

Статья поступила в редакцию 26.06.2010 г.

SUMMARY

Crystals of germanate lead have been grown by the fusion using the method of Czochralski. Factors leading to the appearance of different defects have been researched. The device which allows to get more homogeneous and perfect crystals has been offered.

УДК.628.16:665.6

МЕТОДОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

В.Е. Савенок

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение континентальных и океанических вод углеводородами является в настоящее время одним из основных видов загрязнения гидросферы современным цивилизованным обществом. Даже в минимальных количествах нефть смертельно опасна для водных обитателей.

В Республике Беларусь проблема охраны вод от загрязнения, несмотря на снижение сброса загрязняющих веществ и принимаемые меры по очистке сточных вод, остается острой. Нефтепродукты являются наиболее распространенными и опасными веществами, загрязняющими поверхностные воды Беларуси. Самыми масштабными загрязнениями рек нефтью и нефтепродуктами являются аварийные сбросы. Борьба с нефтяными загрязнениями окружающей среды (главным образом воды и почвы) сегодня является актуальной экологической задачей. В данной работе рассмотрена методология применения, разработанных нами способов и технических устройств, предназначенных для защиты водных объектов от аварийных разливов нефти.

1 МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Для использования разработанных способов и технических устройств, предназначенных для защиты водных объектов от аварийных разливов нефти, предлагается методика расчета, включающая в себя:

- расчет расстояния установки боновых заграждений;
- расчет количества вылившейся нефти;
- расчет отстойника (котлована);
- расчет сил и средств.

Расстояние от места попадания нефти в реку до места установки бонового заграждения может быть определено по формуле [1]:

$$L = \frac{3600 \cdot v \cdot t}{1000}, \text{ км}, \quad (1)$$

где v – скорость течения реки, м/с,

t – время с момента аварии до момента прибытия аварийно-восстановительной бригады (АВБ) и окончания установки бонового заграждения, мин.

Время t определяется как: $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$, час,

где t_1 – время с момента аварии до поступления сигнала на аварийно-восстановительный пункт (АВП), час;

t_2 – время на сборы и подготовку аварийных бригад с момента поступления сигнала об аварии до момента выезда на трассу, час;

t_3 – время в пути аварийной бригады от АВП до места установки бонового заграждения, час;

t_4 – время на разворачивание и установку бонового ограждения и нефтесборных устройств, час.

Первоочередным при локализации и ликвидации аварийного разлива нефти является расчет объема нефти, вытекшей из нефтепровода во время аварии. Общий объем нефти V , вытекшей из нефтепровода с момента возникновения аварии до момента закрытия задвижки проводим по формуле [2]:

$$V = V_1 + V_2, \quad (2)$$

где $V_1 = Q_1 \cdot t_1 = Q_1 (t_0 - a)$ – объем нефти, вытекшей до остановки перекачки;

$V_2 = Q_2 \cdot t_2 = Q_2 (t_3 - a)$ – объем нефти, вытекшей от момента остановки перекачки до закрытия задвижки;

a – время возникновения аварии;

t_0 – время остановки перекачки; t_3 – время закрытия задвижки.

Q_1 – расход нефти через место повреждения в промежутке времени $t_0 - a$;

Q_2 – расход нефти через место повреждения в промежутке времени $t_3 - a$;

Обозначим Q' – расход нефти в поврежденном трубопроводе при работающих нефтеперекачивающих станциях (НПС), $\text{м}^3/\text{ч}$, тогда:

1) Если $Q' - Q_0 < 0,015$, то расчет Q_1 производим по формуле:

$$Q_1 = \mu \omega \sqrt{2gh^*}, \quad (3)$$

где: h^* – перепад давления в точке истечения;

- коэффициент расхода отверстия;

- площадь отверстия;

Q_0 – расход нефти в исправном трубопроводе, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Перепад давления в точке истечения рассчитывается по формуле:

$$h^* = \frac{p'}{gq} - i_0 x^* - h_T, \quad (4)$$

где x^* – протяженность трубопровода от НПС до места повреждения, м;

p' – давление в начале поврежденного участка при работающих НПС, Па;

- плотность перекачиваемого продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$; $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$;

i_0 – гидравлический уклон трубопровода;

h_T – глубина заложения нефтепровода, м.

2) Если $Q' - Q_0 > 0,015$ и при условии $0 < N < 1,02$, расчет Q_1 производим по формулам (5), (6):

$$Q_1 = Q' - Q_0 N^{\frac{1}{2-m_0}}, \quad (5)$$

$$N = \frac{z_1 - z_2 + \frac{(p' - p'')}{gq} - i_0 x^* \left(\frac{Q'}{Q_0} \right)^{(2-m_0)}}{(l - x^*) \cdot i_0}, \quad (6)$$

где l – протяженность поврежденного участка трубопровода, заключенного между двумя НПС, м;

z_1, z_2 – геодезические отметки (м) начала и конца участка l соответственно;

p', p'' – давление в начале и конце поврежденного участка l при работающих НПС соответственно, Па;

m_0 – показатель режима движения нефти по нефтепроводу, согласно [2] $m = 0,25$, тогда $2 - m_0 = 1,75$; $1 / (2 - m_0) = 0,571$.

Отстойник является важным конструктивным элементом, предлагаемых нами технологий. В качестве отстойника может быть использован земляной амбар, сооружаемый заранее на берегу водотока, куда водонефтяная смесь с сорбентом и

мусором (возможно с кусками льда) попадает принудительным путем. Земляной амбар может строиться с использованием естественных складок местности или путем сооружения насыпи. Отстоявшаяся нефть откачивается из отстойника нефтесборщиками, вода с помощью водоперепускной трубы направляется в водоток или в следующий отстойник. Размеры отстойника будут определяться временем расслоения водонефтяной эмульсии. Расчет параметров отстойника с учетом поступающего в него расхода водонефтяной смеси подробно рассмотрен нами в [3]. Площадь поперечного сечения отстойника предлагается рассчитывать по формуле:

$$F = \left(\frac{a + c}{2} \right) h, \quad (7)$$

где F – сечение отстойника (земляного амбара), m^2 ;

a – ширина дна земляного амбара, m ; c – ширина земляного амбара по урезу, m ;

$h = H - h_1$ – глубина земляного амбара, m ; H – высота насыпи земляного амбара;

Длину отстойника предполагается рассчитывать по формуле:

$$L = \frac{Q_1}{F} \cdot t = \frac{2Q_1 \cdot t}{(a + c) \cdot (H - h_1)}, \quad (8)$$

где t – расчетное время отстаивания, s .

Таким образом, длина отстойника зависит от ширины дна отстойника и ширины отстойника по урезу, а также от времени расслоения водонефтяной эмульсии. Указанные параметры подбираются экспериментально с учетом климатических условий и естественных складок местности.

2 ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ И СБОРА СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Основные мероприятия технологии использования сорбционных материалов при локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на водных объектах:

- локализация пролива; - нанесение сорбента; - выдержка времени;
- сбор нефтенасыщенного сорбента; - утилизация нефтенасыщенного сорбента.

Особенностью данной технологии является использование устройства для механического нанесения твердых сорбционных материалов в форме плит. Устройство включает шестигранный барабан, имеющий ось, которая закреплена в двух вертикальных стойках рамы [4]. На поперечной стяжке рамы соосно размещена с возможностью вращения вокруг неё цилиндрическая горизонтальная направляющая. На продольных стойках рамы закреплена дополнительная ось, на которой размещен отжимной ролик, имеющий фиксаторы и пружины. Снизу к продольным стойкам прикреплен нефтеприемный лоток. Ось барабана снабжена с одной стороны ручкой, а с другой стороны – шкивом, который соединяется передачей с ведущим шкивом редуктора транспортного средства. Предварительно на барабан устройства наматывается лента с твердыми сорбционными пластинами. Наклеивание пластин сорбента на нижнюю поверхность ленты (контактирующую с нефтью) производят только при первичной намотке ленты на барабан, с зазором между пластинами, который постепенно увеличивается, пропорционально толщине наматываемого на барабан слоя ленты.

Устройство устанавливают на плавсредстве. Отжимной ролик фиксируют с зазором, достаточным для свободного перемещения ленты. Внешний конец ленты закрепляют на исходной точке контура локализации нефтяного загрязнения. Плавсредство приводят в движение, в результате чего происходит разворачивание и укладка ленты с сорбционными пластинами по контуру локализации нефтяных загрязнений. Для облегчения процесса разворачивания ленты возможно включение редуктора. При контакте нижней поверхности ленты с нефтью происходит ее поглощение сорбционными пластинами.

Перед сматыванием ленты предварительно снимают фиксаторы с продольных стоек и отжимной ролик плотно прижимает ленту к горизонтальной направляющей рамы. Затем производят сматывание ленты с локализуемого участка нефтяных загрязнений, для чего производят включение редуктора в режиме реверс. При сматывании ленты обеспечивается сбор нефти вследствие поглощения нефти сорбирующими пластинами. А так как лента проходит между плотно прижатыми друг к другу горизонтальной направляющей и отжимным роликом, происходит отжим нефтенасыщенных сорбционных пластин и отжатая нефть стекает по лотку в нефтесборную емкость.

Необходимо также отметить, что т.к. сорбционные пластины изготовлены из хрупкого материала, то шестигранная форма барабана является наиболее оптимальной для наматывания таких пластин. Грань барабана, повторяющая примерно форму пластин, обеспечивает не только их качественную укладку на локализуемую поверхность, но и с малыми потерями сбор нефтенасыщенных пластин, что в свою очередь, с учетом отжима нефтенасыщенных пластин, увеличивает кратность использования ленты. Применение данного способа позволит повысить качество и эффективность ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности воды и почвы за счет технического решения, позволяющего выполнять одним устройством функции локализации и сбора нефтяных загрязнений.

3 ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ВОДОТОКАХ ВО ВРЕМЯ ЛЕДОХОДА

Существуют различные технологии ликвидации аварийных разливов нефти в зимних условиях на водотоках, покрытых льдом, и в летних условиях при отсутствии ледяного покрова на них. Однако, реализация этих технологий в весенний (осенний) период во время ледохода крайне затруднена, и применение их является малоэффективным. Нами разработана технология локализации и ликвидации нефтяных загрязнений на водотоках во время ледохода [5]. Данной технологией предусмотрено изменение направления движения льдин, для чего на водотоке устанавливается клиновидная рама. Клиновидная рама состоит из трех полых балок (двух боковых и одной продольной), которые обеспечивают ее плавучесть. Фиксацию рамы в заданном месте водотока обеспечивают якоря. Боковые полые балки жестко соединяются между собой под углом, образуя клин навстречу течению водотока, а их задние концы соединены между собой продольной полой балкой. Снизу к балкам крепится стальной перфорированный лист, опущенный в воду. Диаметр отверстий листа должен быть достаточным для того, чтобы обеспечивать свободное течение нефти через них. К обоим стыкам, образованным соединением двух боковых и продольной балки, шарнирно крепятся две поворотные секции. Секция снабжена верхним надводным фартуком и нижним перфорированным подводным фартуком. Второй конец поворотной секции крепится под углом к берегу. При большой ширине реки секция изготавливается составной. Ниже по течению от рамы устанавливается многосекционное боновое ограждение любой известной конструкции под углом к водотоку. Предполагается, что льдины, скользя по раме, прижимаются к берегу и задерживаются поворотной секцией клиновидной рамы.

Далее технологией предусмотрено два варианта действий в зависимости от ширины водотока и скорости его течения. Для малых рек, с небольшой скоростью течения, предлагается первый вариант. Согласно первому варианту, прибитые к берегу льдины задерживаются поворотной секцией, затем затягиваются на берег, где происходит их механическое измельчение, а осколки битого льда и снежной массы, загрязненные нефтью, направляются в заранее подготовленный отстойник, где после обработки их паром происходит отстаивание воды с отделением нефти и последующей откачкой нефти нефтесборным устройством (НСУ). Нефть, прошедшая сквозь перфорированные листы, закрепленные на боковых стойках

рамы и нижнего перфорированного фартука поворотной секции, улавливается боновым заграждением с последующим ее сбором НСУ.

Для больших рек (широких водотоков) предлагается второй вариант. Так как большая скорость подхода льдин к клиновидной раме и их масса не позволяет оперативно вытаскивать их на берег, поэтому речь идет лишь об удержании льда на определенный период времени с периодическим пропуском его вниз по течению водотока, путем открытия поворотной секции рамы и дополнительного ряда бонового заграждения. В этом случае нефть, проходящая через перфорированные листы рамы и перфорированный фартук поворотной секции, локализуется боновым заграждением с последующим ее улавливанием и откачкой НСУ. Однако это возможно только на период закрытия поворотной секции рамы.

Предложенная технология локализации нефтяных загрязнений позволяет успешно бороться с нефтяными загрязнениями на малых реках во время ледохода, не допуская их дальнейшего распространения. На больших реках, при больших скоростях течения водотока, реализация данной технологии позволит значительно снизить экологический ущерб.

4 УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА НЕФТЕНАСЫЩЕННОГО СОРБЕНТА И МУСОРА С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Техническое устройство для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора может быть использовано при ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности воды как в обычных условиях, так и в переходный климатический период – во время ледохода или во время ледостава [6]. Устройство устанавливают на берегу водотока и эксплуатируют в сочетании с боновым оборудованием. Кроме того, данное устройство может быть установлено на различных плавсредствах. При установке устройства на грунт или палубу плавсредства, нижний конец платформы опускают в воду, а угол ее наклона изменяют с помощью домкратов с последующей ее фиксацией. Для облегчения подъема платформы устройство дополнительно может быть снабжено гидроцилиндрами. Устройство включает установленную горизонтально на барабанах бесконечную ленту из нефтестойкого и нефтевпитывающего материала, цилиндрический отжимной ролик и нефтеприемный лоток. Валы барабанов закреплены в подшипниках на раме, а рама соединена с наклонной платформой, снабженной возвратно-поступательными лопатками. Дно платформы изготавливают перфорированным, а ее нижняя часть оснащается металлическими штырями.

Устройство работает следующим образом. Предварительно устанавливают на водоток боновое заграждение. На берегу, в вершине угла, образованного берегом и лентой бонового заграждения, устанавливают устройство, при этом его наклонную платформу нижним концом опускают в воду и соединяют с рамой. Включают два электропривода, которые приводят в движение транспортную ленту, установленную на барабанах. От электроприводов также осуществляется вращение двух валов платформы с дисками и эксцентриками, которые приводят в возвратно-поступательное движение закрепленные на них лопатки. Под действием течения поступающие вдоль бонового заграждения к берегу нефтенасыщенный сорбент в смеси с нефтью, мусор и куски льда (во время ледохода) попадают на платформу, при этом крупный мусор и большие льдины разбиваются штырями на куски. На платформе очищенная вода сквозь отверстия перфорированного дна сбрасывается в водоток, а нефтенасыщенный сорбент, мусор и куски льда захватываются лопатками, перемещаются в верхнюю часть платформы и подталкиваемые следующей порцией мусора падают на транспортную ленту. На транспортной ленте нефтевпитывающий материал впитывает нефть, стекающую на ленту из мусора и сорбента, а отжим транспортной ленты обеспечивается при прохождении ее между крайним правым барабаном и отжимным роликом в нефтеприемный лоток. Нефтенасыщенный сорбент, мусор и куски льда сбрасываются с транспортной ленты в сборную емкость (земляной амбар) на берегу водного объекта.

Применение данного устройства позволит повысить качество и эффективность ликвидации нефтяных загрязнений с поверхности воды за счет технического решения, позволяющего выполнять одним устройством функции сбора нефти, нефтенасыщенного сорбента и мусора в различные климатические периоды года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К сожалению, никакими организационными и техническими мероприятиями нельзя пока полностью исключить риск нефтяного загрязнения водных объектов, поэтому актуальным является разработка эффективных технологических процессов локализации и ликвидации нефтяных загрязнений и создания конструкций нефтесборного оборудования.

Разработанные нами технологии позволяют проводить локализацию и ликвидацию нефтяных загрязнений на водотоках в обычных и сложных климатических условиях в переходный период года с учетом геоландшафтной обстановки. Разработанные технические устройства являются импортозамещающими, их внедрение позволит сэкономить валютные средства.

Список использованных источников

1. Защита водных объектов : монография / Д. П. Комаровский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Липского. – Новополоцк : УО «ПГУ», 2008. – 220 с.
2. Инструкция по защите окружающей среды при авариях на нефтепроводах: И 480: Утв. концерном «Белнефтехим» 03.10.02 : срок действия установлен с 03.10.2002 / Белгосконцерн по нефти и нефтехимии «Белнефтехим». – Минск, 2002. – 136 с.
3. Измайлович, В. Р. Расчет параметров отстойника при ликвидации нефтяных загрязнений / В. Р. Измайлович, В. Е. Савенок // Труды молодых специалистов Полоцкого гос. ун-та. Строительство. – 2009. – Вып. 36. – С.140-143.
4. Заявка а20071554 Респ. Беларусь, МПК E02B 15/04. Устройство для локализации и сбора нефти / В. Е. Савенок, Д. В. Габелев, Е. Н. Стешиц, В. Р. Измайлович; заявитель Витебск. гос. ун-т им. П.М.Машерова. - №а20071554; заявл. 14.12.07, опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 4. – С.21.
5. Заявка а20080538 Респ. Беларусь, МПК E02B 15/04. Способ отделения нефти от смеси ледяных блоков и воды/ В.Е.Савенок, В.Р. Измайлович, Д.В. Габелев; заявитель Витебск. гос. ун-т им. П.М.Машерова. - №а20080538; заявл. 24.04.2008, опубл. 30.12.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 6. – С.20.
6. Савенок, В. Е. Устройство для сбора нефтенасыщенного сорбента и мусора с поверхности воды/ В. Е. Савенок, Д. В. Габелев // ЧС: предупреждение и ликвидация : сборник докладов V Межд. НПК, Минск 8-10 июля 2009г. / НИИ ПБиЧС МЧС РБ. – Минск, 2009. – т.2. – С.170-173.

Статья поступила в редакцию 10.04.2010 г.

SUMMARY

Mineral oil are the most widespread and dangerous substances polluting superficial waters of Belarus. The most scale pollution of the rivers by oil and mineral oil are emergency dumps. In the given work the methodology of the application, the ways developed by us and technical devices is considered. Ways are intended for protection of water objects against emergency floods of oil and minimization of damage to an environment. The developed technologies allow to spend localization and liquidation of oil pollution on water-currents in usual and difficult climatic conditions to a transition period of year.