

сы распада приспевающих и спелых древостоев, что является свидетельством ярко выраженной техногенной сукцессии. Нарушается корреляция между основными таксационными показателями; резко ухудшается состояние насаждений.

Результаты исследований говорят о необходимости уделять внимание зонированию как одному из наиболее сложных вопросов при мониторинге лесов. В связи с длительным воздействием промышленных эмиссий необходимо пересмотреть радиус каждой зоны влияния загрязнения.

Литература

1 Чжан, С.А. Пространственно-временной характер лесных сукцессий Приангарья: монография / С.А. Чжан, Е.М. Рунова, О.А. Пузанова. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. – 100 с.

2 Чжан, С.А. Особенности влияния техногенного загрязнения на хвойные древостои: монография / С.А. Чжан – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010 – 68 с.

УДК 665.662.2

В.М. Мелкозеров, С.И. Васильев, А.Я. Вельп*

ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И СБОРА АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ВОДНЫХ АКВАТОРИЯХ И БЕРЕГОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОРБЕНТОВ.

Рассмотрена технология ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водных акваториях, береговых территориях с применением сорбентов, мобильного комплекса, боновых заграждений и нефтесборщиков. Приведена методика расчета аварийного запаса сорбирующих материалов и боновых заграждений, обеспечивающая полное улавливание нефтяного разлива всплывающего на поверхность в виде шлейфа, учитывающая ветровую нагрузку.

Ключевые слова: аварийные разливы нефтепродуктов, боновые заграждения, нефтесборные устройства, нефтепоглощающие маты, схемы установки и крепления технических средств, шлейф нефти, сорбционная емкость сорбента, категория сложности аварий.

Проведенные в рамках выполняемых научных разработок институтом нефти и газа СФУ литературный обзор и анализ результатов всероссийских учений по ликвидации аварий и их последствий на подводных участках магистрально-промысловых нефтепроводов с применением различных отечественных и зарубежных технических средств (ТС) по локализации и сбору нефти с акватории переходов: судов-нефтесборщиков (НС), нефтесборных устройств (НСУ), боновых заграждений (БЗ), сорбентов и техноло-

гического оборудования, позволили предложить и разработать блок конструкторско-технологических решений, предложить алгоритм расчета базовых схем с учетом международных требований и стандартов экологической безопасности, оптимизировать способы постановки и крепления технических средств локализации сбора аварийных разливов нефти на водных переходах магистрально-промысловых нефтепроводов.

Рассмотрим схему установки и крепления технических средств на акватории

* - автор, с которым следует вести переписку.

в основном русле реки. Сбор основной массы нефти производится нефтесборщиком, располагающимся на определенном расстоянии от места аварии с последующей доочисткой сорбентом.

Боновые заграждения и судно-нефтесборщик размещаются на акватории с расчетом наиболее полного улавливания нефтяного разлива из магистрального нефтепровода, всплывающего на поверхность в виде шлейфа, расширяющегося в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Вертикальный шлейф должен «перекрываться» расстоянием (L_1) боновым заграждением от трубопровода, горизонтальный шлейф – раскрытием боновым (R).

Исходя из местных условий района испытаний: течение реки в межень 0,7...1,0 м/с, ветер 10,0 м/с с господствующим направлением северным и северо-восточным, высота волн 0,2...1,0 м, наибольшая глубина 6,0...7,0 м, рекомендуется стационарный вариант установки нефтесборщика в нижней части бонового заграждения (рис. 1).

Расстояние L_1 рассчитывается исходя из скорости всплытия нефти. Минимальную скорость всплытия нефтяных частиц определяем по уравнению Стокса [1]

$$V_{\text{мин}} = q/18 \cdot d^2 \cdot (p_1 - p_2)/\mu,$$

где d – диаметр частиц нефти, см; q – ускорение свободного падения; p_1, p_2 – плотность воды и нефти, г/см³; μ , – вязкость воды.

Принимаем для расчета минимальный диаметр частичек нефти $d = 1$ мм, плотность воды и нефти $p_1 = 1,0$ г/см³ $p_2 = 0,87$ г/см³, вязкость воды $\mu = 0,01$ Пз (г/см·с)

$$V_{\text{мин}} = 981 \cdot 18 \cdot 0,1^2 (1 - 0,87) / 0,01 = 7,085 \text{ см/с}$$

$$V_{\text{мин}} = 425 \text{ см/мин} = 4,25 \text{ м/мин.}$$

Продолжительность всплывания нефти определяем по формуле

$$t_{\text{вспл}} = h/V_{\text{мин}}$$

где h – глубина всплывания (глубина прокладки трубопровода), $h = 7,0$ м;

$$t_{\text{вспл}} = 7,0 / 4,25 = 1,65 \text{ мин}$$

За это время верхняя кромка шлейфа нефти сместится по течению реки на расстояние, равное

$$S = V_{\text{теч}} \cdot t_{\text{вспл}},$$

где $V_{\text{теч}}$ – скорость течения реки, м/с

$$S = 1,0 \cdot 1,65 \cdot 60 = 99 \text{ м.}$$

Следовательно, верхние концы бонового заграждения следует размещать не ближе 99 м от трубопровода, т. е. $L_1 \geq 99$ м.

Определим ширину раскрытия (R) бонового заграждения при локализации разлива нефти. Скорость растекания нефти по поверхности воды с учетом воздействия ветра и волн может достигать 3,5 % от скорости ветра, т. е. $V_{\text{раст}} = 0,35$ м/с [2]. Следовательно, нефтяное пятно, всплывшее на поверхность над местом разрыва, пройдя расстояние, равное L_1 , растечется в поперечном направлении на расстояние

$$R = V_{\text{раст}} \cdot L_1 / V_{\text{теч}},$$

где $V_{\text{раст}}$ – скорость растекания нефти по акватории, м/с;

$$R = 0,35 \cdot 100 / 1,0 = 35,0 \text{ м.}$$

Принимаем $R = 50...60$ м, при этом $90 \leq L_1 \leq 140$ м;

при $L_1 > 140$ м должна применяться схема локализации, указанная на рис. 2.

Длина бонового заграждения определяется из условия его расположения относительно нефтяного загрязнения (направление течения) под углом $\alpha = 30^\circ$. Поэтому длина бонового принимается равной 60 м.

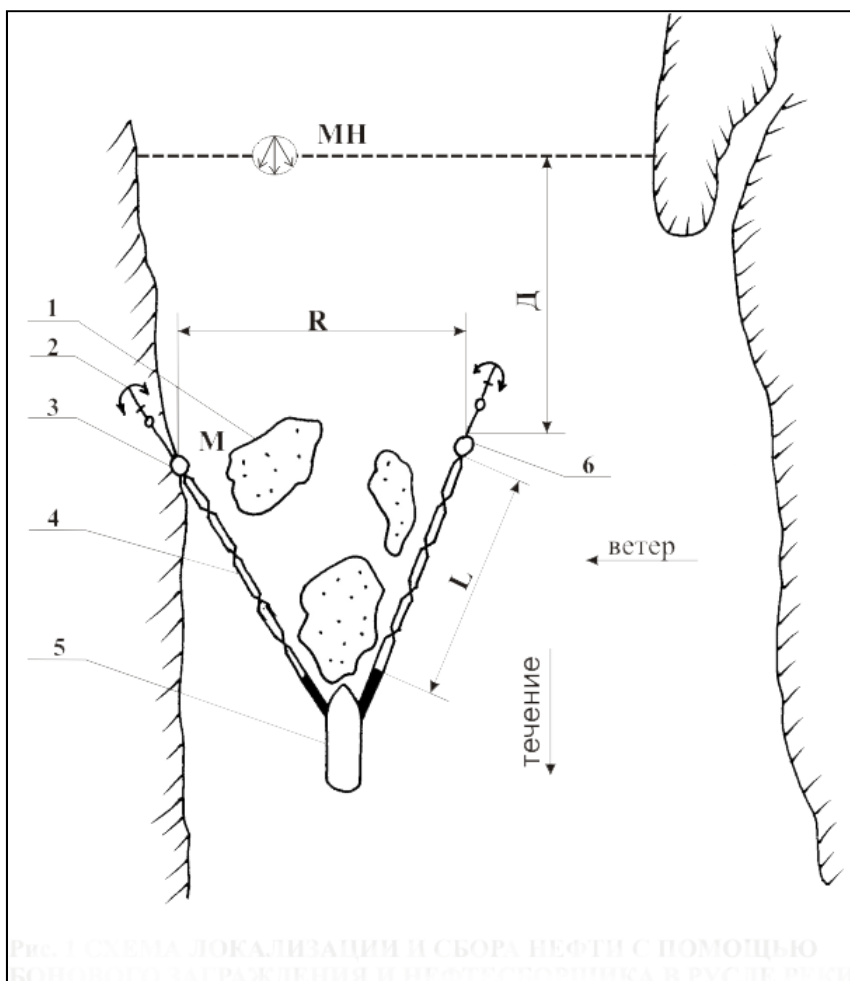


Рис.1 Схема локализации и сбора нефти с помощью бонового заграждения и нефтесборщика в русле реки:

1 – нефтяное загрязнение; 2 – якорь; 3- динамометр; 4 – боновое заграждение; 5 – нефтесборщик; 6 - буй

Усилие от действия течения на боновое заграждение определяем по формуле [3]

$$P_T = p_1 f V^2 / g \cdot \sin \alpha,$$

где p_1 – плотность воды, $p_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$; V – скорость течения, м/с; α – угол между направлением течения и линией бонового заграждения, $\alpha = 30^\circ$; f – площадь подводной части БЗ, м^2 ; $f = b \cdot h$, где b и h – длина и осадка бонового заграждения, м;

$$f = 60 \cdot 0,5 = 30,0 \text{ м}^2.$$

Исходя из этих расчетов, усилие от действия течения на боновое заграждение равно

$$P_T = 1000 \cdot 30,0 \cdot 1,0^2 / 9,81 \cdot \sin 30^\circ = 1529 \text{ кг}$$

Усилие от действия течения на судно-нефтесборщик

$$P_{HC} = 1000(0,87 \cdot 7,0) \cdot 1,0^2 / 9,81 = 571 \text{ кг},$$

где 0,8 и 7,0 – осадка и ширина корпуса судно-нефтесборщика.

Ветровую нагрузку на боновое заграждение и судно-нефтесборщик определяем по формуле

$$P_{вет}^{БЗ} = 1,3v^2 / 16F,$$

где v – скорость ветра, м/с; $v = 10 \text{ м/с}$; F – площадь парусности, м^2 ;

$$F = Lh = 60 \cdot 0,2 = 12 \text{ м}^2;$$

$$P_{вет}^{БЗ} = 1,3 \cdot 10^2 / 16 \cdot 12 = 97 \text{ кг};$$

$$P_{вет}^{HC} = 1,3 \cdot 10^2 / 16 \cdot (32,8 \cdot 0,8) = 213 \text{ кг}.$$

Общее продольное усилие в боновом заграждении составит

$$P = P_T + P_{HC} + P_{вет}^{БЗ} + P_{вет}^{HC} = 1529 + 571/2 + \dots \quad M_{я} = P_{об} / 1,05 \cdot 4 = 2019/4,2 = 480\text{кг}$$

Массу каждого якоря для бонового заграждения определяем по [4] из условия, что держащая сила якоря составляет 3-4-кратную его массу, т. е.

$$P = 1,05 \cdot K \cdot M_{я},$$

где K – коэффициент пропорциональности (для якоря системы Холла $K=4$).

Принимаем $M_{я} = 500$ кг. Часть нефтяных загрязнений, распространившихся по береговой полосе и прибрежным зарослям, рекомендуется собирать с помощью нефтесборных устройств. Схема размещения нефтесборных устройств, боновых заграждений и деталей их крепления показана на рис. 3.

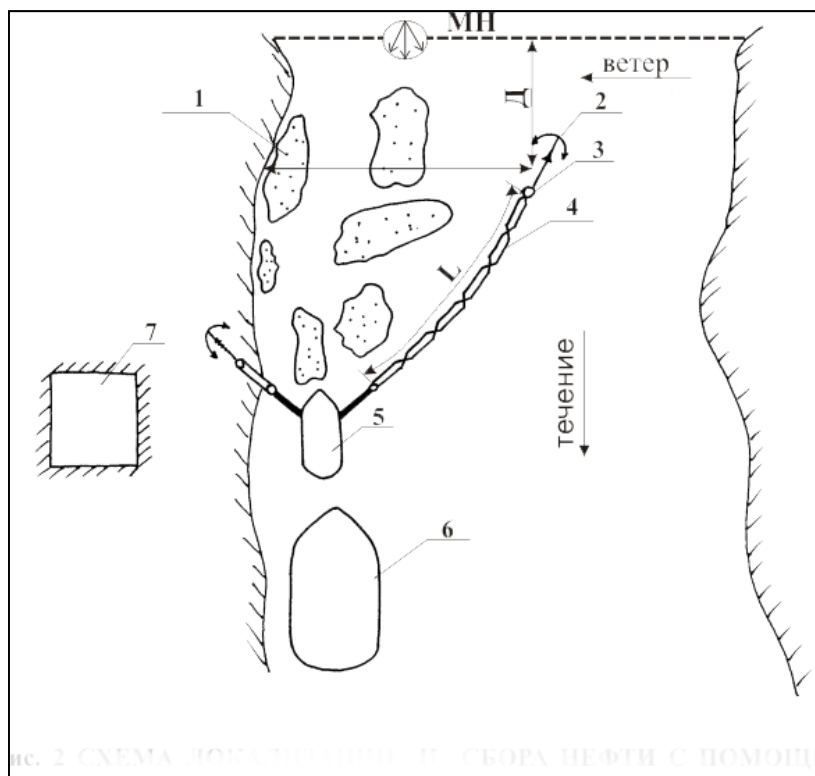


Рис. 2 Схема локализации и сбора нефти с помощью бонового заграждения и нефтесборщика в прибрежной зоне:

1 – нефтяное загрязнение; 2 – якорь; 3 – буй; 4 - боновое заграждение; 5 – нефтесборщик; 6 – баржа (танкер); 7 – пруд-отстойник

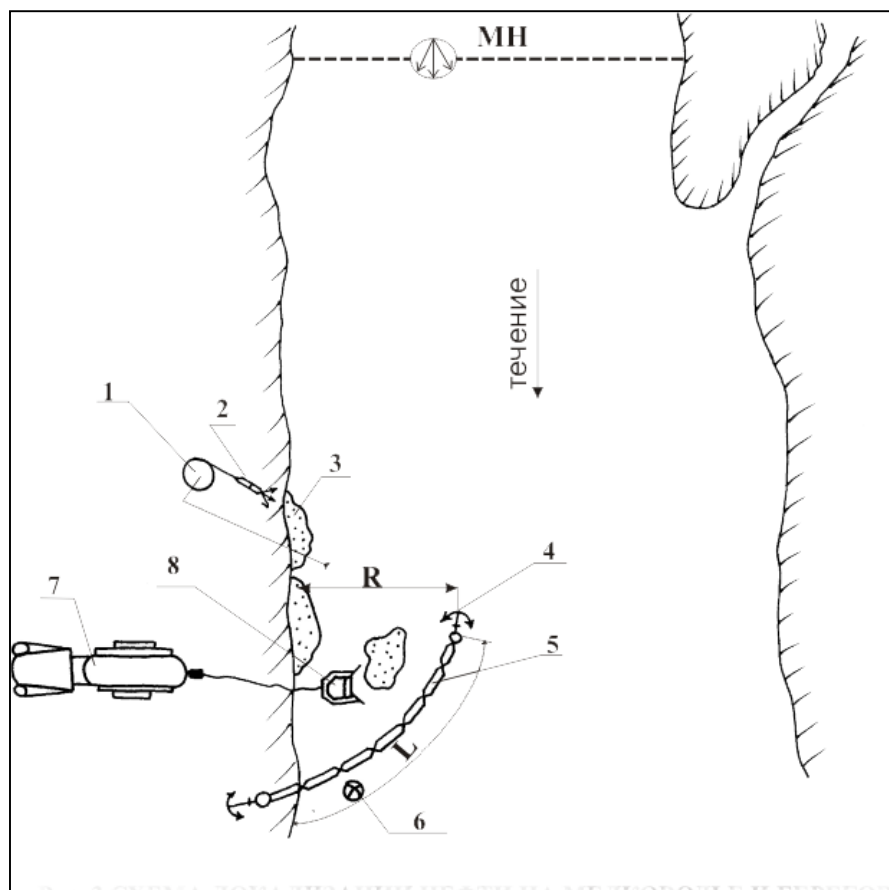


Рис. 3 Схема локализации нефти на мелководье и береговой полосе с помощью нефтесборного устройства:

1 – мотопомпа; 2 – пожарный ствол; 3 – нефтяное загрязнение; 4 – якорь; 5 – боновое заграждение; 6 – место отбора проб воды; 7 – вакуумная машина; 8 – нефтесборное устройство

Ширина захвата и длина боновых заграждений должны определяться исходя из местных условий – направления ветра и течения. Возле берега может быть обратное направление течения, поэтому верхний конец боновых заграждения выдвигается в стрежень до основного течения реки.

Нефтесборные устройства размещаются в местах скопления нефти. С береговой кромки, из зарослей нефть смывается и сгоняется с помощью брандспойтов водой от мотопомпы или мобильного комплекса.

На рис. 4 представлена рекомендуемая схема размещения оборудования и способ применения многофункциональных по-

лимерных сорбентов и сорбирующих изделий, изготовленных в виде крошки и матов. Нефтепоглощающие маты прикрепляются к тросу, который запасован в блоки между береговым и стрежневым якорями. Трос перемещают с помощью лебедки.

Рекуперация нефти из нефтепоглощающих матов-сорбентов производится на берегу методом, рекомендуемым разработчиком сорбента «Униполимер-М» согласно технологическому регламенту и техническим условиям ТУ 2223-004-00139152-2001, ТУ 2254-001-02067876-2009.

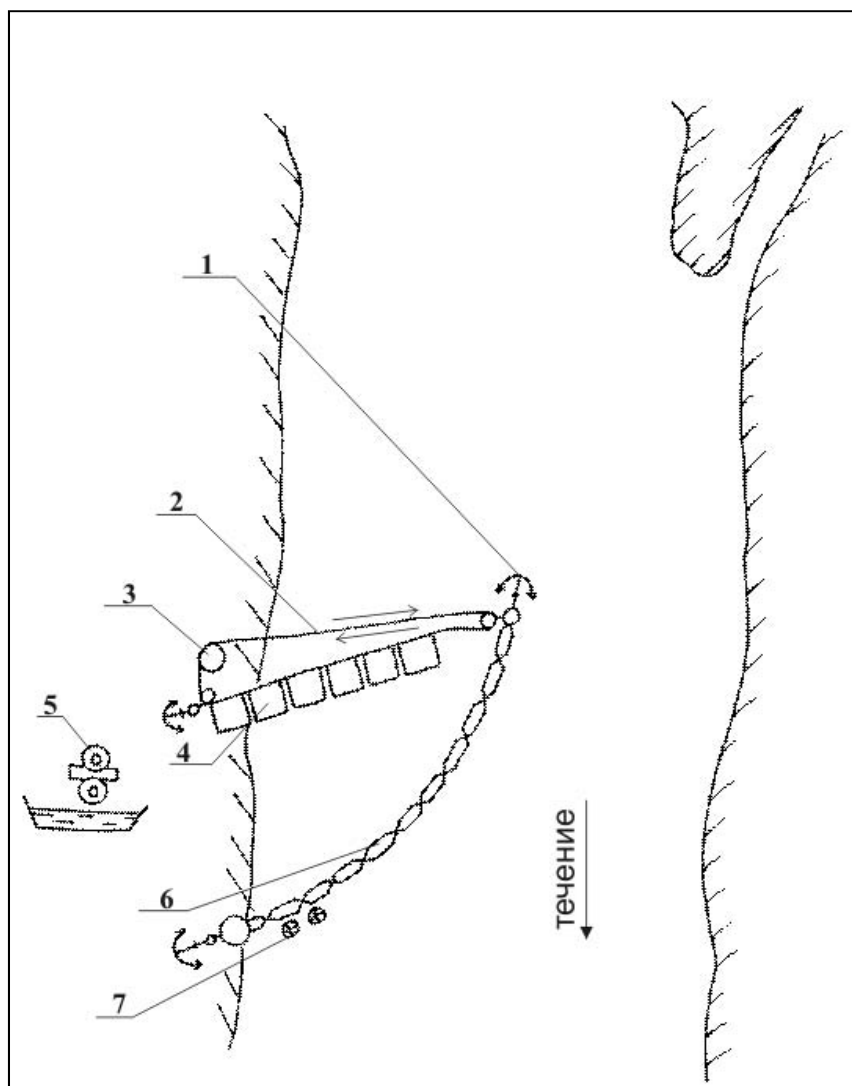


Рис. 4 Схема локализации и сбора нефти с помощью сорбентов НПМ-2 и НПМ-3:

1 – якорь; 2 – трос; 3 – лебедка; 4 – сорбент; 5 – установка рекуперации нефти; 6 – боновое заграждение; 7 – место отбора проб воды

В связи с тем, что сравнительные испытания технических средств в основном русле реки проводятся с применением имитатора нефти, испытания работоспо-

собности нефтесборщика, нефтесборного устройства и сорбентов на реальной нефти рекомендуется провести на прудотстойнике (см. рис. 5).

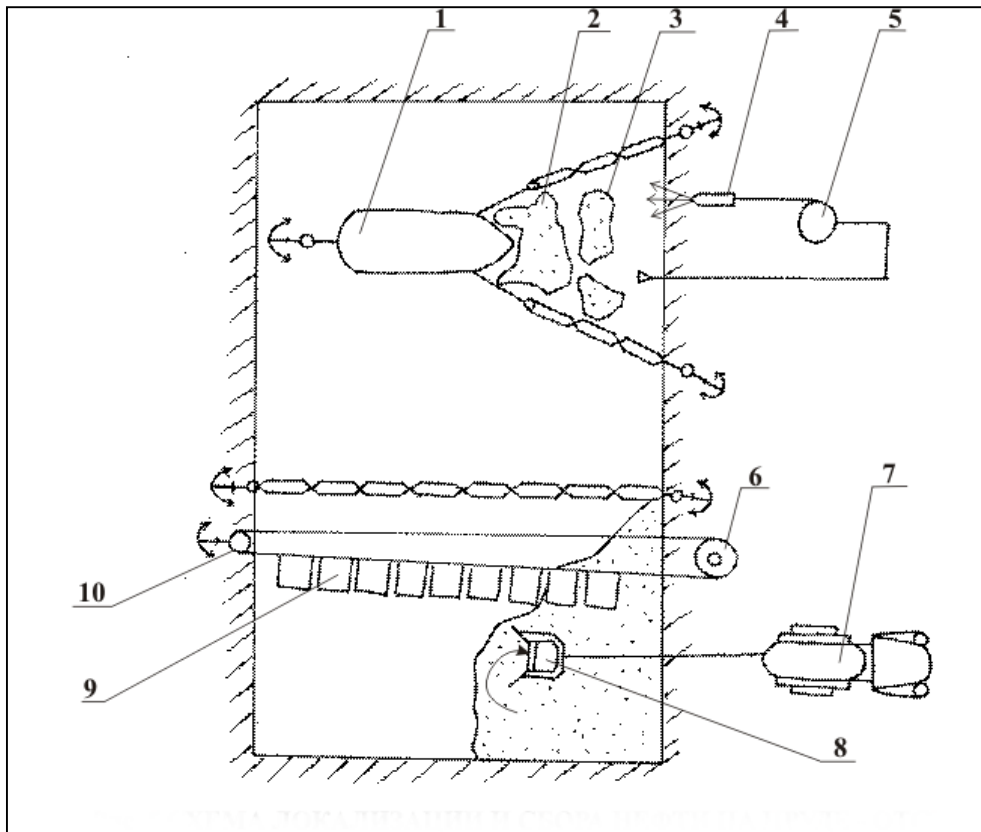


Рис. 5 Схема локализации и сбора нефти на пруде-отстойнике с помощью нефтесборщика, нефтесборного устройства и сорбента:

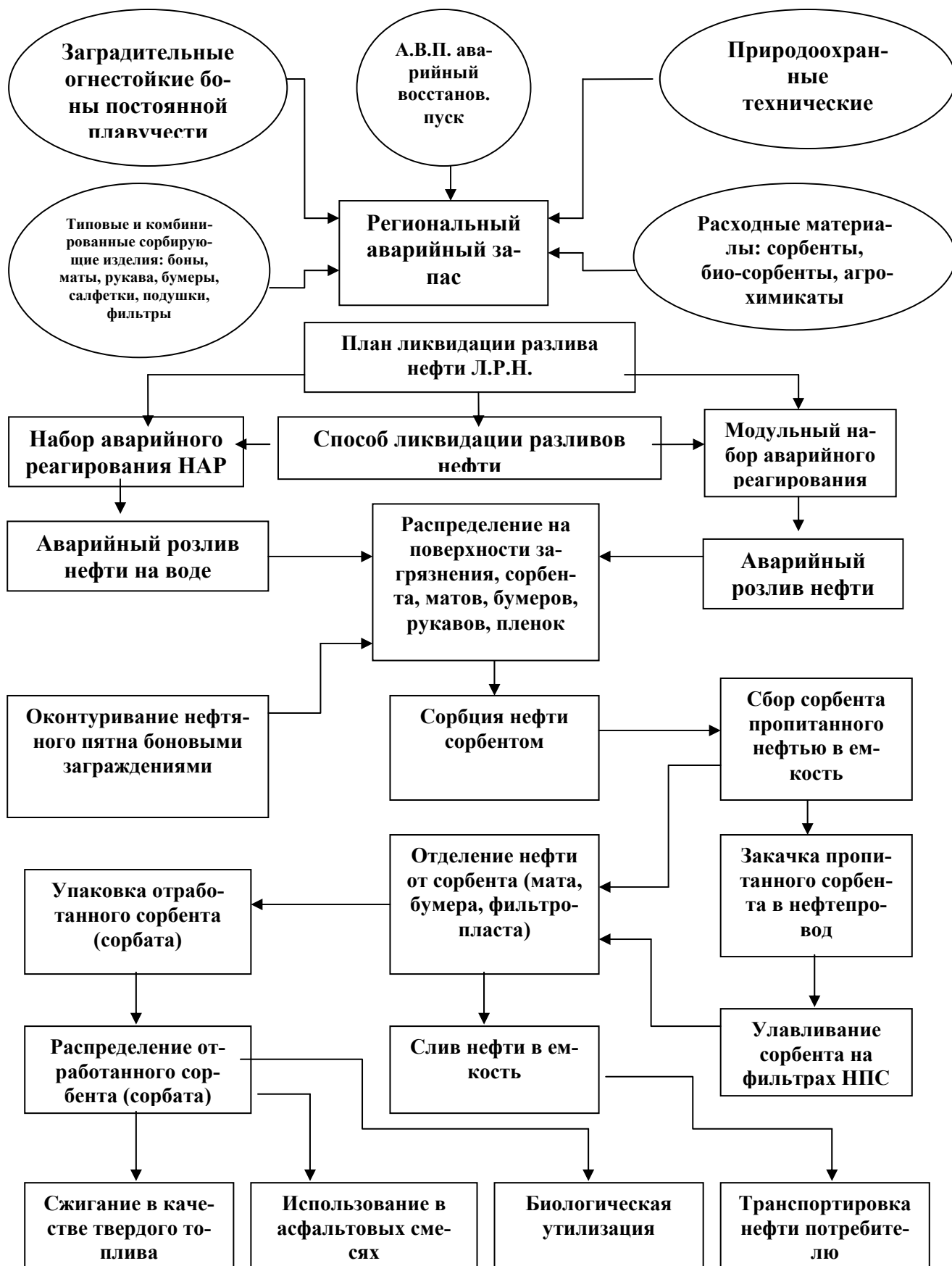
1 – нефтесборщик; 2 – нефтяное загрязнение; 3 – якорь; 4 – ствол пожарной; 5 – мотопомпа; 6 – лебедка; 7 – вакуумная машина; 8 – нефтесборное устройство; 9 – сорбент; 10 – якорь с блоком

На пруд-отстойник устанавливаются нефтесборщики, которые положительно зарекомендовали себя на акватории реки и могут быть доставлены (по массе и габаритам) на полигон с помощью грузоподъемных средств. Габариты пруда-отстойника должны быть не менее 50 x 20 м, глубина – не менее 1,5 м.

Испытание нефтесборщика должно проводиться в комплексе с боновыми заграждениями. Крепление нефтесборщика и боновых заграждений в условиях пруд-

да-отстойника затруднений не представляет из-за отсутствия нагрузок от течения и может быть осуществлено с помощью тросов и временно вбитых в землю анкеров. Длина ветвей боновых заграждений может быть минимальной и состоять из одной секции длиной 10 м. В условиях отсутствия течения нефть к нефтесборщику и нефтесборному устройству рекомендуется направлять с помощью струй воды из брандспойтов.

Технологическая блок-схема сервиса экологических услуг
в области охраны окружающей среды



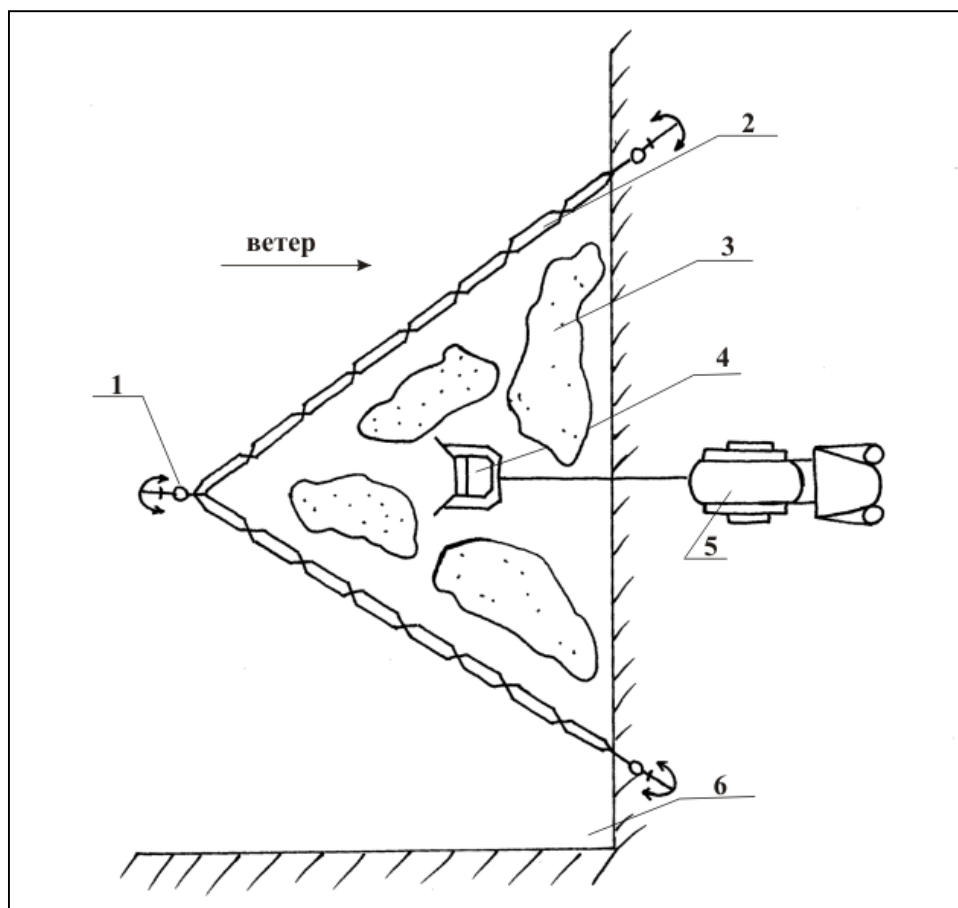


Рис. 6 Схема локализации и сбора нефти на пруде-отстойнике с помощью НСУ и сорбентов

1 – якорь; 2 – боновое заграждение; 3 – нефть; 4 – НСУ; 5 – вакуумная машина; 6 – пруд-отстойник

Нефтесборщик с боновым заграждением устанавливаются в основном русле реки в следующей последовательности:

- завозится якорь с бумом с помощью теплохода или плавкрана.

Координаты положения якоря должны соответствовать расстояниям L_1 и R (см. рис. 1);

- закладывается береговой (правый берег) анкер также на расстоянии L_1 от магистрального нефтепровода;

- монтируется боновое заграждение в две плети длиной 60 м (кратно числу секций) вдоль береговой кромки;

- левая плеть боновое заграждение крепится верхним концом к анкеру через динамометр, нижним концом к левому борту судна-нефтесборщика. Правая ветвь верхним концом крепится временно

к анкеру, нижним концом к правому борту судна-нефтесборщика;

- правая плеть бонового заграждения завозится с помощью теплохода и крепится к бую с якорем;

Боновое заграждение для локализации нефтезагрязнений в прибрежной зоне (см. рис. 2 и 3) завозится в следующей последовательности:

- завозится якорь с бумом с помощью теплохода или плавкрана;

- закладывается береговой анкер;

- монтируется боновое заграждение (1 плеть) длиной 30...40 м вдоль береговой кромки. Нижний конец бонового заграждение крепится к анкеру;

- боновое заграждение за верхний конец завозится и крепится к бую с якорем с помощью теплохода;

– монтируется нефтесборное устройство;

– на берегу монтируется мотопомпа (поливочная или пожарная машина); разворачиваются рукава с брандспойтами;

– для сбора нефти нефтепоглощающими матами к бую и дополнительному анкеру на берегу крепятся отводные блоки;

– запасывается трос в блоки и на лебедку;

– нефтепоглощающие маты крепятся к тросу и с помощью лебедки перемещаются по акватории от берега до буя и обратно.

Формула для расчета потребности в «Униполимере-М»:

$$G = \frac{1,5F \cdot h \cdot 10^{-2} \cdot \rho_1 \cdot K}{N}, \text{ кг}$$

где 1,5 – коэффициент, учитывающий запас сорбента; G – количество сорбента, кг – в единицах объема вычисляются по формуле

$$V_C = \frac{G}{\rho_C},$$

V_C – количество сорбента, м³; ρ_C – насыпная плотность сорбента, кг/м³ (8-19);

F – площадь загрязненного участка, м²;

ρ_1 – плотность нефти, кг/м³; h – глубина проникновения нефти или толщина нефтяной пленки, см; K – коэффициент, учитывающий степень загрязнения воды или грунта, для водной поверхности $K = 1$,

для грунта $K = \frac{g}{100}$;

g – содержание нефти в грунте, %; N – сорбционная емкость сорбента, кг нефти/кг сорбента (50-60 кг/кг).

Объем сорбента, необходимого для ликвидации нефтезагрязнения, рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{сор}} = F_{\text{загр.уч.}} \cdot C_c \cdot G \cdot \rho \cdot h \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \text{ м}^3$$

где $F_{\text{загр.уч.}}$ – площадь участка, загрязненного нефтепродуктами, м²; C_c – сорбционная емкость сорбента, $\Gamma_{\text{нефти}} / \Gamma_{\text{сорбента}}$; ρ – плотность сорбента, кг/м³; G – содержание нефтепродуктов в

грунте, %; h – глубина проникновения нефтепродуктов, см; K_1 – коэффициент, учитывающий четырехразрядную категорию сложности аварий и других факторов, в том числе химический состав нефтепродуктов, их вязкость, влажность, температуру окружающей среды, воды, грунта, количество выпадающих осадков; K_2 – коэффициент, учитывающий форму сорбента (порошкообразный, гранулированный, пластинчатый); K_3 – коэффициент, учитывающий кислотность грунта береговой зоны (рН кислая, нейтральная, щелочная); K_4 – коэффициент, учитывающий ландшафт местности, тип грунта (супесчаные и легкосуглинистые, средние и тяжелосуглинистые почвы береговой зоны); K_5 – коэффициент, учитывающий гранулометрический состав грунта береговой зоны.

Вывод

Предложен метод расчета аварийного запаса сорбирующих материалов и основных параметров инженерных сооружений при ликвидации аварий и их последствий на подводных участках магистрально-промысловых нефтепроводов, учитывающий особенности рельефа местности и природно-климатические условия.

Литература

1. Канализация /А. И. Жуков [и др.]. М., 1969.
2. Тув И. А. Судовые технические средства предотвращения загрязнения водоемов нефтепродуктами. М. : Транспорт, 1976.
3. Григорьев Н. Л. Гидравлика. М., 1958.
4. Гурович А. Н. Судовые устройства. Справочник. М. : Судостроение, 1967.
5. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование : справочник / под ред. В. М. Мелкозерова. Красноярск : . Изд-во Сиб. федер ун-та. 2010 348с.

6. Перспективные материалы, технологии, конструкции, экономика : сб. науч. тр. Красноярск, 2005. С. 23-28.

7. Мелкозеров В. М., Васильев С. И., Вельп А.Я., Крылышкин Р.Н. Эффективная ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов с применением современных технологий и полимерных сорбентов //Системы. Методыю Технологии. 2009. №3(7). С. 115-123.

8. Сорбирующая бона : пат. 2158800 Рос. Федерация. № 99106726 ; заявл. 05.04.98 ; опубл. 31.03. 99, Бюл. № 23. 4 с.

9. Установка для получения вспененных композиций : пат. 2167060 Рос. Фе-

дерация. № 99107173 ; заявл. 05.04.99 ; опубл. 27.02. 01, Бюл. № 6. 4 с.

10. Способ получения сорбентов: пат. 2184608 Рос. Федерация. № 2000133191; заявл. 29.12. 00 ; опубл. 10. 07.02, Бюл. № 19. 4 с.

11. Полимерная композиция для получения сорбентов: пат. 2186075 Рос. Федерация. № 98122601 ; заявл. 15.12. 98 ; опубл. 27.07. 02, Бюл. № 21. 3 с.

12. Безопасность труда в нефтегазовом комплексе : справ. пособие / сост. С. П. Аржанов, С. И. Васильев, Л. Н. Горбунова. Красноярск, 2008. 519 с.

УДК 535.34

T.V. Gubareva

FORECASTING OF FORMATION OF NITRATES IN AN ENVIRONMENT

A physical and chemical transformation surface alkali-halide micro crystal is investigated. Experiments on influence of x-ray radiation on system crystal / air are executed. Formation of firm products of heterogeneous reactions which are identified as nitrates of alkaline metals $MeNO_3$ is established. Experimental data which can optimize parameters of atmospheric heterogeneous reactions with participation alkali-halide aerosol particles are received.

Keywords: alkali-halide crystals, aerosol particles, radioactive an aerosol, x-ray radiations, heterogeneous reactions.

Salt aerosols contain particles of alkali-halide crystals. In a composition of a sea aerosol the particles of sodium chloride prevail. The strips of fundamental uptake of alkali-halides crystals lay in the field of lengths of waves less than 259 nm. Therefore contribution of a sea aerosol at the analysis of optical properties of an atmosphere, as a rule, is not taken into account. However spatial - time variability of the optical performances of an aerosol is not yet enough investigated. Sectional of examinations of hallmarks of an aerosol do not allow full to study dynamics of change of properties of particles. The chemical composition of hallmarks is studied after dissolution. An ionic composition of hallmarks therefore is

analyzed more often only. In a similar situation it is difficult to receive reliable sectional concerning transformation of salt aerosols in requirements of an atmosphere. Are extremely complex and are for the present badly investigated radiochemical, photochemical and chemical reactions, which are responsible for transformation a builder of a salt aerosol.

Together with it the alkali-haloids crystals frequently will utilize as model objects in a solid-state physics. They are known as radiation-sensing crystals. Their properties under influence of ionizing radiations are rather well investigated. Idiosyncrasy of these crystals is the opportunity of making in them of dot flaws termed as centers of color-