшиеся слои загрузки комбинацией воздушно-водной промывки. Возможно придется заменить загрузку |
| | Высокое содержание в исходной воде мелкого песка, ила и коллоидной глины. | Проверить водопровод, особенно сразу после установки нового насоса. Дать насосу хорошо прокачать воду при начале работы.<br>Установить осадочный фильтр. |
| | Колебания значений показателей загрязнения<br>Неравномерные дозы химреагентов при дозировании | Установить пропорциональное дозирование. |