

Совместное применение модифицированных древесных углей имеет хорошую перспективу в подготовке воды для пищевой промышленности. В то время как активный древесный уголь имеет высокие сорбционные свойства [1] и свойства анионообменника, окисленный древесный уголь, также являясь эффективным сорбентом, имеет свойства катионообменника. При совместном использовании это позволяет проводить глубокую очистку воды от нежелательных примесей [2]. Древесные активный уголь (БАУ) и окисленный уголь (ДОУ) были применены для доочистки артезианской воды от анионов и катионов металлов до требований технологической инструкции по подготовке воды для пивоваренной и безалкогольной промышленности № 10-5031536-79-90 (далее - ТИ). Некоторые показатели исходной воды на Щербаковском пивзаводе приведены в табл. 1.

Таблица 1 Наименование показателя Единица измерения Значение показателя
 Норма по ТИ Жесткость (общая) мг-экв/дм³ 4,3 2...4 Сухой остаток мг/дм³ 339 не более 500 рН Ед. рН 7,3 6...6,5 Кальций мг-экв/дм³ 2,9 2...4 Магний мг-экв/дм³ 1,4 Следы Железо мг/дм³ 18,5 не более 0,1 Марганец мг/дм³ 0,17 не более 0,1 Нитраты мг/дм³ 27,0 не более 10 Цинк мг/дм³ 3 не более 0,5 Окисляемость мг О₂/дм³ 1,4 не более 2 Силикаты мг/дм³ 13,5 не более 2

Исходная вода с начальной суммарной концентрацией ионов 5,3 мг-экв/л пропусклась последовательно через колонку с ионообменной смолой КУ-2 (навеска 1г), колонку с БАУ-А (навеска 1г), колонку с ДОУ (навеска 1г). Пробы элюата отбирались через определенные промежутки времени. Концентрацию катионов Fe³⁺, Zn²⁺, Mn²⁺ в исходном растворе, а также в растворах после контакта с углем, определяли эмиссионным спектральным анализом с индуктивно-связанной плазмой на оптическом эмиссионном спектрометре «ICAP 6300 Duo» фирмы «Thermoscientific» США. Концентрацию катионов Ca²⁺, Mg²⁺ в исходном растворе, а также в растворах после контакта с углем, определяли как общую жесткость титрованием по ПНДФ 14.1:2.99-97. Концентрацию нитратов в исходном растворе, а также в растворах после контакта с углем, определяли по ГОСТ 18826-73 колориметрически с салицилатом натрия. Концентрацию силикатов определяли весовым методом по УМИКВ.4.1. СЭВ, 1987. В результате проведения многоступенчатой фильтрации воды получены данные, которые отображены на рисунке 1. Рис. 1 - Изменение суммарной концентрации ионов в воде в динамических условиях (мг-экв/л): 1 - исходная вода; 2 - после обработки КУ-2; 3 - после обработки БАУ; 4 - после обработки ДОУ. Далее мы определили сорбционную емкость фильтрационной установки. Ранее нами было показано, что необходимое время контакта воды с углем для достижения требований ТИ, равно 20 мин. Исходя из этого, скорость фильтрации приближена к производственной, т.е. 10 мл/мин на 1 см² сечения фильтра. Пробы элюата отбирались в течение первого часа через каждые 30 мин., затем через каждый час. Полученные данные представлены на рис. 2. Рис. 2 - Исследование сорбционной емкости фильтрационной установки. В первой пробе элюата,

полученной через 20 мин. суммарная концентрация ионов уменьшилась до 0,12 мг-экв/л и держалась на таком уровне в течение 10 часов. Через 10 часов наблюдается рост суммарной концентрации ионов, а через 12 часов суммарная концентрация ионов в воде после фильтров сравнялась с концентрацией ионов в исходной воде. Таким образом, продолжительность работы угольных фильтров при производственной скорости фильтрации составила 10 часов. Исходя из экспериментально определенной емкости загрузки, рассчитана технологическая схема водоподготовки на Щербаковском пивзаводе до требований ТИ производительностью 20 тыс. м³ воды в год, которая показана на рисунке 32. Цикл между заменой загрузки фильтров составляет 1 год. При жесткости исходной воды выше 4 мг-экв/л мы предлагаем ввести в схему водоподготовки Na- катионитовый фильтр, чтобы снизить нагрузку на угольные фильтры. pH подготовленной воды снижается до 6,5 ед., что соответствует требованиям ТИ.

Рис. 3 - Технологическая схема водоподготовки: 1 - накопительная емкость исходной воды; 2 - колонка с КУ-2; 3 - колонка с активным древесным углем; 4 - колонка с древесным окисленным углем; 5 - накопительная емкость кондиционной воды; 6, 7 - исходная вода; 8, 9 - частично обессоленная вода; 10, 11 - кондиционная вода (соответствует ТИ) В настоящее время стоимость одного декалитра (Дал) рядовых сортов пива находится в пределах 300... 550 руб. Стоимость одного Дал элитных сортов находится в пределах 800 ...2000 руб. Экономический эффект от применения модифицированных углей в технологии водоподготовки применительно к кондиционированию воды для пивоварения образуется за счет перехода предприятия на выпуск элитных сортов пива, что становится возможным при резком улучшении качества используемой воды. Для Щербаковского пивзавода он составляет 98 млн. руб.