

УДК 629  
UDC 629

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Посвятенко Н. И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Демидова Ю. Е., кандидат технических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Мельник Т. В., кандидат исторических наук, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

## PHYSICO-CHEMICAL METHODS WASTEWATER FROM OIL

Posviatenko N.I., Ph.D., National Transport University, Kiev, Ukraine

Demidova Yu. E., Ph.D., National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, Ukraine

Melnik T.V., Ph.D., National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, Ukraine

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД НАФТОПРОДУКТІВ

Посвятенко Н.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Демідова Ю.Є., кандидат технічних наук, Національний технічний університет "Харківський політехнічний університет, Харків, Україна

Мельник Т.В., кандидат історичних наук, Національний технічний університет "Харківський політехнічний університет, Харків, Україна

### Постановка проблемы.

Проблемы экологических последствий научно-технической деятельности человека и ее влияние на окружающую среду в Украине являются в настоящее время очень актуальными. Из-за бурного развития промышленного и сельскохозяйственного производства, транспорта, нефтеперерабатывающей промышленности, загрязнения природы большинства регионов Украины превысило экологически безопасный уровень. Долгие годы не принималось во внимание то, что структура промышленного производства в стране является причиной ухудшения экологии в большинстве её промышленных центрах и густонаселенных районах. На территории Украины сосредоточены мощные производства стали, транспортные средства, значительный объем химических производств, военно-промышленного комплекса, нефтедобывающей и газодобывающей промышленности. Высокая концентрация населения и промышленности вызывает повышенную экологическую напряженность во многих регионах Украины. В Донбассе, в Киеве, в Южном Крыму, в Харьковской, Днепропетровской, Сумской, Одесской и других областях особенно ощущаются последствия [1, с. 74–75].

Как известно, основными загрязнителями окружающей среды являются газообразные токсичные вещества, такие как, оксиды азота, углерода сероводорода, углеводороды нефтепродуктов, сточные воды предприятий. Эти выбросы приводят к разрушению озонового слоя, кислотным дождям, изменению климата, уменьшению биологического разнообразия. Как следствие этого в водоемы Украины попадает более двух миллиардов метров кубических загрязненных сточных вод в год, а в воздух – более пятнадцати миллионов тонн вредных веществ [2, с.81].

Вопросы защиты окружающей среды от вредного воздействия промышленных производств можно решить при помощи безотходных технологий или путем создания новых технологических схем с использованием надежных методов очистки газовых выбросов и сточных вод.

Наиболее широко распространенными загрязнителями сточных вод являются нефтепродукты – неидентифицированная группа углеводородов нефти, мазута, керосина, масел и их примесей, которые вследствие их высокой токсичности, принадлежат, по данным ЮНЕСКО, к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды. Нефтепродукты могут находиться в растворах в эмульгированном, растворенном виде и образовывать на поверхности плавающий слой.

Основными источниками загрязнений нефтью и нефтепродуктами являются добывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Объемы отходов нефтепродуктов и нефтезагрязнений, скопившиеся на отдельных объектах, составляют десятки и сотни тысяч кубометров. Значительное число хранилищ нефтешламов и отходов, построенных еще в начале 1950-х годов, превратились из средства предотвращения нефтезагрязнений в постоянно действующий источник таких загрязнений.

Таким образом, выбор методов очистки сточных вод от нефтепродуктов является одной из важнейших в решении экологических проблем.

Результаты исследования.

Технологии очистки сточных вод от нефтепродуктов основаны на различных физических, химических, физико-химических и биологических эффектах. Их воздействие на нефтесодержащие сточные воды (НСВ) избирательно и зависит от фазового состояния нефтепродуктов в очищаемой воде. Нефтепродукты в стоках находятся в свободном, эмульгированном и растворённом состоянии. Для удаления из сточных вод неэмульгированных и грубоэмульгированных частиц нефтепродуктов применяют механические методы: отстаивание, центрифугирование и фильтрацию. Очистку НСВ от нестабильных тонкоэмульгированных нефтепродуктов проводят с использованием безреагентных процессов флотации, коалесценции, фильтрации, ультрафильтрации, сорбции. В технологиях очистки НСВ, содержащих стабилизированные эмульсии применяют физико-химические методы, основанные на реагентной коагуляции и флотации, а также электрохимические: коагуляция и флотация. Молекулярные растворы нефтепродуктов и других органических веществ очищаются химическим окислением, физическим воздействием на стоки УФ-излучения, электроимпульсными методами, кавитацией и сорбцией. Процесс разложения органических веществ в НСВ осуществляется также биологическим воздействием комплекса бактерий и микроорганизмов.

Физико-химическими методами очистки из сточных вод удаляются тонкодисперсные, растворенные неорганические и органические вещества. К основным методам данной очистки относятся: коагуляция, флокуляция, окисление, сорбция, ионообменный метод, экстракция, электролиз и электрокоагуляция. Рассмотрим основные физико-химические методы очистки сточных вод от нефтепродуктов.

Реагентная коагуляция.

Слипание частиц при их столкновении в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле – это коагуляция. Она сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и уменьшением их общего количества в объёме дисперсионной среды. В нестабилизированных эмульсиях коагуляция частиц (коалесценция) нефтепродуктов происходит самопроизвольно. Разрушение стабилизированных эмульгированных частиц нефтепродуктов и их коагуляция возможна при воздействии физических и химических процессов, возникающих при добавлении в сточные воды химических реагентов (минеральных солей, кислот, коагулянтов, флокулянтов). Под действием реагентов происходит деэмульгирование сточных вод. Капли эмульсии укрупняются за счёт снижения электрокинетического потенциала частиц и разрушения их структурно-механического барьера. Эффективность коагуляционной очистки зависит от многих факторов: концентрации и размеров частиц нефтепродуктов, значений электрокинетического потенциала частиц, наличия в сточных водах электролитов, коагуляционной активности реагента. Для очистки сточных вод применяются различные минеральные коагулянты: соли алюминия, железа, магния, известь, шламовые отходы и отработанные растворы отдельных производств: хлорид алюминия, сульфат двухвалентного железа, известковый шлам и др. Коагулянты образуют в воде хлопья гидроксидов металлов, обладающих высокой сорбционной способностью по отношению к эмульгированным нефтепродуктам и другим дисперсным частицам. В результате применения коагулянтов значительно увеличивается степень минерализации воды. Количество коагулянта необходимое для осуществления процесса коагуляции зависит от вида коагулянта, расхода, состава, требуемой степени очистки НСВ и определяется экспериментально. Образующиеся в процессе коагуляции осадки в хлопьях имеют высокую влажность до 99 %. Объём осадка достигает 20–30 % объёма обрабатываемых сточных вод [3–4].

Значительный расход коагулянтов, большой объём получаемого осадка, сложность его обезвоживания и последующей утилизации, увеличение степени минерализации обрабатываемых

сточных вод не позволяют в большинстве случаев рекомендовать реагентную коагуляцию как метод самостоятельной очистки [5].

Технико-экономические расчёты показывают, что затраты на реагенты могут составлять до 30–70 % всех эксплуатационных затрат. Поэтому реагентные методы применяются при наличии дешёвых коагулянтов и небольших расходах сточных вод. Достижимая степень очистки НСВ составляет 15–50 мг/л.

#### Химическое окисление НСВ.

Химическая очистка – нейтрализация, окисление применяется в тех случаях, когда выделение загрязнений из сточных вод возможно только в результате химической реакции между этим загрязнением и вводимым реагентом. В практике обезвреживания сточных вод в качестве окислителей используются хлор, озон и кислород. При очистке НСВ от растворенных и высокоэмульгированных нефтепродуктов коллоидной степени дисперсности используется озон. Озон обладает высокой окислительной способностью и при нормальной температуре разрушает нефтепродукты и другие органические вещества, растворённые в воде. При этом возможно одновременное окисление, обесцвечивание, обеззараживание сточной воды и насыщение её кислородом.

Преимуществом этого метода является отсутствие химических реагентов при очистке сточных вод. Озон самопроизвольно диссоциирует в водном растворе, превращаясь в кислород. С ростом температуры и рН скорость распада озона резко возрастает.

Наиболее экономичным методом получения озона является пропускание воздуха или кислорода через электрический разряд высокого напряжения (5000–25000 В) в генераторе озона. К недостаткам метода озонирования относится высокая стоимость и энергоёмкость оборудования.

#### Сорбция.

Сорбция представляет собой один из наиболее эффективных методов очистки НСВ от тонкоэмульгированных и растворенных нефтепродуктов и является процессом поглощения вещества из окружающей среды твёрдым или жидким сорбентом [6]. В качестве сорбентов применяют различные пористые материалы. Эффективными сорбентами являются активированные угли. В зависимости от преобладающего размера пор активированные угли делятся на крупно- и мелкопористые, а также смешанного типа. Эффективные адсорбенты нефтепродуктов и других органических соединений из воды являются типичными гидрофобами, адсорбция на которых обусловлена преимущественно дисперсионными силами. Поскольку энергия дисперсионного взаимодействия тем больше, чем более многоэлектронными системами являются адсорбированные молекулы, то дисперсионное взаимодействие органических молекул с углеродными структурами поверхности гидрофобных адсорбентов гораздо сильнее, чем взаимодействие углеродных сорбентов с молекулами воды, что приводит к избирательной адсорбции одного из компонентов. Следовательно, на границе раздела сорбент – водный раствор накапливается преимущественно органические молекулы, являющиеся гораздо более сложными многоэлектронными системами, чем молекулы воды.

Свойства гидрофобности сорбентов могут быть созданы искусственно. В качестве сырья для гидрофобизации используются высокопористые материалы. Процесс гидрофобизации заключается в нанесении и закреплении на поверхности исходных материалов покрытий из углеводородных соединений. В настоящее время известен ряд сорбентов поглотителей нефтепродуктов, производимых в США, Германии, Нидерландах, Канаде, Франции, Украине, России и др.

Адсорбция при многоступенчатой организации способна обеспечить очистку нефтесодержащих стоков до любого требуемого уровня и извлечения нефтепродуктов до остаточной концентрации ~ 0,3 мг/л. К недостаткам сорбционной очистки относится необходимость регенерации сорбента, после его отработки в качестве фильтрующей загрузки, которая производится «вытапливанием» нефтепродуктов при нагреве до 450<sup>0</sup> С [6–7].

#### Обработка НСВ ультрафиолетом.

Обработка жидкости ультрафиолетовым (УФ) излучением может быть использована в завершающих стадиях очистки НСВ от растворённых нефтепродуктов и других органических веществ. Метод обработки УФ излучением сточных вод является безреагентным и экологически чистым. Для создания УФ излучения используют ртутные лампы низкого давления – 0,4–0,6 10<sup>-3</sup>

МПа; кварцевые и ртутно-кварцевые лампы высокого давления –  $0,53-1,06 \cdot 10^{-1}$  МПа; ультрафиолетовые лазеры.

Ламповый излучатели ультрафиолета имеют преимущественно линейный эмиссионный спектр и низкую светоотдачу 5–11 % в диапазоне длин волн, соответствующим условиям деструкции нефтеорганики, ПАВ и других загрязнителей. Лампы низкого давления имеют полосу длин волн, соответствующую 254 нМ. Однако есть ещё одна полоса излучения в ультрафиолетовой области равная 184 нМ, которую кварцевые лампы не пропускают. Это коротковолновое излучение более эффективно разлагает органические примеси, чем излучение с большой длиной волны. Ультрафиолетовые лазеры, применяемые для обработки стоков, являются высокоинтенсивными источниками УФ излучения. Их особенностью является избирательное деструктивное воздействие в очень узкой полосе спектра на какое-либо одно или группу органических веществ, находящихся в сточной воде, спектр адсорбции которых соответствует спектру эмиссии УФ источника. Органические вещества не соответствующие приведенным условиям из НСВ не удаляются. Для обеспечения деструкции органики в НСВ имеющей различную природу, необходимо УФ излучение в широком диапазоне 100 – 300 нМ. Для этой цели в предложено обработку сточных вод проводить импульсным источником УФ излучения сплошного спектра с длительностью импульса  $10^{-6}-10^{-3}$  с и плотности импульсной мощности излучения на единицу поверхности обрабатываемой воды не менее  $100 \text{ кВт/м}^2$  в присутствии окислителя – озона, обеспечивающих фотолитическое разложение органических соединений. Для этого в качестве источников УФ излучения используются трубчатые импульсные лампы типа ИФП – 800, ИФП – 5000, ИФП – 20000, заполненных инертным газом.

Электрохимические методы очистки НСВ.

Электрохимическая очистка загрязнённых сточных вод основана на использовании электрической энергии при проведении электролиза водных растворов электролитов. В общем случае при электролизе протекают окислительно-восстановительные процессы: на аноде – потеря электронов (окисление); на катоде – приобретение электронов (восстановление). Электрохимические методы могут быть разделены на три большие группы: превращения; разделения; комбинированные.

Первая группа методов реализует изменение физико-химических и фазоводисперсных характеристик загрязнений. К ним относятся методы электроокисления и электровосстановления.

Процессы превращения протекают как в объёме электролита, так и на границе раздела фаз «электрод-раствор». Наиболее эффективными электрохимическими методами превращения для очистки НСВ являются электрокоагуляционный метод.

Методы разделения: электрофлотация, электродиализ, электроосмос, электрофорез, электрофильтрация – предназначены для концентрации примесей в локальном объёме электролита без существенного изменения фазово-дисперсных физико-химических свойств извлекаемых веществ. В этом случае разделение примесей и воды производится либо за счёт флотации «электрогенерированными» пузырьками газов, либо под воздействием электрического поля.

Наиболее эффективными методами очистки сточных вод являются *комбинированные методы*, объединяющие достоинства методов превращения и разделения. Указанное направление успешно развивается в работах ученых НТУ «ХПИ. Аппаратные средства, в которых комплексно применяются методы электрокоагуляции, электрофлотации, дают возможность произвести очистку НСВ, содержащих стабильные и нестабильные эмульсии, взвешенные, коллоидные и растворённые в воде примеси [9].

Электроимпульсные методы.

Данные методы очистки НСВ основаны на использовании комплекса физических факторов, сопровождающих процесс быстрого преобразования электрической энергии в другие виды энергии путем импульсного электрического разряда в жидких средах: ударной волны, светового излучения, электромагнитного поля, диссоциации и ионизации вещества [11]. Известны два способа аппаратной реализации метода электроимпульсной очистки НСВ: в электроразрядном реакторе; в колонне, снабженной электроразрядным блоком.

Реактор представляет собой электроразрядную камеру с электродами. Очистка НСВ производится прокачкой жидкости между электродами и размещенными между ними металлическими частицами в виде гранул, стружек или кокса воздействием электрического разряда, генерируемого электроимпульсным генератором. При взаимодействии электрического разряда и наполнителя реактора образуются оксигидраты (коагулянты), способные сорбировать на своей

поверхности частицы нефтепродуктов и других загрязнений. Плазменный разряд между металлическими частицами, разделенными тонким слоем жидкости, сопровождается высокой температурой, ударной волной, кавитационными процессами и электромагнитным излучением [10].

Жесткое воздействие указанных факторов на НСВ вызывает разрушение структуры воды и нефтепродуктов, с активацией новообразованных структур и образованием сильных окислителей – озона, пероксида водорода и других. В реакторе происходит электрохимические и очистительно-восстановительные реакции, в результате которых в зоне электроразряда осуществляется преобразования сложных химических веществ, до расщепления их на углекислый газ и воду. Во втором варианте НСВ обрабатываются в колонне, снабженной электроразрядным блоком. Электроразрядный блок состоит из трех функционально-независимых частиц: озонатора; электроимпульсного коагулятора; электроимпульсного кавитатора. Электроимпульсная обработка активирует процессы окисления, коагуляции и осаждения.

Кавитационный метод.

Кавитация – это разрыв жидкости с образованием пустот (пузырьков). Различают гидродинамическую и акустическую кавитацию. Гидродинамическая кавитация возникает в разноскоростном потоке при обтекании тел движущихся в жидкости либо при движении жидкости в каналах с переменным сечением. Акустическая кавитация зарождается при воздействии на жидкость ультразвуковыми, магнитоскрипционными или гидродинамическими излучателями.

В процессе пульсации в кавитационном пузырьке накапливается внутренняя энергия. При его схлопывании энергия высвобождается и в локальном объеме как внутри кавитационного пузырька, так и вблизи него возникают поля высоких давлений и температур, сопровождающиеся ударными волнами и кумулятивным воздействием на окружающую среду. Кавитационный пузырек становится уникальным реактором, инициирующим протекание различных технологических процессов. Кавитации сопутствуют процессы интенсивного турбулентного перемешивания жидкости, твердых и жидких компонентов, а также различные химические реакции, развивающиеся при коллапсе кавитационного пузырька.

Кавитация сопровождается деструкцией различных веществ, разрушением макромолекул, например, высокомолекулярных соединений, изменением их структуры, как правило, с понижением молекулярного веса исходных веществ. Для органических веществ, содержащих гидроксильные или карбонильные группы, атомы водорода и двойные связи (нефтепродукты, органические соединения и др.) наиболее интенсивная деструкция протекает при действии окислителей (кислорода и озона). В результате окислительной деструкции, протекающей по радикально-цепному механизму, макромолекулы разрушаются с образованием веществ с меньшим числом атомов, а также с образованием свободных радикалов. Окислительная цепь развивается благодаря накоплению в реакционной среде свободных радикалов, образующихся за счет термической активации исходных углеводородов. Итогом реакции является расщепление органических веществ на более простые составляющие, в частности на углекислый газ и воду.

Широкое применение кавитации обусловлено низкой энергоёмкостью кавитационных аппаратов, использующих обрабатываемую жидкость как источник и объект воздействия без промежуточной трансформации энергии излучателей колебаний.

Работы по исследованию возможности использования кавитации для очистки стоков содержащих нефтепродукты немногочисленны, а сам процесс в настоящее время недостаточно изучен. По данным [11] при кавитационной обработке нефтесодержащих вод, содержащих топочный мазут, на заводе железобетонных плит, остаточная концентрация составила ~ 1,2 мг/л.

Изучалась возможность практического использования кавитации для очистки НСВ от нефтепродуктов. Авторами показано, что кавитационные аппараты могут быть эффективными при их использовании после предварительной очистки сточных вод и невысокой начальной концентрации нефтепродуктов для доочистки и принципиально обеспечить качество очистки НСВ, допускающее возможность их сброса в водоёмы. Степень очистки НСВ зависит от количества циклов обработки в кавитаторе. При этом могут быть использованы аппараты, в которых кавитация создаётся как за счёт гидродинамической обработки воды, так и при воздействии акустических колебаний.

Таким образом, в настоящее время защита окружающей среды от нефтесодержащих сточных вод является одной из важнейших задач. Мероприятия, направленные на очистку воды от нефти, помогут сберечь определенные количества нефти и сохранить воздушный и водный бассейны чистыми.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заставный Ф. П. Актуальные проблемы охраны окружающей среды и рационального расходования природных ресурсов на Украине / Ф. П. Заставный // Экономика Советской Украины. 1990. – № 3. – С. 74–75.
2. Яншин Л. А. Уроки экологических просчетов / Л. А. Яншин, А. И. Мелуа. – М. : Мысль, 1991. – 431 с.
3. Леоненко И. И. Методы определения нефтепродуктов в водах и других объектах окружающей среды / И. И. Леоненко, В. П. Антонович // Методы и объекты химического анализа. Т. 5. – 2010 – №2. – с. 58-72.
4. Стахов Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод / Е. А. Стахов. – Ленинград: Недра, 1983. – 264 с.
5. Проскуряков В. А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В. А. Проскуряков, Л. И. Шмидт. – Л.: Химия, 1997. – 464 с.
6. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін та інші. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
7. Динамика процесса очистки сточной воды от органических загрязнений методом электрохимической деструкции / М.Б. Суханов, В.А. Холоднов, Л.А. Русинов // Журн. прикл. химии. – 1998. – Т.71, № 6. – С.960 – 964.
8. Хосид Е. В. Опыт внедрения новых мембранных методов вододобработки стоков / Е. В. Хосид. – Л. : ЛДНТП, 1989. – 32 с.
9. Яковлев С. В. Технология электрохимической очистки воды / С. В. Яковлев, И. Г. Краснобородько, В. М. Рогов. – Л. : Стройиздат, Ленингр. Отделение, 1987. – 312 с.
10. Левченко В. Ф. Электроимпульсная очистки промышленных сточных вод / В. Ф. Левченко // Вода і водоочисні технології, 2004. – №3. – с. 71–74.
11. Гуриков Ю. В. О возможности использования явления кавитации для очистки воды от нефтяных загрязнений / Ю. В. Гуриков, А. О. Дитман, С. П. Зубрилов / В сб. «Полезная кавитации». Под ред. Зубрилова С. П. – СПб.: СПГУВК, 1993. – с. 3–40.

## REFERENCES

1. Zastavnyi F.P. Aktualnye problemy ohrany okruzhayushchey sredy I ratsionalnogo raskhodovaniya prirodnyh resursov na Ukraine [Actual problems of environmental protection and rational use of natural resources in Ukraine]. Ekonomika sovetskoy Rossii [Economy of Soviet Russia]. 1990. no 3. PP. 74–75. (Rus)
2. Yanshin L.A., Melua A.I. Uroki ekologicheskikh proshchetov [Lessons environmental failures]. Moscow, Mysl, 1991. 431 p. (Rus)
3. Leonenko I.I., Antonovich V.P. Metody opredeleniya nefteproduktov v vodah I drugih obektah okruzhayushchey sredy [Methods for determination of oil in water and other environmental objects]. Metody I obekty himicheskogo analiza [Methods and objects of chemical analysis]. 2010. vol 5, no 2. pp. 58–72. (Rus)
4. Stakhov E.A. Ochistka neftesoderzhashchih stochnyh vod [Purification of oily wastewater]. Leningrad, Nedra, 1983. 264 p. (Rus)
5. Proskuryakov V.A., Schmidt L.I. Ochistka stochnyh vod v himicheskoy promyshlennosti [Wastewater treatment in the chemical industry]. Leningrad, Himiya, 1997. 464 p. (Rus)
6. Zapolzkiy A.K., Mishkova-Klimenko N.A., Astrelin I.M. etc. Fiziko-himichni osnovy tehnologii ochishchenniya stichnyh vod [Physico-chemical basis of the technology of sewage treatment]. Kiyv, Libra, 2000. 552p. (Ukr)
7. Sukhanov M.B., Holodnov V.A., Rusinov L.A. Dinamika protsessa ochistki stochnoy vody ot organicheskikh zagryazneniy metodom organicheskoy distruktsii [Dynamics of process cleaning wastewater from organic contaminants by electrochemical degradation]. Zhurnal prikladnoy himii [Journal of Applied Chemistry]. 1998, vol.71, no 6. pp.960 – 964. (Rus)
8. Hoshide E.V. Opyt vnedreniya novyh membrannyh metodov vodoobrabotki stokov [Experience introducing new membrane methods of waste water treatment]. Leningrad, LDNTP, 1989. 32 p. (Rus)
9. Yakovlev S.V., Krasnoborodko I. G., Rogov V. M. Tehnologiya elektrohimicheskoy ochistki vody [Technology of electrochemical water treatment]. Leningrad, Stroyizdat, 1987. 321 p. (Rus)

10. Levchenko V.F. Elektroimpulsnaya ochistka promyshlennyh stochnykh vod [Electroimpulse industrial wastewater treatment]. Voda i vodoochisni tehnologii [Water and purification technologies]. 2004. no 3. pp. 71–74. (Rus)

11. Gurikov Yu.V., Dittman A.O., Zubrilov S.P. O vozmozhnosti ispolzovaniya yavleniya kavitatsii dlya ochistki vody ot neftyanykh zagryazneniy [The possibility of using cavitation to purify water from oil pollution]. Poliznaya kavitatsiya [Useful cavitation]. Sankt-Peterburg, SPGUVK, 1993, pp. 3–40. (Rus)

#### РЕФЕРАТ

Посвятенко Н.І. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів / Н.І. Посвятенко, Ю.С. Демідова, Т.В. Мельник // Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29.

В статті запропоновано фізико-хімічні методи очищення стічних вод від нафтопродуктів, які на даний час є найбільш досконалими. Ці методи дозволяють вирішити екологічні проблеми комплексно на високому техніко-економічному рівні.

Об'єкт дослідження – методи очищення промислових стічних вод.

Мета роботи – шляхом аналізу різних методів очищення визначити найбільш досконалий, який має найменший вплив на оточуюче середовище.

Висока концентрація населення і промисловості викликає підвищену екологічну напруженість у багатьох регіонах України. Основними забруднювачами оточуючого середовища є газоподібні токсичні речовини – оксиди азоту, вуглецю, сірководень, вуглеводні нафтопродукти, стічні води підприємств. Найбільш розповсюдженими забруднювачами стічних вод є нафтопродукти – нафта, мазут, гас, мастила та їх домішки, які мають високу токсичність. Основні джерела забруднень нафтою і нафтопродуктами є видобувні підприємства, системи перекачування і транспортування, нафтові термінали і нафтобази, залізничний транспорт, річкові та морські нафтові танкери, автозаправні комплекси та станції. Питання захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу промислових підприємств можна вирішити за допомогою безвідходних технологій або шляхом створення нових технологічних схем з використання надійних методів очищення газових викидів і стічних вод. Вибір методів очищення стічних вод від нафтопродуктів сприяє вирішенню екологічних проблем.

Технології очищення стічних вод від нафтопродуктів базуються на різних фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних ефектах. Фізико-хімічними методами видаляються тонкодисперсні, розчинні неорганічні і органічні речовини. До таких методів відносяться: коагуляція, флокуляція, окислення, сорбція, іоннообмінний, екстракція, електроліз та електрокоагуляція. Особливу увагу в статті приділено деяким з них. Це реагентна коагуляція, хімічне окислення, сорбція, обробка ультрафіолетом, електрохімічний, електроімпульсний та кавітаційний методи. Розглянута їх суть, переваги та недоліки.

Результати статті можуть використовуватись на підприємствах пов'язаних з переробкою нафтопродуктів і їх використанням.

Подальші дослідження пов'язані з удосконаленням технологій і обладнання для вище згаданих методів очищення.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** СТІЧНІ ВОДИ, НАФТОПРОДУКТИ, КАВІТАЦІЯ, ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНА ОБРОБКА, СОРБЦІЯ, КОАГУЛЯЦІЯ.

#### ABSTRACT

Posviatenko N.I., Demidova Yu. E., Melnik T.V. Physico-chemical methods wastewater from oil. Visnyk National Transport University. Scientific and Technical Collection: In Part 2. Part 1: Series «Technical sciences». – Kyiv: National Transport University, 2014. – Issue 29.

The paper proposes physicochemical methods of sewage waters from petroleum, which currently are the most advanced. These methods allow to solve environmental problems in a comprehensive and high-feasibility level.

Object of the study – methods of sewage waters from petroleum.

Purpose of the study – to determine the most perfect methods of sewage waters which has a smallest wobble on the environment.

The producing companies, pumping systems and transportation, oil terminals and storage facilities, storage of petroleum products, rail, river and sea oil tankers, gas stations and complexes are the main sources

of pollution oil and oil. The protection of the environment from the harmful effects of industrial production can be solved with non-waste technology or the creating new technological schemes using reliable methods of cleaning gas emissions and wastewater. Selecting methods of waste waters from petroleum is one of the most important environmental issues.

The results of the article can be used by petroleum companies and the transport sector.

Further studies may be associated with improvements in technology and equipment used for data cleaning methods.

KEYWORDS: WASTE WATER, OIL, CAVITATION, ELECTROIMPULSE TREATMENT, SORPTION, COAGULATION.

#### РЕФЕРАТ

Посвятенко Н.И. Физико-химические методы очистки сточных вод от нефтепродуктов / Н.И. Посвятенко, Ю.Е. Демидова, Т.В. Мельник // Вестник Национального транспортного университета. Научно-технический сборник: в 2 ч. Ч. 1: Серия «Технические науки». – К. : НТУ, 2014. – Вып. 29.

В статье рассмотрены различные наиболее эффективные физико-химические методы очистки сточных вод от нефтепродуктов. Эти методы позволяют решить экологические проблемы комплексно на высоком технико-экономическом уровне.

Объект исследования – методы очищения промышленных сточных вод.

Цель работы – определить наиболее совершенный метод очистки, который имеет наименьшее влияние на окружающую среду.

Высокая концентрация населения и промышленности вызывает повышенную экологическую напряженность во многих регионах Украины. Основными загрязнителями окружающей среды являются газообразные токсичные вещества, такие как, оксиды азота, углерода, сероводорода, углеводороды нефтепродуктов, сточные воды предприятий. Наиболее широко распространенными загрязнителями сточных вод являются нефтепродукты – нефть, мазут, керосин, масла и их примеси, которые обладают высокой токсичностью. Основными источниками загрязнений нефтью и нефтепродуктами являются добывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Вопросы защиты окружающей среды от вредного воздействия промышленных производств можно решить при помощи безотходных технологий или путем создания новых технологических схем с использованием надежных методов очистки газовых выбросов и сточных вод. Выбор методов очистки сточных вод от нефтепродуктов является одной из важнейших в решении экологических проблем.

Технологии очистки сточных вод от нефтепродуктов основаны на различных физических, химических, физико-химических и биологических эффектах. Физико-химическими методами очистки из сточных вод удаляются тонкодисперсные, растворенные неорганические и органические вещества. К основным методам данной очистки относятся: коагуляция, флокуляция, окисление, сорбция, ионообменный метод, экстракция, электролиз и электрокоагуляция. Рассмотрены такие основные физико-химические методы очистки сточных вод от нефтепродуктов, как реагентная коагуляция, химическое окисление, сорбция, обработка ультрафиолетом, электрохимическая, электроимпульсная и кавитационная.

Результаты статьи могут использоваться нефтеперерабатывающими и предприятиями транспортной сферы.

Дальнейшие исследования могут быть связаны с усовершенствованием технологий и применяемого оборудования для данных методов очистки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СТОЧНЫЕ ВОДЫ, НЕФТЕПРОДУКТЫ, КАВИТАЦИЯ, ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА, СОРБЦИЯ, КОАГУЛЯЦИЯ.

#### АВТОРИ:

Посвятенко Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри дорожніх машин, e-mail: natali1963@ukr.net, тел. 044-280-97-73, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 226.

Демідова Юлія Євгенівна, кандидат технічних наук, ст. викладач, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", e-mail: demidovayulia@rambler.ru,



тел. +08099-660-22-74; , Україна, 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, кафедра кафедра педагогіки і психології управління соціальними системами.

Мельник Тамара Василівна, кандидат історичних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", e-mail: melnicktamara@yandex.ua, тел.+380955966210, Україна, 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, кафедра технології неорганічних речовин.

AUTHOR:

Posviatenko Natalia.I., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department road vehicles, e-mail: natali1963@ukr.net, tel. 044-280-97-73, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of.226.

Demidova Yu. E., Ph.D., senior lecturer, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", e-mail: demidovayulia@rambler.ru, tel. +08099-660-22-74; Ukraine, 61002, Kharkov, Frunze str, 21, department pedagogy and psychology of management social systems.

Melnik T.V., Ph.D., associate professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", associate professor department technology of inorganic substances, e-mail: melnicktamara@yandex.ua, tel.+380955966210, Ukraine, 61002, Kharkiv, Frunze str, 21, department technology of inorganic substances.

АВТОРЫ:

Посвятенко Наталия Ивановна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры дорожных машин, e-mail: natali1963@ukr.net, тел. 044-280-97-73, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 226.

Демидова Юлия Евгеньевна, кандидат технических наук, ст. преподаватель, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", e-mail: demidovayulia@rambler.ru, тел. +08099-660-22-74; Україна, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21, кафедра педагогика и психологии управления социальными системами.

Мельник Тамара Васильевна, кандидат исторических наук, доцент Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", e-mail: melnicktamara@yandex.ua, тел.+380955966210, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21, кафедра технологии неорганических веществ.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Панасенко В.О. доктор технічних наук, професор, ДУ "НІОХІМ", начальник науково-технічного відділу, Харків, Україна.

Матейчик В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна.

REVIEWER:

Panasenko V.O., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, DU "NIOHIM", Chief Scientific and Technical Department, Kharkiv, Ukraine.

Mateichik V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of Environment and Safety, Kyiv, Ukraine.