

13. Pechnikov A.N., Hekert E.V. Ergonomicheskij podhod k ocenivaniyu deyatelnosti sudovyh specialistov: sut' problemy i podhod k ee resheniyu// Morskije intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 2. S. 26.

14. Studenikin D.E., Khekert E.V., Modina M.A. Estimation of vessel's movement with the aid of fuzzy logic based hierarchy systems (in english)//Morskije intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 1-1 (39). S. 205-208.

УДК 504.06

DOI: 10.34046/aumsuomt97/13

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

В.И. Решняк, доктор технических наук, профессор

Настоящая статья посвящена проблеме защиты окружающей среды от аварийного загрязнения окружающей среды при разливах нефти. Защита от такого вида загрязнения обеспечивается комплексом организационных мероприятий и технических средств, которые направлены на предотвращение возникновения аварийного разлива, прекращение поступления нефти в окружающую среду, ликвидацию разлива и ликвидацию его последствий. В статье изложены принципы оценки уровня экологической опасности источников возможных аварийных разливов. Предложены критерии такой оценки.

Ключевые слова: аварийный разлив нефти, уровень экологической опасности, превентивная защита.

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL HAZARD OF SOURCES OF EMERGENCY OIL SPILLS

V. I. Reshnyak

This article is devoted to the problem of protecting the environment from accidental pollution of the environment during oil spills. Protection against this type of pollution is provided by a set of organizational measures and technical means that are aimed at preventing the occurrence of an emergency spill, stopping the flow of oil into the environment, eliminating the spill and eliminating its consequences. The article describes the principles of assessing the level of environmental hazard of sources of possible accidental spills. The criteria for such an assessment are proposed.

Keywords: emergency oil spill, the level of environmental hazards, the preventive protection.

Введение. Как было установлено автором работ [1,2] характер поступления загрязнений в окружающую среду может быть разным – в виде, так называемых, эксплуатационного и аварийного загрязнения. В первом случае загрязнение окружающей среды неизбежно сопровождает процесс эксплуатации любого техногенного объекта, находящегося в нормальном состоянии, то есть, когда параметры, которые характеризуют это состояние, находятся в допустимых пределах. Вдругом – загрязнение может происходить в результате возникающей аварийной ситуации, то есть когда некоторый техногенный объект мгновенно выходит из своего нормального эксплуатационного состояния. Одними из наиболее распространенных случаев аварийного загрязнения на водном транспорте являются разливы нефти и нефтепродуктов при их перегрузке, перевозке и хранении.

Нефть и нефтепродукты являются одним из основных видов груза, который перевозится водным транспортом [3,4]. В целом процесс перемещения нефтепродуктов характеризуется большим количеством операций и включает в себя их временное хранение и перегрузку в портах, а также транспортировку (перевозку) судами. Кроме того, в нефтепортах и других подобных

объектах осуществляются, так называемые технологические перекачки нефти или нефтепродуктов. Большое количество операций повышает уровень экологической опасности процесса перемещения нефти или нефтепродуктов. Опыт перевозки нефти и нефтепродуктов на внутренних водных путях, как и на море, указывает на высокий уровень этой опасности. Особенно в случае аварийных разливов нефти или нефтепродуктов.

Аварийные разливы нефти наносят большой экологический ущерб водным ресурсам. Кроме того, такие случаи характеризуются материальными потерями, связанными с утратой части товарного продукта – нефти или нефтепродуктов. Поэтому проблема предотвращения аварийных разливов продолжает быть актуальной [5, 6].

К настоящему времени уже накоплен некоторый опыт решения проблемы предотвращения аварийного загрязнения при разливах нефти. В основном этот опыт находится в области ликвидации аварийных разливов нефти [7].

В то же время анализ исследуемой проблемы показывает, что ее решение не должно ограничиваться только применением мер, направленных на ликвидацию разливов нефти [1, 7, 8]. В работе [1] сформулированы основные направления защиты окружающей среды от загрязнения

при аварийных разливах нефти, к которым кроме активной защиты, направленной на ликвидацию аварийных разливов и их последствий, относится и превентивная защита, которая направлена на предотвращение возникновения аварийных разливов нефти или нефтепродуктов.

Основной текст. Превентивная защита представляет собой комплекс защитных мер в виде организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение возможных аварийных разливов, которые могут произойти в будущем.

Формирование комплекса защитных мер и их реализация на практике представляет собой некоторую последовательность обоснованных действий, подчиненных определенной логике и основывается на следующих начальных положениях.

Превентивные защитные меры как комплекс организационных мероприятий и технических средств обеспечивают регулирование экологического состояния технических средств или сооружений, с помощью которых осуществляется перемещение нефти или нефтепродуктов, например, на таких объектах, как порты, перегрузочные комплексы, бункербазы, суда. Эти технические устройства или сооружения являются потенци-

альными источниками аварийных разливов, которые могут происходить тогда, когда эти устройства или сооружения в некоторый момент времени переходят в аварийное состояние, например, разрушаются.

Упомянутые выше технические устройства и сооружения, являясь возможными источниками аварийных разливов, представляют собой объекты определенного типа, которые характеризуются такими факторами, как особенности конструкции, а также условия их эксплуатации. Эти факторы определяют уровень экологической опасности потенциальных источников аварийных разливов (см. рис. 1), а также степень необходимости применения и содержание защитных мер.

Учитывая индивидуальный характер особенностей конструкции и условий эксплуатации, экологическое состояние каждого из потенциальных источников аварийного разлива будет характеризоваться своим уровнем опасности аварийного разлива нефти, а это означает, что защитные меры должны быть, прежде всего, направлены на объекты с наибольшим уровнем экологической опасности. А отсюда и другой вывод – регулирующие воздействия в виде осуществления определенных защитных мер должны носить направленный (адресный) характер.

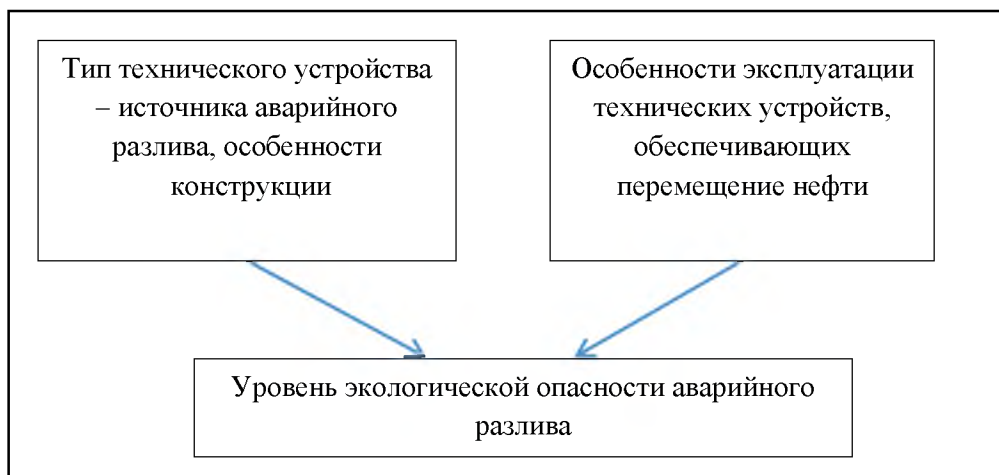


Рисунок 1 – Факторы, определяющие уровень экологической опасности аварийного разлива

Поэтому исследование технических устройств или сооружений, являющихся потенциальными источниками аварийных разливов, включает в себя следующие основные этапы: а) установление наиболее экологически потенциально опасных объектов; б) исследование каждого из установленных наиболее потенциально опасных объектов.

Из сказанного выше вытекает, что первоначальной задачей превентивной защиты является

анализ уровня экологической опасности технических устройств и сооружений, которые, как было сказано выше, применяются для перемещения нефти или нефтепродуктов и являются потенциальными источниками аварийных разливов.

Уровень экологической опасности, прежде всего, характеризуется ущербом окружающей среде, который может быть нанесен при аварийном разливе нефти. В области защиты окружающей среды при аварийных разливах нефти такой

ущерб целесообразно оценивать по количеству нефти, которое может оказаться в окружающей среде в будущем или уже оказывалось ранее.

Установление наиболее экологически опасных источников возможных аварийных разливов осуществляется по результатам сравнительной оценки уровня их экологической опасности. Такая оценка может основываться: а) на информации об аварийных разливах, которые имели место в прошлом, а также б) из предположений о возможных разливах в будущем. Такие предположения могут быть сформированы, например, по результатам экспертной оценки рисков как меры аварийного загрязнения окружающей среды [9, 10, 11, 12].

При использовании информации о произошедших аварийных разливах объективную оценку уровня экологической опасности позволяет получить совместный учет различных параметров, каждый из которых характеризует определенные стороны ущерба аварийного загрязнения.

Комплексную оценку уровня экологической опасности j -го исследуемого потенциального источника аварийного разлива можно получить с помощью параметра K_j , рассчитываемого по формуле

$$K_j = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5.$$

Параметры K_1, K_2, K_3, K_4 и K_5 одновременно каждый со своей стороны характеризуют уровень экологической опасности исследуемых источников аварийных разливов.

Параметр K_1 показывает какую долю объем всех разливов в j -ом источнике занимает в общем объеме всех разливов, которые имели место на исследуемом объекте (см. рис. 000). Вычисляется K_1 по формуле

$$K_1 = \frac{(W_\Sigma)j}{W_\Sigma},$$

где W_Σ – общий объем разливов на исследуемом объекте, например, на перегрузочном комплексе.

Параметр K_2 характеризует величину $(W_{\max})_j$ максимального из разовых i -ых разливов в j -ом источнике относительно общего объема разливов W_Σ и вычисляется по формуле

$$K_2 = \frac{(W_{i\max})j}{W_\Sigma}.$$

Параметр K_3 характеризует величину $(W_{\max})_j$ теоретического максимально возможного разлива в j -ом источнике относительно общего объема разливов W_Σ и вычисляется по формуле

$$K_3 = \frac{(W_{\max})j}{W_\Sigma}$$

При этом необходимо различать два разных параметра: $(W_{i\max})_j$ – максимальный объем разового i -го разлива, то есть одного из наблюдаемых в j -ом источнике за исследуемый отрезок времени, и $(W_{\max})_j$ – теоретический максимально возможный объем разлива из j -го источника (см. рис. 2). Максимальный объем $(W_{i\max})_j$ разового i -го разлива не превышает теоретически возможного $(W_{\max})_j$, то есть всегда сохраняется условие

$$(W_{i\max})_j \leq (W_{\max})_j.$$

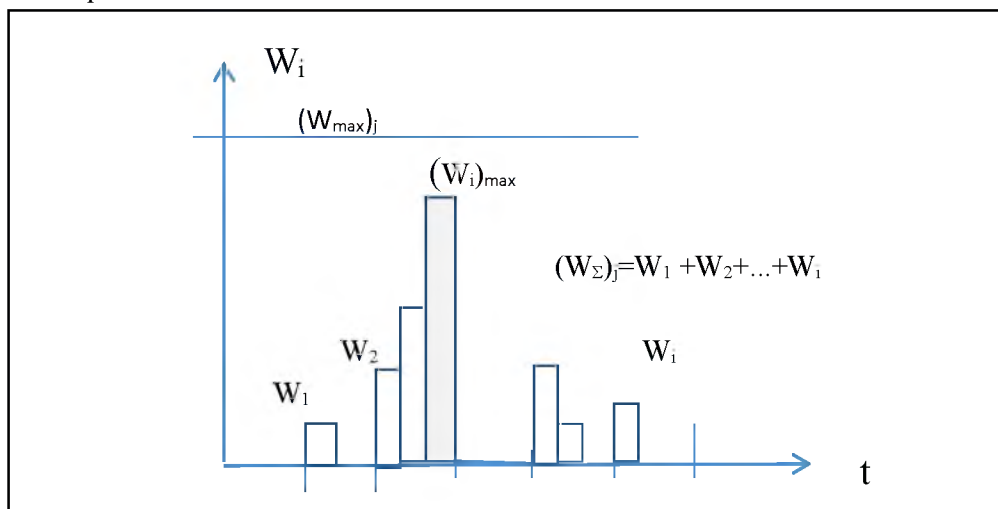


Рисунок 2 – Данные о разливах, имевших место в j -ом источнике

Определенную характеристику j -ому источнику аварийных разливов дают параметры K_4 и K_5 .

Параметр K_4 представляет собой отношение общего количества нефти $(W_\Sigma)_j$, разлитой из j -го источника за время наблюдений, к количеству

перекаченной (перемещенной) за это же время через этот источник нефти Q_j

$$K_4 = \frac{(W_\Sigma)j}{Q_j}.$$

Параметр K_5 представляет отношение общего количества нефти $(W_\Sigma)_j$, разлитой из j -го ис-

точника, к количеству нефти, перемещенной исследуемым объектом Q_{Σ} за тот же период наблюдений

$$K_5 = \frac{(W_{\Sigma})_j}{Q_{\Sigma}}$$

Сравнение значений параметра K_j , рассчитанных для каждого j -го технического устройства или сооружения как потенциальных источников аварийных разливов, позволяет определить наиболее экологически опасные.

При отсутствии информации о разливах, которые имели место в прошлом, уровень экологической опасности каждого j -ого потенциального источника можно установить по величине риска R_j , которая определяется как произведение вероятности (P_j) аварийных разливов на возможное количество разлитой нефти W_j [Туркин, Решняк]

$$R_j = W_j P_j.$$

где W_j – прогнозируемое количество разлитой нефти при аварийных разливах;

P_j – вероятность аварийных разливов.

Данные, необходимые для определения рисков могут быть получены методом расчета или экспертных оценок.

За прогнозируемое значение количества разлитой нефти может быть принято значение теоретического максимально возможного количества нефти $(W_{\max})_j$, которое может поступить в окружающую среду от рассматриваемого источника при разовом аварийном разливе и которое во многих случаях может быть получено расчетом.

В целом прогнозируемое количество $(W_i)_j$ разлитой нефти из j -го источника разлива может быть любым в диапазоне от некоторого минимального W_{\min} до теоретического максимально возможного $(W_{\max})_j$.

Каждое возможное значение $(W_i)_j$ для разового i -го разлива будет характеризоваться своим значением вероятности $(P_i)_j$.

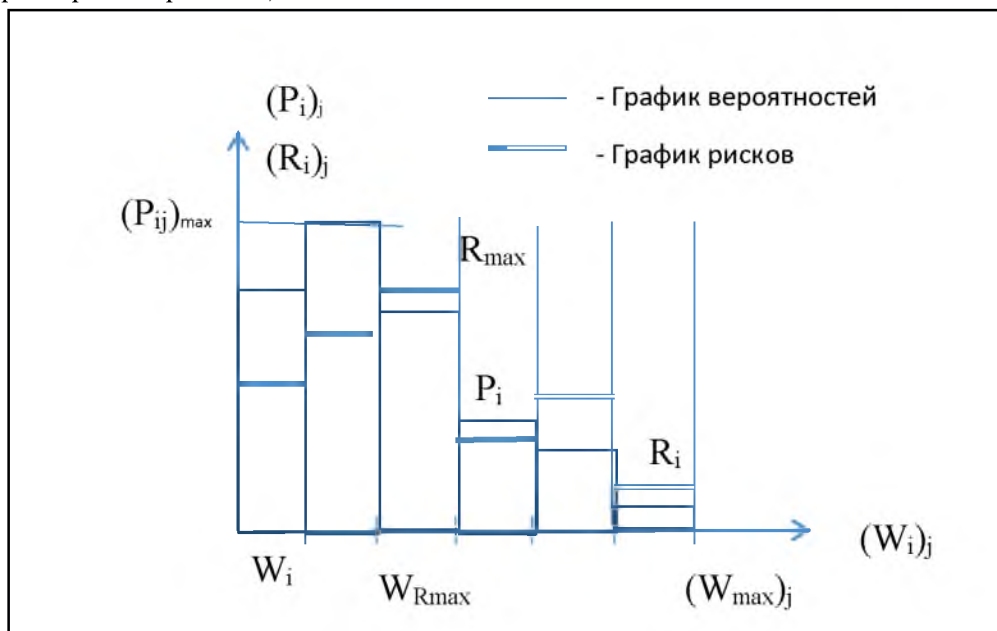


Рисунок 3

Полученная, например, методом экспертной оценки информация о вероятности P_i разлива, определенного объема W_i (см. рис. 3) позволяет рассчитать значения рисков R_i для каждого такого i -го разлива. При этом максимальные риски R_{\max} необязательно будут наблюдаться при максимальных разливах. Информация, которая при этом появляется в распоряжении исследователей, позволяет оценить уровень экологической опасности исследуемых потенциальных источников аварийных разливов с помощью параметра

$$K_j = K_6 K_7 K_8.$$

Этот параметр дает обобщенную оценку уровня экологической опасности. При этом, входящие в состав параметры K_6 , K_7 и K_8 характеризуют исследуемый источник возможного разлива следующим образом.

Параметр K_6 характеризует долю теоретического максимально возможного количества нефти, которое может попасть в окружающую среду из рассматриваемого источника в общем (от всех потенциальных источников) теоретически возможном количестве $\Sigma(W_{\max})_j$ нефти, которое

может попасть в окружающую среду при аварийном разливе на исследуемом объекте (например, на перегрузочном терминале)

$$K_6 = \frac{(W_{max})_j}{\Sigma(W_{max})_j}.$$

Параметр K_7 характеризует долю разлитого объема нефти, которому соответствует максимальные риски разлива, в общем количестве $\Sigma(W_{max})_j$ на исследуемом объекте

$$K_7 = \frac{WR_{max}}{\Sigma(W_{max})_j}.$$

Параметр K_8 характеризует долю максимального разового разлива $(W_i)_{max}$ (см. рис. 1) в общем количестве $\Sigma(W_{max})_j$ на исследуемом объекте

$$K_8 = \frac{(W_i)_{max}}{\Sigma(W_{max})_j}.$$

Параметры K_6, K_7, K_8 могут быть определены и относительно количества Q_{Σ} нефти, перемещаемой на исследуемом объекте (например, на перегрузочном терминале).

Определение уровня экологической опасности выполняется в рамках организационных мероприятий по превентивной защите окружающей среды от аварийных разливов нефти. Установление наиболее опасных источников возможных аварийных разливов позволяет сделать следующий шаг в алгоритме формирования комплекса защитных мер – исследование каждого из таких потенциально опасных источников.

Выводы. Таким образом, в настоящей статье предложена методика оценки уровня экологической опасности потенциальных источников аварийных разливов, которыми являются технические устройства и сооружения, обеспечивающие перемещение нефти на таких объектах, как порты, перегрузочные терминалы, бункербазы. Определение уровня экологической опасности позволяет из всей совокупности источников возможных разливов выделить наиболее опасные, на которые и должны быть направлены защитные меры, чем обеспечивается один из принципов формирования комплекса защитных мер – их адресность. Методика включает в себя оценку уровня экологической опасности, когда исходной информацией являются данные об аварийных разливах, имевших место в прошлом, а также когда такие сведения отсутствуют. В первом случае результаты оценки будут наиболее объективными, так как основаны на реальных фактах. Во втором случае объективность такой оценки во многом будет зависеть от объективности результатов экспертной оценки, который в свою очередь определяется таким факторами, как организация такой оценки, опыт и уровень профессиональных знаний экспертов.

Литература

1. Решняк В.И., Система управления экологической безопасностью при эксплуатации судов на внутренних водных путях: монография.– СПб.: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2017.– 140 стр.
2. Решняк В.И., Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок: монография.– СПб.: СПбГУВК, 2011. — 207 с.
3. 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: ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015.– 284 с.
4. Альхименко, А. И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними / А. И. Альхименко. — СПб.: ОМПресс, 2005.— 237 с.
5. Курников, А. С. Концепция повышения экологической безопасности судна / А. С. Курников. — Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2002. — 80 с.
6. Пластинин А.Е., Научные основы прогнозирования и анализа экологических последствий разливов нефти на внутренних водных путях: дис. ... доктора. техн. наук.– Нижн. Новгород, 2016.
7. Решняк В.И., Опыт организации и использования технических средств для ликвидации аварийных разливов нефти / В. И. Решняк // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 2. — С.
8. Решняк В.И., Юзвяк З., Щуров А.Г., Регулирование эксплуатационного и аварийного загрязнения окружающей среды на объектах водного транспорта// Журнал университета водных коммуникаций.– 2013.– №17.– С. 85-90.
9. Туркин В.А. Экологическая безопасность и ее мера - риск: аспекты теории и практики / В.А. Туркин, Н.Н. Чура// Безопасность в техно-сфере.– 2007.– № 2.– С. 11-16.
10. Домнина О.Л., Захаров В.Н., Отделкин Н.С., Пластинин А.Е. Оценка экологического риска транспортных происшествий на водных объектах// Морские интеллектуальные технологии.– 2018.– № 4(42).– Т.2. –С. 79-86.
11. Тихомиров Н.П., Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: учебное пособие.– М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 350 с.
12. Kozar Ł. Zarządzanie ryzykiem środowiskowym w przedsiębiorstwie jako kierunek wspierania budowy zielonej gospodarki, Research Papers of

the Wroclaw University of Economics / Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wroclawiu . 2017, Issue 470, p62-74.

REFERENCES

1. Reshnyak V.I., Sistema upravleniya ekologicheskoy bezopasnost'yu pri eksploatacii sudov na vnutrennih vodnyh putyakh, monografiya, SPb, Izd-vo GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2017, 140 str.
2. Reshnyak V.I., Predotvrashchenie zagryazneniya vodoemov neftesoderzhashchej podslanevoj vodoj pri eksploatacii sudov i sudovyh energeticheskikh ustanovok, monografiya, SPb, SPbGUVK, 2011. — 207 s.
3. Etin V.L., CHEban E.YU., Ivanov V.M., Vas'kin S.V., Lukina E.A., Sosonkov F.S., Organizaciya bor'by s razlivami nefli na vnutrennih vodnyh putyakh, Nizhnij Novgorod Izdatel'stvo FGBOU VO «VGUVT» 2015, 284 str.
4. Al'himenko, A. I. Avarijnye razlivy nefli v more i bor'ba s nimi / A. I. Al'himenko. — SPb.: OM-Press, 2005.— 237 s.
5. Kurnikov, A. S. Konceptiya povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti sudna / A. S. Kurnikov. — N. Novgorod: Izd-vo VGAVT, 2002. — 80 s.
6. Plastinin A.E., Nauchnye osnovy prognozirovaniya m analiza ekologicheskikh posledstvij razlivov nefli na vnutrennih vodnyh putyakh, dis. ... doktora. tekhn. nauk., Nizhn. Novgorod, 2016 g.
7. Reshnyak V.I., Opyt organizacii i ispol'zovaniya tekhnicheskikh sredstv dlya likvidacii avarijnykh razlivov nefli / V. I. Reshnyak // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. — 2018. — T. 10. — № 2. — S.
8. Reshnyak V.I., YUzvyak Z., SHCHurov A.G., Regulirovanie eksploatacionnogo i avarijnogo zagryazneniya okruzhayushchej sredy na ob"ektah vodnogo transporta, ZHurnal uni-versiteta vodnyh kom-munikacij, №17, 2013 g. S. 85-90.
9. Turkin V.A. Ekologicheskaya bezopasnost' i ee mera - risk: aspekty teorii i praktiki / Turkin V.A., CHura N.N., zh-l Bezopasnost' v tekhnosfere, 2007, № 2. S. 11-16.
10. Domnina O.L., Zaharov V.N., Otdelkin N.S., Plastinin A.E. Ocenka ekologicheskogo riska transportnykh proisshestvij na vodnyh ob"ektah// Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 4(42). T.2. S. 79-86.
11. Tihomirov N.P., Metody analiza i upravleniya ekologo-ekonomicheskimi riskami, Uchebnoe posobie. M.: YUNITI-DANA, 2003. - 350 s.
12. Kozar L. Zarządzanie ryzykiem środowiskowym w przedsiębiorstwie jako kierunek wspierania budowy zielonej gospodarki , Research Papers of the Wroclaw University of Economics / Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wroclawiu . 2017, Issue 470, p62-74.

УДК 621.436

DOI: 10.34046/aumsuomt97/14

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВОГО МАЛОБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ

А. Ю. Самойленко, доктор технических наук, доцент

Для выяснения причин аварий - задигов цилиндро-поршневой группы судового дизеля 8RND90, была разработана и установлена на главный двигатель т/х "Маршал Говоров" полномасштабная система централизованного контроля (СЦКТ) температуры, контролирующая температуры поршней всех 8 цилиндров двигателя. Датчики температуры были подключены к расположенному на поршне электронному подвижному блоку. При подходе к нижней мертвой точке подвижный блок вступал во взаимодействие с расположенным в подпоршневом пространстве неподвижным блоком. При этом бесконтактным способом информационный сигнал передавался к неподвижному блоку, а питание подавалось на подвижный блок.

Использование СЦКТ в период опытной эксплуатации позволило установить непосредственную причину задигов цилиндро-поршневой группы – мощный прорыв газов из камеры сгорания через совмещенные замки поршневых колец. Опыт применения СЦКТ показал высокую информативность контроля теплового состояния поршней двигателя, возможность предотвращения с его помощью аварий цилиндрико-поршневой группы, диагностирования технического состояния поршней, поршневых колец и втулок цилиндров. Опытный экземпляр СЦКТ в течение нескольких лет эксплуатировался на двигателе, при этом наработка ряда блоков СЦКТ составила десятки тысяч часов.

Параллельно с контролем температур поршней была реализована система мониторинга температуры крейцкопфных подшипников одного из цилиндров. Испытания показали ее работоспособность и высокую надежность.

Успешные результаты испытаний средств температурного контроля подвижных узлов дизеля позволили задолго до появления иностранных аналогов обосновать необходимость и сформулировать требования к техническому составу комплексной системы оценки технического состояния судового малооборотного дизеля.