

ОСВЕТЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ МНОГОСЛОЙНОГО ФИЛЬТРОВАНИЯ

При производстве ликеро-водочных изделий, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, пива и очищенной питьевой воды особое внимание уделяется таким параметрам исходной воды как: прозрачность, цветность, привкус, микроэлементный состав и содержание микрофлоры.

Мутность - характеризует наличие в исходной воде взвешенных частиц коллоидного железа и кремния, ила, глины, песка, трубопроводной ржавчины и других механических примесей, колоний микрофлоры. Величина мутности в технологической воде не должна превышать 0,5 мг/л.

Прозрачность – характеристика противоположная мутности. В соответствии с ГОСТ 335174, определяется спектрофотометрически в % - ном отношении к идеально прозрачному (100% - ному) эталону.

Цветность (окраска) определяется наличием в воде соединений гуминовых и фульвокислот, протеиновых и углеводородных соединений, образующихся в результате распада растений и микроорганизмов. Наличие цветности в технологической воде недопустимо.

Привкус и запах определяются как естественными (соединения гуминовых и фульвокислот, наличие гидроокисей железа и марганца, растворенного сероводорода) так и искусственными причинами: наличие растворенных нефтепродуктов и других антропогенных загрязнений, хлор-окисленной органики. В технологической воде привкус и запах не должны превышать 1 балла при температуре 20°C.

Требования к микроэлементному составу и содержанию микрофлоры довольно жесткие и определяются отраслевыми Технологическими Регламентами и Инструкциями.

Исходная вода может поступать на предприятие как из сети коммунального водоснабжения, так и из скважин или поверхностных водозаборов самого предприятия. При этом качество исходной воды имеет, как правило, выраженные сезонные колебания и на большинстве предприятий требуется ее дополнительная подработка, даже при соответствии ГОСТ 2874-84 «Вода питьевая».

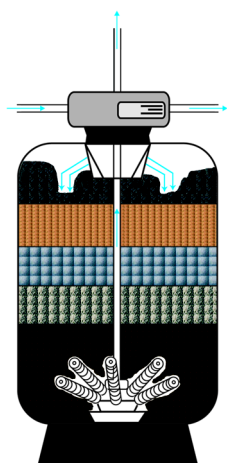


Рис.1. Многослойный фильтр. Схематический разрез.

Одним из наиболее эффективных современных способов осветления воды в пищевых технологиях является ее фильтрование через слои зернистых фильтрующих материалов с различными гранулометрическими, физико-химическими и сорбционными свойствами. Многослойное фильтрование – типичный пример объемного фильтрования с задержанием примесей на поверхности зернистых материалов различной структуры, размеров и механизма взаимодействия, а также в капиллярно-пористой структуре, сформированных ими, фильтрующих слоев. Как правило, многослойные фильтры - это напорные двухпоточные скорые фильтры (скорость фильтрования 10–30м/час) со средне- и мелкодисперсными фракциями зернистых фильтрматериалов.

Конструкция многослойных фильтров достаточно проста и надежна. Корпус фильтра представляет собой цилиндрическую емкость с неразъемными эллиптическими днищами. На верхнем днище имеется отверстие с закладным устройством для монтажа

Опубликовано:

Информационный бюллетень "Отраслевые ведомости. Ликероводочное производство и виноделие", №7, июль 2000 г.

Авторы:

Зав. лабораторией мембранной технологии пищевых производств ВНИИПБТ, к.т.н. В.И. Федоренко

ПУБЛИКАЦИИ

распределительного стояка и блока управления, рис. 1. Корпуса фильтров производительностью до 40 м³/час изготавливают из стеклопластика повышенной прочности, футерованного изнутри слоем полиэтилена, рис.2. На монтажной площадке они устанавливаются с помощью пластиковых конических оснований. При производительности свыше 50 м³/час применяются металлические корпуса из углеродистой стали с футеровкой внутренней поверхности коррозионностойкими покрытиями или - из коррозионностойкой стали, рис.3.



Рис.2. Многослойный фильтр малой и средней производительности

Распределительный стояк представляет собой трубопровод, оканчивающийся внизу резьбовым коллектором для монтажа дренажного устройства, а в верхней части имеющий элементы для герметизации в горловине верхнего днища и в коллекторе блока управления. Дренажное устройство представляет собой 5–7 элементную «звездочку» состоящую из щелевидно - перфорированных распределительных стаканов шторково-раздвижной конструкции или собираемых с помощью резьбовых соединений. Просечки на цилиндрической части стакана (шириной 0,4–0,8мм) выполняются под углом 45° к его вертикальной оси и прикрыты козырьками шириной 1,0–1,5мм. Объединены в концентрические группы, чередующиеся с поясами жесткости шириной 7–8мм. Монтируется дренажная «звездочка»

на нижнем коллекторе стояка через горловину горизонтально лежащего фильтра до начала засыпки фильтрующих слоев. В окончательно собранном виде дренажное устройство закрепляется узлом герметизации, на верхнем днище, а распределительная «звездочка» становится под углом к вертикальной оси стояка, повторяя обводы нижнего эллиптического днища.

После монтажа дренажного устройства распределительный стояк стопорится фиксаторами в горловине верхнего днища, его внутренний канал закрывается съемной пробкой и через кольцевой зазор между стояком и горловиной фильтра засыпаются послойно зернистые фильтрматериалы. Слои фильтрующих зернистых материалов являются основным элементом многослойного фильтра. К основным характеристикам, определяющим их технологическую эффективность, относятся:

Механическая прочность.

Характеризуется истираемостью (процент износа вследствие трения зерен) и измельчаемостью (процент износа вследствие растрескивания зерен);

Химстойкость по отношению к осветляемой воде - чтобы она не обогащалась продуктами выщелачивания. Поэтому все фильтрматериалы подлежат обязательной сертификации в органах Санэпиднадзора;

Плотность и насыпная (объемная) масса. Определяют распределение фильтрующих слоев по вертикальной оси многослойного фильтра, режимы осветления и обратной промывки, расход промывочной воды.

Коэффициент формы, учитывающий степень несоответствия зерен идеальной шаровой форме, их шероховатость, пористость. Определяет сорбционную составляющую механизма фильтрования;



Рис.3. Многослойные фильтры большой производительности.

ПУБЛИКАЦИИ

Коэффициент однородности зерен, определяющий равномерность пористой структуры фильтрующего слоя и ее удельный объем;

Пористость фильтрующего слоя, определяющая его гидравлическое сопротивление и гряземкость;

Эффективный фракционный размер, влияющий на механическую прочность и определяющий пористость фильтрующего слоя.

/Г.И. Николадзе, Водоснабжение, М., Стройиздат, 1989/

В качестве фильтрующих применяются следующие материалы, рис.4:

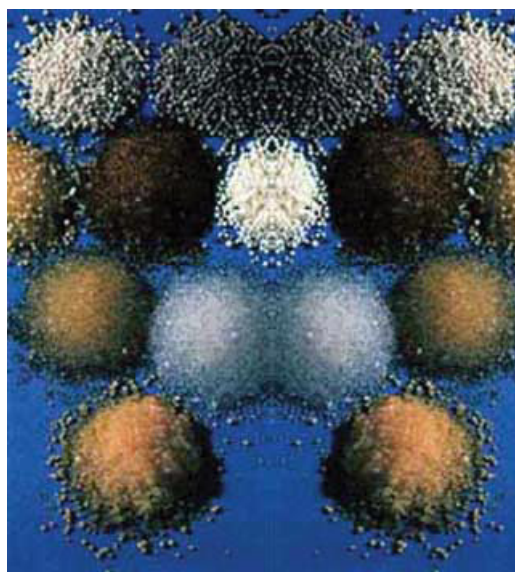


Рис.4. Образцы зернистых фильтрующих материалов.

Кварцевый песок (речной и карьерный). Применяется наиболее часто, т.к. удовлетворяет почти всем вышеуказанным характеристикам, выпускается в широком диапазоне фракционного состава, недорогой. Воспринимает основную нагрузку в процессе фильтрования;

Рубиновый гарнет – гранатовый песок, относящийся к классу алмадитов. Вымывается в процессе золотодобычи – как сопутствующая порода золотоносных месторождений. Очень твердый и прочный минерал. Низкое содержание кремния – менее 1%. Обладает высокой химстойкостью. Калибруется на 12 фракций с эффективным размером от 0,156 мм до 2,4 мм. По фильтрующим характеристикам близок к кварцевому песку, но превосходит его по механической прочности, пористости слоя и химстойкости;

Фильтроантрацит. Калибруется на 8 фракций с эффективным размером от 0,5 мм до 6,0 мм. Имеет меньшую плотность, чем у кварцевого песка, поэтому размещается сверху песчаного слоя. Малая измельчаемость (не более 3%) обуславливает высокую механическую прочность. За счет низкого

коэффициента однородности (1.25 – 1.4) обладает большой грязеемкостью, т.е. способен задержать большее количество примесей. Обладает высокой химстойкостью. Хорошо задерживает загрязнения слизисто-органического происхождения. Небольшая насыпная масса (0,7 – 0,8 г/см³) позволяет снизить расходы промывочной воды и улучшить качество отмывки материала;

Горелые породы – угленосные породы, подвергнутые обжигу без доступа кислорода. По своим свойствам близки к антрациту. Обладая более высокой плотностью и пористостью, могут применяться в дополнение к слоям антрацита для увеличения сорбционной составляющей;

Керамзит – гранулированный пористый материал, получаемый обжигом глинистого сырья. Зерна дробленого керамзита имеют плотность еще меньшую, чем антрацит, поэтому фильтрующий слой размещается над антрацитным. Имеет достаточно большой коэффициент формы и пористость фильтрующего слоя. Химстойкий. Хорошо задерживает загрязнения слизисто-органического происхождения, соединения гуминовых и фульвокислот;

Шунгизит – получают путем обжига природного минерала шунгита. По своим свойствам близок к керамзиту;

Вулканические шлаки. Измельченные и классифицированные горные породы с довольно большим разбросом основных характеристик;

Цеолиты клиноптилолитной формы – активный фильтрматериал, способный извлекать из сырой воды не только коллоидные и взвешенные вещества, но и соединения фтора, бора, азота, находящиеся в растворенной форме;

Ag - гранулированные фракции не содержащие двуокись кремния - имеют нерегулярные поверхностные характеристики, обеспечивающие максимальное удаление твердых частиц размером до 20 микрон. Применяются в основном для небольших фильтров (с площадью сечения

ПУБЛИКАЦИИ

до 0,1 м²). Низкая плотность и насыпная масса (0,38–0,42 г/см³) обеспечивают низкое сопротивление слоя и значительную экономию промывочной воды и энергозатрат при обратной промывке. Высокая гряземкость позволяет увеличить время цикла фильтрования. Замена кварцевого песка на Ag - фракции позволяет увеличить производительность фильтра на 100% или более;

Birm - эффективный и экономичный фильтрующий материал для осветления сырой воды с одновременным удалением из нее соединений железа и марганца низких и средних концентраций. Действует как катализатор в реакциях взаимодействия растворенного кислорода с соединениями железа и марганца. Высокая пористость слоя и малая насыпная масса позволяют легко удалять осадки при обратной промывке, но из-за склонности к истиранию в течение года теряется до 10-15% от объема засыпки. По фракционному составу различается стандартный и мелкий. Стандартный - рекомендуется для фильтров промышленного назначения, мелкий - для бытовых фильтров, где возможность промывки ограничена;

Отдельной позицией выделяются зернистые материалы дренажного слоя, поддерживающего дренажную «звездочку» и обеспечивающего равномерное распределение потока обратной промывки по сечению фильтра, а также предотвращающего унос мелко-дисперсных частиц фильтрматериалов с потоком очищенной воды. Как правило, это крупные фракции (от 5 до 35 мм) речной гальки, кварцевого песка, гравия или щебня. Содержание зерен известняка в них не должно превышать 10%, а примеси мела вообще не допускаются. Толщина дренажного слоя должна быть выше распределительной «звездочки» на 100 мм. Технологический расчет многослойного фильтра должен гарантировать невозможность смещения дренажного слоя относительно вертикальной оси фильтра при обратной промывке. В противном случае будет нарушена горизонтальная ориентация верхних фильтрующих слоев и работа самого многослойного фильтра.

В таблице приведены основные характеристики наиболее используемых фильтрматериалов:

№	Зернистый фильтрматериал	Плотность, г/см ³	Пористость фильтрующего слоя, %	Коэффициент формы зерен	Рекомендуемая скорость обратной промывки, М/час
1	Кварцевый песок	2,6 – 2,65	40 - 42	1,17	43 - 65
2	Гарнет	1,9 – 2,42	45 - 52	1,13 – 1,67	40 - 50
3	Фильтроантрацит	1,6 – 1,7	45	1,5	40 - 52
4	Керамзит дробленый	1,2 – 1,5	58 - 62	1,7 – 2,5	50 – 57
5	Горелые породы	2,4 – 2,5	52	2,0	40 - 50
6	Шунгизит	1,5 – 1,8	56 - 58	1,7 – 2,0	36 - 42
7	Вулканические шлаки: ангехакот/мастара	2,4/11,7	54/64	1,98/2,67	38 – 50/54 – 65
8	Цеолиты	1,7 – 2,2	40 - 45	1,1 – 1,3	42 – 50
9	Birm	0,75 – 0,8	58 - 60	2,14	25 – 30
10	Ag - фракции	0,38 – 0,42	60 - 64	1,66	20 - 25

В технологической практике многослойные фильтры применяются как самостоятельно, так и в составе систем водоподготовки. При их проектировании учитывается состав исходной воды и требования к очищенной воде, способ реализации процесса - как чисто гидромеханический, или осложненный одновременным удалением соединений железа, марганца и других растворенных компонентов. Как правило, концентрация растворенных соединений железа в таких случаях не должна превышать 0,3 мг/л. При более высоких концентрациях целесообразно провести предварительное обезжелезивание исходной воды. Кроме этого в состав исходных данных для расчетной программы вносятся следующие параметры: производительность фильтра, межрегенерационный ресурс, перечень имеющихся зернистых фильтрматериалов и их характеристики. Решая задачу оптимизации, программа определяет следующие параметры для проектирования многослойного фильтра: габариты фильтра и его конструкционные материалы;

НАШ АДРЕС

101851, Россия, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 18
Тел.: (095)362-36-50; Факс: (095)362-37-30
<http://www.waterpurification.ru>
E-mail: isw@waterpurification.ru

ПУБЛИКАЦИИ

длина и диаметр распределительного стояка; количество и тип перфорированных стаканов и дренажных элементов в распределительной «звездочке»; тип управляющего блока; алгоритм эксплуатационного цикла и обратной промывки; материал, фракционный состав и объем дренажной засыпки и фильтрующих слоев; объем зоны расширения.

На практике в многослойный фильтр чаще всего загружают от 4 до 8 фильтрующих слоев, подобранных так, чтобы глубина взаимного проникновения частиц соседних слоев не превышала 10% от толщины слоя. Толщина фильтрующего слоя составляет 25–40 см и зависит от величины объемного расширения слоя при обратной промывке, а также от его гидравлического сопротивления. Правильно спроектированный многослойный фильтр показывает начальное гидравлическое сопротивление в пределах 0,1 – 0,2 атм.

Одной из важных регламентных операций является обратная промывка загрязненных фильтрующих слоев многослойного фильтра. Вовремя и правильно проведенная обратная промывка обеспечивает эффективность последующего цикла основного фильтрования. Проводится обратным током исходной воды, а в некоторых случаях водо-воздушной смесью.

Состоит из трех основных фаз:

Медленная промывка обратным током. Длительность 2 - 3 мин. Разрыхляет и вспучивает слои зернистых фильтрматериалов, разрушая капиллярно – пористую структуру и фильтрующие мостики, взмучивая накопившиеся загрязнения;

Быстрая промывка обратным током. Скорость потока промывной воды должна быть выше скорости витания частиц зернистого фильтрматериала, т.е. должен образоваться устойчивый псевдооживленный слой. С другой стороны, она должна быть меньше скорости уноса частиц мелкодисперсных фракций с малой плотностью. Во время быстрой промывки происходит максимальное расширение фильтрующих слоев, при этом зернистые частицы соударяясь друг с другом (17–20 контактов в секунду), срезают прилипшие к ним загрязнения, которые выносятся с промывным потоком в дренаж. Длительность быстрой промывки 12–15 мин.

Медленная промывка прямотоком. Начинается через 45–60 сек. после завершения быстрой промывки. Этого времени достаточно для того, чтобы прошла полная седиментация частиц зернистых фильтрматериалов и они вновь образовали фильтрующие слои, в соответствие с распределением плотностей. Длительность промывки 3–5 мин. За это время фильтрующие слои уплотняются, в них формируется регулярная капиллярно – пористая структура, а так же выносятся в дренаж оставшиеся случайные частицы загрязнений.

Начало обратной промывки определяется двумя взаимосвязанными технологическими параметрами: потерей напора, обусловленной возрастающим гидравлическим сопротивлением фильтрующих слоев за счет накопления осадка и прозрачностью осветленной воды. На рис. 5

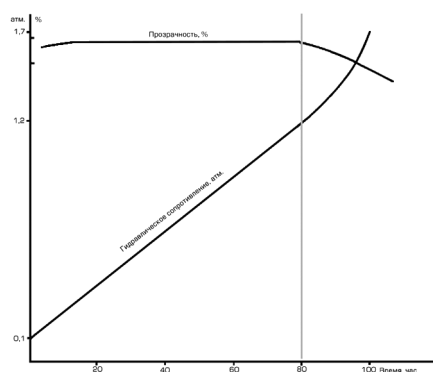


Рис.5. Временные характеристики потери напора и изменения прозрачности, полученные при эксплуатации многослойного фильтра.

приводятся временные характеристики потери напора и изменения прозрачности, полученные во время эксплуатации многослойного фильтра (4 фильтрующих слоя: Вirm, фильтроантрацит, гарнет и кварцевый песок) в составе мембранной системы водоподготовки на ОАО «Уссурийский Бальзам». Очевидно, что уменьшение прозрачности начинается синхронно с нелинейным изменением гидравлического сопротивления. Поэтому на таймерах управляющего блока обычно устанавливается время фильтрования, соответствующее пределу линейности изменения гидравлического сопротивления – для указанного случая оно составило 80 часов.

Цикл фильтрования и обратной промывки осуществляются одним и тем же насосом. Управление всеми стадиями фильтрования и обратной промывки осуществляется с помощью автоматических вентилях – таймеров типа “FLECK”, исполнительный механизм которых реализует все стадии процесса в соответствие с заданной программой. Программирование эксплуатационных параметров осуществляется по времени – для стабильного эксплуатационного графика или по объему очищенной воды - для нестабильного эксплуатационного графика. Предусмотрено также ручное управление, т.е. опера-тор может в любой момент остановить процесс и внести необходимые коррективы в программу. Обслуживание фильтра сводится к минимуму после установки оптимального, для данной исходной воды, режима эксплуатации.

мирование эксплуатационных параметров осуществляется по времени – для стабильного эксплуатационного графика или по объему очищенной воды - для нестабильного эксплуатационного графика. Предусмотрено также ручное управление, т.е. опера-тор может в любой момент остановить процесс и внести необходимые коррективы в программу. Обслуживание фильтра сводится к минимуму после установки оптимального, для данной исходной воды, режима эксплуатации.