

УДК 628.161.3:66.065.2(571.12)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ТЮМЕНИ

Загорская А.А., Пимнева Л.А., Лапик О.И., Сидунов С.А., Щекин А.Н.
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: zagorskajaaa@tyuiu.ru

На текущий момент в воде поверхностных источников водоснабжения в Тюменской области значенные органолептические показатели и концентрация химических веществ превышает допустимые значения. Этот фактор значительно осложняет подготовку воды перед подачей для нужд населения и приводит к перерасходу реагентов, увеличению эксплуатационных расходов на станциях водоподготовки и снижению качества питьевой воды. В данной работе проведен анализ качества воды р. Туры как поверхностного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения. В качестве средства очистки воды был опробован комплексный коагулянт с использованием замутнителя на базе природных материалов. Произведено сравнение условий применения различных замутнителей, входящих в состав комплексного коагулянта. Определен оптимальный состав коагулянта для действующей водоочистной станции Метелево (г. Тюмень). Проведено исследование эффективности коагуляции по основным технологическим показателям и сравнение полученных данных с используемой на действующей водоочистной станции технологией. В результате исследования была установлена возможность применения разрабатываемого коагулянта для очистки поверхностных вод, снижение концентраций сернокислого алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) и хлорсодержащих реагентов при обработке воды, уменьшение времени коагуляции природных вод.

Ключевые слова: очистка природных вод, коагуляция, мутность, цветность, замутнители, глинистые сорбенты

THE USE OF COMPLEX COAGULANT ON THE BASIS OF NATURAL COMPONENTS FOR PREPARATION OF WATER OF TYUMEN CITY CENTRALIZED WATER SUPPLY SYSTEMS

Zagorskaya A.A., Pimneva L.A., Lapik O.I., Sidunov S.A., Shchekin A.N.
Federal State Budgetary Institution of Higher Education Tyumen Industrial University, Tyumen,
e-mail: zagorskajaaa@tyuiu.ru

At the current moment in the water of surface sources of water supply the value of organoleptic indicators and the concentration of chemical substances exceed the permissible level. This factor significantly complicates the preparation and purification of water before serving for the needs of the population and leads to a waste of reagents, increase of operating costs at water treatment plants and reducing the quality of drinking water. In this article, we analyzed the water quality of the Tura River as a surface source of drinking water supply. As a means of water purification, a complex coagulant was tested using turbidities based on natural materials. A comparison of the conditions of use of various opacities, making up the complex coagulant has been made. The optimal composition of the coagulant for the existing water treatment plant Metelevo (Tyumen) is determined. A study was made of the effectiveness of coagulation according to the main technological indicators and a comparison of the data obtained with the technology used at the Metelevo water treatment plant. As a result of the study, the possibility of using the developed coagulant for cleaning surface water was established.

Keywords: natural water purification, coagulation, turbidity, water color

Вода – жизненно важный ресурс, который необходим человеку для выживания. Наличие чистой питьевой воды напрямую влияет на здоровье и благополучие населения, поэтому обеспечение чистой питьевой водой является одной из первоочередных задач [1, 2].

В настоящее время большинство поверхностных водоемов Тюменской области относятся к категории грязных и очень грязных, поэтому подача воды для хозяйственно-питьевых нужд из них без предварительной очистки невозможна, так как концентрация химических веществ и значения органолептических показателей превы-

шают нормативно установленные значения, в связи с чем вопрос о разработке новых способов очистки встает более остро [3, 4].

Очистка воды осложняется сезонными изменениями качества воды. В осенний период это связано с поступлением большого количества дождевых вод, а в весенний – талых, вследствие чего увеличивается содержание взвешенных частиц и загрязняющих веществ [5]. Также снижение температуры в зимний период, в результате чего увеличивается вязкость воды, что приводит к использованию большей дозы реагентов и повышенному содержанию остаточных веществ в очищенной воде [6].



Рис. 1. Качественные показатели воды р. Туры

Не менее важной проблемой существующих методов химической очистки воды является образование вторичных продуктов реакции, зачастую негативно влияющих на здоровье человека. В целях снижения цветности воды на действующих станциях Тюменского региона применяется метод первичного хлорирования. Содержание остаточного хлора в воде, с одной стороны, препятствует повторному загрязнению воды в процессе транспортировки, но с другой, приводит к образованию галогенорганических соединений. Основными побочными продуктами хлорирования являются тригалогенметаны – хлороформ или трихлорметан (CHCl_3), бромдихлорметан (CHBrCl_2), дибромхлорметан (CHBr_2Cl) и трибромметан (CHBr_3). Также побочными продуктами хлорирования являются галогензамещенные уксусные кислоты, галонитрилы, галокетоны, альдегиды и хлоралгидрат [7, 8]. Побочные эффекты поступления этих веществ связаны с увеличением риска развития рака, аллергических реакций, воспаления слизистых, развития сердечно-сосудистых заболеваний, а также увеличением риска неправильного развития плода при беременности [9, 10].

Основной целью данного исследования является разработка комплексного коагулянта, в состав которого будут входить естественные компоненты и проверка его эффективности на примере воды из водоема, используемого для хозяйственно-питьевых нужд.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является вода р. Туры, являющейся основным поверхностным источником водоснабжения г. Тюмени.

Вода реки имеет гидрокарбонатно-кальциевый [11] химический состав и отличается повышенной окисляемостью и цветностью, а также малой мутностью. В зависимости от сезона и объемов поступления в реку дождевых и талых вод значение показателей может изменяться в широком диапазоне.

На рис. 1 представлены минимальные и максимальные значения качественных показателей речной воды.

Жесткость воды находится в пределах 1,94–3,6 ммоль/дм³, среднее значение водородного показателя составляет чуть больше 7. Значения перманганатной окисляемости колеблются от 14,28 до 28,86 мгО₂ / дм³. Цветность и мутность воды изменяются в зависимости от сезона и находятся в пределах 40–260 градусов цветности и 3,09–10,16 мг/дм³ соответственно [12].

Отбор проб проводился в весенний и зимний периоды 2017–2018 гг. Все пробы были отобраны в соответствии с требованиями [13].

Места отбора проб представлены на рис. 2.



Рис. 2. Точки отбора проб

Контроль качества воды и измерение основных показателей были выполнены в соответствии с методиками [11].

Для измерения показателей качества воды до и после очистки был использован фотометр КФК-3-01.

В ходе исследования изучались следующие комбинации реагентов: сернокислый алюминий (СА), активированный уголь марки БАУ-А (АУ), полиакриламид (ПАА), каолинистая глина (К), монтмориллонитовая глина (ММТ). Дозы замутнителей (АУ, К, ММТ), представленных в таблице, находились в пределах 1–3 мг/дм³, дозы коагулянта (СА) – в пределах 30–50 мг/дм³, доза флокулянта (ПАА) – 0,5–1,5 мг/дм³.

Процесс коагуляции проводился на основании [14]. Процесс коагуляции длился 30 минут с последующим фильтрованием через бумажный фильтр.

Полученные результаты после очистки воды сравнивались с нормативными значениями, установленными в [15].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведения процесса коагуляции с помощью проб комплексного коагулянта с использованием активированного угля в качестве замутнителя были получены следующие данные (рис. 3, 4).

Использование активированного угля в качестве замутнителя на пробах природной воды с исходным показателем мутности, равным 1,92 мг/дм³, и цветности, равным 108 градусов, позволяет до-

стигнуть в среднем 90 % эффекта очистки, что превосходит используемую на Метелёвской водоочистной станции систему на 10–15 %.

Активированный уголь продемонстрировал лучшие показатели по снижению цветности, являющейся характерной особенностью тюменских природных вод. При исследовании образовавшегося в результате коагуляции с участием БАУ-А осадка на электронном спектрометре были получены следующие результаты (рис. 4).

Как видно из полученных данных, осадок имеет пористую структуру, что позволяет сорбировать содержащиеся в воде загрязняющие вещества. Так как основным химическим веществом в составе осадка является углерод, это позволяет произвести регенерацию при помощи прокаливания и, в последующем, повторно использовать его в качестве замутнителя.

Выводы

В результате работы установлены эффекты внедрения природных замутнителей. Произведена сравнительная оценка эффективности природных материалов, входящих в состав комплексного коагулянта, по отношению друг к другу. Получены предпосылки для исследования сорбционной способности разрабатываемых материалов.

Характеристики замутнителей

Наименование замутнителя	Эквивалентный диаметр, мм	Пористость	Удельная площадь поверхности пор, м ² /м ³
БАУ-А	2,2	0,82	4800
Каолинит	0,52	0,9	1420
Монтмориллонит	0,8	0,78	1680

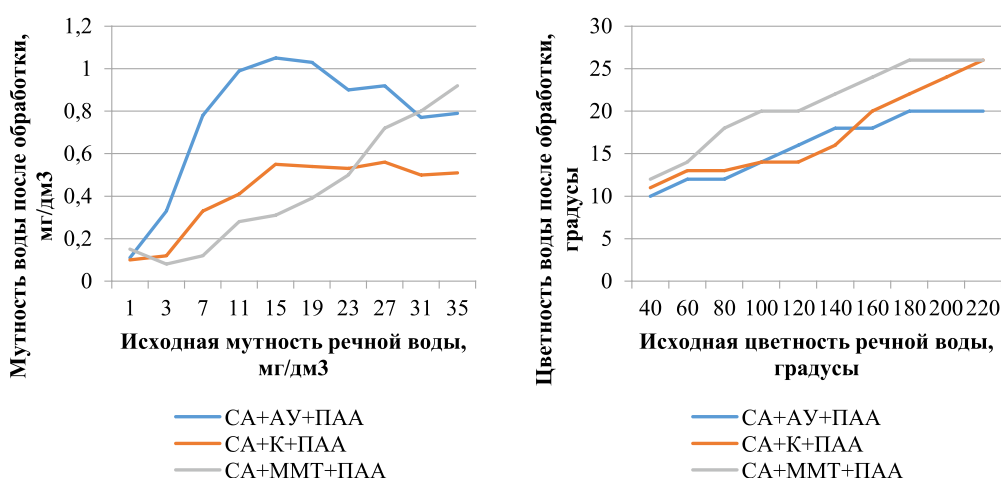


Рис. 3. Значения технологических показателей работы станции водоподготовки после использования замутнителей

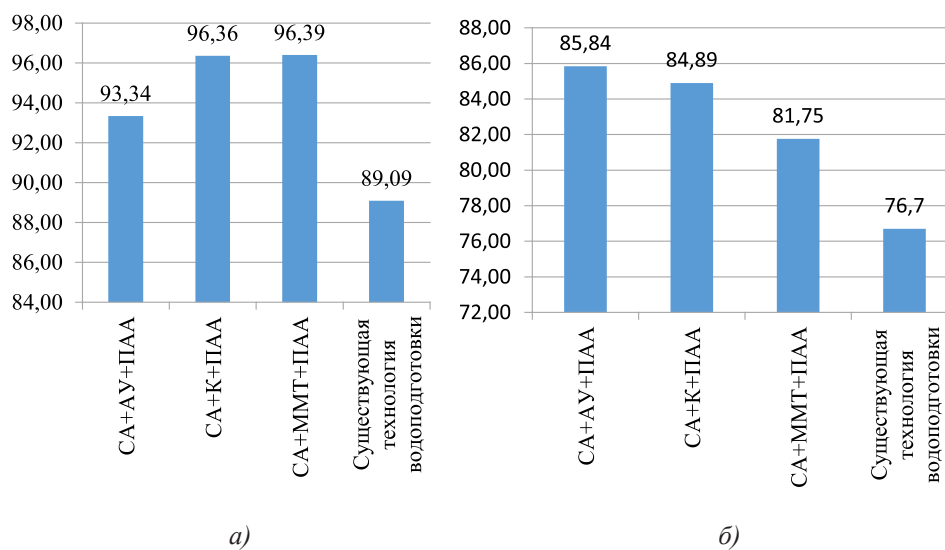


Рис. 4. Эффективность очистки разрабатываемой и существующей технологий:
а) по мутности, б) по цветности

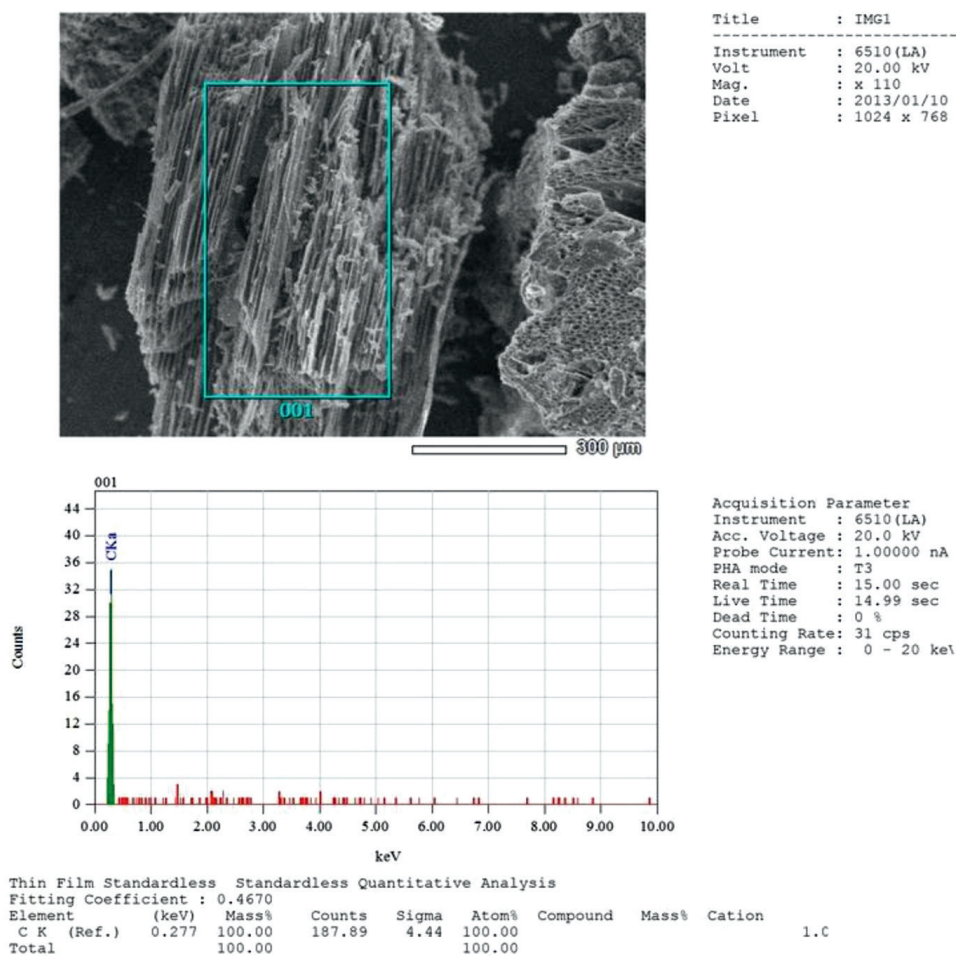


Рис. 5. Результаты исследования осадка с применением электронного спектрометра

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о пригодности к использованию исследуемых комбинированных коагулянтов для очистки воды из поверхностного источника. Полученные данные служат поводом для дальнейшего исследования оптимальной концентрации реагентов и подбора формы использования коагулянта в качестве конечного продукта.

Список литературы

1. Магомедов С.Д. Факторы окружающей среды и состояние здоровья населения / Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2011. № 141. С. 141–149.
2. Лапик О.И., Сидунов С.А., Щекин А.Н., Загорская А.А. Экологическая оценка методов очистки на водозаборных объектах Тюмени // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Междун. науч.-практ. конф. студ., аспирантов, молодых уч. и спец. Тюмень: ТИУ, 2018. Т. 2. С. 171–174.
3. Лапшин А.П., Игнатова Л.П. Особенности химического состава питьевой воды города Тюмени // Сибирский медицинский журнал. 2014. № 8. С. 79–82.
4. Шишов С.Ю., Трошкова Е.А., Жукова В.Я., Смирнов А.Д., Давлятерова Р.А., Смагин В.А. Повышение барьерных функций Метелевских водоочистных сооружений г. Тюмени // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 6. С. 32–38.
5. Ермакова Н.А., Архипова А.Р., Крапотина П.В., Сиюткина А.Ю., Фахрутдинова Л.К. Гидрохимическое состояние тюменских источников хозяйственно-питьевого водоснабжения в весенне-летний период // Вестник Тюменского государственного университета (Экология). 2014. № 12. С. 38–149.
6. Черников Н.А., Наврузова А.С., Попова М.В. Применение коагуляции, флокуляции и флотации при очистке воды // Бюллетень результатов научных исследований. 2012. С. 182–187.
7. Амин Абдулфаттах Ахмад Амин, Андрианов А.П. Образование и пути снижения содержания тригалогенметанов в водопроводной воде Багдада // Политематический сетевой электронный научный журнал. КубГАУ. 2013. № 91 (07). 20 с.
8. Луцевич И.Н. Гигиеническая оценка трансформации сложных органических веществ, образующихся в результате обеззараживания питьевой воды хлором // Казанский медицинский журнал. 2003. Т. 84. № 2. С. 142–145.
9. Коньшина Л.Г., Лежнин В.Л. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. 2014. № 3. С. 5–10.
10. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Образование токсичных продуктов при использовании различных окислителей для очистки воды // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 2. С. 9–14.
11. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. 18 с.
12. Турнаева Е.А., Сидоренко О.В., Прикашикова М.С., Турнова М.Н. Изменение качественных характеристик воды в результате вторичного загрязнения в водопроводных сетях города Тюмени // Современные наукоемкие технологии. 2015. № 12. С. 53–57.
13. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. 50 с.
14. ГОСТ Р 51642-2000 Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. 15 с.
15. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. М.: Издательство «Технорматив», 2006. 21 с.