

- увеличение значения собственной частоты колебаний механической системы «рулевое колесо на рулевой колонке», например, за счет снижения массы рулевого колеса;
- уменьшение значения паспортных номинальных оборотов холостого хода двигателя (обеспечение низкого значения частоты вынужденных колебаний, возбуждающих механическую колебательную систему «рулевое колесо на рулевой колонке»);
- применение конструкций динамических виброгасителей, интегрированных в конструкцию рулевого управления автомобиля, для настроенного подавления резонансных колебаний рулевого колеса, которое может, в конечном итоге, оказаться наиболее легко технически реализуемым и экономически оправданным приемом, не требующим радикального изменения конструкции составных элементов колебательной механической системы.

УДК 622.692.4+519.872

Р. Л. Фоминых, кандидат технических наук, доцент;
Е. В. Решетников, кандидат технических наук, доцент;
В. В. Перевозчиков, студент
Ижевский государственный технический университет,
Воткинский филиал

МЕНЕДЖМЕНТ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

В статье представлены тезисы разработанной методики оценки и мониторинга надежности объектов системы промысловых нефтепроводов и ожидаемые результаты от ее использования. Представляемая методика позволяет снизить затраты на обслуживание объектов системы промысловых нефтепроводов за счет обоснованного подхода к формированию титула капитального ремонта, количества обслуживающего персонала и технических средств.

География нефтегазоносных районов России продолжает расширяться. Развиваются крупные проекты по поиску и разработке нефтяных месторождений в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в районах Крайнего Севера, планируется новая система транспортировки нефти и газа на Кавказе, Камчатке, в Северо-Западном регионе и в Охотском море. Намечена активизация работ по разведке нефти и газа на шельфе дальневосточной и арктической части России. Это означает, что через несколько лет значительно увеличится площадь экологически неблагоприятных территорий.

Нефтегазодобыча сопровождается наличием широкого спектра рисков, одним из которых является транспортировка нефти. Одним из самых распространенных методов транспортировки нефти является использование нефтепроводов.

Эксплуатация нефтепроводных систем представляет опасность техногенного характера для человека и окружающей среды. Опасности при штатной эксплуатации нефтепроводных систем в основном обусловлены выбросами в атмосферный воздух низкомолекулярных углеводородов из резервуарных парков, а при возник-

новении аварии, как правило, отмечается максимальный единовременный ущерб, связанный с причинением вреда окружающей среде и здоровью человека [1].

Последние несколько лет показали, что количество серьезных аварий в системе нефтегазопроводов растет в геометрической прогрессии, что указывает на высокую степень изношенности всех основных элементов соответствующей инфраструктуры.

Рассматривая статистику аварий за последний год, можно отметить следующие эпизоды: в районе населенного пункта Ариково, в 90 километрах севернее города Воткинска, во время проведения плановых ремонтных работ на магистральном нефтепроводе Холмогоры – Клин произошел разлив 70 тонн нефти на грунт и 1,2 тонны на лед реки Медлинка [2]; авария на нефтепроводе Унеча – Полоцк. В результате аварии, которая произошла 29 июля 2007 г., вылилось более 100 тонн нефти. Речь идет о двух нитках нефтепровода: Унеча – Полоцк-1, который эксплуатируется с 1964 г., и Унеча – Полоцк-2 (с 1974 г.). Раньше один был основной, другой – резервный, но сейчас они оба эксплуатируются под давлением 43,5 кг на кв. см. Только за последние четыре месяца на этих нефтепроводах было выявлено 487 опасных дефектов (228 и 259 соответственно) [3]. Основными причинами является брак, допущенный при изготовлении труб, и износ мощностей. Этот список можно продолжать и далее.

По данным Ростехнадзора России, ежегодно регистрируется около 50 тыс. нарушений герметичности и разрывов труб. Причина – внутренняя коррозия в условиях очень агрессивной среды – обводненной первичной нефти и попутных газов [4].

Анализ большинства инвестиционных проектов по развитию систем нефтепроводов показывает, что большинство из них направлено на экстенсивное наращивание мощностей и в значительно меньшей степени предполагает меры по сокращению затрат, потерь и утечек. Поэтому необходима разработка методик, позволяющих при их внедрении выявлять и использовать резервы, а также оптимизировать процессы, связанные с возникновением отклонений в работе нефтепроводов. Представленная в данной статье методика позволяет научно обоснованно подойти к составлению регламента работ капитального ремонта и обслуживания объектов системы промысловых нефтегазопроводов, тем самым снизить уровень аварийности и затрат на обслуживание.

В результате анализа вышеописанной проблематики и изучения предметной области было принято решение использовать для их решения показатель надежности. Под надежностью здесь понимается свойство объекта (системы, устройства) сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации. Надежность имеет обратную зависимость с величиной вероятности возникновения отклонения в работе объекта. Отклонение – это событие, характеризующееся возникновением любого отказа или сбоя в работе объекта.

Для проверки адекватности разработанных алгоритмов и математических моделей предлагаемой методики проведено имитационное моделирование ее работы. Разработан план сбора статистического материала, определены объекты и последовательность моделирования, первым этапом которого является определение факторов, оказывающих наибольшее влияние на надежность объектов промысловых нефтепроводов.

Ввиду сложности определения причин, обуславливающих возникновение отклонений, было принято решение произвести определение данных факторов с использованием методов экспертного оценивания, которые позволяют с высокой эффективностью решать подобные задачи.

В результате обработки и формализации полученных результатов был сформирован ряд показателей, оказывающих наибольшее влияние на надежность функционирования объектов системы промысловых нефтепроводов. В данный ряд вошли показатели, характеризующие физический износ и режимы работы описанных выше объектов.

В качестве объекта исследования выбраны наиболее типичные представители системы промысловых нефтепроводов – коллекторы.

В предположении гипотезы о том, что чем больше срок эксплуатации и нагрузка, тем выше вероятность возникновения отклонений на объектах исследования, производится расчет относительного показателя надежности коллекторов промысловых нефтепроводов [5].

Расчет надежности работы коллекторов промысловых нефтепроводов решено произвести с использованием метода шкалирования [6]. Выбор данного метода оценивания обоснован простотой исчисления и точностью оценки.

Методология шкалирования основывается на оценивании попарных различий между характеристиками объектов. Задача оценивания, таким образом, заключается в сопоставлении каждому объекту точки некоторого евклидова пространства E_r , а всей системе, состоящей из n объектов, n точек в E_r так, чтобы расстояние в E_r между точками было достаточно близким к значениям соответствующих характеристик. Таким образом, решением задачи оценивания в этом случае является вектор длины nr [6].

Анализ результатов имитационного моделирования разработанной методики позволил сделать следующие выводы:

1) средний нормированный относительный показатель надежности коллекторов 0,402; по качественной шкале критериальных свойств Харрингтона надежности коллекторов можно охарактеризовать как «средний»;

2) 41 % исследуемых коллекторов обладают «высоким» и «очень высоким» нормированным относительным показателем надежности (рис. 1);

3) 50 % исследуемых коллекторов обладают «средним» нормированным относительным показателем надежности;

4) «очень низкой» и «низкой» надежностью обладают 5 и 4 % исследуемых коллекторов соответственно.

Далее в результате исследований получена зависимость между показателем нормированной относительной надежности коллекторов промысловых нефтепроводов и количеством отклонений, возникающих при их работе коллекторов в год. Проверка параметров уравнения и корреляции на типичность подтвердили их существенность.

Так как полученная модель (1) подтвердила свою существенность и типичность, произведен расчет выровненных значений отклонений.

Для решения последующих задач, поставленных в данной работе, определен допустимый интервал варьирования количества возникающих отклонений в год. Задавшись вероятностью ошибки $P_{\text{ош}} = 0,05$, оцениваемая величина находится в интервале $2,27 \leq x \leq 4,05$.

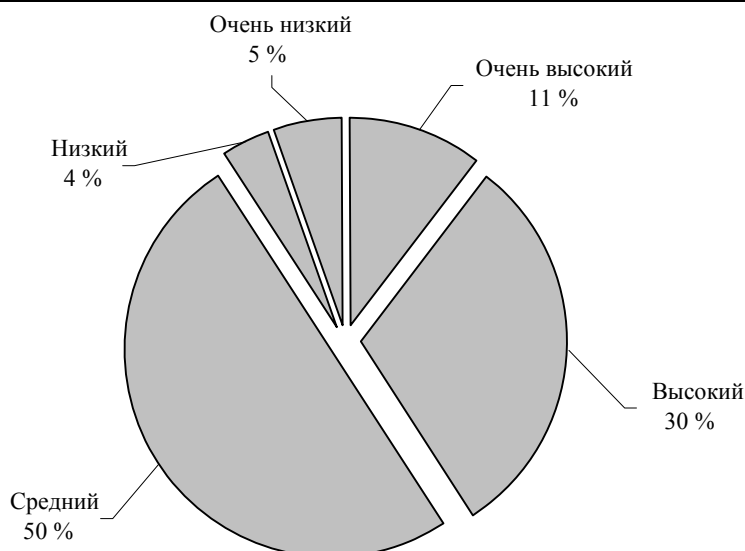


Рис. 1. Доли коллекторов по показателям нормированной относительной надежности

В результате расчетов определено, что максимальное количество отклонений в работе отдельного коллектора с вероятностью 95 % составляет 4,05 отклонений в год.

На основе вышепроведенных расчетов определено количество отклонений, возникающих в работы коллекторов промысловых нефтепроводов; это позволяет обоснованно подойти к определению количества аварийно-ремонтных бригад (АРБ), необходимых для устранения возникающих отклонений.

Задача АРБ – обеспечивать ликвидацию аварийной ситуации (отклонения в работе) в заданные временные пределы. Для этого обслуживающая организация создает в обслуживаемом районе базу размещения АРБ. Однако просто организовать определенное число АРБ для ликвидации аварийных ситуаций недостаточно, так как для этого необходимо учесть интенсивность отказов. Если АРБ будет большое количество, то значительную часть времени они будут простаивать. Такая ситуация возникает потому, что аварийные ситуации возникают неравномерно. А это значит, что часть фонда заработной платы будет расходоваться впустую. Если же использовать минимальное количество АРБ, то возникнет другая ситуация: аварии не будут ликвидированы в установленные временные пределы – такой ситуации, конечно же, допускать нельзя. Поэтому вопрос об используемом количестве АРБ – один из основных, который необходимо решить при организации надежной системы транспортировки нефти [7].

Расчет необходимого количества АРБ произведен с использованием теории массового обслуживания, в частности, формулы ErlangB. Формула ErlangB, при некоторой ее адаптации применительно к поставленной задаче, может рассчитывать необходимое количество АРБ в определенный промежуток времени (например, этап запуска или гидравлических испытаний).

Производные расчеты количества АРБ согласно методике Эрланга позволили определить необходимое количество аварийных бригад. Расчет проводился посред-

ством автоматизированной системы ErlangExample97, реализованной в среде MS Excel.

Проведенное обследование технического состояния коллекторов промысловых нефтепроводов и расчет нормированного относительного показателя их надежности позволили сформировать титул капитального ремонта. Формирование данного титула происходило посредством выявления из всего списка коллекторов тех из них, которые обладают наименьшей надежностью. Таковыми по шкале интенсивности критериальных свойств Харрингтона [6] являются коллекторы, обладающие «очень низкой» и «низкой» надежностью.

Таким образом, разработанная методика позволяет обоснованно подойти к разработке организационно-технических мероприятий повышения надежности объектов системы промысловых нефтепроводов, внедрение которых позволит предприятиям нефтегазодобывающей отрасли обеспечить улучшение экономических и экологических результатов своей работы.

Список литературы

1. Медведев, В. Ф. Сбор и подготовка нефти и воды / В. Ф. Медведев. – М. : Экономика, 2002.
2. Все о пожарной безопасности. – <http://www.0-1.ru>. – Доступ свободный.
3. Официальный сайт ОАО «Акциионная компания по транспорту нефти „Транснефть“». – <http://www.transneft.ru>. – Доступ открыт.
4. Беззубов, А. Проблему борьбы с коррозией на промысловых трубопроводах нужно решать сообща / Александр Беззубов, Николай Хохлов, Владимир Орлов // Нефть России. – 1999. – № 5.
5. Смирнитский, Е. К. Экономические показатели промышленности : справ. / Е. К. Смирнитский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Экономика, 1989.
6. Терехина, А. Ю. Методы многомерного шкалирования и визуализации данных / А. Ю. Терехина // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 7. – С. 86–94.
7. Муравьев, В. И. Основы нефтяного и газового дела / В. И. Муравьев. – М., 2003.

УДК 502.566

Р. Г. Хайбулин, начальник отдела термического обезвреживания
ОУХО, г. Камбарка

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСТАНОВКЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

Рассмотрена классификация методов термического обезвреживания и промышленных отходов. Подтверждена эффективность использования метода термического обезвреживания при рассмотрении технологических процессов обезвреживания промышленных отходов на объекте по уничтожению химического оружия в пгт. Горный Саратовской области.

Классификация методов термического обезвреживания и промышленных отходов

Особое значение при решении задач по обеспечению экологической безопасности жизнедеятельности населения и защиты окружающей среды от загрязнения производственными выбросами занимает выбор метода переработки или утилизации промышленных отходов.