

свету под воздействием пота, что не предусмотрено действующими национальными нормативными документами.

Таким образом, в Республике Беларусь необходимо разрабатывать новые нормативные документы и провести коррекцию уже действующих в соответствии с Международными экологическими требованиями.

#### Аннотация

Рассмотрено настоящее состояние вопроса экологической сертификации продукции текстильного производства и изделий из текстильных материалов в Республике Беларусь. Отражена законодательно-правовая база экологической сертификации. Проведен сравнительный анализ требований к продукции в отношении ее безопасности для жизнедеятельности человека и окружающей среды, регламентированных международным стандартом ЭКО-ТЕКС 100 и национальными стандартами. Отмечается, что в отличие от национальных стандартов международный стандарт предусматривает контроль на безопасность еще на стадии выращивания сырья. Авторами указывается на необходимость гармонизации международных и национальных стандартов по экологической безопасности продукции.

#### Summary

The work investigates the present state of the problem of ecological certification of textile industry products and goods from textile materials in the Republic of Belarus and shows the legislative base of ecological certification. It makes comparative analysis of the requirements to the products concerning their safety for people and environment specified by the international standard EKO-TEKS 100 and national standards. It is pointed out that unlike the national standards the international standard envisages safety control at the stage of raw material growth. The authors point out the necessity to bring to harmony the international and national standards concerning ecological safety of products.

УДК 628.16:665.6“324”

### ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЕРАЗЛИВОВ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ, ПОКРЫТЫХ ЛЬДОМ

**В.Е. Савенок**

*Витебский государственный университет  
им. П.М.Машерова*

Защита водных объектов от нефтяных загрязнений в зимних условиях является актуальной экологической задачей в настоящее время. Соответствующие технические решения, при осуществлении поставленной задачи, должны удовлетворять ряду требований. В связи с тем, что в Республике Беларусь существует острый дефицит собственных энергоносителей, на первый план выходят требования по сведению к минимуму стоимости, энерго-, трудо- и ресурсозатрат без существенного ущерба эффективности. С экологической точки зрения такие решения должны обеспечивать оперативное предупреждение распространения и удаление плавающих нефтяных загрязнений автоматически, по мере появления их в створе расположения нефтесборного устройства и, кроме этого, воссоздание таких условий в водных объектах, которые существовали до аварии. В зимних условиях применение обычных способов и технических устройств локализации и сбора нефтепродуктов, загрязняющих водные объекты весьма проблематично - они в большинстве своем либо неприемлемы, так как их реализация в этих условиях затруднена, либо эффективность их использования низка.

За период работы в Полоцком государственном университете нами разработаны эколого-безопасные способы локализации и улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом, отличающихся технической простотой их реализации, низкими энергозатратами и эффективностью их применения [1].

Способ улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом [2] - механический, включает прорезание траншеи во льду по всей ширине водоема на глубину меньшую толщины льда, оставляя тонкую перемычку, улавливание нефти с помощью бонового заграждения в качестве которого используют слой льда, намерзший на нижнюю поверхность перемычки (естественный бон).

С учетом скорости течения водотока и среднесуточной температуры воздуха, определяют расстояние от места аварии, на котором будет эффективно применение естественного бона. Среднесуточный температурный диапазон применимости способа  $-5^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Скорость намерзания льда на нижней поверхности ледяного покрова может быть рассчитана с использованием уравнений теплообмена. Соответственно, изменение толщины перемычки льда определяется из соотношения:

$$dh_{\text{пер}} = -dh_r - \frac{\lambda T_{\text{п.п}}}{h_{\text{пер}} q_f} dt, \quad (1)$$

где  $q_f$  - объемная теплота фазового перехода,  $\text{дж}/\text{м}^3$ ;

$dh_r$  - изменение глубины траншеи (выработки), м.

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности льда,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;

$T_{\text{п.п}}$  - температура поверхности перемычки льда,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$h_{\text{пер}}$  - толщина перемычки, м.

Для переходного климатического периода ( $0 - -5^{\circ}\text{C}$ ) предлагается способ улавливания и локализации нефтяных загрязнений под ледяным покровом водоема, предусматривающий изготовление естественного бона физико-химическим способом [3].

Для изготовления траншеи на поверхность льда по контуру локализации полосой насыпают соль (хлористый натрий или хлористый калий). Количество насыпаемой соли, на единицу площади поверхности ледяного покрова, определяется расчетным путем исходя из диаграммы плавкости системы  $\text{H}_2\text{O}$  - соль в зависимости от температуры окружающего воздуха. Время окончания изготовления естественного бона определяется временем установления фазового равновесия в системе лед - соляной раствор и определяется выравниванием температурного поля смеси, образовавшейся в траншее, с температурой окружающего воздуха. После намерзания льда на нижней поверхности ледяного покрова, образовавшуюся смесь немедленно откачивают из траншеи любым известным способом для предотвращения таяния естественного бона. Высота естественного бона (намерзшего дополнительного слоя льда на нижней поверхности перемычки льда) может быть рассчитана с использованием уравнений теплообмена. Так, изменение толщины перемычки льда определяется по формуле (1), а изменение глубины выработки льда определяется как:

$$dh_r = \frac{(q_1 + q_2)}{bq_f} dt, \quad (2)$$

где  $q_1$  и  $q_2$  - плотность теплового потока к перемычке льда шириной  $b$  снизу и сверху определяемая соответственно по закону Фурье и по закону Ньютона-Рихмана,  $\text{Вт}/\text{м}$ .

Способ сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом [4], заключается в определении толщины льда, выполнении лунки во льду и откачивании нефтяных загрязнений насосом через шланг. До выполнения лунки, измеряют скорость течения воды (для водотоков) и формируют сосок в слое льда высотой, ниже верхнего уровня ледяного покрова, вокруг соска выполняют воронку и, после заполнения воронки жидкостью из-под льда, опускают конец шланга в воронку и откачивают нефтяные загрязнения со скоростью меньшей или равной скорости истечения. В данном способе функцию нефтеприемника выполняет ледовая воронка, изготовленная в ледяном покрове. Выполнение соска высотой, ниже верхнего уровня ледяного покрова, обеспечивает напор жидкости, вытекающей из лунки соска, определяемый разностью высот:

$$H^* = H_1 - H_2, \quad (3)$$

где  $H^*$  - напор жидкости, вытекающей из лунки соска, м;

$H_1$  - глубина воронки, м;

$H_2$  - высота соска, м.

При выборе высоты соска  $H_2$ , которая определяет напор  $H^*$ , следует учесть, что скорость истечения жидкости (нефтяных загрязнений) из соска должна быть меньше или равной скорости течения водотока, что является необходимым условием неразрывности нефтяной пленки. Исходя из этого условия, т.е. поддерживая постоянный напор  $H^*$  и варьируя лишь диаметром лунки соска можно добиваться значительных расходов поступления нефти в ледовую воронку, что позволяет применять более мощные насосы, повышая тем самым производительность способа. Ледовая воронка является также и нефтеотстойником. Температурный диапазон окружающего воздуха, при котором применим способ от  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Способ улавливания и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков покрытых [5], включает изготовление во льду вспомогательной лунки, прорезание щели по всей ширине водотока под углом к направлению течения водотока, зависящим от его скорости течения, на глубину меньшую толщины льда, оставляя тонкую перемычку. В области вершины угла, образованного щелью и берегом, впереди щели, формируют уступ в слое льда, высотой ниже верхнего уровня ледяного покрова. Улавливание нефтяных загрязнений осуществляют с помощью бонового заграждения (естественный бон), в качестве которого используют слой льда, намерзший на нижнюю поверхность перемычки, причем, основную лунку выполняют в уступе к моменту достижения нефтяными загрязнениями бонового заграждения, при этом щель (траншея) - играет роль нефтеприемника, в которую из лунки истекают нефтяные загрязнения поступающие из-под льда. Уловленная и собранная таким образом нефть, откачивается из щели с помощью насосного оборудования.

Разработанные способы [2-5] могут быть реализованы на любом водоеме, покрытом льдом, с толщиной льда более 100мм, определяемой из условия безопасности проведения работ [6]. Способы могут быть использованы как дополнительные, в сочетании с другими известными способами и табельными техническими средствами, при ликвидации крупных аварийных разливов нефти для гарантированного предотвращения дальнейшего распространения нефтяных загрязнений в другие регионы.

Оценка экономической эффективности применения предлагаемых способов, предназначенных для снижения экологического ущерба при нефтяных загрязнениях водных объектов в зимних условиях, проводилась с использованием нормативно-технической документации, устанавливающей расценки строительных, монтажных, ремонтно-строительных и аварийных работ в Республике Беларусь [7-15]. В связи с тем, что в

настоящее время ценовая политика неустойчива, а также тем, что при установлении норм расценок на указанные выше работы в большинстве случаев использовалась нормативно-техническая документация бывшего СССР, при оценочных расчетах нами использовался термин "условная единица" (у.е.). При этом принималось, что 1у.е. примерно равна 1 рублю бывшего СССР (до 1991г.) или \$1USD.

Для расчета экономической эффективности предлагаемых способов, они были разделены на составляющие их операции, далее, была произведена оценочная стоимость каждой операции с использованием нормативно-технической документации. После сложения стоимости всех операций получили итоговую сумму, определяющую стоимость способа в целом. По такой же методике были произведены расчеты затрат на существующие аналоги способов, решающих те же задачи: улавливание, локализацию и сбор нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов в зимних условиях [16-20]. Затем, проводился сравнительный экономический анализ между предлагаемыми нами способами и существующими аналогами.

Для анализа принимались одинаковые исходные данные для предлагаемых способов и существующих аналогов:

- расстояние от аварийно-восстановительной станции до места аварии 20км;
- ширина зоны локализации на водном объекте 300м;
- толщина льда на водном объекте 25см;
- время улавливания, локализации или сбора нефтяных загрязнений, после проведения подготовительных операций (разделка льда, установка техники и т.п.) 1час.

Способ улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом [2] может быть представлен в стоимостном выражении по указанной выше методике в следующем виде:

1. Доставка техники на расстояние 20км - 4у.е. [7].
2. Разработка льда  $0,1 \cdot 300 \cdot 0,25 = 7,5 \text{ м}^3$ :
  - ручным способом - 37,5у.е. [8];
  - льдорезными машинами 3 м/ч - 11у.е. [6].
3. Установка оборудования - 0у.е.
4. Улавливание нефтяных загрязнений - 0у.е.

**Общая сумма затрат - 41,5у.е. (ручной способ)/15у.е. (машинный способ)**

Существующий аналог - способ улавливания нефтяных загрязнений при применении устройства для сбора нефти из под ледяного покрова водоема [16] может быть представлен в стоимостном выражении как:

1. Доставка техники на расстояние 20км - 4у.е. [7].
2. Разработка льда  $0,1 \text{ м}^3$  - 0,5у.е. [8].
3. Установка оборудования:
  - конструкций - 0,26у.е. [9];
  - лебедки - 36,4у.е. [10];
  - вертикальных направляющих и роликов - 4,04у.е. [11];
  - трос 1200м - 21,84у.е. [10];
  - протягивание эл.кабеля по льду - 12у.е. [12].
4. Улавливание нефтяных загрязнений:
  - буксировка ветвей бонов - 18,2у.е. [13];
  - установка и работа эл.магнитов - 10у.е.

**Общая сумма затрат - 107,24у.е.**

Другой аналог - способ улавливания нефтяных загрязнений с помощью бонового ограждения [17] может быть представлен в стоимостном выражении как:

1. Доставка техники на расстояние 20км - 4у.е. [7].

2. Разработка льда 3,75м <sup>3</sup>	- 18,75у.е. [8].
3. Установка оборудования:	
- лебедки	- 36,4у.е. [10];
- трос 1000м	- 18,2у.е. [10];
- протягивание эл. кабеля 150м по льду	- 12у.е. [12].
4. Улавливание нефтяных загрязнений:	
- буксировка ветвей бонов	- 18,2у.е. [13];
- установка и работа компрессора и калорифера (наддув бонов воздухом)	
- наддув бонов горячим воздухом	- 22у.е. [14].
<b>Общая сумма затрат - 129,55у.е.</b>	

В зимних условиях, в связи с отрицательной температурой воздуха, вызывающей усложнение технологического процесса, уменьшение коэффициента использования рабочего времени и снижение производительности труда из-за таких факторов, как стесненность движений рабочего теплой одеждой и неудобство при работе в рукавицах, понижение видимости в зимнее время, затруднения в работе, вызванные наличием на рабочем месте льда и снега, а также обледенение обуви, конструкций и инструментов временные затраты и стоимость работ увеличивается на 9% [15].

Таким образом, оценивая общую стоимость предлагаемого способа с учетом зимнего фактора получаем: - при ручной разработке льда  $41,5 + 9\% = 45,2у.е.$ , - при машинной разработке льда – 16,4у.е. Для аналогов, взятых для сравнения соответственно [16] – 116,9у.е. и [17] – 141,2у.е.

В физико-химическом способе улавливания и локализации нефтяных загрязнений под ледяным покровом водоема [3] при изготовлении естественного бона, разработка траншеи во льду физико-химическим способом с помощью соли (NaCl или KCl), позволяет снизить стоимость способа по сравнению со способом улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов покрытых льдом в 2 раза, т.к. расход соли на 100 погонных метра траншеи 50 кг, а расход дизтоплива 6 литров (машинный способ), но стоимость 1кг соли значительно меньше 1литра дизельного топлива.

По предложенной выше методике проводился сравнительный анализ эффективности применения способа сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом [4] и способа улавливания и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом [5] с существующими аналогами, предназначенными для этих же целей [16,18-20]. По результатам расчетов, была определена стоимость применения сравниваемых способов:

Стоимость способа сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом [4] – 33,5у.е. Стоимость способа улавливания и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом [5] – 64у.е.

Стоимость способа сбора нефтяных загрязнений, с применением установки для сбора нефти и нефтепродуктов в ледовой обстановке [18] (без учета стоимости эксплуатации ледокола) – 160у.е. Стоимость способа сбора с применением устройства для сбора нефти из-под ледяного покрова водоема [19] – 123у.е. Стоимость способа сбора с применением устройства для сбора нефти из-под ледяного покрова водоема [20] – 139у.е. Оценочная стоимость применения устройства для сбора нефти из-под ледяного покрова водоема в способе улавливания и сбора нефтяных загрязнений [16] – 148у.е.

Проведенные расчеты показывают, что затраты на реализацию и применение предлагаемых нами способов в 2-8 раз ниже по сравнению с существующими аналогами. Это обстоятельство, наряду с низкой энергоемкостью способов и малыми трудозатратами обеспечивает их экономическую эффективность при ликвидации аварийных разливов нефти на водных объектах в зимних условиях.

Список использованных источников.

1. Савенок В.Е., Бровка Г.П. Локализация аварийных разливов нефти на водных объектах, покрытых льдом // Промышленная безопасность. - 2001.- №4.- С. 38-39.
2. Патент 2265 С1 ВУ, МПК E02B 15/00. Способ улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом/ Липский В.К., Коваленко П.В., Савенок В.Е.//Оф.бюл. Белгоспатента. – 1998. - №3. – с.183.
3. Заявка на изобретение а20000053, МПК E02B 15/04. Способ улавливания и локализации нефтяных загрязнений под ледяным покровом водоема/ Бровка Г.П., Савенок В.Е., Коваленко П.В., Солтанов В.С., Липский В.К.// Оф.бюл. Белгоспатента. – 2001. - №3. – с.41
4. Патент 3849 С1 ВУ, МПК E02B 15/00. Способ сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом/Липский В.К., Савенок В.Е., Коваленко П.В.//Оф.бюл. Белгоспатента.- 2001. - №1 – с.133.
5. Патент 4679 МПК E02B 15/04. Способ улавливания и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков покрытых льдом / Липский В.К., Савенок В.Е., Коваленко П.В.// Оф.бюл. Белгоспатента. - 2002.- №3.
6. Годес Э.Г., Нарбут Р.М. Справочник по строительству в водной среде в суровых климатических условиях. - Л.: Стройиздат, 1984. – 384 с.
7. ЕНиР. Сборник Е14. Бурение скважин на воду. – Введ. 05.12.86. – М.: Стройиздат, 1988. –128 с.
8. ЕНиР. Сборник 36. Горнопроходческие работы. Вып.2. – Введ. 12.12.1972. –М.: Стройиздат, 1976. – 208 с.
9. ЕНиР. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып.2. Наружные сети и сооружения. – Введ. 05.12.1986. –М.: Прейскурантиздат, 1988. – 96 с.
10. СНИП IV-6-82. Приложение. Доп. к сб. расценок на монтаж оборудования. Вып.3. – Взамен Ценника на монтаж оборудования №3, Введ. 01.07.71; Введ. 01.07.1987.- М: Стройиздат, 1988. – 91 с.
11. ЕНиР. Сборник 28. Монтаж ПТО. Вып.1.Оборудование непрерывного действия. – Введ. 12.12.1972. – М.: Стройиздат, 1974. – 70 с.
12. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып.2.Гидромеханизированные земляные работы. – Введ. 05.12.1986. –М.: Стройиздат, 1987. – 96 с.
13. СНИП IV-6-82. Приложение. Сб. расценок на монтаж оборудования. Сб.3. ПТО. – Взамен Ценника на монтаж оборудования №3, Введ. 01.07.71; Введ. 01.01.1984.- М: Стройиздат, 1983. – 120 с.
14. СНИП IV-6-82. Приложение. Сб. расценок на монтаж оборудования. Сб.7. Компрессорные машины, насосы и вентиляторы. – Взамен Ценника на монтаж оборудования № 7, Введ. 01.07.71; Введ. 01.01.1984.- М: Стройиздат, 1983. – 31 с.
15. СНИП IV-7-91. Сб. сметных норм дополнительных затрат при производстве СМР в зимнее время в Республике Беларусь (НДЗ–91). –Введ. 01.01.1991.- Минск: НТЦ АП Белпроект, 1992. – 18 с.
16. Устройство для сбора нефти из под ледяного покрова водоема: А.с. 1765292 СССР, МКИ. E02 B15/04 / В.И.Логиновский, В.А.Федоров, Р.Я.Нугаев, Ю.М.Минибаев; Вост.НИ нефтегазовый ин-т по ТБ и промсанитарии. – № 4829618/15// Открытия. Изобретения. – 1992. – Бюл.№ 36 – 3 с.
17. 17.Боновое ограждение А.с. 1807166 СССР, МКИ. E02 B15/04 / Р.Х.Идрисов, Э.Х.Векилов, Р.С.Ниязов, И.П.Сибирякова; Вост.НИ нефтегазовый ин-т по ТБ и промса -нитарии. – № 4883448/15// Открытия. Изобретения. – 1993. – Бюл.№ 13 – 3 с.

18. Установка для сбора нефти и нефтепродуктов в ледовой обстановке: А.с. 1592443 СССР, МКИ E02 B15/04 / Д.Ф.Исханов, А.Д.Исханов, Р.С.Гумеров; ВНИИ по сбору подг. и тр-ту нефти и н/продуктов.- № 4425995/23-15//Открытия. Изобретения.-1991. Бюл.№ 34 – 3с.
19. Устройство для сбора нефти из под ледяного покрова водоема: А.с. 1707134 СССР, МКИ. E02 B15/04 / В.А.Федоров, В.И.Логиновский, Р.Я.Нугаев; Вост.НИ нефтегазовый ин-т по ТБ и промсанитарии.–№ 4710562/23-15//Открытия. Изобретения. – 1992. – Бюл.№ 3 –3с.
20. Устройство для сбора нефти из под ледяного покрова водоема: А.с. 1707135 СССР, МКИ. E02 B15/04 / В.И.Логиновский, Р.Я.Нугаев, Н.В.Медингер; Вост.НИ нефтегазовый ин-т по ТБ и промсанитарии. – № 4727954/15//Открытия. Изобретения. – 1992. – Бюл.№ 3 – 5 с.

#### Аннотация

В зимних условиях применение обычных способов и технических устройств локализации и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов затруднено, либо не приемлемо. Нами разработаны способы локализации и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом, отличающиеся низкой энергоемкостью и малыми трудозатратами.

Оценка экономической эффективности применения предлагаемых способов проводилась с использованием нормативно-технической документации. Проведенные расчеты показывают, что затраты на их реализацию и применение в 2-8 раз ниже по сравнению с существующими аналогами.

#### Summary

In winter conditions application of usual methods and technical devices of localization and collection of oil pollution from a surface of water objects is complicated, or not comprehensible. We develop methods of localization and collection of oil pollution from a surface of the water objects covered by ice, distinguished low by power consumption and small expenditures of labour.

The estimation of economic efficiency of application of suggested methods was spent with use of the specifications and technical documentation. The lead calculations show, that expenses for their realization and application in 2-8 times are lower in comparison with existing analogues.

УДК 621.357.1

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУПЕРАЦИИ СЕРЕБРА И ПАЛЛАДИЯ ИЗ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА

**А.А. Насевич, Р.И. Карпович, А.В. Царев,  
И.Д. Макута, Г.М. Корзун**  
*Учреждение Белгосуниверситета «НИИ физико-  
химических проблем», Унитарное предприятие  
«Унидрагмет БГУ»*

Переработка ломов, содержащих драгоценные металлы (ДМ), связана с выделением в процессе производства токсичных веществ, поэтому технология переработки должна предусматривать целый ряд мероприятий по их обезвреживанию [1,2]. В условиях малотоннажных производств, образование и развитие которых характерно в по-