

4. Для обеспечения качества питьевой воды при условии невозможности полной защиты р. Томь от загрязнения, необходимо провести предложенный комплекс мероприятий по совершенствованию технологии водоподготовки и транспортировки воды потребителям, а также контролю качества.

Литература.

1. Гуринович А. Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация: Монография // Минск: УП «Технопринт. – 2004.
2. Скворцов Л. С., Жмур Н. С. Современное состояние и перспективы улучшения водоснабжения в Российской Федерации // Вестник Российской академии естественных наук. – 2010. – №. 3. – С. 35-39.
3. Коптюг В. А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию // Рио-де-Жанейро, июнь. – 1992. – С. 1992-62.

ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНАЯ ОБРАБОТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

С.А. Маринин, аспирант, Я.И. Корнев, к.т.н., с.н.с.

Томский политехнический университет, г.Томск

634050, г. Томск пр. Ленина, 30, тел. (3822)416976

E-mail: fainer@sibmail.com

Загрязнение водных сред нефтепродуктами является одной из наиболее актуальных экологических проблем современной России. Наряду с крупными предприятиями нефтедобывающей, химической, машиностроительной и других отраслей промышленности, источниками загрязнения являются многочисленные небольшие компании (автозаправочные станции, ремонтные мастерские и пр.). В промышленных сточных водах концентрация нефтепродуктов может достигать десятков миллиграмм на литр, что существенно выше предельно допустимой концентрации (ПДК), составляющей 0,05 мг/л для вод рыбохозяйственного назначения.

Известно, что нефтепродукты в сточных водах могут находиться как в растворенной форме, так и в грубодисперсном, тонкодисперсном или эмульгированном состоянии [1]. Традиционно для удаления грубодисперсной фракции нефтепродуктов применяют нефтеловушки, песколовки и отстаивники различной конфигурации. Удаление тонкодисперсной фракции нефтепродуктов происходит в процессах флотации, коагулирования с последующим фильтрованием на песчаных нагрузках. Тем не менее, после очистки в воде, как правило, содержится достаточно большое количество растворенных примесей, концентрация которых может составлять единицы миллиграмм на литр. Эффективное удаление из воды растворенных нефтепродуктов является довольно сложной инженерной и научной проблемой, для решения которой необходимо применение современных технологий.

В настоящей работе для деструкции содержащихся в воде растворенных нефтепродуктов используется импульсный коронный разряд (ИКР) в газовой фазе в присутствии капель воды. Известно, что ИКР в воздухе или другом кислородсодержащем газе является источником активных частиц-окислителей: озона (O_3), атомарного кислорода (O) и гидроксильных радикалов (OH) [2]. При этом частицы с высоким окислительным потенциалом (радикалы O , OH) имеют малое время жизни, не превышающее 200 мкс [3], и их использование в процессах очистки воды достигается только при создании электрического разряда вблизи поверхности раздела фаз «газ-жидкость».

В настоящей работе контакт поверхности воды и плазмы электрического разряда обеспечивается путем подачи в межэлектродный воздушный промежуток капель воды размерами до нескольких миллиметров. Ранее было показано, что в этом случае каналы разряда формируются в газовой фазе, в непосредственной близости или на поверхности капель, что способствует эффективному взаимодействию короткоживущих радикалов с компонентами водных растворов [3]. Ранее метод электро-разрядной обработки воды был успешно применен для удаления из воды органических примесей – фенолов, гуминовых соединений и др. [2]. В настоящей работе исследована возможность применения электро-разрядного метода очистки воды от растворенных нефтепродуктов.

В экспериментах использовались модельные растворы нефтепродуктов, приготовленные путем перемешивания 200 г нефти с 35 л водопроводной воды в течение 10 минут с последующим отстаиванием в течение 7 дней для удаления пленок и дисперсных частиц. Концентрация нефтепродуктов в пробах определялась флуориметрическим методом, после экстракции нефтепродуктов гексаном. Для анализа использовался анализатор «Флюорат-02-3М» (Россия). Начальная концентрация нефтепродуктов в полученном модельном растворе составляла от 1,5 до 5,0 мг/л.

Исходные растворы нефтепродуктов объемом 25 л помещались в бак-накопитель. Раствор из бака-накопителя подавался на верхнюю часть установки, где при помощи перфорированной пластины диспергировался в воздухе на капли размером от 1 до 5 мм. Сформированный водо-воздушный поток поступал на систему электродов, где подвергался воздействию импульсного коронного разряда; далее раствор снова поступал в бак-накопитель. Объемная скорость потока раствора составляла 180 и 700 л/час. Обработка раствора проводилась в течение 40-60 мин.

Для формирования импульсов высокого напряжения использовался генератор высоковольтных импульсов, построенный по принципу разряда накопительного конденсатора в нагрузку через быстродействующий магнитный ключ (дроссель насыщения). Амплитуда напряжения разряда составляла 20 кВ, амплитуда тока – 250 А. При этом энергия импульса составляла 0,34 Дж. Частота следования импульсов изменялась от 100 до 900 имп/с.

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что аэрация раствора без обработки разрядом приводит к снижению концентрации содержащихся в растворе нефтепродуктов, что объясняется выделением легколетучей фракции нефтепродуктов в газовую фазу. Из графика на рисунке 1 видно, что при расходе обрабатываемого раствора 700 л/час наибольшая скорость удаления нефтепродуктов наблюдается в первые 10 минут обработки воды.

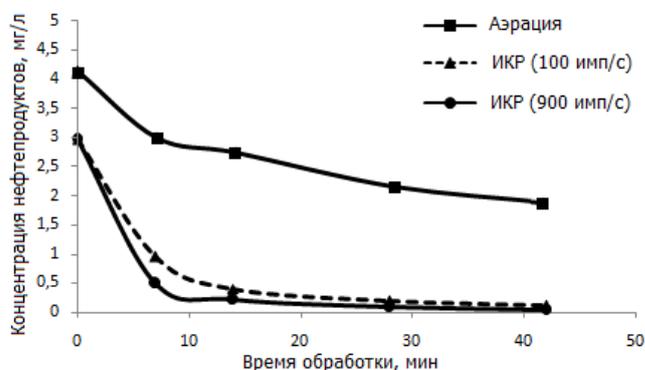


Рис. 1. Зависимость концентрации нефтепродуктов от времени обработки

При зажигании ИКР в межэлектродном промежутке происходит значительное повышение скорости и глубины удаления нефтепродуктов по сравнению с аэрацией. С увеличением частоты следования импульсов со 100 до 900 имп/с, и, как следствие, повышением удельной мощности разряда с 32 до 290 Вт, концентрация частиц-окислителей в зоне реакции заметно возрастает. Об этом косвенно свидетельствует рост концентрации озона в газовой фазе реактора, которая достигает равновесного значения 1,5-2 г/м³ при частоте следования импульсов 100 имп/с и 5,5-6 г/м³ при частоте 900 имп/с. При этом увеличение частоты следования импульсов напряжения не приводит к существенному росту скорости разложения нефтепродуктов. Так после 42 минут электроразрядной обработки остаточная концентрация экстрагируемых гексаном нефтепродуктов составила 0,1 мг/л при частоте 100 имп/с и 0,03 мг/л при частоте 900 имп/с. Малое влияние энергетических характеристик разряда на скорость разложения нефтепродуктов говорит о наличии других факторов, лимитирующих скорость окисления в электроразрядном реакторе.

Процесс удаления нефтепродуктов в плазме импульсного коронного разряда протекает в несколько последовательных стадий. Активные частицы-окислители генерируются в газовой фазе, после чего имеет место диффузия окислителей через границу раздела фаз «газ-жидкость» и реакции с растворенными в воде примесями. Оптимизация процессов переноса окислителей через границу раздела фаз имеет первоочередное значение при рассмотрении окислительных процессов в импульсном коронном разряде.

Исследование влияния интенсивности массообмена на процессы удаления нефтепродуктов было выполнено путем варьирования объемной скорости потока воды через установку. Ранее было показано, что с увеличением объемной скорости потока удельная поверхность контакта газа и жидкости в реакторе возрастает практически линейно [4]. В экспериментах было установлено, что увеличение объемной скорости потока раствора через электроразрядный реактор с 180 до 700 л/час при-

водит к росту скорости окисления нефтепродуктов на 20% (рис. 2). Остаточная концентрация нефтепродуктов после 42 минут обработки, составила 0,13 мг/л и 0,03 мг/л соответственно.

Гетерогенный характер реакции и, наблюдаемая в экспериментах, зависимость скорости окисления нефтепродуктов от интенсивности массообмена в реакторе позволяют предположить, что дальнейшее повышение интенсивности массообмена в электроразрядном реакторе приведет к росту энергетической эффективности и скорости разложения нефтепродуктов импульсным коронным разрядом.

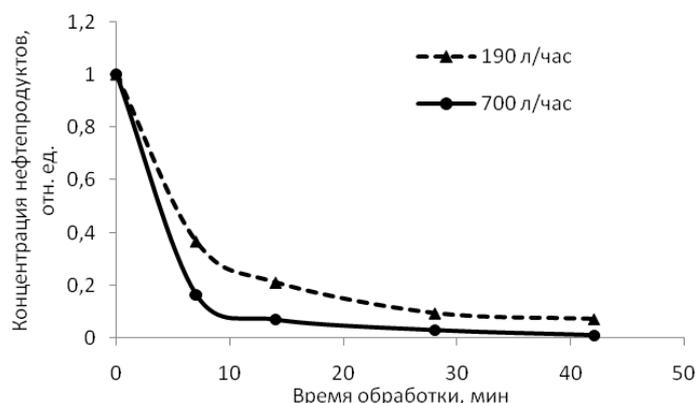


Рис. 2. Зависимости концентрации нефтепродуктов от времени обработки с различными объёмными расходами воды при частоте следования импульсов 900 имп/с

Таким образом, обработка модельных растворов нефтепродуктов импульсным коронным разрядом приводит к снижению концентрации растворенных нефтепродуктов, экстрагируемых гексаном, с 1,5-5 мг/л до 0,03 мг/л, т.е. до уровня, допустимого для вод рыбохозяйственного назначения. Применение электроразрядной технологии является перспективным направлением очистки сточных вод от растворенных нефтепродуктов. Для создания промышленной технологии необходима дальнейшая оптимизация процессов массообмена и энерговыделения в реакторе импульсного разряда.

Литература.

1. Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналитический обзор. – Н.: СО РАН НИОХ, 1992. – 72 с.
2. Panorel I. C., Kornev I., Hatakka H., Preis S. Pulsed corona discharge for degradation of aqueous humic substances // Water Science Technology: Water Supply. – 2011. – № 2. – Vol. 11. – P. 238 – 245.
3. Kornev, J., Yavorovsky, N., Preis, S., Khaskelberg, M., Isaev, U., Chen, B-N. Generation of active oxidant species by pulsed dielectric barrier discharge in water-air mixtures // Ozone: Sci. Eng. – 2006. – Vol. 28. – No. 4. – P. 207-215.
4. Корнев Я.И., Сапрыкин Ф.Е., Прейс С., Хаскельберг М.Б., Грязнова Е.Н., Шиян Л.Н., Хряпов П.А., Галанов А.И. Применение импульсного электрического разряда для очистки воды от нефтепродуктов // Известия Высших учебных заведений: Физика, 2013. – Т.56. – №7/2. – С. 146 – 152.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КЕМЕРОВСКОГО ООО «КУЗБАССКИЙ СКАРАБЕЙ»

И.А. Жегло, ст. препод., Г.В. Ушаков, доцент, к.т.н.

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

650099, г. Кемерово ул. Весенняя, 18, тел. (3842)-52-38-35

E-mail: ekosys@hotmail.ru

Кемеровское ООО «Кузбасский Скарабей» – предприятие по производству упаковочного картона, является источников образования сточных вод, содержащих механические примеси. В процессе очистки этих сточных вод образуется осадок, который направляется в отвал, а сточные воды сбрасываются в ливневую канализацию, а затем в реку Томь. Возрастающие требования к защите окружающей среды требуют повышения эффективности очистки сточных вод предприятия, разработки и внедрения процессов переработки и утилизации образующегося осадка.