

УДК 622.323:614.8:681.5

АВТОНОМНЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ КРУПНОДИСПЕРСНОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

AN AUTONOMOUS SPRAYER OF COARSE-DISPERSED SORBENT FOR USAGE IN OIL AND OIL PRODUCT SPILL RESPONSE

Щепин Павел Алексеевич

Старший преподаватель

E-mail: pp9@mail.ru

Метлушина Диляра Фаизовна

Старший преподаватель

E-mail: dilyara86@bk.ru

Русских Евгений Валерьевич

Старший преподаватель

E-mail: rev3@list.ru

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Pavel Shchepin

Senior Lecturer

E-mail: pp9@mail.ru

Dilyara Metlushina

Senior Lecturer

E-mail: dilyara86@bk.ru

Evgeny Russkikh

Senior Lecturer

E-mail: rev3@list.ru

Udmurt State University

Рассмотрен автономный распылитель крупнодисперсного сорбента для применения при разливах нефти. Приведено краткое описание и принцип работы устройства. Разработанный распылитель имеет положительные перспективы использования при ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также может применяться в других отраслях.

Ключевые слова: автономный распылитель, сорбент, разлив нефти.

An autonomous sprayer of coarse-dispersed sorbent for usage in oil spills is considered. A brief description and operating principle of the device is provided. The developed sprayer has positive prospects for usage in the elimination of emergency oil and oil products spills, and it can also be used in other industries.

Keywords: autonomous sprayer, sorbent, oil spill.

Введение

Функционирование объектов, связанных с переработкой, транспортировкой и хранением нефти и нефтепродуктов часто сопровождается возникновением аварийных ситуаций, приводящих к поступлению в окружающую среду опасного вещества. Разлив нефти приводит к материальным потерям, экологическому ущербу [2]. Тяжесть последствий аварий зависит от объема, химического состава нефти, площади поражения, применяемых очистных мероприятий и оперативности реагирования соответствующих служб организаций.

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов предусматривает выполнение многофункционального комплекса задач, реализацию различных методов и использование технических средств [1]. Ликвидация нефтеразливов производится с применением специальных средств, таких как нефтесборочное оборудование и сорбирующие материалы [4].

Одним из направлений повышения эффективности работ по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов является разработка новых технических устройств, применяемых в работах по нейтрализации негативного воздействия нефти и нефтепродуктов, которые позволят применять широкий спектр существующих видов сорбентов.

Вопрос разработки новых устройств, имеющих хорошие показатели и невысокую себестоимость, является актуальным в связи с всевозрастающей активизацией деятельности по разработке и введению в эксплуатацию новых месторождений на шельфе, строительству объектов нефтегазового комплекса.

Изложение основного материала

В ходе исследования разработан автономный распылитель сорбента (АРС), предназначенный для механизации работ по нанесению сорбента на поверхности (вода, суша), загрязненные нефтью и нефтепродуктами.

При проектировании автономного распылителя были рассмотрены существующие аналоги, определены их преимущества и недостатки, изучены их принцип работы и технические характеристики.

Анализ существующих АРС позволил выявить следующие недостатки в эксплуатации:

- неравномерное нанесение сорбента на поверхность загрязнения, что увеличивает расход сорбента;

- невозможность использования природного тяжелого крупно-дисперсного сорбента (торф, опил) по причине его застревания в устройстве.

При разработке АРС ставились следующие условия:

1) разрабатываемый распылитель должен работать в том числе с крупными дисперсионными материалами, такими как опил, торф (выбор природных сорбентов обусловлен тем, что они обладают такими преимуществами как доступность и невысокая стоимость);

2) нанесение сорбента должно быть равномерным; поток воздуха с распыляемым сорбентом должен быть постоянным, что позволит повысить эффективность применения сорбента.

Для того, чтобы реализовать техническую задачу в устройстве, использован принцип работы воздушного эжектора, который применяется в производстве для перемещения сыпучих грузов.

Принцип работы устройства заключается в том, что сорбент потоками воздуха разносится по местности, где проходит операции по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Аналогичный принцип и на предприятиях, где используют пневмотранспорт.

Разработанное авторами устройство работает следующим образом: загруженный в короб сорбент перемещается потоком воздуха, который создается в воронке эжектора воздуходувкой. Сорбент распыляется на загрязненные нефтью и нефтепродуктами участки. Подачу сорбента и дальность распыления можно регулировать с помощью дроссельной заслонки воздуходувки.

Емкость автономного распылителя изготовлена из металлических листов алюминиевого сплава. Внутри ёмкости встроен эжектор. В нижней части корпуса расположено отверстие для соединения с рукавом воздуходувки.

Эжекционная воронка используется в нагнетательных установках, когда по технологическим условиям нельзя изменять размеры и фракции транспортируемого материала или применять шлюзовые или винтовые питатели [3].

Для каждой конкретной системы пневмотранспорта производится индивидуальный расчет эжекционной воронки. Исходными данными для расчета являются суммарные потери давления в системе $\Sigma \Delta p$ от воронки до конечной точки разгрузки и расход воздуха в сечении равный Q_b .

Схема к расчету эжекционной воронки представлена на рисунке 1.

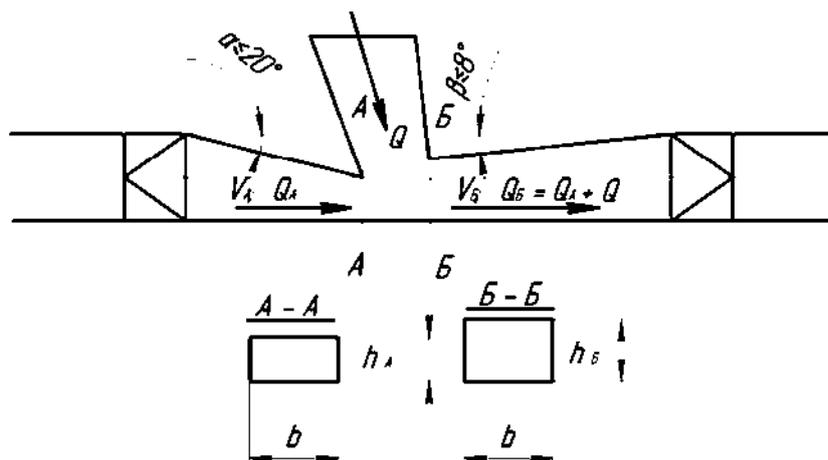


Рис. 1. Схема к расчету эжекционной воронки

Расчет воронки сводится к определению размеров в сечении. Задаются коэффициентом подсоса воздуха через воронку K равным 1,05 – 1,15. Коэффициент полезного действия воронки η изменяется в пределах от 0,8 до 0,7 обратно пропорционально величине подсоса. Определяют полное давление по формуле:

$$H_a = \frac{H_b}{\eta} K, \quad (1)$$

где H_b – полное давление, равное $\Sigma \Delta p$.

Определяют значение скорости, м/с:

$$V_A = \sqrt{\frac{2H_A}{\rho}}, \quad (2)$$

$$V_B = \sqrt{\frac{2H_B}{\rho}}, \quad (3)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Определяют значения высоты воронки в соответствующих сечениях H_a и H_b , м, по формулам:

$$H_A = \frac{Q_A}{V_A b}, \quad (4)$$

$$H_B = \frac{Q_B}{V_B b}. \quad (5)$$

Ширину воронки b рекомендуется принимать в пределах 0,65d-0,85d, а расстояние между сечениями принимается равным от 0,8 до 1,2 b . На практике в конструкции воронок устанавливают шибера, с помощью которых в процессе эксплуатации возможно изменение размеров H_a или H_b . Это позволяет изменять режимы работы эжекционной воронки.

Для разрабатываемого устройства подобраны параметры с высотой воронки 10,9 см.

Распылитель сорбента состоит из емкости, выполненной из алюминия с приспособлением для переноски на спине оператора, воздуходувки и соединительного рукава. Сорбент из ранца-контейнера засасывается по соединительному рукаву в воздуходувку и распыляется на загрязненную поверхность. Производительность (расход) регулируется оборотами двигателя. Схема ранца-контейнера представлена на рисунке 2.

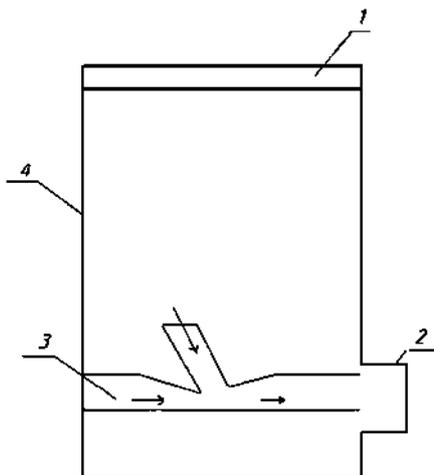


Рис. 2. Схема ранца-контейнера:

1 – крышка короба; 2 – соединение с гибким рукавом для распыления сорбента;
3 – эжекторная воронка; 4 – короб

Результаты апробации разработанного устройства распылителя сорбента показали его эффективность.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Разработанное устройство позволяет использовать различные виды сорбентов, в том числе доступные природные тяжелые крупно-дисперсные (торф, опил), обеспечивает равномерность нанесения сорбента, что снижает его расход, и имеет положительные перспективы использования для организаций, участвующих в ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также применения в других отраслях. Распылитель сорбента представляет собой готовое к работе устройство, но вместе с тем возможны дальнейшие исследования по его применению и совершенствованию.

Библиографический список

1. Аварийные разливы нефти: средства локализации и методы ликвидации [Электронный ресурс] // secuteck.ru : сайт. – Электрон. дан. – [б. м.]. – Режим доступа: http://secuteck.ru/articles2/prom_sec/avariynie_razlivi. – Дата обращения: 20.10.2020. – Загл. с экрана.
2. Воробьев, Ю. Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. – Москва : Ин-октаво, 2005. – 368 с.
3. Кузнецов, В. С. Пневматический транспорт на деревообрабатывающих предприятиях. Внешние пневмотранспортные установки : учеб. пособие / В. С. Кузнецов, С. В. Денисов. – Братск : БрГУ, 2007. – 67 с.
4. Ликвидация аварийных разливов нефти ЛАРН [Электронный ресурс] // neftegaz.ru : сайт. – Электрон. дан. – [б. м.]. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/ekologiya-pozharnaya-bezopasnost-tekhnika-bezopasnosti/141808-likvidatsiya-avariynykh-razlivov-nefti-larn/>. – Дата обращения: 20.10.2020. – Загл. с экрана.