

УДК 622.276.32-047.36

МОНИТОРИНГ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРА И ПОДГОТОВКИ ПРОДУКЦИИ НЕФТЯНЫХ ПРОМЫСЛОВ

А.Н. Смирнов, А.А. Венгеров, С.М. Дудин, Ю.Д. Земенков
(Тюменский государственный нефтегазовый университет)

Мониторинг, проектирование, эксплуатация месторождений, нефтепровод, РВС

Monitoring, designing, oil-field exploitation, oil-pipeline, VST

Safety monitoring of production and technological of oil-field production collection and preparation preprocesses. Smirnov A.N., Vengerov A.A., Dudin S.M., Zemenkov Y.D.

The current research deals with the problem of oil-field objects safety growth. The main problems of safety, ecological compatibility and industrial safety are made out. As the one of the ways oil-field safety rising the complex mathematical model of oil-field reservoir is presented. The examples of main calculations from possible are submitted. Fig.2, ref.7.

Нефтяная промышленность была и остается ядром существования российской экономики. Как и другие отрасли ТЭК, нефтяная промышленность является одной из основ развития индустриального общества, обеспечивая его энергетическими ресурсами. Поэтому в росте добычи и переработки нефти заинтересованы все слои населения. Однако добыча, транспортировка, переработка и потребление нефти сопровождаются крайне негативными последствиями для окружающей среды. Наряду с указанным рост добычи нефти сопровождается снижением общего уровня надежности систем сбора и подготовки нефти за счет расширения сборных сетей и интенсификации производственных и технологических процессов [1].

На современном этапе развития науки и техники наиболее действенным инструментом контроля и управления сложными техническими объектами являются системы мониторинга технологических и производственных процессов, позволяющие отслеживать, изменять и прогнозировать состояние контролируемого объекта в режиме реального времени. Качественное функционирование таких систем обеспечивается современным математическим аппаратом и корректным наполнением исходной информацией. Среди множества методов моделирования наиболее объективным, при описании технических систем с быстро меняющимися внутренними процессами, является физико-математическое моделирование.

В настоящее время в ТюмГНГУ разработан ряд структурных составляющих системы мониторинга производственных и технологических процессов объектов нефтяной и газовой промышленности, среди которых особую роль играют полученные методологические основы мониторинга гидродинамических параметров углеводородных сред на объектах трубопроводного транспорта и математические модели оценки и прогнозирования надежности технических систем. Описанные результаты исследований позволяют повысить эффективность и безопасность функционирования производственных объектов, за счет корректной

Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта

оценки и прогноза состояния технических устройств и методик технической и технологической оптимизации. Представлены основные предпосылки и результаты исследований в области обеспечения эксплуатационной надежности объектов нефтяного промысла.

Оценка и прогнозирование надежности оборудования занимают важное место в обеспечении высокой эффективности и безопасности действующих, строящихся и проектируемых технических систем. Экономические потери от неправильно принимаемых решений о прекращении эксплуатации конкретной сложной системы или о необходимости продления назначенного ресурса ее оборудования велики. Поэтому для обоснованных выводов о надежности оборудования сложных систем требуется осуществить комплекс исследовательских и прикладных работ [2].

Различают следующие основные методы оценки надежности [2]:

- экспериментальный;
- аналитический (расчетный);
- статистического моделирования.

Аналитические методы дают возможность оценивать надежность объекта, проводить сравнение различных вариантов его выполнения, находить оптимальные (или близкие к оптимальным) решения на самых ранних этапах разработки и проектирования. В этом состоит существенное преимущество этой группы методов оценки надежности.

Еще одним преимуществом является то, что решения могут быть получены в виде аналитических выражений, позволяющих вести исследование влияния различных факторов и находить оптимальные решения в общем виде.

По постановке задачи к аналитическим методам наиболее близки методы статистического моделирования. Сходство в том, что и те и другие методы требуют наличия данных о надежности элементов системы. Однако способы получения результатов совершенно различны. Методы статистического моделирования сводятся к разработке и исследованию функционирования статистической модели исследуемого объекта. Таким путем удается получать оценки надежности объектов со сложной структурой, не поддающихся аналитическому исследованию, при ограниченных затратах средств и времени. Положительным свойством методов статистического моделирования является также то, что в процессе исследования могут определяться не только чисто надежность характеристики и показатели, но и показатели эффективности.

Экспериментальные методы оценки надежности технических систем играют особую роль. С одной стороны, они являются единственным источником получения исходной информации о надежности объектов, используемых в качестве элементов при построении более сложных объектов. Так же данных, необходимых для аналитического исследования или исследования статистическим моделированием. Однако известные в литературе методы исследования надежности сложных технических систем по результатам испытаний ее элементов предполагают наличие большого объема экспериментальных данных, получение которых в условиях реального промысла может быть связано со значительными финансовыми затратами.

Промысловые резервуары для временного хранения и подготовки скважинной продукции представляют сложные инженерно-технические сооружения (системы), к которым предъявляются высокие требования по надежности и безопасности в течение всего срока эксплуатации. Существующие методики проектирования таких систем не учитывают возможные изменения климатических условий района расположения объекта и связанные с этим изменения режима работы самих резервуаров и промысла в целом.

Одним из основных факторов, оказывающих негативное влияние на эксплуатационную и экологическую надежность резервуаров для хранения жидких

Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта

углеводородных сред, является наличие испарений, неправильная оценка которых способна привести к тяжким последствиям для промышленности и окружающей среды.

Поскольку в контексте указанной проблемы наибольшее значение имеет получение данных о надежности систем еще на стадии проектирования, то единственно верным решением является применение именно методов статистического моделирования.

Математическая модель такой системы разработана на основе фундаментальных методик расчета процессов тепломассообмена [3, 4] с элементами существующих методов определения уровня потерь нефти из резервуаров хранения [5, 6] и учитывает следующие факторы:

- физические свойства скважинной продукции;
- геоклиматические условия района расположения промысловых объектов;
- особенности испарения жидкостей, входящих в состав многофазной среды;
- конструктивные особенности емкостей для хранения и подготовки промысловой продукции;
- режимы работы резервуаров (статическое и проточное разделение).

Представлены примеры результатов, которые могут быть получены в ходе использования описанной модели (рис. 1), приведены результаты расчета степени риска (по десятибалльной шкале) возникновения «выдоха» резервуара емкостью 1000 м³, полностью заполненного скважинной продукцией, содержащей 30% воды, и работающего в качестве статического отстойника в течение суток.

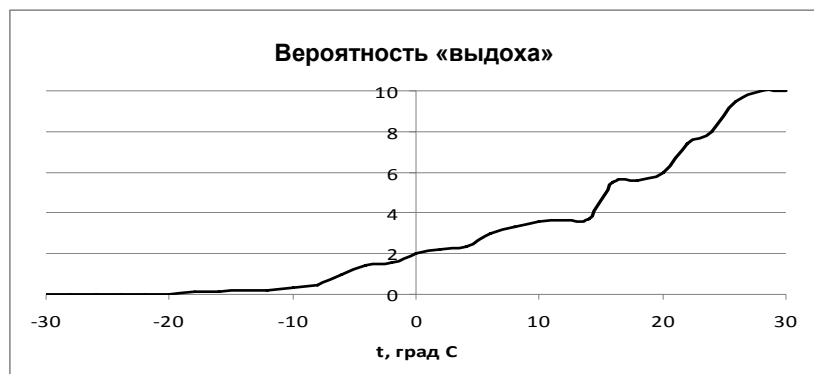


Рис. 1. Зависимость степени риска (по десятибалльной шкале) возникновения «выдоха» резервуара

Приведена зависимость количества вероятных «выдохов» из аналогичного резервуара, но работающего в качестве промежуточной емкости (перекачка «через резервуар») от времени нахождения в работе (рис.2).

Разработанная система контроля производственных и технологических процессов сбора и подготовки продукции нефтяных промыслов позволяет не только рассчитывать фактические данные режимов работы промысловых объектов, но и прогнозировать их. Данные таких прогнозов могут быть использованы для расчета показателей надежности основного промыслового оборудования и технологических процессов, что позволяет своевременно корректировать параметры их режимов.

Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта

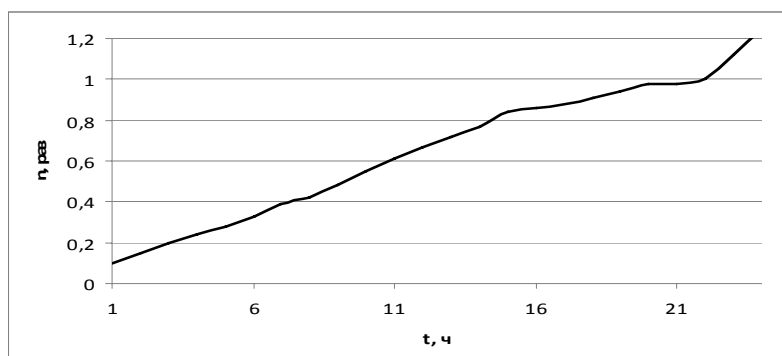


Рис. 2. Зависимость количества вероятных «выдыхов» из промыслового резервуара, работающего в качестве промежуточной емкости

Данная система мониторинга позволяет еще на стадии проектирования определять наличие или вероятность возникновения отказов в технологических процессах сбора и подготовки скважинной продукции нефтяных промыслов и разрабатывать мероприятия по их устранению. Кроме того, использование такой системы в процессе эксплуатации промысловых объектов позволит осуществлять оперативное управление сборными системами с возможностью оперативного реагирования на изменения режимов работы промысловых объектов [7].

Вывод

Замена традиционных методик расчета режимов работы основного оборудования объектов системы сбора и подготовки скважинной продукции методами математического моделирования, полученными на основе экспериментальных данных, способно существенно повысить общий уровень безопасности и надежности производственных и технологических процессов промыслового оборудования.

Список литературы

1. Шор Я. Б., *Статистические методы анализа и контроля качества и надежности*, - М., 1962. – 342 с.
2. Ллойд Д. и Липов М. *Основные вопросы теории и практики надежности*. - М., 1971. – 246 с.
3. Абузова Ф. Ф., Бронштейн И. С., Новоселов В. Ф. и др. *Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении*. - М.: Недра, 1981.
4. Абузова Ф. Ф. *Коэффициент массоотдачи от поверхности нефтепродукта в резервуарах с дисками-отражателями. Известия вузов. Нефть и газ*, 1981, № 4. - С. 83-86.
5. Б. Гебхарт, Й. Джалурия, Р. Махаджан, Б. Саммакия *Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен: в 2-х кн. / пер. с англ. под ред. О. Г. Мартыненко*. - М.: Мир, 1991 - .Кн. 1. - 678 с.
6. *Высокотемпературный тепло- и массообмен в стационарных и нестационарных условиях: сб. науч. тр.* - Минск: Ин-т тепло- и массообмена, 1978. - 200 с.
7. *Вклад в глобальное потепление в случае постепенного сокращения каждого из тепличных газов в последующие три десятилетия на 20 % от уровня 1985 года (по данным Агентства по охране окружающей среды)*, 1990.

Сведения об авторах

Смирнов А.Н., ассистент кафедры РЭНМ, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел.: (3452) 64-63-72

Венгеров А.А., ассистент кафедры ПЭНХ, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел.: +7 (905) 820-19-83

Дудин С.М., ассистент кафедры ПЭНХ, Тюменский государственный нефтегазовый университет, тел.: +7 (908) 873-84-06

Земенков Ю.Д., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ПЭНХ, тел.: (3452) 20-19-31

Smirnov A.N., graduate student, Chair of oil-field Development, phone: (3452) 64-63-72.

Vengerov A.A., graduate student, Chair of Department «Design and Exploitation Oil and Gas Objects», phone: +7 (905) 820-19-83.

Dudin S.M., graduate student, Chair of Department «Design and Exploitation Oil and Gas Objects», phone: +7 (908) 873-84-06.

Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта

Zemenkov Yu.D., Doctor of Technical Sciences, professor, Head of Department «Design and Exploitation Oil and Gas Objects», phone: (3452) 20-19-31