

УДК 622.692.23-027.45

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ ДЛЯ  
НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**TECHNICAL DIAGNOSIS AND ANALYSIS OF THE OPERATIONAL  
SAFETY OF THE VERTICAL STEEL STORAGE TANKS FOR CRUDE OIL  
AND PETROLEUM PRODUCTS**

Ханухов Х.М., Шайбаков Р.А., Абдрахманов Н.Х., Марков А.Г.  
ООО «НПК Изотермик», г. Москва,  
ОАО «Салаватский химический завод», г. Салават  
Ассоциация «Башкирская Ассоциация экспертов», г. Уфа  
ООО «Метам», г. Магнитогорск, Российская Федерация

H.M. Hanuhov, R.A. Shaibakov, N.H. Abdrahmanov, A.G. Markov  
NPK "Izotermik", Moscow, Russian Federation  
JSC "Salavat Chemical Plant", Salavat, Russian Federation  
"Bashkir Association of Experts", Ufa, Russian Federation  
LLC "Metam", Magnitogorsk, Russian Federation

**Аннотация.** Резервуарные парки являются одними из основных технологических сооружений нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Они призваны обеспечить надежную оперативную работу и гибкую технологическую связь комплексов «промысел — нефтепровод — нефтеперерабатывающий завод» или «нефтеперерабатывающий завод — нефтепродуктопровод — нефтебаза — потребитель».

Одной из основных проблем резервуарных парков сегодня является проблема физического и морального износа резервуаров.

Анализ причин аварий резервуарных конструкций, произошедших за последние 10 лет, показывает, что основной причиной (более 60%) является - нарушение правил промышленной безопасности при сдаче резервуаров в эксплуатацию, при эксплуатации резервуаров, при подготовке и проведении ремонтных работ.

Авторами излагаются некоторые аспекты системного подхода к обеспечению безопасности резервуарных конструкций (РК): нормативно-техническое обеспечение промышленной безопасности РК на стадии проектирования, изготовления, сооружения и эксплуатации; технические и организационные аспекты управления рисками и мониторинга технического состояния.

**Abstract.** Tank farms are some of the major technological constructions of oil refining and petrochemical production. They are designed to provide strong operational performance and flexible technology communication systems "fishing - oil - oil refinery" or "refinery - oil-wire tank farm - the consumer."

One of the main problems of tank farms today is the issue of physical and moral deterioration of tanks.

Analysis of the causes of accidents tank designs that have occurred over the past 10 years shows that the main cause (60%) is - a violation of the rules of industrial safety in the delivery of tanks in operation, the operation of reservoirs in the preparation and carrying out of repair work.

The authors present some aspects of a systems approach to safety tank designs (RK): normative and technical support for industrial safety RK stage design, manufacture, construction and operation, technical and organizational aspects of risk management and condition monitoring.

**Ключевые слова:** резервуары, аварии резервуарных конструкций, системное обеспечение промышленной безопасности, диагностика, нормативно-техническое, организационно-техническое обеспечение, мониторинг технического состояния, управление рисками.

**Keywords:** tanks, tank construction accident, a system ensuring industrial safety, diagnostics, regulatory, technical, organizational and technical support, monitoring the technical condition, risk management.

Резервуарные парки являются одними из основных технологических сооружений нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Они призваны обеспечить надежную оперативную работу и гибкую технологическую связь комплексов «промысел — нефтепровод — нефтеперерабатывающий завод» или «нефтеперерабатывающий завод — нефтепродуктопровод — нефтебаза — потребитель». Наличие большого запаса резервуарных емкостей позволяет в новых экономических условиях получать дополнительные прибыли от товарно-транспортных операций и дает преимущества в сфере принятия управленческих решений руководством компании.

Одной из основных проблем резервуарных парков сегодня является проблема физического и морального износа резервуаров. Несмотря на снижение, в последнее время, объемов перекачки нефти, вызванное различными факторами, основная часть резервуарного парка продолжает активно эксплуатироваться. В этих условиях повышается роль резервуарных парков для поддержания уровня эксплуатационной надежности и промышленной безопасности системы в целом. Поскольку строительство новых резервуаров (резервуарных парков) является длительным процессом, сопряжено со значительными финансовыми затратами, встает задача поддержания в исправном состоянии уже имеющихся объектов.

Нормативный срок эксплуатации 20(30) лет для резервуаров в отечественных нормативах был установлен исключительно из экономических соображений. С введением Федерального закона от 21.07.1997 N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации (Ростехнадзор) введен новый порядок аттестации технических устройств, зданий и сооружений (резервуаров) применяемых на опасных производственных объектах, исчерпавших свой нормативный срок эксплуатации. Таким образом, теоретически срок эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений (резервуаров) применяемых на опасных производственных объектах теперь не ограничивается. С увеличением срока службы сокращаются промежутки его освидетельствования и ужесточаются требования к оценке технического состояния резервуаров. Одновременно с этим практически все предприятия эксплуатирующие опасные производственные объекты столкнулись с задачей оценки технического состояния большого числа резервуаров и другого технологического оборудования.

Анализ причин аварий резервуарных конструкций, произошедших за последние 10 лет, показывает, что основной причиной (более 60%) является «человеческий фактор» - нарушение правил промышленной безопасности при сдаче резервуаров в эксплуатацию, при эксплуатации резервуаров, при подготовке и проведении ремонтных работ. В прежние годы на долю этой причины приходилось 11%, а 63% - на долю хрупкого разрушения. Таким образом, налицо деградация производственной культуры. А в условиях, когда износ эксплуатируемых РВС составляет 60-80%, но они продолжают эксплуатироваться, наиболее эффективным средством повышения безопасности эксплуатации резервуарных парков (РП) является системный подход [1], включающий в себя следующие составляющие:

- сбор и анализ информации о техническом состоянии и приемлемых рисках РП;
- разработка нормативных документов по промышленной безопасности РП;
- комплексная экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ) РП;
- классификация и категорирование РП по степени риска;
- электронная паспортизация РП;
- создание базы данных РП;
- оптимизация межремонтных сроков эксплуатации РП с перспективой перехода к эксплуатации по фактическому техническому состоянию;
- технические и организационные аспекты управления рисками и мониторинга технического состояния РП.

В настоящее время по всем этим направлениям рядом специализированных организаций, а также органами Ростехнадзора, ведутся работы различной степени проработанности.

Так, сбор и анализ имеющейся информации о техническом состоянии РП проводится и на предприятиях-владельцах РП, и экспертными организациями, проводящими ЭПБ РП, и органами Ростехнадзора по отраслевому принципу.

Однако общей картины технического состояния РП, включая оценку рисков, тем более в режиме реального времени, в настоящее время нет.

Разработка нормативных документов по промышленной безопасности вновь возвращается (после 2006 г.) под эгиду Ростехнадзора, что позволит систематизировать разработки в этом направлении, актуализировать имеющиеся документы, утвердить (в случае их соответствия), разработанные в рамках действия закона о техрегулировании, стандарты организаций.

В частности, ООО «НПК Изотермик» осуществляет комплексную экспертизу промышленной безопасности ОПО различных отраслей промышленности - химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, нефтяной, газовой, объектах строительства и ТЭК, и включает в себя ЭПБ проектной документации, технических устройств, зданий и сооружений, а также документов, связанных с эксплуатацией ОПО – разрешение на применение, лицензии на эксплуатацию и др.

На некоторых аспектах системного обеспечения промышленной безопасности остановимся более подробно.

В рамках исполнения Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» были разработаны стандарты организации по проектированию, изготовлению, монтажу, техническому диагностированию и анализу промышленной безопасности вертикальных стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

Основой для разработки документов послужили Федеральные законы, Указы Президента, руководящие документы Ростехнадзора, стандарты системы безопасности труда, строительные нормы и правила, и другие отечественные и зарубежные нормативные документы. Документы составлены с учетом «Положения о единой системе оценки соответствия на объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (РД-03-21-2007), введенного в действие с 16.04.2007 г., а также введения категорирования объектов по уровню их опасности и использованию в различных сферах бизнеса. Основными целями документов являются:

- повышение уровня промышленной, экологической, энергетической безопасности эксплуатации резервуарных парков;
- снижение уровня административного давления на отрасли малого и среднего бизнеса;
- повышение квалификации персонала и компетентности органов оценки соответствия состояния ОПО требованиям безопасности;
- обеспечение соответствия научно-техническому прогрессу методических документов, применяемых при оценке соответствия на объектах, подконтрольных Ростехнадзору;

- повышение ответственности владельцев резервуаров за обеспечение безопасности при одновременном повышении роли добровольного декларирования безопасности и страхования рисков.

ООО «НПК Изотермик», ООО «Интерюнис», ООО «Нефтегаздиагностика», ОАО «Оргэнергонефть», ООО «Энергодиагностика», ООО «Ультратест», ООО «ДИАПАК», Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору разработали стандарт Ассоциации «Ростехэкспертиза» и Научно-промышленного союза «РИСКОМ» по ЭПБ вертикальных резервуаров «Резервуары вертикальные стальные сварные для нефти и нефтепродуктов. Техническое диагностирование и анализ безопасности (Методические указания) СА-03-008-08» [2]. Данный документ содержит новые положения, к которым относятся:

- зависимость периодичности обследования от класса опасности резервуара и вида хранимого в нем продукта;
  - наиболее полное изложение методики акустико-эмиссионного контроля стенок резервуаров (на предмет обнаружения растущих дефектов) и днищ резервуаров (на предмет обнаружения зон значительной коррозии);
  - численные значения отбраковочных размеров дефектов сварных соединений, обнаруживаемых различными методами неразрушающего контроля;
  - расчет остаточного ресурса резервуара с учетом неоднородности распределения глубины коррозии по площади поверхности на основе методики гамма-процентного ресурса;
  - методика расчета неоднородной осадки основания резервуара;
  - методики всех необходимых расчетов резервуара на прочность, устойчивость, малоцикловую усталость и др. с учетом несовершенств формы, дефектов сварных соединений и др.;
- а также ряд других новых положений.

Согласно правилам [3] все вертикальные резервуары разделены на три класса по степени опасности, тяжести последствий и размеру материального ущерба при возможных разрушениях, однако в правилах [3] понятие класса опасности используется ограниченно. В новом документе в зависимости от класса опасности определяются сроки проведения технического диагностирования, требования к предельным значениям дефектов и повреждений, а также объем обследований, связанный с надежностью обследований и достоверностью оценки остаточного ресурса. В зависимости от коррозионной активности хранимого продукта, класса опасности резервуара, цикличности его работы и срока эксплуатации период между полными обследованиями резервуара может составлять от 4 до 10 лет. Впервые установлен порядок применения и статус АЭ-контроля при диагностировании вертикальных резервуаров, обозначены стимулы, побуждающие владельцев резервуаров обращаться к этому методу.

При невозможности освобождения резервуара от продукта, очередное полное обследование может быть заменено расширенным частичным, включающим дополнительно следующие операции: АЭ - контроль резервуара в режиме экс-

плуатации; расширенную толщинометрию – сканирование толщины первого пояса стенки резервуара (или зоны раздела подтоварной воды и продукта хранения, при нахождении ее выше низа первого пояса); ультразвуковой контроль всех вертикальных сварных соединений первого пояса стенки резервуара на высоте 0,5 м. При проведении частичного обследования по расширенной программе максимальный срок до проведения очередного обследования может быть увеличен по сравнению с частичным обследованием, выполняемым по обычной программе. Даны численные значения отбраковочных размеров дефектов сварных соединений, обнаруживаемых различными методами неразрушающего контроля.

К оценке качества сварных соединений верхних поясов стенки резервуаров, находящихся в эксплуатации (но не вновь монтируемых, которые должны удовлетворять требованиям СНиП 3.03.01-87 [4]), предлагается применять требования, основанные на соотношениях механики разрушения. Используется следующий критерий: длина наружного или внутреннего протяженного дефекта любого сварного шва верхних поясов стенки резервуара не может превышать четверти критической длины сквозной трещины, при которой может произойти хрупкое разрушение (но не более 100 мм).

Специальной теории для оценки прочности и устойчивости долгое время находившихся в эксплуатации резервуаров, толщина элементов которых неоднородна из-за коррозии, не существует. Применялся в основном максималистский подход: прочность резервуаров, находящихся в эксплуатации, проверялась для минимальной фактически замеренной толщины стенки, как если бы весь элемент резервуара имел такую однородную толщину. При неравномерной коррозии и наличии глубоких коррозионных язв такой подход приводит к значительной перебраковке элементов резервуара.

В рассматриваемых методических указаниях применен подход, используемый в нормативных документах по расчету и техническому диагностированию сосудов, работающих под давлением [5, 6]. Зоны язвенного коррозионного повреждения, размер которых в любом направлении не превышает размера отверстия, не требующего укрепления ( $L \leq 0,5 \sqrt{Dt}$ , где  $D$ ,  $t$  – соответственно диаметр и толщина стенки резервуара), исключаются из общей оценки прочности элемента резервуара. К отбраковочной толщине листов металла в пределах этих зон предъявляются пониженные требования.

В основу прогнозирования остаточного ресурса по критерию коррозионного износа положена модифицированная методика расчета гамма-процентного ресурса [7].

Вводятся два предельно допускаемых параметра коррозионного разрушения: предельная глубина коррозии, определяемая требованиями обеспечения прочности и устойчивости элемента резервуара, и предельная площадь поверхности, на которой допускается коррозионное утонение до предельной глубины. За минимально допускаемую толщину элементов резервуара принимается наибольшая толщина, полученная из расчетов на прочность, устойчивость, малоцикловую

усталость и т.д. при различных режимах эксплуатации и испытаний. В качестве предельной части площади коррозионного разрушения для всех элементов резервуара принята фиксированная величина – 0,1% площади рассматриваемого элемента. Для большинства конструкций резервуаров 0,1% площади пояса стенки примерно соответствует размеру отверстия, не требующего укрепления (т.е. площади, утонение на которой сверх минимально допускаемой толщины не наносит вред резервуару в целом), 0,1% площади кровли или днища примерно соответствует площади, утонение на которой сверх 50% начальной толщины листа может нанести ущерб конструкции резервуара и снижает безопасность работы персонала. Остаточный ресурс резервуара в целом – минимум из ресурса элементов резервуара (стенки, кровли, днища), оцененного для различных предельных состояний.

Наиболее важное следствие применения вероятностного метода расчетной оценки остаточного ресурса – использование одних и тех же критериев к оценке состояния элементов резервуара в настоящее время (когда визуально и с помощью средств неразрушающего контроля эксперт непосредственно оценивает состояние конструкции) и при оценке состояния конструкции в будущем.

В документе введено новое положение по оценке допустимости отклонений наружного контура днища резервуара от горизонтальной плоскости и образующих стенки резервуара от вертикали. Для резервуаров со стационарной крышей без понтона, находящихся в эксплуатации, допускаемые отклонения вычисляются путем умножения известных значений, заданных в документе [4], на коэффициент, определяемой в зависимости от срока эксплуатации и класса опасности резервуара (таблица 1). Коэффициенты распространяются как на предельные отклонения точек наружного контура днища от горизонтальной плоскости, так и на отклонения образующих стенки резервуара от вертикали.

Таблица 1.

Класс опасности резервуара	Коэффициент увеличения предельных отклонений при сроке эксплуатации		
	Начало эксплуатации	4 года	≥20 лет
1А	1	1,20	1,5
1Б	1	1,25	1,6
2	1	1,30	1,8
3	1	1,40	2,0

Если неоднородность осадка между соседними точками нивелирования не превышает предельного значения, алгоритм вычисления которого указан в документе, то максимально допускаемый перепад высотных отметок может быть увеличен на 25% по сравнению с пределами, установленными ранее. В этом случае допускается предельные отклонения стенки, взятые в СНиП 3.03.01-87 [4] с повышающим коэффициентом, трактовать как предельные отклонения не от верти-

кали, а от наклонного положения стенки цилиндрического резервуара, стоящего на наклонном основании.

Большое количество справочной информации, содержащейся в руководящем документе, позволяет использовать его при экспертизе промышленной безопасности резервуаров без обращения к другим нормативным документам. Совокупность диагностических и расчетных методов дает возможность научно обоснованно прогнозировать остаточный ресурс безопасной эксплуатации резервуаров.

По широте и комплексности охвата рассматриваемых вопросов, применению новейших методов диагностирования и расчета остаточного ресурса данный документ не имеет аналогов не только в отечественной, но и в мировой нормативно-технической литературе.

Из общего числа резервуаров (более 50 тыс. шт.) только около 25% расположены на опасных производственных объектах, остальные используются в среднем (42%) и малом (33%) бизнесе. В резервуаростроении введены три категории (класса) опасности, зависящие от объема, расположения резервуаров, оборачиваемости продукта (циклов в год), а также коэффициента тяжести возможного материального ущерба. Такое разграничение значительно расширяет сферу действия и ответственности малого и среднего бизнеса.

Учитывая масштабы резервуарного хозяйства России (более 5 млн. т металлоконструкций), большой срок эксплуатации (более 20 лет) и невозможность быстрой замены физически изношенных конструкций, актуальность данного руководящего документа для научно обоснованного продления ресурса их безопасной эксплуатации несомненна.

В соответствии с принятой стратегией развития страны одной из приоритетных задач является интегрирование Российской Федерации в международную систему добычи и переработки нефти. Опыт совместной работы российских организаций с зарубежными стандартами по проектированию и монтажу резервуарных конструкций. Для повышения эффективности выполнения совместных проектов и обеспечения широкомасштабного выхода отечественных компаний на зарубежные рынки необходима гармонизация национальных нормативных требований и основных мировых стандартов.

Стандарт Ассоциации «Ростехэкспертиза» «Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов» (СТО-СА-03-002-2009) [8] был разработан специалистами Ассоциации «Ростехэкспертиза»: ООО «Глобалтэнксинжиниринг», ООО «НПК Изотермик», Российского государственного университета нефти и газа им. И.М.Губкина, ООО «Геомпромэкопроект», ОАО «Фундаментпроект», комитета «Резервуаростроение» НТО строителей, НПП «Симплекс», ООО фирма «Пожарный дом».

Документ СТО-СА-03-002-2009 устанавливает единые комплексные технические требования к конструкции, устройству, проектированию, основным ме-



тодам расчета, изготовлению, монтажу и испытаниям вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов с хранением продукта под избыточным давлением, близким к атмосферному, которые обеспечивают их конструктивную прочность и промышленную безопасность. С этой же целью в стандарте приводятся требования к параметрам других конструкций (фундаментов, технических и пожарных трубопроводов, теплоизоляции и т.п.), связанных с резервуаром и обеспечивающих его безопасную работоспособность как сооружения в целом [9].

Вопросы оптимизации межремонтных сроков эксплуатации РП требуют отдельного рассмотрения и здесь мы не будем на этом останавливаться. Отметим только, что экономический эффект от продления межремонтного пробега установки первичной переработки нефти на 1 год при трехлетнем цикле составляет около 10 млн. долларов.

Остановимся более подробно на технических и организационных вопросах управления рисками и мониторинга технического состояния РП.

Для постоянного сбора информации о состоянии оборудования, обработки этой информации, выработки рекомендаций по принятию решений и предотвращению аварийных ситуаций, вызванных неисправностью оборудования или нарушением целостности основной несущей конструкции, предназначены системы мониторинга технического состояния опасных производственных объектов, в частности, системы контроля целостности конструкции, основанные на применении методов неразрушающего контроля – метода акустической эмиссии, методов вибродиагностики, тепловизионного метода и других (или комбинации этих методов).

Существуют классы опасного оборудования, для которого имеется прямая связь между его исправностью и эксплуатационными параметрами (например, насосно-компрессорное оборудование). Мониторинг технического состояния такого рода объектов основан на контроле эксплуатационных параметров. Примером системы мониторинга технического состояния насосно-компрессорного и другого машинного оборудования является разработанная НПЦ “Динамика” (г. Омск) АСУ БЭР КОМПАКС, которая по результатам обработки текущих значений параметров вибрации, температуры, потребляемого тока и других параметров обеспечивает обнаружение и предотвращение производственных неполадок, связанных с недостатком смазки, нарушениями работы подшипников, дисбалансом роторов, нарушением центровки валов, ослаблением крепления к фундаменту и др.

Для наиболее опасных видов оборудования, в том числе, резервуаров и трубопроводов, прямой связи между состоянием конструкции и эксплуатационными параметрами нет. Накопление повреждений в элементах резервуаров, в трубопроводах носит скрытый характер, не сказывается на параметрах процесса и внешне может не проявляться до момента разрушения.

Практика показывает, что в большинстве случаев авариям предшествует стадия накопления повреждений. Мониторинг целостности конструкции – слеже-

ние за появлением и накоплением повреждений в материале (в основном, в сварных соединениях) - задача гораздо более трудная, нежели задача контроля эксплуатационных параметров агрегата. Сложность ее усугубляется еще и тем, что крупный резервуар содержит сотни тонн металла, километры сварных швов, а разрушение может произойти от дефекта в сварном соединении, имеющего длину несколько десятков миллиметров.

Одно из перспективных направлений в этой области - оснащение опасных производственных объектов системами постоянного (или периодического) акустико-эмиссионного мониторинга (АЭ-мониторинга) [6, 18]. Например, системой АЭ-мониторинга, разработанной ОАО «Алькор», оснащены с 1994 г. изотермические резервуары для хранения сжиженных газов - этилена и пропилена на заводе «Капролактам» (г. Дзержинск) или системой АЭ-мониторинга A-line-32-D, разработанной ООО «Интерюнис» (г. Москва) и внедренной на изотермических резервуарах для хранения ШФЛУ и бутана (ООО «Тобольск-Нефтехим»), пропиленом ОАО «СИБУР-Нефтехим», г. Дзержинск), а также магистральных нефте- и газопроводах ОАО «АК Транснефть» и ОАО «Газпром».

Затраты владельцев предприятий на оснащение опасного оборудования системами мониторинга технического состояния могут окупиться в среднем за три года за счет отказов от периодических обследований, связанных с простоем оборудования, и перехода к эксплуатации оборудования по фактическому непрерывно контролируемому состоянию (пример мониторинга динамического оборудования ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез»). Поэтому, несмотря на значительную первоначальную стоимость систем мониторинга, в перспективе они оказываются выгодными не только для государства в целом, как гаранта безопасности его граждан, но и для владельцев оборудования.

Ростехнадзор рекомендует организациям – владельцам опасных производственных объектов оснащать системами АЭ-мониторинга резервуары, относящиеся к классу 1 (особо опасные).

Как отмечалось выше, одним из наиболее эффективных средств предотвращения аварий является управление рисками и мониторинг технического состояния ОПО, что позволит получить в перспективе непрерывно эксплуатируемое безопасное производство с контролируруемыми рисками.

Функционируемые в России центры экологического мониторинга разрабатывают и сопровождают системы оперативного контроля, что позволяет повысить эффективность планирования и своевременно проводить мероприятия по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Однако системы экологического мониторинга не предназначены для слежения за состоянием ОПО и для предотвращения аварийных ситуаций, вызванных неисправностью оборудования.

В этом случае необходимо применять системы мониторинга технического состояния ОПО, которые предназначены для постоянного получения в режиме

реального времени информации о техническом состоянии ЗиС, технологического оборудования, обработки этой информации, и могут служить основой для выработки рекомендаций по принятию мер, направленных на предотвращение аварийных ситуаций.

В настоящее время мировой и отечественный уровень научно-технической готовности (приборное, аппаратурное, программное обеспечение, в том числе управление рисками в режиме реального времени) для решения этой проблемы недостаточен.

Так ОАО «Газпром нефтехим Салават» внедрило систему измерения уровня и температуры по каждой позиции резервуаров, участвующей в общей информационной системе управления производством (PI-SYSTEM учета материальных и энергетических потоков между цехами, заводами, производствами). Система позволяет в режиме online отслеживать показания приборов, просмотр статуса в котором находится резервуар (в работе, закачка, отстой, откачка, ремонт, и др.), а также формирование и хранение в системе вахтовых (суточных) рапортов и отчетов.

Для обеспечения единой технической политики государства и повышения ее эффективности по проблемам безопасной эксплуатации ОПО и управления рисками в режиме реального времени назрела необходимость в создании Центра управления рисками и мониторинга технического состояния опасных производственных объектов (далее Центр мониторинга), основными функциями которого могли бы стать:

- разработка единой технической политики и приоритетных направлений в оснащении ОПО системами комплексного мониторинга технического состояния (КМТС);
- классификация и категорирование ОПО по степени риска;
- создание и ведение баз данных (электронных паспортов) о техническом состоянии ОПО;
- анализ и подготовка информации в режиме реального времени о техническом состоянии объекта для принятия компетентными органами решений о дальнейшей безопасной эксплуатации объекта;
- координация разработок и сопровождение утверждения нормативных и законодательных документов по оснащению вновь строящихся и находящихся в эксплуатации объектов системами КМТС;
- координация работ по оснащению ОПО системами КМТС;
- координация работ по проектированию систем КМТС;
- консультационно-информационная поддержка работ по оснащению ТУ и ЗиС ОПО системами КМТС;
- координация разработок, разработка и утверждение нормативных документов по аттестации средств, методик, специалистов, персонала, лабораторий мониторинга технического состояния ОПО;

- повышение квалификации персонала, эксплуатирующего системы мониторинга ОПО.

Центр мониторинга должен тесно сотрудничать с Центром кризисных ситуаций МЧС России, а также в соответствии с ГОСТ Р 22.1.12-2005 будет участвовать в разработке структурированной системы мониторинга инженерных систем (СМИС) в части строительных конструкций (СМИК).

Практические аспекты системы КМТС заключаются в:

- осуществлении автоматического контроля за техническим состоянием ТУ и ЗиС на стадии эксплуатации объекта с возможностью передачи данных в режиме реального времени ответственному должностному лицу предприятия и в единую дежурную диспетчерскую службу (ЕДДС) муниципальных образований.

При этом информация о техническом состоянии ОПО должна отражать сведения об изменениях технологических режимов в сторону приближения их к критическим параметрам, при достижении которых резко возрастает риск возникновения аварийных ситуаций. А перечень критических параметров предполагается определять на основе анализа аварий на ОПО, требований правил промышленной безопасности и регламентов с дальнейшим согласованием в надзорных органах.

- передаче информации о возникновении критических параметров автоматически по трем каналам:

1 – ответственному должностному лицу предприятия;

2 – в единую дежурную диспетчерскую службу (ЕДДС);

3 – в межрегиональный филиал Центра мониторинга технического состояния, для её обработки и передачи в органы Ростехнадзора. Этим обеспечивается объективность и независимость (исключается «человеческий фактор») информирования органов Ростехнадзора от эксплуатирующих организаций.

На основании полученной информации принимается решение о проведении внеочередного обследования или дальнейшей эксплуатации объекта.

Исходя из вышесказанного, организационная структура Центра мониторинга предполагает наличие центрального отделения (в Москве) и филиалов в федеральных округах.

Прежде всего, требуется отработать механизм функционирования Центра мониторинга, а затем приступить к реализации проблемы управления рисками, в первую очередь, на критически важных объектах.

К критически важным объектам (КВО) относятся промышленные объекты, имеющие уникальное значение в промышленности страны, оказывающие непосредственное влияние на региональном уровне – крупные заводы, НПЗ, химпроизводства, трубопроводы большого диаметра, трубопроводы высокого давления, крупнотоннажные резервуары и склады для нефти, нефтепродуктов, сжиженных газов, аварии на которых могут привести к значительным поражениям территории, нарушить производственный цикл стратегически важных объектов.

Таким образом, одним из подразделений Центра мониторинга должен быть отдел мониторинга рисков и технического состояния резервуарных парков.

Внедрение систем КМТС будет способствовать повышению безопасности, энергоэффективности и конкурентоспособности отечественного производства, оптимизации межремонтных сроков эксплуатации оборудования, стимулированию его обновления, ускорению технического перевооружения и модернизации ОПО.

Таким образом, Центр мониторинга решает сразу две задачи:

1. помогает государству в обеспечении безопасности ОПО,
2. способствует повышению эффективности и конкурентоспособности самого производства.

Поэтому создание Центра мониторинга может быть профинансировано крупным бизнесом (например, в рамках национального проекта по техногенной безопасности), а административный ресурс, законодательное и нормативно-правовое обеспечение остается за государством. Например, государство может стимулировать производство в повышении его безопасности, существенным снижением или полным освобождением от налогов средств, идущих на оснащение ОПО системами КМТС.

## Литература

1. Ханухов Х.М. Развитие системы обеспечения циклической прочности и промышленной безопасности строительных сварных металлоконструкций: дисс... д-ра техн. наук. НП «УМС». М., 2011. 68 с.
2. Резервуары вертикальные стальные для нефти и нефтепродуктов. Техническое диагностирование и анализ безопасности: метод. указ. СА-03-008-08 / Ассоциация «Ростехэкспертиза», НПС «РИСКОМ», НПК «Изотермик». М., 2009. 288 с.
3. ПБ 03-605-03 Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. Сер. 3. Вып. 3. 176 с.
4. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. С. 16.
5. ГОСТ 24755-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий. М.: изд-во стандартов, 1989. С. 13.
6. РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов. М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. 136 с.
7. РД 26-10-87. Методические указания. Оценка надежности химического и нефтяного оборудования при поверхностном разрушении / Минхимнефтемаш СССР: введ. 01.01.1988. М.: НИИхиммаш, 1987. С. 118.

8. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (СТО-СА-03-002-2009), Ассоциация «Ростехэкспертиза». М., 2009. 216 с.

9. Совершенствование нормативной базы для нефтяных стальных резервуаров – важная составляющая в развитии топливно-энергетического комплекса России / Дидковский О.В. и др. //Монтажные и специальные работы в строительстве. 2009. № 11. С. 4-9.

## References

1. Hanuhov H.M. Razvitie sistemy obespechenija ciklicheskoj prochnosti i promyshlennoj bezopasnosti stroitel'nyh svarnyh metallokonstrukcij: diss... d-ra tehn. nauk. NP «UMS». М., 2011. 68 s. [in russian].

2. Резервуары вертикальные стальные для нефти и нефтепродуктов. Техническое диагностирование и анализ безопасности: метод. указ. SA-03-008-08 / Ассоциация «Ростехэкспертиза», NPS «RISKOM», NPK «Izotermik». М., 2009. 288 s. [in russian].

3. PB 03-605-03 Pravila ustrojstva vertikal'nyh cilindricheskikh stal'nyh rezervuarov dlja nefti i nefteproduktov. М.: GUP «NTC «Promyshlennaja bezopasnost'», 2003. – 176 s. Ser. 3. Vyp. 3 [in russian].

4. SNiP 3.03.01-87. Nesushhie i ograzhdajushhie konstrukcii. М.: CИTP Gosstroja SSSR, 1989. S.16. [in russian].

5. GOST 24755-89. Sosudy i apparaty. Normy i metody rascheta na prochnost' ukrepleniya otverstij. М.: Izd-vo standartov, 1989. S. 13. [in russian].

6. RD 03-421-01. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju diagnostirovaniya tehničeskogo sostojaniya i opredeleniju ostatočnogo sroka sluzhby sudov i apparatov. М.: GUP «NTC «Promyshlennaja bezopasnost'», 2002. 136 s. [in russian].

7. RD 26-10-87. Metodicheskie ukazaniya. Ocenka nadezhnosti himičeskogo i neftjanogo oborudovaniya pri poverhnostnom razrušenii / Minhimneftemash SSSR: vved. 01.01.1988. М.: NIIhimnash, 1987. S. 118. [in russian].

8. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (СТО-СА-03-002-2009), Ассоциация «Ростехэкспертиза». М., 2009. 216 с. [in russian].

9. Sovershenstvovanie normativnoj bazy dlja neftjanyh stal'nyh rezervuarov – vazhnaja sostavljajushhaja v razvitii toplivno-jenergetičeskogo kompleksa Rossii / Didkovskij O.V. i dr. // Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve. 2009. № 11. S. 4-9. [in russian].

**Сведения об авторах**

Ханухов Х. М., д-р техн. наук, генеральный директор ООО «НПК Изотермик», г. Москва, Российская Федерация

H. M. Hanuhov, Ph.D., general manager NPK “Izotermik”, Moscow, Russian Federation

e-mail: isotermik@yandex.ru

Шайбаков Р. А. , канд.тех.наук, генеральный директор ОАО «Салаватский химический завод», г. Салават, Российская Федерация

R. A. Shaybakov , Ph.D., general manager JSC “Salavat Chemical Plant”, Salavat, Russian Federation

e-mail: rashaibakov@mail.ru

Абдрахманов Н.Х., канд. техн. наук, генеральный директор Ассоциация «Башкирская ассоциация экспертов», Уфа, Российская Федерация

N. H. Abdrakhmanov, Ph.D., general manager “Bashkir Association of Experts”, Ufa, Russian Federation

e-mail: bashexpert@mail.ru

Марков А.Г., исполнительный директор ООО «Метам», г. Магнитогорск, Российская Федерация

A.G. Markov, executive director LLC “Metam”, Magnitogorsk, Russian Federation

e-mail: metam-llc@mail.ru