

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **3849**
(13) **С1**
(51)⁷ **Е 02В 15/04**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54) **СПОСОБ СБОРА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ С ПОВЕРХНОСТИ
ВОДОТОКОВ, ПОКРЫТЫХ ЛЬДОМ**

(21) Номер заявки: 960317
(22) 1996.06.24
(46) 2001.03.30

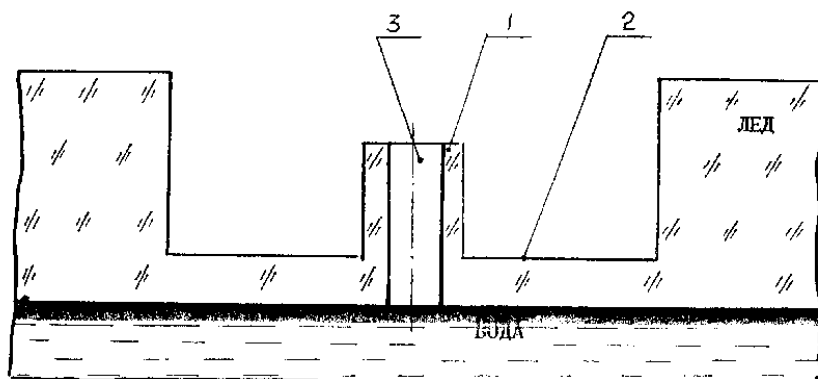
(71) Заявитель: Полоцкий государственный университет (ВУ)
(72) Авторы: Липский В.К., Савенок В.Е., Комаровский Д.П., Коваленко П.В. (ВУ)
(73) Патентообладатель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

(57)

Способ сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом, заключающийся в определении толщины льда, выполнении лунки во льду и откачивании нефтяных загрязнений насосом через шланг, **отличающийся** тем, что до выполнения лунки измеряют скорость течения воды 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 течения воды.

(56)

1. SU 1592443 А1, МПК Е 02В 15/04, 1990.
2. SU 1640289 А1, МПК Е 02В 15/04, 1991 (прототип).



Изобретение относится к области экологии, и может быть использовано для очистки поверхности воды от нефтяных загрязнений в зимних условиях.

Известен способ сбора нефтепродуктов с поверхности водоема, покрытого льдом, с использованием судна с устройством для сбора нефти из-под льда и с самого льда [1]. При движении судна лед крошится ледоломами на ширину захвата, измельченный лед вместе с нефтью поступает в 2 приемные камеры, туда же подается теплая вода, подогреваемая подогревателями, для таяния льда, из приемных камер вода с нефтью откачивается с помощью вакуум-насоса в вакуумную емкость, из нижней части которой откачивается отстоявшаяся вода насосом, а из верхней части откачивается всплывшая нефть в нефтесборную емкость.

Устройство, работающее с использованием данного способа представляет собой технически сложную, энергоемкую конструкцию не обеспечивающую высокое качество сбора нефтепродуктов. Попытки повысить качество работы устройства, значительно снижают его производительность, т.к. для этого нужно значительно увеличить время отстоя воды в вакуум-емкости. К недостаткам данного способа может быть отнесено и то, что данный способ применим лишь на водных объектах, позволяющих использовать судно-ледокол.

Наиболее близким к заявленному является способ сбора нефти с поверхности воды из-под ледяного покрова водоема [2], включающий определение толщины льда, выполнение лунки во льду, быстрое опускание под лед сборного приспособления с поплавком, соединенного шлангом с насосом, и откачивание нефти из-под льда в приемную емкость.

Недостатками известного способа являются высокая энергоемкость и техническая сложность, а также большая обводненность собранной нефти, т.к. устройство не реагирует на толщину собираемой пленки нефти. Высокая энергоемкость и техническая сложность обусловлена конструктивными особенностями устройства, собирающего нефтепродукты данным способом.

Задачей, предложенного нами способа, является повышение качества и производительности по собранному нефтепродукту, а также высокая экономическая эффективность сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом, за счет технической простоты нефтеприемника.

Поставленная задача решается тем, что в способе сбора нефтяных загрязнений с поверхности водотоков, покрытых льдом, заключающемся в определении толщины льда, выполнении лунки во льду и откачивании нефтяных загрязнений насосом через шланг, в отличие от прототипа, до выполнения лунки измеряют скорость течения воды 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 в приемную емкость со скоростью меньшей или равной скорости течения воды.

В заявляемом 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:

$$H = H_1 - H_2, \quad (1)$$

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 - V_i должна быть меньше или равной скорости течения воды в водотоке V_a , т.е. $V_i = \sqrt{2gH} \leq V_a$ - это условие является необходимым условием неразрывности поступающей нефтяной пленки, что повышает качество сбора нефтяных загрязнений.

Исходя из этого условия, т.е. поддерживая постоянный напор H и варьируя лишь диаметром лунки соска, можно добиваться значительных расходов подачи нефтепродуктов в ледовую воронку, что позволяет применять более мощное насосное оборудование, повышая тем самым производительность способа.

Ледовая воронка является также и нефтеотстойником, обеспечивающим снижение обводненности собранного нефтепродукта. Изменяя глубину погружения шланга в ледовую воронку, можно добиться более высокого качества сбора нефти, за счет предотвращения откачивания вместе с нефтепродуктами отстоявшейся воды.

Температурный диапазон окружающего воздуха, при котором применим способ, от -1°C до -30°C . Предлагаемый способ может быть реализован на любом водотоке, покрытом льдом, с толщиной льда более 100 мм, даже при положительных температурах окружающего воздуха. Толщина льда определяется только из условия безопасности проведения работ на льду. При малых значениях толщины ледяного покрова (100-150 мм), в целях безопасности производства работ, насосное оборудование и нефтесборная емкость могут находиться на берегу водоема. При выборе диаметра ледовой воронки и диаметра лунки соска, следует учитывать производительность откачивающего насоса, т.к. значительная разница между расходом нефти через лунку соска и подачей насоса, увеличивает время нахождения собранной нефти в ледовой воронке, т.е. на

ВУ 3849 С1

открытом воздухе, что приводит к снижению температуры собранной нефти, а это в свою очередь влечет за собой повышение ее вязкости, что отрицательно сказывается на работе насосного оборудования.

Заявляемый способ отличается низкой энергоемкостью и технической простотой, т.к. для его реализации необходимы только насос, шланг и приспособление для изготовления лунок и воронки во льду.

На рисунке представлена ледовая воронка в разрезе. Последовательность ее изготовления следующая. Сначала в слое льда формируют сосок 1, после этого вокруг него выполняют воронку 2, а затем пробивают лунку 3.

Заявляемый способ был опробован на реке Западная Двина следующим образом. Сначала измеряли толщину ледяного покрова и скорость течения реки в месте проведения испытания. Для чего ледобуром пробуривалась вспомогательная лунка, измерялась толщина льда - 300 мм, затем, для определения скорости течения, в лунку опускалась трубка Пито и производились измерения, по результатам которых устанавливалась скорость течения - 0,65 м/сек. После проведения измерений, во льду сформировывали ледовую воронку с соском в центре, размеры которых определялись следующим образом.

Так как скорость течения реки в месте проведения испытаний - 0,65 м/сек, то исходя из условия неразрывности нефтяной пленки $V_{...} \leq V_{...}$, определяем высоту соска H_2 , т.к.

$$V_{...} = \sqrt{2gH} \Rightarrow H \leq \frac{V_{...}^2}{2g} \leq 0,021 \text{ м} - \text{исходя из этого принимаем } H = 0,020 \text{ м} = 20 \text{ мм}, H_1 = 150 \text{ мм}, \text{ тогда}$$

$H_2 = H_1 - H = 130 \text{ мм}$, при этом $V_{...} = \sqrt{2gH} = 0,62 \text{ м/сек}$, что удовлетворяет условию. Таким образом, ледобуром выполняли воронку, глубиной $H_1 = 150 \text{ мм}$ в центре которой оставили сосок высотой $H_2 = 130 \text{ мм}$. Расход жидкости через лунку соска определялся по формуле:

$$Q_1 = V_n \cdot S, \quad (2)$$

где V_n - скорость истечения через лунку соска м/ч;

S - площадь сечения лунки, м^2 .

Поэтому, исходя из имевшегося в нашем распоряжении самовсасывающего насоса с производительностью $Q_2 = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$, и расчетной скоростью $V_n = 0,62 \text{ м/сек}$, определяли площадь сечения лунки S и соответственно ее внутренний диаметр d , в данном случае он равен $0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм}$, т.е.

$$Q_1 = V_{...} \cdot S = V_{...} \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 17,5 \text{ л}^3/\text{с} < Q_2 = 20 \text{ л}^3/\text{с}, \text{ что обеспечивает постоянную работу насоса.}$$

Зная диаметр лунки соска d_1 , определяли d_2 - диаметр соска. С учетом толщины стенок и технологии изготовления принимали $d_2 = 200 \text{ мм}$. Для определения D_2 - диаметра воронки принимали во внимание то, что в данном эксперименте вводилось под лед $0,4 \text{ м}^3$ нефти, поэтому объем воронки не должен был превышать объем собираемой нефти. Исходя из этого, приняли $D_2 = 1,5 \text{ м}$, соответственно объем воронки данного диаметра равен $0,260 \text{ м}^3 < 0,4 \text{ м}^3$, т.е. выполняется принятое выше условие.

Здесь необходимо отметить, что в данном способе диаметр воронки D_2 принципиального значения не имеет и может быть принят исходя из условия:

$$D_2 - d_2 \approx 5D_1, \quad (3)$$

где D_2 - диаметр воронки,

d_2 - диаметр соска,

D_1 - диаметр откачивающего шланга насоса, опускаемого в воронку.

Выполнение этого условия обеспечивает оптимальную техническую эксплуатацию насосного оборудования при реализации данного способа.

После проведения необходимых предварительных расчетов, ледобуром вырубил воронку во льду в центре которой формировали сосок, перед высверливанием ледобуром лунки в соске, во вспомогательную лунку, расположенную в 4 метрах выше по течению реки опускали шланг и выливали под лед $0,4 \text{ м}^3$ нефти, учитывая скорость течения реки на седьмой секунде вскрывали лунку соска, затем включали насос и откачивали поступающую нефть из воронки.

Реализация данного способа была ограничена рамками эксперимента - под лед был вылит ограниченный фиксированный объем нефти равный $0,4 \text{ м}^3$, поэтому на напорной магистрали насоса вентилем уменьшали его производительность до 6 м^3 , при этом разлитое нефтяное пятно было собрано из-под льда в течение 4 минут. Использование нефтеприемника-воронки в качестве нефтеотстойника, за счет изменения глубины погружения всасывающего шланга насоса, значительно повышает качество собранного нефтепродукта, при этом производительность способа определяется производительностью имеющегося насосного оборудования.

ВУ 3849 С1

Кроме того, достоинством данного способа является гибкое варьирование различными параметрами в зависимости от природно-климатических условий не требующее дополнительных технических решений.