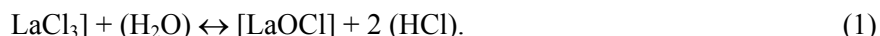
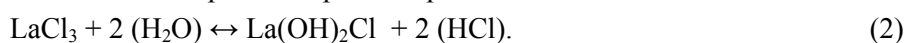


устойчивость гидратов хлоридов РЗЭ и гидролизуемость безводных хлоридов. В настоящей работе получены экспериментальные и расчетные данные по условиям синтеза и термической устойчивости моногидрата хлорида лантана – первого элемента ряда РЗЭ, соединения которого в наименьшей степени склонны к реакциям гидролиза.

В ходе нашей работы был получен из водного раствора высший гидрат хлорида лантана и определен его стехиометрический состав методом точного комплексонометрического титрования. Далее был синтезирован моногидрат хлорида лантана путем контролируемого изотермического высушивания высшего гидрата. При этом всегда получалось некоторое занижение массы продукта дегидратации по сравнению с рассчитанной теоретически, что связано с некоторым гидролизом хлорида лантана и образованием оксохлорида по реакции:



Наличие небольшого количества продуктов гидролиза в полученном моногидрате подтверждено и результатами химического анализа образцов на содержание лантана. Рассчитанная по этим данным степень гидролиза при температуре синтеза моногидрата хлорида лантана составила 0,03%, что значительно превышает величину, рассчитанную по данным [2] для равновесия реакции (1). Для объяснения этих различий высказано предположение о возможности низкотемпературного гидролиза хлорида лантана с образованием известного дигидроксохлорида по реакции:



Равновесие этой реакции не может быть изучено с использованием статического метода с мембранным нуль-манометром, как реакции (1) [2], поскольку эта реакция не сопровождается изменением числа газообразных молекул. Поэтому для изучения реакции (2) необходимо использовать тензиометрическую установку, работающую по методу потока.

При дериватографическом исследовании термической устойчивости моногидрата хлорида лантана нами была определена температура его разложения (195,6°C) и определены его стандартные термодинамические характеристики:

$$\Delta_f H^\circ_{298} [\text{LaCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}] = -1381,4 \pm 4 \text{ кДж/моль};$$

$$S^\circ_{298} [\text{LaCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}] = 179,5 \pm 5 \text{ Дж/К}.$$

Для температурной зависимости термического разложения моногидрата по реакции



получено уравнение

$$\ln P/P^\circ = 23,536 - 0,878 \ln T - 8500 / T.$$

Литература

1. *Taylor M. D.* Preparation of anhydrous lanthanon halides // *Chem. Rev.* 1962. № 6, P. 503–511.
2. *Дудчик Г. П.* Термодинамическое исследование хлоридов и оксихлоридов редкоземельных элементов. Дис. ...канд. хим. наук, БГУ, Минск, 1970.

©БГУ имени П.М. Машерова

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОТ АВАРИЙНЫХ НЕФТЕРАЗЛИВОВ

С.А. ЧЕПЕЛОВ, А.А. ШИШАКОВА, В.Е. САВЕНКО

One of the main pollutants of a surface water in the country, are oil and oil products. The question of automation of the means intended for liquidation of emergency floods of oil and oil products on water objects is actual. The automation of the offered means of water objects protection from oil pollution was the purpose of the given work. The given technical devices for localisation and liquidation of oil pollution allow to struggle more effectively with oil emergency floods on water objects in various conditions

Ключевые слова: автоматизация, водная экосистема, нефть, способ, устройство

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных загрязнителей поверхностных вод в стране, являются нефть и нефтепродукты. Наиболее опасным является загрязнение водотоков нефтепродуктами, т.к. в этом случае загрязнение переносится на большие расстояния и может стать трансграничным.

Современная практика борьбы с нефтяным загрязнением водных объектов в результате аварийных нефтеразливов накопила определенный опыт в этой области, имеются разнообразные технические средства для локализации и ликвидации последствий залповых сбросов нефти. В данной работе нами рассмотрены экологические аспекты нефтяного загрязнения водных объектов и предложены к использованию, разработанные авторами автоматизированные технические средства локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на водных объектах.

2. ПОСЛЕДСТВИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Экологические последствия разливов нефти имеют трудно прогнозируемый характер, поскольку невозможно учесть все последствия нефтяного загрязнения, нарушающего естественные процессы и взаимосвязи. Разливы нефти существенно изменяют условия жизни всех видов живых организмов на его территории. Нефть - продукт длительного распада, очень быстро покрывает поверхность воды тонким слоем, а образовавшаяся нефтяная плёнка ограничивает доступ света и воздуха.

Разливы нефти пагубно отражаются на водных млекопитающих, гидробионтах и водной растительности. Нефть и нефтепродукты нарушают состояние покровов почвы, деформируют структуру биоценозов. Беспозвоночные почвенные микроорганизмы и бактерии, подвергшиеся интоксикации лёгкими фракциями нефти, не способны качественно выполнять свои важнейшие функции, возложенные на них природой.

Ущерб от крупномасштабных разливов нефти подсчитать достаточно трудно. Он зависит от нескольких факторов: типа нефтепродуктов, экологического состояния района, в котором произошёл разлив, погоды, времени года, характера и скорости течений, состояния рыболовства и туризма в регионе и других причин.

2.1 Методы устранения нефтяного загрязнения

– Нефть и нефтепродукты можно сжигать, но только сразу после разлива, т. к. она в течение первых двух часов теряет легкие фракции, и быстро растекаясь, образует тонкий слой, а охлаждающее действие воды, находящейся под этим слоем, приводит к прекращению горения.

– Нефть и нефтепродукты можно собирать с поверхности воды тремя способами: простым вычерпыванием вручную с борта небольших катеров; ограничение нефтяной пленки с помощью плавающих бонов с дальнейшим ее концентрированием путем уменьшения поверхности и сближения бонов; сложными машинными комплексами.

– Нефть, плавающую на поверхности воды, можно частично собрать, накрыв ее адсорбирующим материалом.

– Весьма обещающим методом обработки является покрытие нефтяной пленки порошком или мелкогранулированным веществом, которые, смешиваясь с нефтью, приклеиваются и затопляют ее. Однако, многочисленные эксперименты показали, что и через несколько месяцев затопленная масса является подвижной, и нефть может подняться при больших волнах.

– Перспективным является использование детергентов, к которым относятся вещества, образующие эмульсию и химически воздействующие на молекулы углеводородных соединений и изменяющие их поверхностное натяжение.

2.2 Оценка степени загрязнения водных объектов

Степень загрязнения водных объектов определяется массой растворенной и (или) эмульгированной в воде нефти [1].

Для водоемов:

$$M_{Н.В-М} = 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot M_P \cdot (C_H - C_\Phi), \quad (1)$$

где $M_{Н.В-М}$ – масса растворенной и (или) эмульгированной нефти, загрязняющей соответственно водоем, водоток, t ;

M_P – масса нефти, разлитой на поверхности водного объекта, t ;

C_H – концентрация насыщения воды нефтью, $г/м^3$;

C_Φ – фоновая концентрация нефтепродуктов в воде, $г/м^3$.

Для водотоков:

$$M_{Н.В-К} = 8,7 \cdot 10^{-4} \cdot M_P \cdot (C_H - C_\Phi), \quad (2)$$

Концентрация насыщения C_H принимается в зависимости от типа водного объекта.

3. Разработка средств защиты водных экосистем

Современная практика борьбы с нефтяным загрязнением водных объектов в результате аварийных нефтеразливов накопила определенный опыт в этой области, имеются разнообразные технические средства для локализации и ликвидации последствий залповых сбросов нефти. Однако, разработка новых технических средств защиты водных объектов от нефтяных загрязнений и совершенствование и автоматизация существующих является в настоящее время весьма актуальным.

3.1 Устройство для улавливания и удаления нефтепродуктов с поверхности водотоков

Для решения возникшей проблемы уноса нефти под боновым ограждением, нами разработан комбинированный механический бон, который является устройством, выполняющим одновременно

функции и улавливания, и удаления нефтепродуктов и нефтенасыщенного сорбента с поверхности водотоков [2]. Устройство включает боновое ограждение, представляющее собой полую трубу с объемом, обеспечивающим ее плавучесть, с тросами. Боновое ограждение имеет верхние и нижние штанги, к которым прикреплены с возможностью вращения ролики, на которые надет фартук в виде бесконечной ленты. С одной стороны крайний ролик имеет верхний и нижний шкивы, каждый из которых соединен цепной передачей с верхним и нижним шкивами электропривода соответственно. С другой стороны ленты к ее крайнему (натяжному) ролику плотно прижат с помощью пружины цилиндрический отжимной ролик, под которым установлен нефтеприемник в виде лотка.

Комбинированный механический бон устанавливают на водоток и закрепляют с помощью тросов к его обоим берегам. Предварительно, впереди механического бона, закрепляют на верхних и нижних штангах ролики таким образом, что они могут вращаться вокруг своей оси. На ролики одевают пористую ленту, имеющую замкнутый контур (бесконечную). С помощью цепной передачи соединяют верхний и нижний шкивы крайнего ролика с верхним и нижним шкивом электропривода, который устанавливают на берегу или на плавсредстве. К противоположному от крайнего ролика, натяжному ролику прижимают с помощью пружины цилиндрический отжимной ролик таким образом, что бесконечная лента оказывается между ними. Дополнительно на берегу или непосредственно у берега в дне реки, делают углубление, в которое устанавливают нефтеприемный лоток, так чтобы он не препятствовал движению бесконечной ленты. После выполнения всех вышеперечисленных подготовительных операций включают электропривод, который с помощью цепной передачи обеспечивает движение бесконечной ленты в горизонтальной плоскости таким образом, что сорбирующая поверхность ленты расположена навстречу водотоку. Бесконечная лента играет роль фартука, который улавливает и задерживает нефтепродукты и нефтенасыщенный сорбент и перемещает их к берегу, где происходит ее отжим между натяжным роликом и цилиндрическим отжимным роликом, а собранные таким образом нефтепродукты и нефтенасыщенный сорбент, попадают в нефтеприемный лоток, откуда их затем откачивают насосным оборудованием. После отжима, бесконечная лента движется в обратную сторону от натяжного ролика к электроприводу, таким образом, получается, что фартук состоит из двух рядов: переднего, расположенного навстречу водотоку, и заднего, ближайшего к боновому ограждению, это обеспечивает дополнительную защиту от уноса нефтепродуктов и нефти под боновым ограждением, так как задний ряд ленты также сорбирует (впитывает) нефтепродукты.

3.2 Комбинированная платформа

Разработана комбинированная платформа, которая предназначена для применения при проведении мероприятий по ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, как в обычных условиях, так и в период ледохода [3]. Устройство эксплуатируется в сочетании с боновым оборудованием, которое предварительно устанавливается на водный объект, чтобы локализовать нефтеразлив. В вершине угла, образованного боновым ограждением и береговой линией на берегу водного объекта устанавливается устройство. Кроме того данное устройство может быть установлено на плавсредствах, в этом случае его можно применять на любом водном объекте, загрязненном нефтью. При установке устройства на грунт или палубу плавсредства, нижний конец платформы опускают в воду, а угол ее наклона изменяют путем поднятия верхней части платформы с помощью гидроцилиндров с последующей ее фиксации.

Комбинированная платформа для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора с поверхности воды включает опорную поверхность (платформу), на которой шарнирно закреплены две стяжки, закреплен вертикальный защитный экран, размещен нефтеприемный лоток и размещены два электропривода, на каждом из которых два ведущих шкива. На барабанах, насаженных на валы, на платформе размещена транспортерная лента из нефтестойкого материала, верхняя поверхность которой покрыта нефтевпитывающим материалом. Первый ведущий шкив каждого из электроприводов соединяется цепной (или ременной) передачей со шкивом, расположенным на конце вала, закрепленного в подшипниках на платформе с насаженным на него крайним верхним барабаном. К крайнему верхнему барабану пружинами прижимается отжимной ролик с возможностью вращения. Второй ведущий шкив каждого из электроприводов соединяется цепной передачей со шкивом вала, закрепленного снизу платформы, на котором, с обеих его сторон, размещены две конические шестерни, которые находятся в зацеплении с расположенными под углом 90° к каждой из них двумя коническими шестернями, которые передают крутящий момент диску с эксцентриком, на верхний конец которого насажена возвратно-поступательная лопатка. Платформа имеет перфорированное дно, снабжена металлическими штырями двумя гидроцилиндрами и двумя ручками, расположенными по обе стороны платформы. Электропривод платформы снабжен устройством для защиты от перегрузки, а в нефтеприемном лотке установлен кондуктометрический датчик уровня. Дополнительно в точке соединения платформы со стяжками установлены два контактных датчика для автоматического определения угла наклона платформы.

3.3 Система для автоматического улавливания и сбора нефтяных загрязнений

Нами разработана система для автоматического улавливания и сбора, плавающих на поверхности воды нефтяных загрязнений, которая может быть использована для улавливания и удаления нефтепродуктов из сточных коллекторов, а также с поверхности открытых водотоков небольшой ширины [4]. Система включает боновое заграждение, состоящее из полых поплавков, между которыми размещены продольные горизонтальные полосы, образующие вместе горизонтальные жалюзи, транспортерную ленту со сборными лопатками, установленную впереди бонового заграждения на барабанах, закрепленных на раме и приемное устройство с отстойной емкостью. Система также снабжена двумя электроприводами с двумя реле и датчиком.

Система работает следующим образом. На водоток устанавливают боновое заграждение. Продольные горизонтальные полосы бонового заграждения соединяют тягой с электроприводом, при этом они в исходном состоянии повернуты таким образом, что между ними образуются щелевые зазоры, через которые свободно протекает вода водотока. Впереди бонового заграждения устанавливают поплавковый механический датчик, который соединяют сигнальными проводами с двумя реле двух электроприводов. Затем, также впереди бонового заграждения закрепляют между боковыми поверхностями водотока раму, на которой закрепляют с возможностью вращения оси барабанов, на которые одевают транспортерную ленту, снабженную сборными лопатками с пружинами. Шкив крайнего барабана соединяют со шкивом электропривода цепной передачей. К противоположной боковой поверхности закрепляют приемное устройство, имеющее отстойную емкость. Поплавковый шибер приемного устройства настроен таким образом, что при отсутствии нефтяного загрязнения он закрывает поступление воды из своего водоприемного отверстия в отстойную емкость. В случае попадания воды в отстойную емкость, при нарушении герметичности закрытия водоприемного отверстия, вода отводится сбросным сифоном в водоток ниже по течению за боновое заграждение. Если в воде, текущей по водотоку (сточному коллектору), не содержатся нефтяные загрязнения, то вода свободно перетекает сквозь щелевые зазоры между продольными горизонтальными полосами, бонового заграждения. При появлении на воде перед боновым заграждением пленки нефтяных загрязнений, т.к. плотность нефтяных загрязнений меньше плотности воды, срабатывает поплавковый механический датчик и от него выдается управляющий сигнал на оба реле. Одно реле срабатывает и включает электропривод, который с помощью тяги поворачивает продольные горизонтальные полосы, что обеспечивает закрытие щелевых зазоров бонового заграждения, т.е. предотвращается дальнейшее перемещение нефтяных загрязнений вниз по водотоку. Одновременно срабатывает второе реле, которое включает другой электропривод, который с помощью цепной передачи приводит в движение транспортерную ленту. Сборные лопатки транспортной ленты перемещают нефтяные загрязнения к приемному устройству, достигнув боковой поверхности, лопатки складываются, а затем, пройдя точку контакта, под действием пружин, вновь принимают вертикальное положение. Поплавковый шибер реагирует на различную толщину нефтяного загрязнения - чем больше поверхностный слой нефтяных загрязнений, тем глубже опускается поплавковый шибер и больше открывается водоприемное отверстие. В приемном устройстве вода отстаивается, а нефтяные загрязнения скапливаются в его верхней части, откуда откачиваются насосным оборудованием. Отстоявшаяся вода опускается вниз в отстойную емкость, а из нее отводится сбросным сифоном в водоток ниже по течению за боновое заграждение.

По окончании сбора нефтяных загрязнений в приемную емкость, при отсутствии в воде нефтяных загрязнений, поплавковый механический датчик всплывает, его контакты размыкаются, срабатывают оба реле, которые отключают электроприводы, вследствие чего транспортерная лента останавливается, а продольные горизонтальные полосы поворачиваются и между ними образуются щелевые зазоры бонового заграждения, которые обеспечивают беспрепятственное течение воды вниз по водотоку.

3.4 Боновое заграждение

Нами разработано боновое заграждение, каждая из секций которого включает бон с крючками, юбку, съемное ячеистое металлизированное гибкое полотно с крепежными планками, два троса, каждый из которых имеет на нижнем конце съемный фиксатор, а в верхней части кольца [5].

Устройство работает следующим образом. Боновое заграждение к месту установки доставляют секциями. При установке на водоток на бон, каждой из секций, закрепляют гибкое полотно, для чего его крепежные планки надевают на крючки бона. По бокам гибкого полотна продевают два троса, которые своими кольцами закрепляют на крючках, а на их нижние концы закрепляют фиксаторы. Гибкое полотно висит на юбке, а т.к. высота гибкого полотна больше высоты юбки, то нижняя часть гибкого полотна свободно висит на тросах от их фиксатора до нижней кромки юбки. Боновое заграждение устанавливают либо поперек водотока, либо перекрывают водоток под углом к течению и затем его закрепляют.

Нефть (нефтепродукты) или нефтенасыщенный сорбент, перемещаясь по поверхности водотока, задерживаются и накапливаются перед юбкой. Собранную нефть удаляют нефтесборным устройством. Поток воды свободно висящее гибкое полотно отклоняется, принимая форму плавной кривой, что повышает способность бона удерживать нефть (нефтепродукты) и уменьшает количество нефти, уносимой потоком воды. Т.к. гибкое полотно выполнено ячеистым, то оно беспрепятственно пропускает воду, однако задерживает нефтенасыщенный сорбент, уносимый течением под юбку бона. При накоплении перед фронтальной поверхностью юбки и гибкого полотна бона нефтенасыщенного сорбента, нижний край гибкого полотна поднимают с помощью тросов до соединения с верхним краем, т.е. гибкое полотно сворачивают. Затем края гибкого полотна по длине и по бокам зажимают между собой зажимами, при этом кольца и крепежные планки снимают с крючков. Далее свернутое гибкое полотно вытягивают на берег (плавсредство), фиксаторы открепляют от концов тросов и тросы вытягивают из него через отверстия, а зажимы снимают и вытряхивают из гибкого полотна нефтенасыщенный сорбент в сборную емкость. После очистки гибкое полотно готово к повторному использованию.

Снижение вероятности уноса не только нефти (нефтепродуктов), но и нефтенасыщенного сорбента под бон повышает эффективность использования разработанного нами бонового заграждения, что особенно актуально для водотоков, характеризующихся большими скоростями течения.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение водных экосистем нефтью и нефтепродуктами, в настоящее время является серьезной проблемой. Следует отметить, что условия, в которых происходит загрязнение водных объектов нефтью и нефтепродуктами, настолько разнообразны, что для осуществления борьбы с ними невозможно ограничиться одним методом или одним техническим средством, а требуется располагать широким набором таких устройств. Поэтому совершенствование существующих технологий идет по различным направлениям.

Представленные разработанные технические средства позволят минимизировать экологический ущерб при нефтяном загрязнении водных объектов. Данные устройства являются импортозамещающими, поэтому их стоимость значительно ниже по сравнению с зарубежными аналогами.

Литература

1. Антипов, В.Н. Определение количества нефти, вытекшей из поврежденного трубопровода при работающих насосных станциях / В.Н. Антипов, В.П. Архипов, Ю.Д. Земенков // НТИС/ВНИИОЭНГ. Сер. "Нефтепромысловое дело и транспорт нефти". - 1985. - Вып. 9. - С.43- 45.
2. Патент 18170, МПК E02B 15/04. Устройство для улавливания и удаления нефтепродуктов с поверхности водотоков // Савенок В.Е., Чепелов С.А., Шишакowa А.А., заявл. 23.03.11; опубл. 31.08.2013 // Официальный Бюллетень Национального центра интеллектуальной собственности. - 2014. - № 2. - С. 93.
3. Заявка на изобретение а20120183, МПК E02B 15/04. Комбинированная платформа для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора с поверхности воды // Савенок В.Е., Чепелов С.А., Шишакowa А.А., заявл. 09.02.12; опубл. 31.10.2013 // Официальный Бюллетень Национального центра интеллектуальной собственности. - 2013. - № 5. - С. 32.
4. *Savenok, V.E.* System for automatic catching and gathering of oil pollution / Savenok V.E., Shishakova A.A., Chepelov S.A. // Belarusian-German seminar materials «Energy efficiency and resource saving»: 03-5.06.13 BNTU/Minsk: BNTU, 2013. - С.30-32.
5. *Чепелов, С.А.* Применение бонового заграждения на водотоках // Материалы I Межд. НПК «Молодость. Интеллект. Инициатива»: 18-19.04.13 ВГУ им П.М. Машерова, Витебск: УО «ВГУ», 2013. - С.135-136.

©ГГУ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ДОЛИНЫ РЕКИ ПРИПЯТЬ

Е.В. ЧУЕШОВА, А.И. ПАВЛОВСКИЙ, Т.А. МЕЛЕЖ

Nowadays there is a question of engineering development of the territory of Belarusian Polesye. This territory belongs to the category of "inconvenient land". It is flooded wetlands and flood plains, ravines and other areas. In this regard, there is need for zoning in order to identify the most favorable from an economic point of view, the development of sites for engineering.

Ключевые слова: инженерно-геоморфологическое районирование

Потребность в изучении природных условий для оценки территории с целью инженерного освоения возникла давно. Практика показывает, что деформации различных инженерных сооружений может происходить по различным причинам: плохое качество строительного материала, не профессионализм при строительных работах, недочеты при проектировке, но в большинстве случаев, это связано с недостаточной изученностью территории с позиции инженерной геологии.

Долина реки Припять характеризуется неоднородностью природно-климатических условий: особенностями тектонического строения территории, наличие разломных зон, неотектонические движения земной коры, характер подстилающих пород, продолжительность формирования и развития территории, ледниковые покровы.

Автором было проведено геоморфологическое районирование поймы реки Припять (см. *рисунк. 1*), в основу которого положены особенности морфологии и тип руслового процесса