

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **2265**

(13) **C1**

(51)<sup>6</sup> **E 02B 15/00,**  
**E 02B 15/04**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ  
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54) **СПОСОБ УЛАВЛИВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С  
ПОВЕРХНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПОКРЫТЫХ ЛЬДОМ**

(21) Номер заявки: 961151  
(22) 20.12.1996  
(46) 30.09.1998

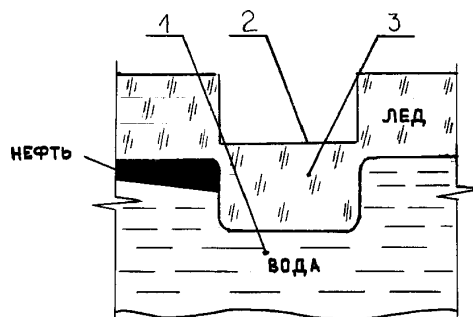
(71) Заявитель: Полоцкий государственный университет (ВУ)  
(72) Авторы: Липский В.К., Коваленко П.В., Савенок В.Е., Комаровский Д.П. (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

(57)

Способ улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом, включающий прорезание щели во льду, улавливание нефти с помощью бонового заграждения и откачку уловленной нефти в нефтесборник, **отличающийся** тем, что щель прорезают по всей ширине водоема на глубину, меньшую толщины льда, оставляя тонкую перемычку, а в качестве бонового заграждения используют слой льда, намерзший на нижнюю поверхность перемычки.

(56)

1. А.с. СССР 1765292, МПК E 02B 15/04 1993.
2. А.с. СССР 1807166, МКИ E 02B 15/04 1993.



Изобретение относится к области экологии и может быть использовано для улавливания и локализации нефтяных загрязнений в зимних условиях.

Известен способ локализации и подтягивания нефтяных загрязнений [1]. На двухбарабанную лебедку, установленную на льду водоема, намотаны две ветви плавучих боновых заграждений. Боновое заграждение пропускают под лед, где оно огибает вертикальные роликовые направляющие, закрепленные во льду по контуру нефтяного пятна. Включают привод лебедки, передающий вращение на барабаны, которые будут наматывать боновое заграждение, вытаскивая его из проруби, в результате чего нефтяное пятно локализуется и подтягивается к проруби, где оно отсасывается нефтеприемником. Устройства, работающие с использованием данного способа, представляют собой технически сложную, энергоемкую конструкцию. К недостаткам данного способа может быть отнесено и то, что при больших толщинах льда электромагниты не обеспечивают перемещение бонов под ледом при установке, и сравнительно небольшая площадь локализации нефтяного пятна.

Наиболее близким к заявленному является способ локализации и буксировки нефтяных загрязнений на водной поверхности под ледяным покровом [2]. В ледяном покрове прорезают щель, в которую опускают боновое ограждение, состоящее из надувных камер с нижней и верхней полостями, соединенных между собой в нижней части полотном. С помощью разгрузочного троса боновое заграждение заводят под лед и полости камер заполняют горячим воздухом, а гребни камер контактируют с нижней поверхностью ледяного

# ВУ 2265 С1

покрова, концы бокового ограждения выводят из проруби и с помощью лебедки наматывают на барабан. Отбуксировавшую боновым ограждением к проруби нефть откачивают насосом.

Недостатками известного способа являются высокая энергоемкость и техническая сложность, сравнительно небольшая площадь локализации нефтяного пятна. При низких температурах окружающего воздуха камеры теряют свою эластичность и обмерзают, а обледенение тросов приводит к заеданию лебедки, кроме того на водотоках способ неэффективен.

Задачей, предложенного нами способа, является снижение экологической катастрофы при крупных авариях на нефтепроводах, сопровождающихся нефтяным загрязнением водных объектов, а также высокая экономическая эффективность улавливания и локализации нефтяных загрязнений с поверхности воды, покрытой льдом, за счет технической простоты способа.

Поставленная задача решается тем, что в способе улавливания нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом, включающем прорезание щели во льду, улавливание нефти с помощью бонового ограждения и откачивание уловленной нефти в нефтесборник щель прорезают по всей ширине водоема на глубину, меньшую толщины льда, оставляя тонкую перемычку, а в качестве бонового ограждения используют слой льда, намерзший на нижнюю поверхность перемычки. Ширина самой щели во льду принципиального значения не имеет и определяется технологией изготовления. При необходимости, для определения толщины льда и, следовательно, глубины прорезания щели, во льду сначала выполняется вспомогательная лунка.

На рисунке представлен сформировавшийся естественный бон в разрезе. Под нижней поверхностью ледяного покрова водоема 1, в месте изготовления щели 2, за счет намерзшего льда, образуется естественный бон 3, с помощью которого улавливаются нефтяные загрязнения, которые затем откачиваются нефтесборными устройствами.

Согласно формуле Стефана скорость нарастания льда определяется:

$$h = c \cdot \sqrt{R} \quad (1)$$

где  $h$  - толщина намерзшего льда, см;  $R$  - сумма среднесуточных отрицательных температур, °С;  $c$  - постоянный коэффициент (находится в интервале 3-5).

Поэтому, зная скорость течения воды в водоеме и среднесуточную температуру окружающего воздуха в районе аварии (используя данные местного метеопоста), можно определить на каком расстоянии от места аварии будет эффективно применение естественного бона.

Данный способ целесообразно использовать при ликвидации последствий крупных аварий. При этом, при разливах нефти 60 тонн и более, естественные боны можно изготавливать в два и более рядов, расстояние между которыми зависит от ширины водоема, с тем чтобы между рядами могли накапливаться значительные объемы уловленной нефти.

Применение нескольких рядов естественных бонов позволяет также уменьшить унос уловленной нефти, сокращает расстояние от места аварии до места, на котором эффективно изготовление естественных бонов.

Для водоемов со стоячей водой расстояние от места аварии до места изготовления естественного бона, зависит только от количества улавливаемой нефти.

Среднесуточный температурный диапазон окружающего воздуха, при котором применим способ от -5°С и ниже (нижняя граница не ограничена). Предлагаемый способ может быть реализован на любом водоеме, покрытом льдом, с толщиной льда более 100 мм. Толщина льда определяется из условия безопасности проведения работ.

Заявленный способ отличается низкой энергоемкостью и технической простотой, т.к. для его реализации необходимо только ручное или механическое устройство для прорезания щели во льду.

Данный способ может быть использован как дополнительный, в сочетании с другими известными способами, для гарантированного предотвращения дальнейшего распространения нефтяных загрязнений в другие регионы.

Так как практическая реализация данного способа в реальных условиях, с целью оценки его эффективности, нарушает экологический баланс региона (в реку З.Двина в этом случае надо вылить десятки тонн нефти), эффективность применяемого способа для водотоков была определена расчетным путем и смоделирована на лабораторной установке. Известно, что скорость течения большинства рек Белоруссии и средней полосы России не превышает 0,5-1 м/с. Среднесуточный температурный диапазон для зимних месяцев в этом регионе, как правило, находится в пределах -5°С-15°С.

Так для реки Западная Двина в контрольном месте скорость течения реки -  $V_a = 0,65$  м/с, среднесуточная температура февраля 1996 года была -9°С. Имея эти данные, определяем скорость нарастания льда по формуле (1), при этом для Западной Двины  $c \approx 3,5$ .

$$h = 3,5\sqrt{9} = 10,5\text{см} - \text{толщина льда наросшего за сутки под нижней поверхностью траншеи.}$$

# BY 2265 C1

Предполагаемое расстояние, которое может преодолеть нефтяное загрязнение через сутки от места аварии:

$$S = V_a \cdot 24 = 2,340 \cdot 24 = 56 \text{ км},$$

где  $V_a$  - скорость течения реки, км/ч;

$$(V_a = 0,65 \cdot 3600/1000 = 2,340 \text{ км/ч}).$$

Таким образом, рекомендуемое расстояние, на котором может изготавливаться естественный бон для улавливания и предотвращения дальнейшего распространения нефтяного загрязнения - 60 км - вниз по течению З.Двины от места аварии (выполняется условие  $60 \text{ км} > 56 \text{ км}$ ).

На лабораторной установке была смоделирована рассмотренная выше ситуация. В лотке устанавливалась скорость течения  $V=0,5$  м/с, при этом бон, опущенный на глубину 100 мм (0,1 м) при ширине лотка 250 мм (0,25 м), удерживал скопление нефти объемом  $V=0,01$  м<sup>3</sup>. Тогда, исходя из теории подобия, при ширине реки  $B=150$  м и такой же глубине погружения бона объем удерживаемой нефти, по нашим расчетам,  $V=6$  м<sup>3</sup>. В реальных условиях, оценивая масштабы аварии (количество вылившейся при аварии нефти) и скорость сбора нефти, определяется количество рядов изготавливаемых бонов.

Анализ метеоданных и скоростей течения рек Белоруссии и средней полосы России позволяет рекомендовать примерное расстояние от места аварии, на котором могут изготавливаться естественные боны на водотоках - 50-100 км.

Изготовление естественных бонов в несколько рядов по всей ширине водотока позволит повысить гарантию улавливания нефтяных загрязнений. Так, углубляя до тонкой перемычки щель во льду, при изготовлении второго (и далее рядов) естественных бонов каждые последующие сутки, обеспечивается постоянная скорость нарастания льда в сутки. При таком способе толщина естественного бона подо льдом не зависит от толщины ледяного покрова водоема и может достигать нескольких метров.

Согласно приведенным выше расчетам, например, для реки З.Двина в феврале месяце толщина второго ряда естественного бона будет через двое суток равна 20 см, а через десять суток может быть доведена примерно до 1 метра. Эффективность способа возрастает при крупных авариях, когда не хватает технических средств для быстрой локализации и сбора большого количества нефти, при этом первый ряд бонов обеспечивает улавливание и накопление нефти, что дает необходимый запас времени для нарастания необходимой толщины льда естественных бонов второго и последующих рядов.

В северных регионах и при низких отрицательных температурах эффективность способа возрастает за счет увеличения скорости намерзания льда при низких температурах.

Составитель Т.С. Волосевич  
Редактор Т.А. Луцаковская  
Корректор Т.Н. Никитина