



РАЗРАБОТКА БОНОВОГО ЗАГРАЖДЕНИЯ С ВНУТРЕННИМ КАРКАСОМ ПРУЖИННОГО ТИПА

С.М.Султанмагомедов, Д.Р.Хайруллин*, Р.Н.Кунафин

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Development of a Boom with an Internal Spring-Type Frame

S.M.Sultanmagomedov, D.R.Khairullin, K.R.Nailevich*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

Abstract

The article considers the relevance of the use of inflatable booms. When they are installed using a steel cable previously stretched across the river, the threat of inflection of local sections of booms and, consequently, the overflow of oil and petroleum products over them is significantly reduced. It was proposed to use booms with a spring in the inner buoyancy chamber. Installation bona is made from a folded state to a compressed after disconnecting skirt, and compressed in the work, straightening of the spring. Adjust the shape of the boom two cables stretched along it. After connecting the sections of the booms, the installation of a full whip across the river.

Keywords:

Booms;
Localization of emergency oil and oil products spills;
Booms of specific (special) design;
Inflatable booms.

© 2021 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Введение

Ликвидация разлива нефти, согласно [1] осуществляется в три стадии – это локализация, сбор и транспортировка к месту утилизации. Боновые заграждения являются основным средством локализации аварийных разливов нефти. В зависимости от конкретных условий находят свое применение различные виды таких заграждений. Так для морских платформ разработаны боны переменной плавучести, примером такого устройства является [2], принцип работы, которого аналогично применяется и на реках, согласно [3, 4]. Для открытых акваторий боны имеют повышенную прочность, для противостояния волнам и возможности буксироваться судами. В портах и на реках перспективными направлениями считаются всплывающие боновые заграждения. Примером таких устройств являются [5, 6]. Однако всплывающие заграждения необходимо заранее устанавливать на дно водоема, выше по течению которого существует опасность разлива нефти/ нефтепродукта. Поэтому актуальным является применение надувных бонов заграждений. Одними из первых заграждений такого рода являются [7, 8], появившиеся в СССР и в США соответственно. В дальнейшем, с целью повышения удерживающей способности и упрощения

их работы создавались новые версии надувных заграждений, такие как [9, 10], которые приняли более привычный вид.

Надувные боновые заграждения, согласно [11], это боны использующие надувные камеры как элементы плавучести. Надувные боновые заграждения обладают простой конструкцией, их легко перевозить и собирать. При разливе нефти/ нефтепродукта за короткий срок их можно привести и установить на водоеме, тем самым локализуя разлив. Такие заграждения способны эффективно задерживать нефтяное пятно при небольшой скорости течения, однако при высокой скорости течения, боновые заграждения помимо того, что могут пропускать нефть/ нефтепродукты под боном, так и над ним, согласно [12]. В самом уязвимом месте, при локальном смятии камеры плавучести, боны могут начать пропускать воду и нефтяное пятно в верхней части. Такие данные были получены в ходе визуального наблюдения за боновыми заграждениями марки «УЖ-2М», производимых по [13] и применяемых в ПАО «Транснефть» согласно [14]. Это связано с тем, что при установке заграждения, оно не образует ровную линию под действием течения, и образуются места перегибов заграждения. В качестве решения может служить использование стального троса, с усилием, натянутого через водоем, согласно [15], по которому перемещают боновое заграждение. Такой способ значительно снизит вероятность

*E-mail: damir2018@yandex.ru
<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20210200501>

локальных перегибов бонового заграждения, а, следовательно, и перелива воды над боном.

Разработка конструкции бонового заграждения с пружиной во внутренней полости камеры плавучести была начата с целью повышения качества работы заграждения, такая конструкция имеет следующие преимущества:

- высокая жесткость камеры плавучести (исключает такое явление, как перелив воды, через локальные участки смятия мембраны, которые приводят к уменьшению высоты надводной части бонов в этом месте);
- возможность оперативного развертывания бонового заграждения;
- возможность складывания секции бонов по типу гармошки.

В статье описана конструкция бонового заграждения с пружиной во внутренней полости камеры плавучести, представлен способ его сбора и установки через реку как с применением предварительно натянутого троса, так и без него.

Конструкция бонового заграждения с внутренним каркасом пружинного типа

В основе конструкции лежит использование пружины во внутренней полости камеры плавучести, что дает возможность складываться конструкции вдоль центральной оси по типу гармошки.

На рисунке 1 представлена схема секции бонов в свободном (рабочем) состоянии; на рисунке 2 в сжатом состоянии. Для примера и большей наглядности рассмотрен бон с определенными размерами, а именно полной высотой 1 м, длиной пружины в рабочем состоянии 5 м, в сжатом

1 м. Таким образом это дает уменьшение поперечной длины секции бонов почти в 5 раз.

Конструкция секции бонов будет описана по рисункам 1 и 2, в которых обозначение элементов заграждения аналогичное.

Секция бонов состоит в общем плане из надводной части – камеры плавучести и подводной части – юбки. Камера плавучести представляет собой цилиндр, состоящий из пружины 1, «обернутой» в гибкую мембрану 2. Пружина с двух концов упирается в элементы стыковки секций бонов 3, выполненных из стального каркаса и обшитыми твердыми полимерами. Для симметричного складывания бонов, а именно для равномерного замятия мембраны по всей длине секции бонов предусмотрены два ряда элементов крепления пружины к внутренней поверхности мембраны 4, расположенных на 6 и 12 часов окружности камеры плавучести.

Способность бонов складываться вдоль своей оси обеспечивает трос 5, который с одной стороны закреплен с помощью фиксатора 6, а с другой наматывается на барабан 7 и закрепляется в нужном положении зажимом 8, который выполняет роль дополнительной страховки троса 5 и снятия нагрузки с барабана 7. Кнопка 9, предусмотрена для отстыковки секций бонов. Подробное описание соединения секций описано ниже. В верхней части секции бонов имеются три элемента крепежа 10, которые необходимы для фиксации нижних элементов крепежа 11, что позволяет привести боны в сложенное состояние, которое представлено на рисунке 4. Для выравнивания давления во внутренней полости камеры плавучести предусмотрен клапан сброса/повышения давления 12. Юбка

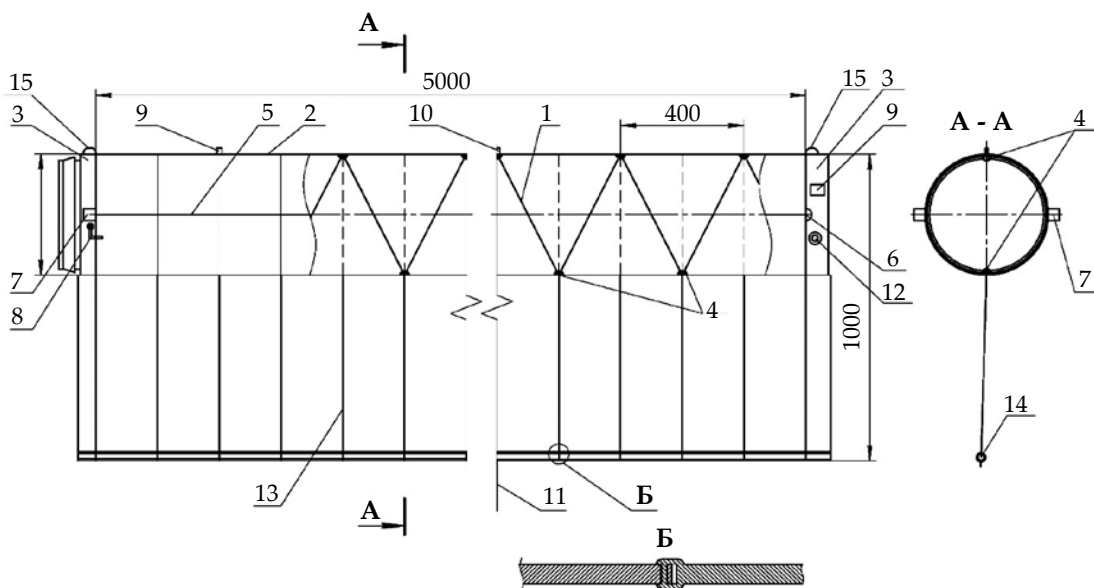


Рис.1. Схема бонов в свободном (рабочем) состоянии

- 1 – пружина; 2 – мембрана бонов; 3 – элементы конструкции стыковки бонов;
 4 – элементы фиксации мембраны к пружине; 5 – трос; 6 – фиксатор троса; 7 – барабан;
 8 – зажим; 9 – кнопка для отстыковки секций бонов; 10, 11 – элементы крепежа бонов;
 12 – клапан сброса/повышения давления; 13 – линия сгиба юбки бонов;
 14 – элемент продольного натяжения; 15 – скоба для подъема бонов;
 Б – схема соединения канатов элемента продольного натяжения

имеет плотное закрепление с камерой плавучести и состоит из гибкой мембраны, которая имеет линии сгиба 13, соответствующие виткам пружины 1, и элемента продольного натяжения, выполненного в виде стальных прутков 14. Для транспортировки бонов с двух сторон секции имеются скобы 15, которые также применяются в качестве пазов для вдевания в них карабинов, при протаскивании бона через реку, о чем описано ниже.

Так как камера плавучести обладает фиксированную цилиндрическую форму, то соединение секций предусматривается путем стыковки одного конца заграждения в начало другого (рис.3), для этого с одной стороны секции предусмотрена выемка 1 (рис.3), а с другой выступающая часть 2, с механизмом защелкивания, который при нажатии кнопки 3, позволяет ей сложиться в радиальном направлении и разъединить камеры плавучести. Для герметичного соединения камер плавучести предусмотрены с двух сторон резиновые уплотнения 4. Юбка соединяется по схеме, показанной на рисунке 3Б. Это обеспечивается за счет соединения стальных крючков 5 и «проушин» 6, размещенных по всей длине торцевых мембран юбки, а также соединения стальных прутков элемента продольного натяжения при помощи болта 7, фиксирующего «ушко» 8. Герметичность соединения юбки обеспечивается благодаря наличию магнитов 9 на концах двух элементов мембраны, которые после соединения крючков и проушин притягиваются друг к другу.

Размеры секции бона можно подбирать расчетным путем, однако необходимо учитывать, что с увеличением длины растет и масса секции, что может затруднить перемещение секции бона рабочим персоналом. Ниже представлен расчет массы пружины, в результате которого можно определить оптимальную длину секции бона.

Чтобы бон занимал меньше места, предусмотрена возможность его складывания (рис.4), для этого юбка оборачивает одну сторону бона и фиксируется с помощью элементов крепежа 4 и 5 (рис.1, 2).

Из-за чрезмерного замятия материала мембраны 7 (рис.2) и нагромождения в нижней части бонов, а именно наложения прутков каната продольного натяжения 2, В (рис.2) величина сжатия пружины ограничена. Не рекомендуется превышать сжатие равное пяти, рассмотренное в примере, с помощью троса 11 (рис.2).

Технология сбора и разбора бонового заграждения

Последовательность действий при сборе бонового заграждения:

1. Производится замер необходимой длины бонового заграждения, для перекрытия водоема под углом α .
2. Извлекаются секции бонов в сложенном виде (рис.4), в количестве, достаточном для перекрытия водоема из прицепа грузовой машины или из другого транспортного средства.
3. Производится развертывание бона из сложенного состояния (рис.4) в сжатое состояние (рис.2) путем отцепки элемента 5 от 4 (рис.1, 2).
4. Открывается клапан 13 (рис.1, 2) для стабилизации давления внутренней камеры плавучести с атмосферой.
5. Запускается барабанный механизм 10 (рис.1, 2), расположенный симметрично с двух сторон бона, для равномерного разворачивания пружины и бона при помощи троса 11 (рис.2), который создавал усилие сжатия пружины. Далее к клапану подсоединяют ручной насос, и дополнительно закачивают воздух в камеру

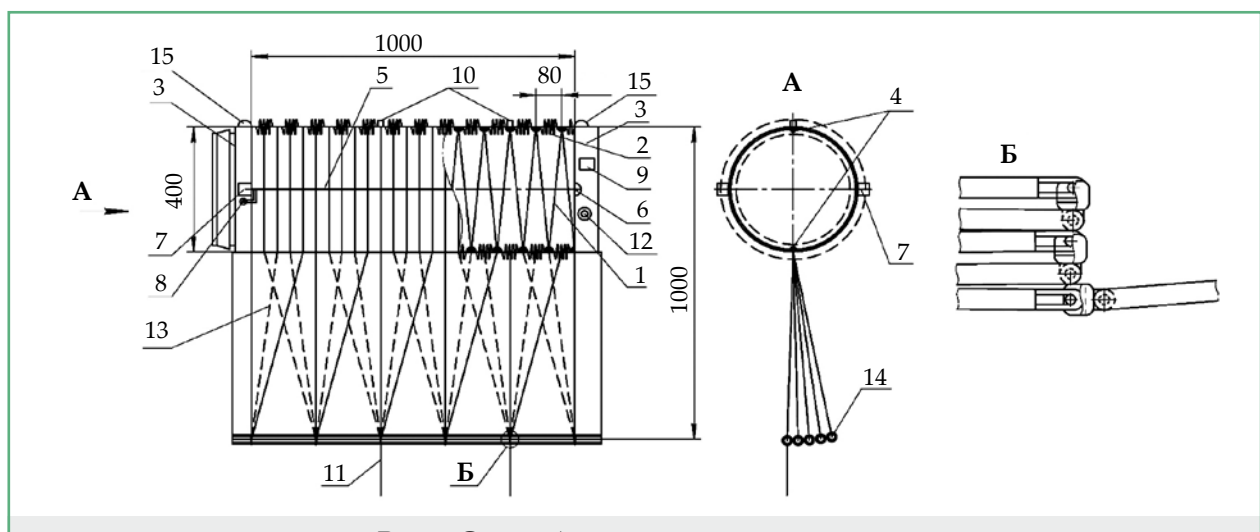


Рис.2. Схема бона в сжатом состоянии

- 1 – пружина; 2 – мембрана бона; 3 – элементы конструкции стыковки бонов;
 4 – элементы фиксации мембраны к пружине; 5 – трос; 6 – фиксатор троса;
 7 – барабан; 8 – зажим; 9 – кнопка для отстыковки секций бонов;
 10, 11 – элементы крепежа бона; 12 – клапан сброса/повышения давления;
 13 – линия сгиба юбки бона; 14 – элемент продольного натяжения;
 15 – скоба для подъема бона; Б – схема соединения канатов элемента продольного натяжения

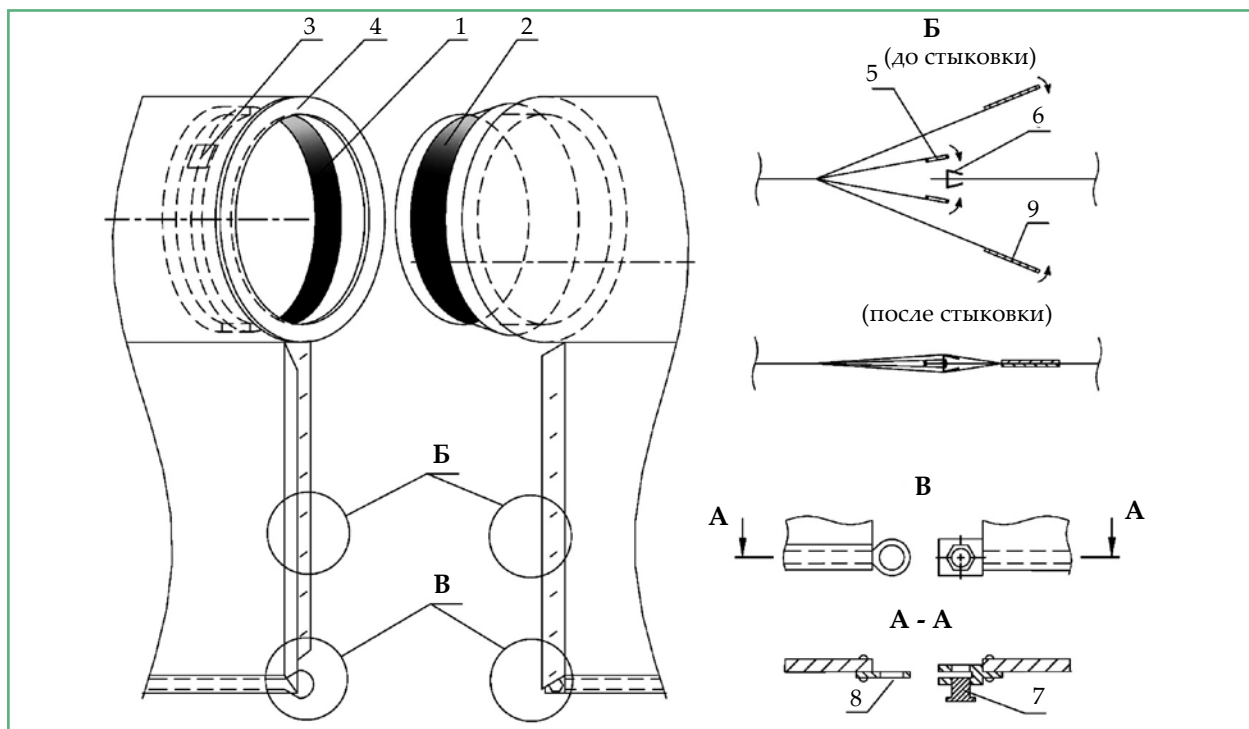


Рис.3. Схема стыковки бонов

1 – выемка в задней части бона; 2 – выступ в передней части; 3 – кнопка для разъема соединения; 4 – резиновый уплотнитель; 5 – проушина; 6 – крючок; 7 – болт; 8 – проушина элемента продольного натяжения; Б – схема соединения юбки; В – схема соединения элемента продольного натяжения

плавучести, тем самым повышая жесткость конструкции.

- Собираются секции бонов между собой. Сначала стыкуются камеры плавуности, путем защелкивания элементов 2 в 1 (рис.3), далее соединяются юбки бонов между собой (рис.3Б), а также усик троса элемента продольного натяжения 4 (рис.3) закрепляется с соответствующим элементом другой секции.
- Производится установка бона через реку. Подробнее об установке бона через реку описано ниже.

Последовательность действий при разборе бонового заграждения:

- В зависимости от метода установки бонового заграждения через реку, оно отцепляется от якорей и вытаскивается полностью на берег.
- Секции бонового заграждения отсоединяются друг от друга. Для этого сначала разъединяют тросы продольного натяжения друг от друга, затем юбки (рис.3Б). После этого отсоединяют камеры плавуности, это достигается путем нажатия кнопки 3 (рис.3), что приводит к сжатию элемента 2 (рис.3) и последующему отсоединению секций бонов друг от друга.
- При наличии времени дать бону высохнуть.
- Выполнить сборку бона в исходное (сжатое) состояние. Это достигается путем включения барабанов 10 (рис.1), после чего происходит сворачивание троса 11

(рис.1), который создает необходимое усилие для сжатия пружины. При достижении необходимого сжатия – итоговой длины бона после сворачивания (для данного бона 1 м) намотка троса на барабан заканчивается и данное положение фиксируется зажимом 15 (рис.1). При сборке бона необходимо следить, чтобы стальные прутки 2 (рис.2) собрались в правильную гармошку (рис.2В).

- Производится сборка секции бона в сложенное состояние. Для этого юбку заворачивают наверх и застегивают элементы 5 в 4 (рис.2).

Для переноса бона применяются ручки 16 (рис.1, 2) расположенные по бокам бона.

Установка бонового заграждения через реку

Установка бонового заграждения через реку может быть выполнена по 2 схемам:

- с использованием стального троса, предварительно натянутому через реку, на который цепляется боновое заграждение;
- без использования троса – традиционным способом.

Способ установки бонового заграждения с использованием предварительно натянутого троса

Боновое заграждение устанавливается через реку, путем протягивания его по тросу через реку (рис.5). Способ постановки частично аналогичен таковому в [15].



Рис.4. Схема бона в сложенном состоянии
 1 – юбка бона, сложенная в гармошку; 2 – прутки каната
 продольного натяжения; 3, 4 – элементы крепежа бона

Последовательность действий при установке с использованием троса.

1. Устанавливаются якоря 1, 2 и 3 на двух берегах с необходимым расчетным углом α по отношению к направлению течения.
2. Подтаскивается боновое заграждение 1 к якорю 3 и устанавливается под углом α по отношению к направлению течения.
3. Цепляют к заднему концу бонового заграждения вспомогательный трос 4, длиной равной длине бонового заграждения и закрепляют на дополнительный якорь 3 находящийся у

места зацепления троса 4 к бону. Такое решение обеспечивает возможность закрепления бонового заграждения за основной якорь 1, после того, как на полную длину разматывается вспомогательный трос.

Подготавливается основной трос 5 и оттяжка 6 необходимой длины. Один конец троса закрепляют к якорю 1, а оттяжку к ручке 7.

Помещают трос 5 и оттяжку 6 в лодку и разматывают их, перевозя на другой берег. После чего второй конец троса крепко закрепляют на якорь 2, с последующим натягиванием лебедкой с неболь-

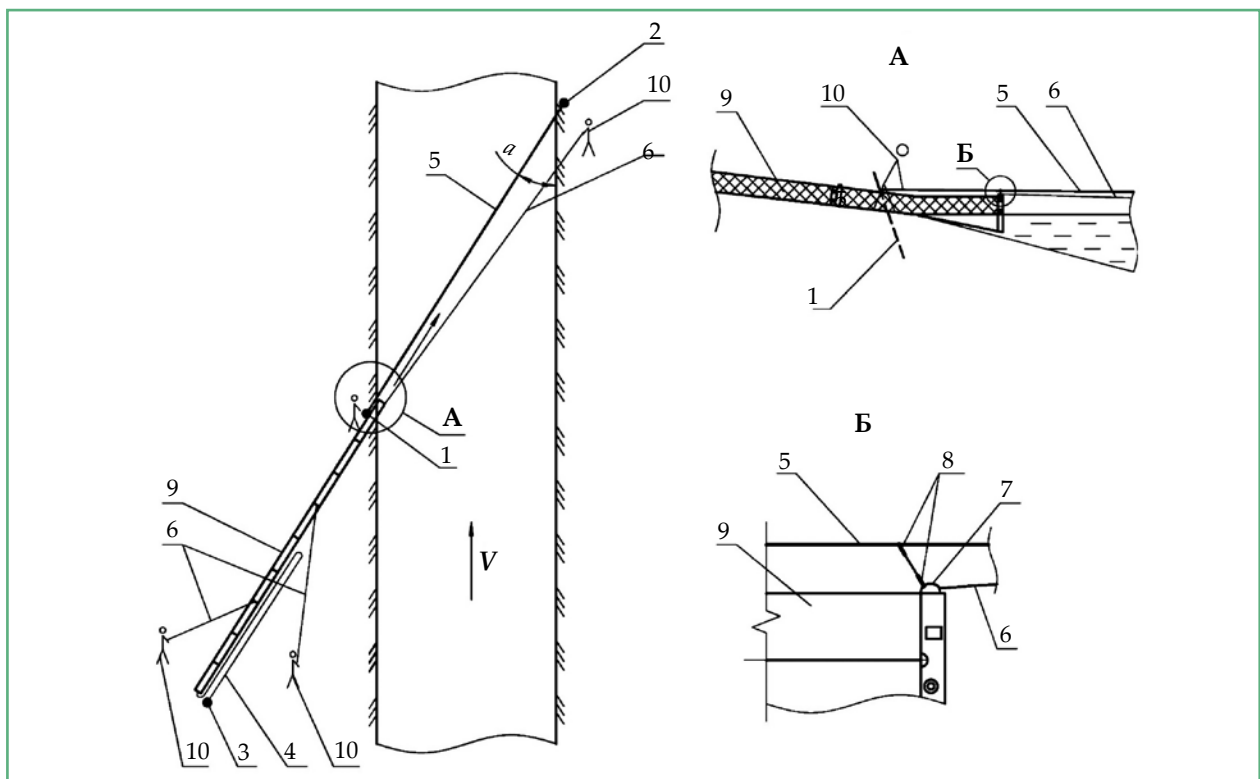


Рис.5. Способ установки бонового заграждения пружинного типа через реку с использованием троса

- 1, 2 – основные якоря; 3 – вспомогательный якорь; 4 – вспомогательный трос;
 5 – основной трос; 6 – оттяжки; 7 – ручка для транспортировки;
 8 – карабины; 9 – боновое заграждение; 10 – рабочий персонал;
 А – схема перемещения бона вдоль троса; Б – схема соединения бона к тросу

шим усилием, чтобы трос вытянулся в одну линию и не касался поверхности воды.

Начинают перемещение бонового заграждения 9, вдоль троса 5, последовательно закрепляя соединенные между собой карабины 8 в основной трос 5 и ручки 7 по мере последовательного перемещения бонового заграждения. Темп перемещения бонового заграждения необходимо поддерживать страховочными оттяжками 6 при помощи рабочего персонала 10, для его равномерного перемещения и возможности крепления карабинов.

Конец уходящей плети бонов необходимо закрепить к основному якорю 1, используя два карабина и трос небольшой длины. Для этого в ушко 7 последнего бона и в якорь 1 цепляют трос с карабинами, тем самым фиксируя положение бона. После этого уже отцепляют временный трос 4 и убирают временный якорь 3.

Зацепляют первый конец бона с якорем 2 на другом берегу, после чего установку бонового заграждения можно считать завершенной.

Обратно собирается боновое заграждение путем отцепления троса 5 от якоря 2. После этого течением боновое заграждение 9 прибьет к противоположному берегу, далее его вытаскивают и отцепляют от него трос 5.

Способ установки бонового заграждения традиционным способом

Боновое заграждение при таком способе устанавливается на другой берег без использования предварительно натянутого стального троса (рис.6).

Последовательность действий по установке следующая:

1. Устанавливаются якоря 1, 2, 3 и 8 на двух берегах с необходимым расчетным углом α по отношению к направлению течения.
2. Подтаскиваются боновое заграждение 4 к якорю 1 и устанавливается под углом α по отношению к направлению течения.
3. Цепляют к заднему концу бонового заграждения дополнительный трос 5, длиной равной длине бонового заграждения и устанавливают на якорь 3 находящийся у места зацепления троса 5 к бону. Это позволяет при установке бонового заграждения в проектное положение остановить дальнейшее его перемещение, для возможности закрепления за основной якорь 1.
4. Подготавливают основной трос 6 необходимой длины, при этом один его конец цепляют к ручке 7 и помещают на лодку.
5. При помощи лодки разматывают трос перевоза его на другой берег.
6. Закрепляют основной трос 6 к временному якорю 8, а также устанавливают лебедку 9.
7. Для перемещения бонового заграждения необходимо усилие группы людей 10, 11. Первая группа 10 перемещает боновое заграждение поднимая его за ручки 7, а вторая 11 тянет основной трос 6 при этом

своевременно пропуская его через лебедку 9, фиксируя при этом его положение. Таким образом, в момент, когда боновое заграждение начнет сносить течением и усилие группы людей 11 не сможет преодолеть эту силу, положение бонового заграждения 4 будет зафиксировано за счет лебедки.

8. Конец уходящей плети бонов необходимо зацепить к основному якорю 1. После этого уже отцепляют временный трос 5 и убирают временный якорь 3.
9. На другом берегу натягивают с помощью лебедки 9 трос 6, стараясь зафиксировать положение бонового заграждения 4 в одну линию без изгибов, для чего требуется большое усилие по натяжению основного троса 6.
10. После того как положение бона зафиксировано необходимо закрепить его к основному якорю 2, далее убирают лебедку 9, трос 6 и временный якорь 8, после чего установку бонового заграждения можно считать завершенной.

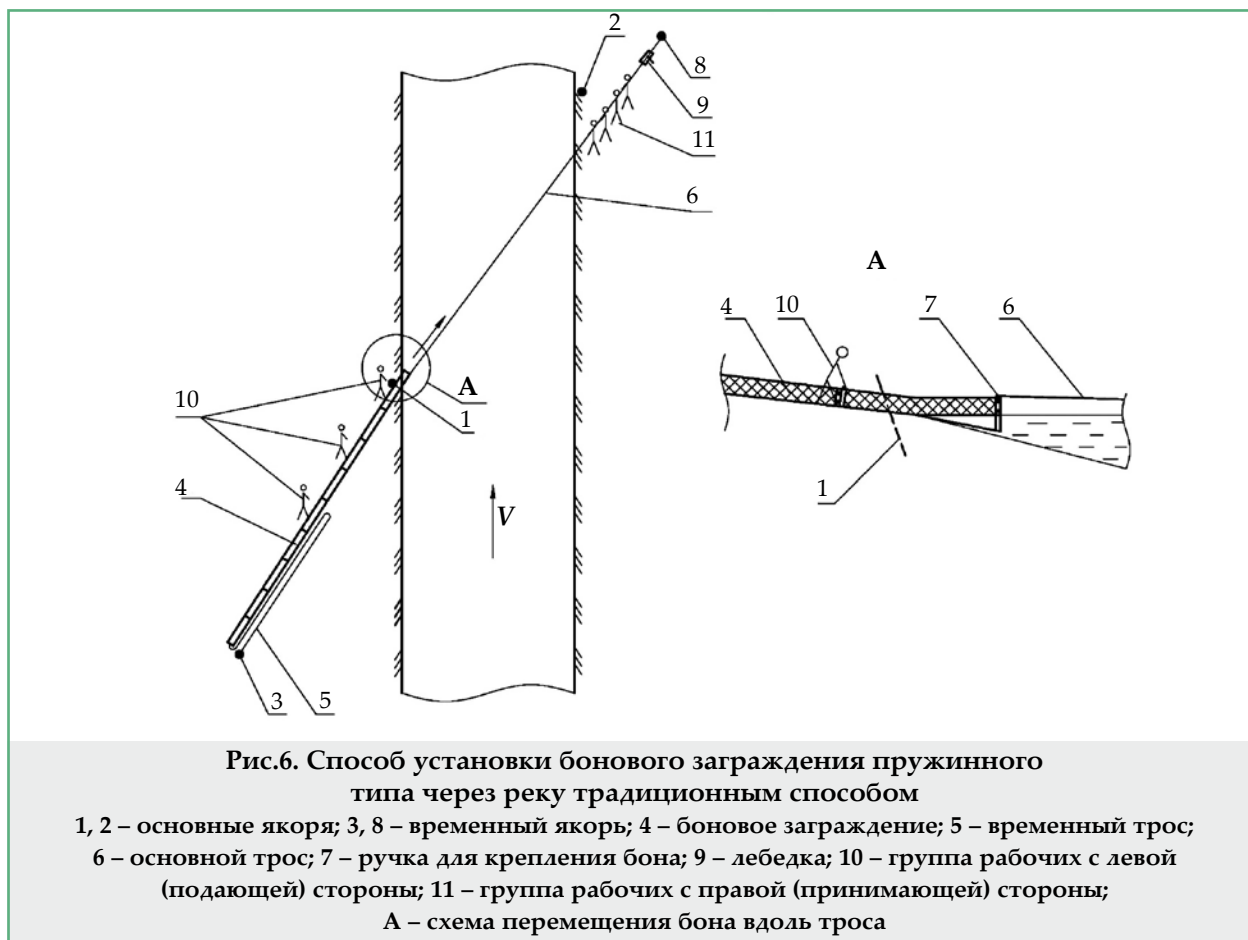
Обратно собирается боновое заграждение путем отцепления правого конца бонового заграждения от якоря 2. После этого течением боновое заграждение прибьет к противоположному берегу, что позволит его вытащить на левый берег.

Как для первого, так и второго способа, возможно, может не хватить места на берегу, для размещения на нем полной плети бонового заграждения под необходимым углом. В качестве решения необходимо установить временный якорь 3 максимально далеко, и подготовить плеть бонового заграждения согласно этому расстоянию, далее выполнить перемещение этой плети, согласно выбранного из способов. После того как заграждение будет перемещено на воду, оно будет держаться на временном якорю 3 и временном тросе 4 (рис.5) или 5 (рис.6). В этот момент подтаскивается новая плеть и соединяется с первой плетью, согласно рисунку 3. После чего новая плеть соединяется с временным якорем 3 аналогичным способом, а первая плеть наоборот отсоединяется от якоря 3. После чего продолжают перемещение бонового заграждения через водоем. Таким образом можно проделывать данную процедуру до тех пор, пока боновое заграждение полностью не перекроет водоем.

Расчет параметров пружины во внутренней камере плавучести

Подбор параметров пружины во внутренней полости камеры плавучести был выполнен согласно [16]. Рассмотрим конкретный пример.

Исходными величинами для определения размера пружины являются сила $F_2 = 1$ кН (которая принимается в зависимости от требуемого наружного диаметра пружины), наружный диаметр пружины $D_1 \approx 240$ мм, который будет подобран расчетом, рабочая температура (интервал



температур) - от минус 50 до плюс 50 °С, условие нагружения - статическое, срок службы - 500 ч.

По заданным условиям находим по таблице А.2 [16] сплав марки ХН88ТЮР, класса точности Ш, тогда допускаемые касательные напряжения $\tau_2 = 440$ МПа.

Диаметр проволоки (прутка) пружины определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{8F_2 \cdot i}{\pi \cdot \tau_2}} \quad (1)$$

где i - индекс пружины;

F_2 - сила пружины при рабочей деформации. Индекс пружины определяется по формуле:

$$i = D / d \quad (2)$$

где D - средний диаметр пружины.

Выберем индекс пружины $i = 20$, тогда:

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^3 \cdot 20}{3.14 \cdot 440}} = 10.8 \text{ мм,}$$

подбираем целое значение, тогда $d = 11$ мм.

Проведем пересчет индекса:

$$i = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \tau_2}{8 \cdot F_2} = \frac{3.14 \cdot 11^2 \cdot 440}{8 \cdot 10^3} = 20.9 \quad (3)$$

Значение среднего D и наружного D_1 диаметра пружины:

$$D = i \cdot d = 20.9 \cdot 11 = 229.8 \text{ мм} \quad (4)$$

$$D = d + d = 229.8 + 11 = 240.8 \text{ мм} \quad (5)$$

Жесткость пружины определяется по формуле:

$$c_T = \frac{G_T \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \quad (6)$$

где G_T - модуль сдвига материала при температуре 500 °С, равный 68500 МПа по таблице А.5 [16];

n - число витков пружины, определяется с учетом требуемой длины пружины, $n = 32$.

$$c_T = \frac{68.5 \cdot 10^3 \cdot 11^4}{8 \cdot 229.8^3 \cdot 32} = 0.32 \text{ Н/мм.}$$

Максимальная деформация (при соприкосновении витков пружин сжатия) определяется по формуле:

$$s_3 = F_3 / c_T \quad (7)$$

где $F_3 = (1.05 \dots 1.25) \cdot F_2$ сила пружины при максимальной деформации, примем $F_3 = 1.1 \cdot F_2 = 1100$ Н.

$$s_3 = \frac{1100}{0.32} = 3410 \text{ мм}$$

Длина пружины при максимальной деформации:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d \quad (8)$$

где $n_1 = n + n_2$ - полное число витков;

n_2 - число опорных витков, равное 2.

n_3 - число зашлифованных витков, принимается равным 1.5.

$$l_3 = (32 + 2 + 1 - 1.5) \cdot 11 = 368 \text{ мм}$$

Длина пружины в свободном состоянии:

$$l_0 = s_3 + l_3 = 3410 + 368 = 3778 \text{ мм} \quad (10)$$

Масса пружины определяется по формуле:

$$m = \rho \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot d^2 \cdot D \cdot n_1 \quad (11)$$

где ρ – плотность металла пружины, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$.

$$m = 7850 \cdot \frac{3.14^2}{4} \cdot 0.011^2 \cdot 0.2298 \cdot 34 = 18.3 \text{ кг}$$

Таким образом подобрана пружина для бона с высотой надводной части 25 см и длиной секции 4 м с учетом длины элементов стыковки бонов. Для того, чтобы пружина имела большее

сопротивление продольной нагрузке F_2 необходимо увеличивать диаметр прутка, уменьшать диаметр пружины, что повлечет за собой увеличение массы пружины и уменьшение высоты надводной части бона. Поэтому рекомендуется рассчитывать пружину аналогично рассмотренному примеру при небольшой продольной силе. Роль пружины будет заключаться в сохранении радиальной формы надводной части бона во всех сечениях при воздействии течения на бон и в возможности складываться бону вдоль своей оси, для уменьшения объема, занимаемого ими, а не в преодолении продольной нагрузки, которая передается на элемент продольного натяжения и материал мембраны.

Выводы

Боновые заграждения с пружиной во внутренней полости камеры плавучести обладают каркасом, который после создания избыточного давления в камере плавучести приобретает жесткую цилиндрическую форму, и в отличие от заграждений, с жестким внутренним наполнением, такие боны имеют возможность складываться вдоль своей оси, что позволяет значительно уменьшить объем, занимаемый ими.

В статье рассмотрен способ установки бонового заграждения через реку без использования стального троса, он является доработкой методов, применяемых в ПАО «Транснефть» при учениях, и связано это с тем, что данное заграждение имеет жесткую конструкцию при его сборке и не может быть изогнуто на подобие обычных надувных заграждений.

При применении бонов с пружиной во внутренней полости камеры плавучести и установке их по способу с использованием предварительно натянутого стального троса, можно практически полностью исключить перелив нефтяного пятна над заграждением, кроме того, этот способ более надежный и легко осуществимый.

При большой длине заграждения, или невозможности установки его на берегу по принятой схеме, можно произвести соединение нескольких плетей бонов, непосредственно во время протаскивания заграждения с фиксацией промежуточных положений.

При расчете пружины были выявлены оптимальные размеры секций боновых заграждений, обусловленных их массой. Так было получено, что секция длиной 4 м, высотой надводной части 25 см будет обладать массой 28 кг. Это и будет наиболее оптимальный размер секции бонового заграждения, для возможности ее перемещения рабочим персоналом.

Литература

1. Воробьев, Ю. Л., Акимов, В. А., Соколов, Ю. И. (2005). Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. *Москва: Ин-октаво*.
2. Бахтизин, Р. Н., Кунафин, Р. Н., Кунафин, Т. Р., Султанмагомедов, С. М. (2018). Боновое ограждение переменной плавучести на нефтяных морских платформах. *Патент РФ 2646896*.
3. Султанмагомедов, С. М., Кунафин, Р. Н., Султанмагомедов, Т. С. и др. (2018). Система стационарных всепогодных боновых ограждений с переменной плавучестью – «Стабонза» и «Стабонза-шельф». *Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов*, 7, 86-95.
4. Кунафин, Р. Н., Кунафин, Т. Р. (2016). Боновое ограждение переменной плавучести. *Патент РФ 2599560*.
5. Михалев, В. В. (2014). Всплывающее боновое ограждение. *Патент РФ 147605*.
6. Хайруллин, Д. Р., Султанмагомедов, С. М. (2020). Разработка всплывающего бонового ограждения способного работать в ледовых условиях на реках. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*, 2, 19-23.
7. Rogers, B. T. (1982). Inflatable equipment for use a buoyant boom. *US Patent 4320991*.
8. Еберг, П. О. (1979). Боновое ограждение. *Патент SU 645547*.
9. Blair, R. M., Tedeschi, E. T. (1993). Dual-chamber inflatable oil boom. *US Patent 5238327*.
10. Бурдин, А. А., Фирсов, А. Ю. (2011). Боновое ограждение. *Патент РФ 106263*.
11. ГОСТ Р 53389-2009. (2019). Защита морской среды от загрязнения нефтью. Термины и определения. *Москва: Стандартинформ*.
12. ИТОПФ. (2011). Применение боновых ограждений при ликвидации разливов нефти. *Технический информационный документ №3*.
13. ТУ 4834-002-20671179-99. (2000). Ограждение «УЖ-2М».
14. Рамазанов, Д. С. (2016). Оценка эффективности боновых ограждений для ликвидации аварийных разливов нефти при пересечении магистральным трубопроводом водных преград. *Материалы XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета «Проблемы геологии и освоения недр»*. Томск: Национальный Исследовательский Томский политехнический университет.
15. Одаренко, О. Б., Евдокимов, В. В., Иванов, А. Ю., Козлов, В. А. (2015). Устройство для локализации разливов нефти на реке и способ его постановки. *Патент РФ 2556900*.
16. ГОСТ Р 50753-95. (1995). Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из специальных сталей и сплавов. Общие технические условия. *Москва: Издательство стандартов*.

References

1. Vorobyev, Yu. L., Akimov, V. A., Sokolov, Yu. I. (2005). Prevention and elimination of emergency spills of oil and petroleum products. *Moscow: In-octavo*.
2. Bakhtizin, R. N., Kunafin, R. N., Kunafin, T. R., Sultanmagomedov, S. M. (2018). Boom boom variable buoyancy on the oil platforms at sea. *RU Patent 2646896*.
3. Sultanmagomedov, S. M., Kunafin, R. N., Sultanmagomedov, T. S., et al. (2018). The stationary all weather booms system with variable floatibility – «Stabonza» and «Stabonza Shelf». *Bulletin of the TPU. Geo Assets Engineering*, 7, 86-95.
4. Kunafin, R. N., Kunafin, T. R. (2016). Variable buoyancy boom. *RU Patent 2599560*.
5. Mikhalev, V. V. (2014). Pop-up boom boom. *RU Patent 147605*.
6. Khairullin, D. R., Sultanmagomedov, S. M. (2020). Development of a pop-up boom capable of operating in ice conditions on rivers. *Transport and Storage of Petroleum Products and Hydrocarbons*, 2, 19-23.
7. Rogers, B. T. (1982). Inflatable equipment for use a buoyant boom. *US Patent 4320991*.
8. Seberg, O. P. (1979). A booming boom. *SU Patent 645547*.
9. Blair, R. M., Tedeschi, E. T. (1993). Dual-chamber inflatable oil boom. *US Patent 5238327*.
10. Burdin, A. A., Firsov, A. Yu. (2011). A booming boom. *RU Patent 106263*.
11. GOST R 53389-2009. (2019). Marine environment protection from oiling. Terms and definitions. *Moscow: Standartinform*.
12. ИТОПФ. (2011). Use of booms in oil pollution response. *TIP No. 3*.
13. TU 4834-002-20671179-99. (2000). Fence «UZH-2M».
14. Ramazanov, D. S. (2016). Evaluation of the effectiveness of booms for the elimination of emergency oil spills when the main pipeline crosses water barriers. In: *XX International Symposium named after Academician M. A. Usov of Students and Young Scientists, dedicated to the 120th anniversary of the founding of Tomsk Polytechnic University «Problems of geology and subsurface development»*. Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University.
15. Odarenko, O. B., Evdokimov, V. V., Ivanov, A. Yu., Kozlov, V. A. (2015). The device for localization of oil spills on the river and the method of its production. *RU Patent 2556900*.
16. GOST R 50753-95. (1995). Cylindrical helical compression (extension) springs made of special steels and alloys. General specifications. *Moscow: Standards Publishing House*.

Разработка бонового заграждения с внутренним каркасом пружинного типа

С.М.Султанмагомедов, Д.Р.Хайруллин, Р.Н.Кунафин
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Реферат

В статье рассмотрена актуальность применения надувных боновых заграждений. При их установке с использованием стального троса, предварительно натянутому через реку, значительно снижается угроза перегиба локальных участков бонов и, следовательно, перелива нефти и нефтепродуктов над ними. Было предложено применение боновых заграждений с пружиной во внутренней камере плавучести. Установка бона производится из сложенного состояния в сжатое после отсоединения юбки, а из сжатого в рабочее, при выпрямлении пружины. Регулируют форму бона два троса натянутых вдоль него. После соединения секций бонов, производится установка полной плети через реку.

Ключевые слова: боновые заграждения; локализация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов; боновые заграждения специфичной (особой) конструкции; надувные боновые заграждения.

Yay tipli daxili karkası olan bon çəpərinin işlənməsi

S.M.Sultanmagomedov, D.R.Hayrullin, R.N.Kunafin
Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, Ufa, Rusiya

Xülasə

Məqalədə şişirdilən bon çəpərlərinin tətbiqinin aktuallığına baxılmışdır. Bonların çay üzərindən çəkilən polad trosalar vasitəsilə quraşdırılması zamanı lokal hissələrinin əyilmə təhlükəsi və müvafiq olaraq neft və neft məhsullarının onların üzərindən keçərək yayılması əhəmiyyətli dərəcədə aşağı düşür. Daxili üzən kamerasında yay olan bon çəpərlərinin tətbiqi təklif edilmişdir. Bunun açılmış vəziyyətdən sıxılmış vəziyyətə quraşdırılması ətəyin ayrılmasından sonra, sıxılmış vəziyyətdən işçi vəziyyətə quraşdırılması isə yayın düzləşməsi zaman yerinə yetirilir. Bunun formasını bon boyunca uzanan iki tros tənzimləyir. Bon hissələrinin birləşdirilməsindən sonra, çay üzərindən çəpərin tam quraşdırılması aşağıdakı üsullardan biri ilə yerinə yetirilir.

Açar sözlər: bon çəpəri; neft və neft məhsullarının qəzalılıq dağılmalarının lokallaşdırılması; spesifik (xüsusi) konstruksiyalı bon çəpəri; şişirdilən bon çəpəri.