



УДК 556

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Решняк Валерий Иванович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии и экологии. Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. Санкт-Петербург, ул. Двинская 5/7.

Аннотация. В статье предложены основные принципы предупреждения аварийных разливов нефти. Показано, что в основе комплекса превентивных мер лежит анализ уровня экологической опасности технических устройств, обеспечивающих перемещение нефти и являющихся потенциальными источниками разливов, а также анализ причин возможных аварийных разливов как совокупности событий, предшествующих разливу и объединяемых причинно-следственными связями. При этом величина уровня экологической опасности определяется возможным объемом разлитой нефти – суммарным и максимальным за наблюдаемый период, разовым и максимально теоретически возможным.

Ключевые слова: аварийный разлив нефти, превентивные меры, экологическая безопасность, потенциальный источник разлива.

Как известно, загрязнение окружающей среды при аварийных разливах нефти, не смотря на уже накопленный определенный опыт решения этой проблемы, продолжает быть актуальным и в наше время [1], [2]. Как показывает анализ проблемы, этот опыт в основном распространен в сфере ликвидации аварийных разливов – производство технических средств и разработка технологий осуществления этих операций [3]. К таким техническим средствам относятся, прежде всего, боновые ограждения и нефтесборщики очень разнообразной конструкции. Первые предназначены для локализации пятна разлива. Вторые для его удаления с поверхности воды. На современном мировом рынке имеется достаточное множество конструкций этих технических средств, которые могут обеспечить их использование в самых разных условиях [3], [4]. Например, нефтесборные устройства, так называемого щеточного типа, представлены в виде съемных и стационарных судовых конструкций с ленточной щеткой, а также в виде переносных с дисковыми щетками.

В то же время развитие только этого направления не решает в полном объеме исследуемой проблемы. Даже при самой эффективной ликвидации пятна разлива нефти в окружающей среде некоторое ее количество все равно остается.

Более эффективным направлением решения проблемы защиты окружающей среды от ее загрязнения при аварийных разливах нефти является предупреждение возникновения случаев аварийных разливов, то есть превентивная защита [5], [6].

Целью превентивной защиты является разработка и реализация комплекса защитных мер, направленных на предотвращение возникновения разливов нефти.

Эффективность превентивных мер обеспечивается некоторыми условиями. Одним из основных является адресный характер этих мер. При этом объектом адресности являются технические устройства, которые используются для перемещения нефти и тем самым являются потенциальными источниками аварийных разливов. Однако, уровень опасности разлива нефти в силу разной конструкции упомянутых тех технических устройств, условий перемещения нефти (количества перекачиваемой нефти в единицу времени, давления, вида нефти, температуры), а также условий в окружающей среде, будет разным для этих устройств. Поэтому еще одним условием, которое должно обеспечивать эффективность защитных мер, является установление наиболее потенциально опасных технических устройств, на которые собственно и должны быть направлены защитные меры.

Установление наиболее потенциально опасных технических устройств, являющихся возможными источниками аварийных разливов, затруднено вероятностным характером как наступления события «аварийный разлив» в целом, так и его характеристиками, прежде всего, источником этого события и количеством нефти, которое при этом может поступить в окружающую среду. Поэтому установление потенциально опасных технических устройств носит характер предположения, точность которого определяется разными факторами, в том числе, источником информации о возможных аварийных разливах и ее содержанием [7].

Наиболее точный результат может быть получен при наличии и анализе информации об аварийных разливах, которые имели место на исследуемом объекте или на подобных в прошлом. Прежде всего, такая информация содержит сведения о количестве разлитой нефти, а также о технических характеристиках устройств обеспечивающих перемещение нефти и условиях их работы. Данное утверждение вытекает из предположения, что с большой вероятностью события, случившиеся в прошлом, повторятся в будущем. Конечно при условии, что с рассматриваемым объектом никаких изменений не происходило.

При отсутствии такой информации возможные сценарии возникновения аварийного разлива могут быть получены методом экспертных оценок. Такой метод также характеризуется своими достоинствами и недостатками. Основной трудностью реализации метода является обеспечение достаточного количества экспертов, которое, в конечном счете, определяет точность разрабатываемых прогнозов.

В целом формирование комплекса превентивных мер начинается с установления перечня технологических линий, по которым перемещаются нефтепродукты в границах исследуемого объекта, например, нефтяного терминала, и технических устройств, обеспечивающих это перемещение (см. рис.2).

Следующим шагом является определение уровня экологической опасности используемых технических устройств. Уровень опасности определяется количеством разлитых нефтепродуктов из тех устройств, где имели место разливы. Для таких источников учитывается количество нефти Q_i в каждом разливе, общее количество разлитой нефти Q_{Σ} за исследуемый период времени, максимальное $Q_{i\max}$ в совокупности разовых разливов, а также теоретически возможное количество нефти $Q_{\text{теор}}$, которое может быть при разливе. Упомянутые данные учитываются при расчете коэффициентов экологической безопасности K_i , каждый из которых представляет собой отношение указанных количеств к количеству нефти Q , которое перемещается за исследуемый период на рассматриваемом объекте, то есть

$$K_1 = \frac{Q_i}{Q}, \quad K_2 = \frac{Q_{\Sigma}}{Q}, \quad K_3 = \frac{Q_{\max}}{Q}, \quad K_4 = \frac{Q_{\text{теор}}}{Q}.$$

Общий коэффициент экологической безопасности для рассматриваемого источника возможного разлива нефти определяется как произведение указанных выше коэффициентов, то есть

$$K = K_1 K_2 K_3 K_4.$$

Наиболее потенциально опасные источники будут характеризоваться большими значениями коэффициента К.



Рис.2. Последовательность формирования превентивных защитных мер.

Анализ перечня действий, представленных на рис. 2, показывает, что в этой общей последовательности можно выделить следующие основные этапы:

- установление адресата превентивных мер на основании определения потенциального уровня экологической опасности возможных источников аварийного разлива;
- анализ причин аварийного разлива;
- формирование содержания превентивных защитных мер.

Одновременно по своему содержанию превентивные меры должны обеспечивать предотвращение причин, которые привели к аварийному разливу. Чаще всего, когда говорят о причинах аварийного разлива, имеют в виду, так называемую, непосредственную причину (см. рис.3).

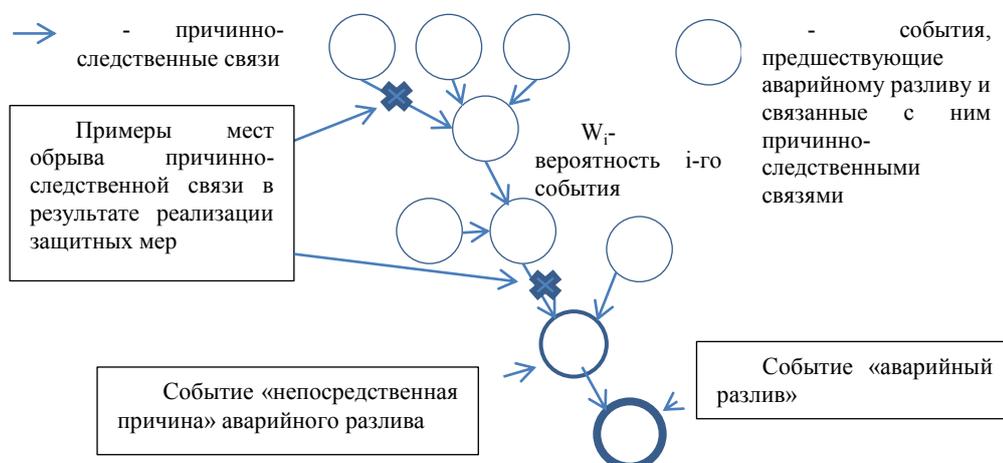


Рис.3. Цепь событий, предшествующих аварийному разливу нефти.

Однако, только установление этой причины, как правило, еще не позволяет в будущем исключить аварийные разливы. Для этого необходимо знать события, которые предшествовали разливу и событию, которое называют непосредственной причиной. В цепи таких событий каждое из них является причиной по отношению к последующему во времени событию. То есть причинами аварийного разлива является совокупность событий, которые характеризуются наличием причинно-следственных связей и которые предшествовали аварийному разливу. Роль отдельных событий может быть разной. Поэтому еще одним условием, направленным на обеспечение эффективности защитных мер является, во-первых, установление в наиболее полной мере совокупности указанных событий, а, во-вторых – определение событий, относительно которых применение защитных мер обеспечит наиболее высокий эффект, который заключается в предотвращении аварийного разлива или значительном снижении его вероятности. Сказанное достигается обрывом причинно-следственных связей путем реализации защитных мер (см. рис.3).

Таким образом, показано, что основными действиями при формировании комплекса превентивных защитных мер являются установление наиболее потенциально опасных и источников аварийного разлива, которыми являются технические устройства, обеспечивающие перемещение нефти на исследуемом объекте, а также установление и анализ причин аварийных разливов. Анализ причин предполагает не только определение событий, которые объединены причинно-следственными связями и которые предшествовали аварийному разливу, но и оценку возможности оказывать влияние на эти события с целью исключить наступление события «аварийный разлив» или снизить его вероятность. Действия, которые обеспечивают сказанное выше, представляют собой содержание превентивных мер.

Список литературы:

1. Этин В.Л., Чебан Е.Ю., Иванов В.М., Васькин С.В., Лукина Е.А., Сосенков Ф.С., Организация борьбы с разливами нефти на внутренних водных путях, Нижний Новгород Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ» 2015, 284 стр.
2. Альхименко А. И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними / А. И. Альхименко. — СПб.: ОМПресс, 2005.— 237 с.
3. Решняк В.И., Опыт организации и использования технических средств для ликвидации аварийных разливов нефти, Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С. 287-299.
4. Руководство по ликвидации аварийных разливов нефти на морях, озерах и реках. ЦНИИМФ, СПб. – 2002. – 344 стр.
5. V.I. Reshnyak, K.A. Kazmin, Environmental risks of accidental pollution during oil spills at water transport. E3S Web of Conferences, Vol. 110, 02084 (2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911002084>.
6. Решняк В.И., Решняк К.В., Морозова Е.М. Основные принципы защиты окружающей среды от аварийного загрязнения при разливах нефти. Сборник научных статей национальной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова», т.3. 2019 . СПб. стр.90-97.
7. V.I. Reshnyak, O.L.Domnina, A.E.Plastinin. Evaluation environmental hazards of potential sources of accidental spills. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Energy & Environmental Science, вып. 867. 2021 г.

OIL SPILL PREVENTION

Valery I. Reshnyak

Annotation. The article proposes the basic principles for the prevention of accidental oil spills. It is shown that the complex of preventive measures is based on the analysis of the level of

environmental hazard of technical devices that ensure the movement of oil and are potential sources of spills, as well as the analysis of the causes of possible emergency spills as a set of events preceding the spill and united by cause-and-effect relationships. At the same time, the magnitude of the level of environmental hazard is determined by the possible volume of spilled oil - the total and maximum for the observed period, one-time and the maximum theoretically possible.

Key words: emergency oil spill, preventive measures, environmental safety, potential spill source.