

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЭС ПО БЕЗОПАСНОСТИ МПТ И ОБЪЕКТОВ

Интервью с заместителем председателя МЭС — Лещенко Виктором Викторовичем



Виктор Викторович в чем вы видите основную цель межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов?

Если совсем коротко, основная цель - консолидация специалистов из различных отраслей, ведомств, компаний для создания системы выработки решений по разнородным проблемам, связанным с обеспечением безопасного функционирования морских подводных трубопроводов (МПТ). Это записано в Положении о МЭС.

С самого начала создания МЭС мы подчеркивали уникальную специфику и стратегическую значимость МПТ для государства, его экономики и стратегических интересов. Это естественным образом ставит вопрос о необходимости особых подходов к обеспечению их работоспособности и безопасности. Долгое время, на момент создания МЭС, все наши морские трубопроводы проектировались, строились и обслуживались по иностранным нормам. Полностью отсутствовали отечественные технологии ремонта и модернизации МПТ, диагностика и всё применяемое оборудование импортное. Не существовало отечественных стандартов, нормативных документов по проектированию, строительству, эксплуатации подводных трубопроводов, в лучшем случае машинные переводы иностранных стандартов, зачастую прямо противоречащие российским нормам. Отсутствовало внятное понимание ответственных за разработку и обновление технических норм и правил. В этой связи первоочередной задачей МЭС виделось наведение элементарного, минимального порядка в нормативно-техническом обеспечении отрасли, создание отечественных нормативно-технических документов,

учитывающих российскую специфику, особенности регулирования эксплуатации опасных производственных объектов и сложных технических систем, отличия от зарубежных технологий и опыта, особенности природных условий и многое другое. И уже тогда, а сейчас тем более, стало совершенно очевидно, что использование иностранных технических норм в данной ответственной области не просто затруднительно, но порой просто недопустимо. А уж теперь в условиях современных реалий, санкций и ограничений – это стало фактически невозможно!

В дальнейшем, помимо этой, важнейшей задачи, пришло понимание, что необходимо консолидировать компетенции и развивать другие, не менее важные вопросы. Это и развитие технологий мониторинга, ремонта и модернизации МПТ. Еще совсем недавно абсолютно все технологии принадлежали иностранным компаниям. Развитие телеуправляемых и автономных подводных аппаратов, робототехнических комплексов для функционирования и обслуживания нефтегазовых месторождений, развитие специализированных судов и технологий. Вопросы коррозионной защиты, защита от ледовых воздействий, а ведь про это даже подсмотреть не у кого, никто в мире не сталкивался с такой проблемой.

Время только подтвердило правильность наших соображений. Уж если мы как страна, всерьез занялись морской нефтегазодобычей, имея при этом уникальные природно-климатические особенности и специфику, которой больше нет нигде в мире, то необходимо иметь полный комплект технологий, производственной инфраструктуры, собственную систему стандартов и нормативно-технического обеспечения на все случаи жизни.



Какие по вашему мнению наиболее сложные вопросы, которые были подняты в работе МЭС?

Как Вы понимаете, простых вопросов в нашей работе наверно и нет, но наиболее сложным и одновременно интересным на сегодня, пожалуй, является проблематика защиты подводной инфраструктуры от антропогенных воздействий, минимизация террористических угроз. Сейчас эта проблема стала как никогда актуальной, она включает в себя самый сложный комплекс технических, организационных, законодательных вопросов.

Если по остальной проблематике, связанной с эксплуатацией подводных трубопроводов и объектов, возможно за исключением обеспечения ледовой защиты, в мире накоплен богатейший опыт, на который можно и нужно опираться, то террористические атаки на трубо-



проводные магистрали явление новое. Не у кого спросить, как этому противодействовать. Когда мы имеем дело с природными явлениями, у них есть понятные механизмы, повреждающие факторы, которые можно измерить, оценить, посчитать, вывести закономерности, а в случае, когда против нас работает враждебный деятельный интеллект – всё значительно сложнее. Это отдельный большой пласт работы, который ещё только предстоит пройти.

Могли бы вы подвести итоги мероприятий межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов в 2024 году?

Вы знаете, поймал себя на мысли, что за повседневной, рутинной работой не всегда самым в полной мере



ощущаются объем проделанной работы. В этом плане, конечно, очень полезно периодически подводить промежуточные итоги.

Что можно сказать? В прошлом году мы серьезно продвинулись по направлению научно методологического обеспечения. Оформлены первые документы, чем заложена основа отечественной системы нормативно-технических документов по морским объектам, имеющей четкую структуру и логику. Это документы, в которых безусловно учтён богатейший зарубежный и отечественный опыт, но полностью учитывающие нашу российскую специфику, от различия в свойствах применяемых конструкционных сталей и материалов, до механизмов надзора. Документы, которые прошли всесторонний анализ в ведущих научных институтах страны, приняты Российским морским регистром судоходства (РМРС), ведущими учеными и специалистами. Как показатель их качества может служить то, что они уже начинают цитируются в зарубежных специализированных журналах, на них ссылаются, как на наиболее передовые на сегодня методологии.

Большим успехом МЭС считаю консолидацию предприятий по вопросам развития систем мониторинга технического состояния МПТ на базе автономных подводных робототехнических комплексов и аппаратов. Интереснейшая, обширная тема, связанная с массой сложнейших технических и организационных проблем.

Безусловно, одним из наиболее значимых достижением МЭС в 2024 году стала подготовка и открытие при поддержке Минпромторга России Астраханского технологического кластера по обеспечению безопасности и ремонту морских подводных трубопроводов. Здесь, на базе судоремонтного завода «Каскад», создаются технологии и инфраструктура изготовления и проведения подводных ремонтов МПТ. Огромную работу по формированию кластера провели ЦНИИ «Курс», РМРС, НТЦ

«Нефтегаздиагностика». В планах, конечно, взаимодействие с Астраханским технологическим университетом и астраханской «дочкой» ПАО ЛУКОЙЛ - ООО «Лукойл-Нижневожскнефть», которое ведет добычу на шельфе Каспия и имеет богатый опыт эксплуатации и ремонта подводных трубопроводов.

При непосредственном участии предприятий-членов МЭС создано и запущено в эксплуатацию первое специализированное судно для ремонта МПТ – «Нептун». По итогам работ 2024 года можно однозначно констатировать, что заложенный в него функционал и уникальные возможности, позволяют ему значительно превосходить другие стандартные суда, обеспечивая существенную экономию при проведении подводно-технических работ.

В октябре 2024 года МЭС провел свою первую научно-техническую конференцию в подмосковном пансионате «Солнечный». Мероприятие вызвало огромный интерес у специалистов отрасли - ученых, представителей нефтегазодобывающих предприятий, ведущих добычу на шельфе, эксплуатирующих подводные трубопроводы, предприятий производителей специализированной подводной техники, сервисных предприятий. Могу однозначно сказать, что данная конференция - один из лучших примеров подобных отраслевых мероприятий.

Ну и конечно необходимо отметить работу редколлегии нашего журнала «Морская наука и техника», которая не смотря на массу проблем и сложностей только в прошлом году выпустили восемь номеров! Несомненно, прежде всего, это заслуга главного редактора журнала - Андрея Викторовича Камшукова. Благодаря его неуёмной энергии, опыту и стратегическому чутью, журнал «встал на ноги» и развивается. Конечно, для всех нас явился огромной утратой уход из жизни Андрея Викторовича, человека безупречной честности и личной порядочности. Я уверен, что продолжение журнала на са-



мом высоком уровне - дело чести для команды, которую создал Андрей Викторович.

Основная деятельность МЭС - разработка и экспертная оценка проектов нормативно-методических документов, методов и технологий безопасности МПТ и объектов. Объемная работа была проведена в прошедшем году, а что в ближайшей перспективе?

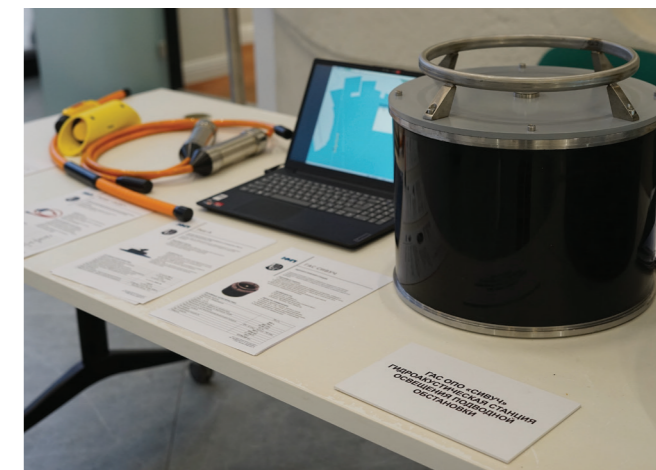
Понятно, что впереди ещё огромный объем работы. Как я уже говорил, необходимо разработать целую систему взаимосвязанных-непротиворечивых документов. Например, иностранные системы содержат сотни документов с многочисленными ссылками друг на друга.

В рамках МЭС мы сейчас приступаем к разработке базовых методических документов верхнего уровня, для ведущих специалистов, ведомств и корпораций. В этих документах будут определена стратегия реализации риск-ориентированного подхода к обоснованию безопасности морских подводных сооружений. Это создаст основу для создания взаимосвязанной системы нормативных документов для инженерных приложений.

По технологиям - прежде всего предстоит масштабная работа по проектированию, изготовлению и испытанию комплекса для глубоководных ремонтов трубопроводов без использования водолазов. Освоение технологии ремонта безогневого соединения труб под водой. Работы по освоению и внедрению автономных подводных аппаратов (АНПА) для мониторинга и подводно-технических работ.

Соответственно, продолжим развитие нашего Астраханского технологического кластера. В разработках: новые технологии, стандарты и методики, обеспечивающие безопасность эксплуатации и эффективный ремонт подводных трубопроводов Каспийского и других морей. Станем наполнять его оборудованием, станками, что позволит улучшить надежность и срок службы морских подводных трубопроводов. Планируем приглашать к сотрудничеству заинтересованные организации. Недавно, кстати, подписали Соглашение о сотрудничестве в рамках Кластера с Астраханским филиалом ФАУ Российский морской регистр судоходства (РМРС).

Хочется верить, что наши взаимодействия и намерения окажут положительное влияние на экономику страны и её технологического лидерства в области обслуживания морской инфраструктуры.



Насколько видите возможной и значимой координацию Морской коллегии Российской Федерации и Межведомственного экспертного совета по безопасности морских подводных трубопроводов и объектов?

У Морской коллегии, как у государственного органа, есть своя собственная программа работы, свои цели и задачи, которые ей ставит Президент РФ. То, что Коллегия заинтересовалась нашей деятельностью, еще раз показывает, что мы правы, когда говорим об особой, стратегической значимости обеспечения безопасности МПТ для стабильного развития экономики страны, то, что это важнейшая задача, требующая системной работы. В этой связи очень позитивным видится взаимодействие именно госоргана такого высокого ранга с, по сути, общественной организацией МЭС. У нас появляется возможность оперативно выносить на высший уровень консолидированную позицию и решения по техническим вопросам, а у Коллегии – готовое компетентное, ответственное и очень важно межведомственное экспертное сообщество, которому, в том числе, можно адресовать на рассмотрение специфические задачи и проблемы.

Виктор Викторович, какие мероприятия планирует МЭС по безопасности МПТ и объектов в 2025 году?

Основной план мы определили себе в протоколе итогового совещания, прошедшего 25 ноября ушедшего года.

Уже утверждён план проведения первых совещаний в Аналитическом центре при Правительстве РФ, есть понимание тем, которые необходимо будет обсудить и проработать.

На регулярной основе выполняются обязанности рабочих групп. Значимой и очень полезной частью работы видятся выездные совещания с посещением различных предприятий, объектов. И планируется это, как в рамках рабочих групп, так и общим составом МЭС.

А осенью обязательно проведем очередную научно-техническую конференцию.

В заключение хочется отметить, что круг организаций и специалистов, так или иначе вовлеченных во взаимодействие с МЭС, только увеличивается. Появляются новые задачи и вопросы, вырабатываются способы их решения. Я уверен, что мы на правильном пути, и что вместе делаем большое и полезное дело.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СУДНО «НЕПТУН»



Аварийно-спасательное пожарное судно «НЕПТУН» — это пилотный проект судна специального назначения по обслуживанию и ремонту МПТ, позиционируется как экспериментальная научно - техническая площадка для внедрения современного, инновационного оборудования, используемого в обеспечении безопасности морских подводных систем и сооружений. Работы проводятся при информационно-консультативном участии Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов, отдела морской техники, технического регулирования и интеллектуальной собственности департамента судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга России.

О модернизации, первых работах и технических возможностях судна рассказал главный специалист по водолазным работам, эксперт Межведомственного экспертного совета по безопасности МПТ и объектов Александр Рафаилович Булатов.

Судно изначально было оснащено как пожарное, у него штатное ДПЖ Н14, насосы, которые сами по себе обладают огромной мощностью. Они стоят в пожарном отделении, стационарно, ниже ватерлинии, им легко закачивать воду, у них очень хорошие характеристики для эжекторов, это классические средства, которые применяются у нас водолазами. Эжекторы — это устройство имеющие выкидной шланг на 100-150 м., этого явно недостаточно для проведения работ, в основном это средства малой механизации, которое приводит к длительному выполнению работ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ

Мы спроектировали и изготовили специальный авторский эжектор. В расчет были взяты производительность давления ДПЖ Н14 напорных пожарных насосов. Он отличается от классических тем, что у него круговой и центральный разрыв, а также он применяется у нас в России.

Преимущества специального технического судна «Нептун» состоит в том, что он осуществляет более деликатный разрыв. Эжектора ЭУ-200 более мобильные, легкие, что фактически исключает возможность повреждения трубопровода. Мы выбрали оптимальный компромиссный вариант, приемлемый для нас, как по производительности по грунту, так и по массогабаритным характеристикам и мощности двигателя. Насос на 55 КВ. Производительность 450 кубов. Установлены две фрезы, которые предварительно рыхлят грунт, что тоже очень хорошо, так как на Каспии грунты глинистые, твердые и плотные.

ПЕРВЫЕ РАБОТЫ

В этом году прошли первые работы специального технического судна «Нептун». Все планы и цели, которые были поставлены – прошли очень успешно!

Углубления проводилось разными техническими средствами: погружным насосом, который предоставила «НТЦ «Нефтегаздиагностика», с размывом на 55 КВ и эжекторами от штатной погружной системы ДПЖ Н14.

Технические характеристики судна «Нептун»

Длина габаритная, м	39.80
Длина расчетная, м	36.86
Ширина габаритная, м	7.80
Высота борта, м	3.30
Осадка, м	2.12
Водоизмещение, т	385
Дедвейт, т	53.000
Скорость, узлов	11.5
Чистая вместимость	93 МК-1969
Валовая вместимость	313 МК-1969

Для проведения ремонта было разработано 5 котлованов, после чего в эти котлованы были установлены ремонтные муфты. Данные работы были проведены водолазами так же с судна «Нептун».

Судно «Нептун», как никакое другое подходит для работ по обеспечению эксплуатации и ремонта морских подводных трубопроводов и объектов в акватории Каспийского моря.

«Нептун»- выполняет свою работу быстро, качественно и эффективно. Далее намерены не останавливаться, прогрессировать и совершенствовать технологии приема и выполнения работ.

344019, г.Ростов-на-Дону,
улица 13-я Линия, 93.

Тел. 8-909-438-31-13

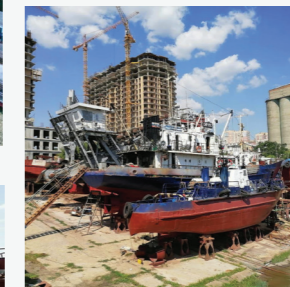
E-mail: rif093@yandex.ru

ZAO-RIF.COM



АО ССРЗ РИФ

**АО «ССРЗ «РИФ»
ПРЕДЛАГАЕТ РЕАЛИЗАЦИЮ
ПРОЕКТОВ ОБНОВЛЕНИЯ
ФЛОТА ОТ ИДЕИ ДО СДАЧИ
СУДНА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ И
ПОСТАНОВКУ В РК**



**АО «РИФ» ИМЕЕТ СОБСТВЕННОЕ
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
И ОКАЗЫВАЕТСЯ УСЛУГИ В
ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
В СУДОСТРОЕНИИ И
СУДОРЕМОНТЕ**

WWW.ZAO-RIF.COM

НАШИ УСЛУГИ:

- СУДОСТРОЕНИЕ В МЕТАЛЛЕ;
- СУДОСТРОЕНИЕ В ПОЛИЭТИЛЕНЕ ;
- СУДОРЕМОНТ;
- СТОЯНКА СУДОВ.

НАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ШИРОКИЙ ВЫБОР ПРОЕКТОВ;
- ОПЫТ СУДОСТРОЕНИЯ БОЛЕЕ 110 ЛЕТ;
- КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НА ВСЕХ ЭТАПАХ;
- СОБЛЮДЕНИЕ ОГОВОРЕННЫХ СРОКОВ ПРОИЗВОДСТВА.



МЕТОД ТОМОГРАФИИ МАГНИТНЫХ ГРАДИЕНТОВ (МТМ-Г) ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

В данной статье рассматривается применение бесконтактного магнитометрического метода томографии магнитных градиентов (МТМ-Г) как одного из наиболее достоверных подходов к оценке целостности и технического состояния морских трубопроводов. В тексте представлен обзор существующих методов диагностики морских трубопроводов и их ограничений при эксплуатации в сложных морских условиях. Описаны физические принципы метода МТМ-Г, его отличия от традиционных и аналогичных бесконтактных методов контроля. Приведены примеры практического применения метода для диагностики подводных магистральных трубопроводов на больших и малых глубинах. Рассматриваются возможности интеграции метода с другими диагностическими технологиями для повышения точности оценки технического состояния трубопроводов.

Ключевые слова: метод томографии магнитных градиентов, МТМ-Г, диагностика морских трубопроводов, механические напряжения, бесконтактная инспекция, ТНПА, безопасность морских трубопроводов.

Авторы: Колесников Игорь Сергеевич – технический консультант, автор изобретения, патентообладатель
Воейков Денис Романович – Генеральный директор ООО «АКОРД-Технолоджи».

ВВЕДЕНИЕ

Морские подводные трубопроводы играют важную роль в транспортировке углеводородов, обеспечивая устойчивую связь между морскими месторождениями и объектами переработки. В отличие от наземных трубопроводов, они эксплуатируются в более жестких условиях внешнего воздействия, включая агрессивную морскую среду, неравномерность подводных течений, приливы/отливы, ледовые нагрузки, подвижки грунта. Кроме того, на состояние трубопроводов оказывают влияние различные эксплуатационные и природные факторы, включая коррозионные процессы, динамические нагрузки, оползневые явления, температурные границы сред, механические напряжения в области свободных провисов и многие другие. Все это может приводить к аварийным ситуациям. Поэтому своевременное техническое диагностирование и оценка целостности трубопроводов — это одна из основных задач и обязанностей операторов трубопроводов.

Для диагностики технического состояния морских трубопроводов применяются различные классические методы контроля: внутритрубная дефектоскопия, визуальные инспекции с помощью АНПА и ТНПА, гидроакустические исследования, диагностика состояния катодной защиты и контактные методы контроля (ультразвуковые, рентгеновские, вихретоковые).

Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки, области применения (с соответствующими ограниче-

ниями), предназначен для выявления различного рода особенностей металла в виде дефектов с геометрическими размерами, обладает своим уровнем достоверности и точности. Но ни один из них не направлен на прямое выявление и определение истинных причин аварий трубопроводов — зон концентрации и оценку уровня действующих механических напряжений.

Известны случаи отказов на новых трубопроводах после проведения обследования классическими диагностическими методами, направленными на выявление геометрических параметров (размеров) дефектов в металле трубопровода. При этом причинами аварий не всегда служат локальные дефекты. Более того, современная нормативная база регламентирует определять уровень механических напряжений как основной критерий безопасности трубопровода. Действительно, целостность трубопроводов определяется не только наличием, количеством, расположением или размерами дефектов, поскольку дефекты с одинаковыми размерами могут представлять разную опасность в зависимости от действующих внешних нагрузок.

Например, «критические» по размерам дефекты, появившиеся на этапе строительства, могут представлять меньшую опасность, чем «допустимые» по размерам дефекты, возникшие в процессе эксплуатации на участках УПИ, нестабильных грунтов, болотистой местности, свободных провисов, в сейсмоопасных регионах. А условно «допустимые» дефекты малого размера (например стресс-коррозия) могут быть намного опаснее «крити-

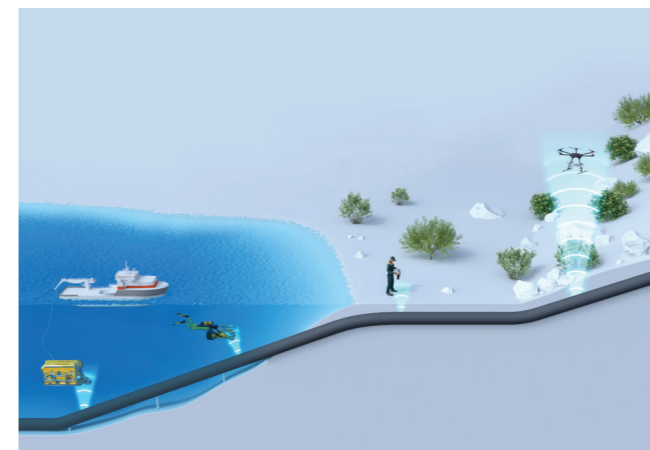


Рис. 1 Области применения МТМ-Г

ческих» дефектов потери металла, если находятся в зоне растяжений либо сложного напряженно-деформированного состояния из-за провисания из-за сложного профиля поверхности морского дна и действия боковых подводных течений.

Подход «рвется там, где тонко» работает только при всех прочих равных. А реальное поведение трубопровода под водой в условиях действующих постоянных/переменных сдвиговых и продольных нагрузок, вызванных внешними факторами, невозможно определить без определения таких внешних воздействий. Современные методики оценки механических НДС основаны на расчетных моделях, закладываемых на этапе проектирования в виде коэффициентов запаса прочности.

Именно по этим причинам с целью качественного и полноценного технического диагностирования и оценки целостности трубопроводов был разработан и внедрен Метод Томографии Магнитных Градиентов (далее – МТМ-Г).

МЕТОД ТОМОГРАФИИ МАГНИТНЫХ ГРАДИЕНТОВ

МТМ-Г позволяет бесконтактно, в штатном режиме эксплуатации трубопровода выявлять и характеризовать зоны концентраций механических напряжений, сопряженные с наличием дефектов или напряженно-деформированным состоянием, и оценивать целостность трубопровода на основе прямой регистрации параметров изменения магнитных свойств трубопровода.

ООО «АКОРД-Технолоджи» — российская компания-разработчик магнитометров «КОРД», осуществляет техническое диагностирование ферромагнитных трубопроводов методом МТМ-Г. Конструкция магнитометров «КОРД» позволяет не только выявить зоны концентрации механических напряжений, но и выделить кольцевые и продольные составляющие механических напряжений для более детальной дальнейшей проработки и анализа. Например, оценка отдельно кольцевой составляющей влияет на определение критических и безопасных рабочих давлений трубопровода, а оценка продольных напряжений может быть критерием допустимости максимальной длины провиса морского трубопровода.

МТМ-Г подходит для всех линейных ферромагнитных трубопроводов (трубные стали, чугуны, высокопрочные чугуны с шаровидным графитом) вне зависимости от способа их укладки. Метод особенно хорошо зарекомендовал себя для технического диагностирования тех

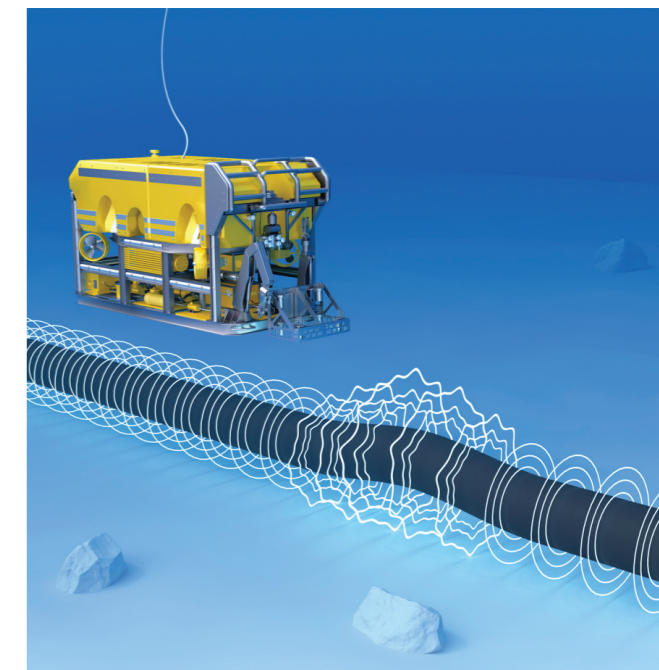


Рис. 2 МТМ-Г обследование с ТНПА

участков трубопроводов, где затруднено шурфование (водные переходы, заболоченная местность, трубопроводы морской прокладки), а также для трубопроводов, где применение стандартных средств неразрушающего контроля, включая инспекцию внутритрубными снарядами-дефектоскопами, невозможно или затруднено.

Методы, требующие вскрытия изоляции или размещения датчиков на поверхности трубы, могут потребовать изменения режима эксплуатации трубопровода, что связано с дополнительными затратами и рисками. А требование непосредственного контакта с поверхностью металла трубопровода, а также специальной подготовки поверхности для проведения НК классическими методами, 100% вскрытие на всю длину трубопровода, снятие и восстановление бетонного изоляционного покрытия, делает их использование на морских трубопроводах практически невозможным.

Для МТМ-Г обследования не требуется специальной подготовки трубопровода к самому обследованию (оборудование камерами запуска/приема поршня ВТД, очистки, подготовки внутренней поверхности трубопровода, внутритрубной инспекции геометрии трубопровода, специальной маркировки трассы), контакта с трубопроводом или изменения режимов эксплуатации трубопровода во время инспекции.

Таким образом, МТМ-Г позволяет:

- снижать затраты на обследование за счет отсутствия необходимости в подготовительных работах;
- обеспечивать регулярный мониторинг технического состояния трубопровода без прерывания его работы;
- проводить оперативный мониторинг без остановки трубопровода в экстренных ситуациях (диагностирование после землетрясений, оползней, скачков давления, аварий);
- проведение регулярного осмотра в рамках мониторинга оценки технического состояния.

Вышеперечисленные преимущества делают МТМ-Г

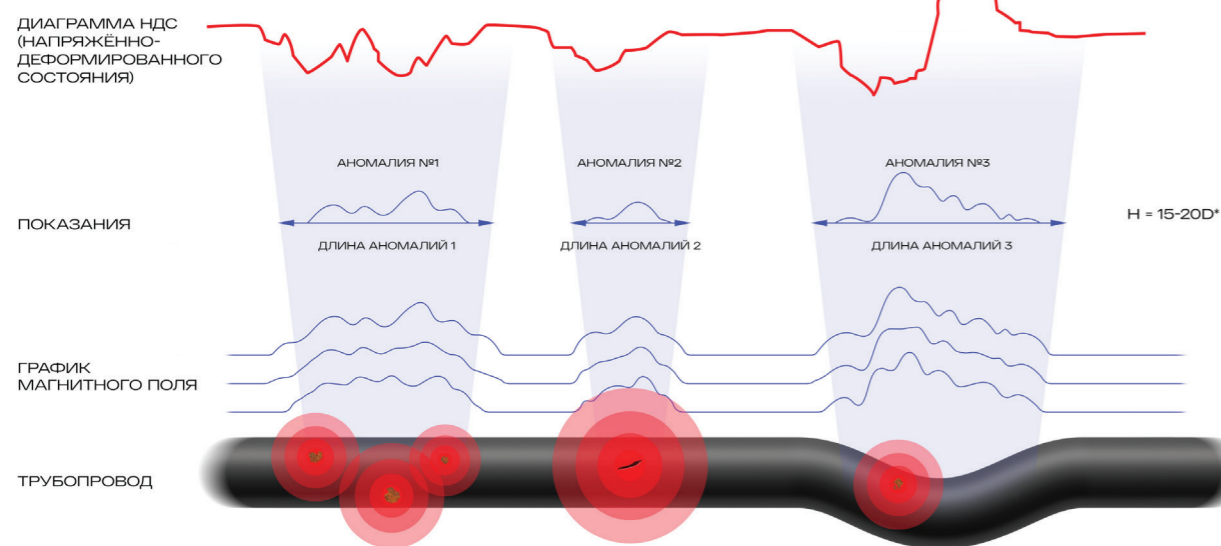


Рис. 4 Принцип выявления зон концентрации механических напряжений

эффективным инструментом для оценки напряженно-деформированного состояния конструкции и предупреждения возможных рисков аварий.

ДИАГНОСТИКА МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

МТМ-Г активно применяется для диагностики различных типов морских трубопроводов, в том числе:

- глубоководных магистральных трубопроводов, где использование контактных методов ограничено;
- прибрежных и мелководных участков, подверженных динамическим нагрузкам (волновым воздействиям, приливным течениям). Фиксируются изменения напряженно-деформированного состояния, возникающие из-за колебаний и изгибов трубопровода;
- трубопроводов в районах с высокой сейсмической активностью, где важно учитывать дополнительные механические воздействия. Выявляются участки повышенных механических напряжений, вызванные подвижками грунта, оседанием или тектоническими деформациями. Это позволяет проводить диагностику после сейсмических событий и оценивать потенциальные риски повреждений.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГРАНИЦЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Для проведения МТМ-Г диагностики используются различные носители, адаптированные под конкретные

условия эксплуатации:

- подводные телеуправляемые аппараты (ТППА/ROV) – для обследования глубоководных трубопроводов;
- водолазное оборудование – для диагностики трубопроводов на мелководье и прибрежных зонах.
- беспилотные летательные аппараты (БПЛА/UAV) – для инспекции наземных и надводных участков.
- автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА/AUV) – возможна интеграция магнитометра с автономным носителем.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ

На основе данных МТМ-Г обследования рассчитываются следующие параметры безопасности трубопровода по критерию предельных состояний для каждой выявленной аномалии магнитного поля:

- максимально допустимое безопасное рабочее давление $R_{без}$;
- период безаварийной работы $T_{без}$; и остаточный ресурс
- уровень кольцевых и других (продольных, сдвиговых, комплексных) локальных напряжений S_i ; действующих в сечении трубопровода
- коэффициент безопасного давления КБД (ERF).
- Распределение основных типов дефектов в границах аномалии МТМ-Г.

Данные МТМ-Г позволяют рассчитывать параметры



Рис. 5 МТМ-Г обследование 36" газопровода компании ADNOC (ОАЭ, Персидский залив)

безопасности ферромагнитных трубопроводов на основе определения абсолютных величин фактически действующих максимальных механических напряжений в границах аномалии (дефектного участка).

Расчет параметров безопасности трубопровода по данным МТМ-Г основан на определении характеристических параметров величины концентрации механических напряжений (SCF) в кольцевом и других направлениях. В ходе МТМ-Г обследования регистрируются значения магнитной индукции, определяется магнитный момент в поперечном сечении трубопровода, связанный с механическим напряжением в границах аномалии и оценивается коэффициент концентрации напряжений ККН (SCF) как величина отклонения величины напряжений в области аномалии от средних фоновых значений.

ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ДАННЫХ

МТМ-Г характеризуется высокой чувствительностью к изменениям магнитного поля, вызванным механическими напряжениями, что позволяет фиксировать минимальные отклонения в напряженно-деформированном состоянии трубопровода.

Ключевые параметры, определяющие точность метода:

- Чувствительность к изменениям механических напряжений на уровне 0,5% от предела текучести.
- Высокая достоверность выявленных аномалий, подтвержденная практическими испытаниями и многократной верификацией в шурфах.
- Возможность автоматизированного анализа данных, обеспечивающего объективную оценку состояния трубопровода.

МТМ-Г является одним из инструментов комплексной диагностики морских трубопроводов, направленным на предупреждение и выявление истинных причин потенциальных аварий, обеспечивающим высокую достоверность результатов обследования, прогнозирования и оценки потенциальных рисков.

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

Метод МТМ-Г в 2025 году применяется для диагности-

ки подводных магистральных трубопроводов в различных регионах, включая глубоководные участки и сложные прибрежные зоны.

Начиная с 2020 года ООО «АКОРД-Технолоджи» провело диагностику более 1100 км морских трубопроводов в различных акваториях Индии, Малайзии, Саудовской Аравии, Египта и ОАЭ.

Аудит технических отчетов был проведен DNV, IRMS, а также другими экспертными организациями. В ряде проектов по результатам МТМ-Г успешно проведены ремонтно-восстановительные работы трубопроводов, в том числе морских.

Так, например, трубопровод компании SOPC (Суэц, Египет). Верификация подтвердила наличие опасных зон КН, обусловленных наличием продольных трещиноподобных дефектов с выходом на монтажное сварное соединение, дефекты потери металла на внутренней стенке трубопровода DN24", причем совокупность дефектов подтверждена на участке холодного изгиба, выходящего за рамки допустимого в условиях мелководья и сильных морских отливных/приливных течений.

Результаты МТМ-Г обследования трубопровода компании Rashpetco (СП Shell и Petronas) в Египте (глубины от 60 до 90 метров), использовались оператором для составления плана-графика капремонтов на основе ранжирования выявленных аномалий. Результаты МТМ-Г обследования трубопроводов компаний ONGC и Reliance были основанием для замены дефектных секций.

В ОАЭ результаты МТМ-Г обследования подводного газопровода DN36" компании ADNOC на глубинах 5–7 метров были подтверждены ВТД и последующим НК.

Кроме того, неоднократно проведено сплошное обследование магистральных трубопроводов от места подводной добычи до НПЗ, перекрывая все три зоны заложения – глубоководную, мелководную и сухопутную, обеспечивая обследование 100% длины без пропусков.

Наш опыт непосредственного взаимодействия с владельцами/операторами трубопроводов демонстрирует, что МТМ-Г существенно расширяет возможности оценки технического состояния морских трубопроводов, не заменяя, а дополняя существующие подходы к оценке целостности данными о фактическом распределении напряженно-деформированных участков конструкции и степени их опасности.



СТРАНЕ НУЖЕН ФЛОТ

За два последних года резко вырос спрос на отечественную продукцию судостроения, что стало следствием геополитической напряженности и беспрецедентных санкций в отношении России. Многие зарубежные рынки фактически закрыты для российских компаний. Крайне остро стоит вопрос с поставками комплектующих. Кроме того, флот год от года стареет, срок службы большого количества судов подходит к своему порогу.

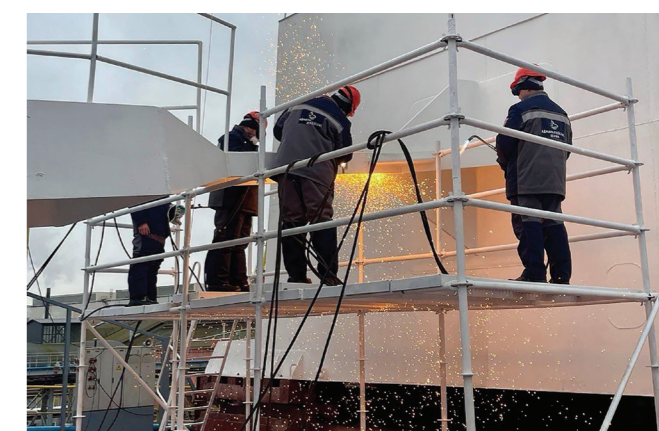


Сегодня Россия нуждается во флоте – и военном, и гражданском. Этот спрос будет стабильно расти. До половины всех требуемых судов приходится на грузовой и пассажирский флот: танкеры, газовозы, контейнеровозы, сухогрузы, рыбопромысловые и пассажирские суда класса река – море. Есть необходимость в строительстве уникальных морских объектов, таких как ледоколы, техника для освоения шельфовых месторождений, вспомогательного флота, надводных и подводных кораблей для ВМФ.

Последние годы ОСК справляется с текущими объемами по гособоронзаказу. Вместе с тем Президент России Владимир Путин ставит задачу укреплять Военно-Морской Флот России, а значит количество заказов по линии Министерства обороны будет в нынешних объемах и больше.

Что касается гражданского сегмента, то здесь ситуация гораздо сложнее. Учитывая потребности заказчиков, общие тренды в мировом судостроении и возрастные пороги существующих судов в каждой категории, Министерством промышленности и торговли подготовлен прогноз заказов до 2035 года. Если за последние десять лет ОСК передала заказчикам около 200 судов, то в следующее десятилетие России необходимо не менее 1700 новых судов.

При сохранении нынешних темпов строительства ОСК не сможет решить государственную задачу по обеспечению страны гражданским флотом. Необходим перезапуск работы всех предприятий корпорации, выход на новый технологический уровень. Только в этом случае, при государственной поддержке, корабель ОСК построят 1000 судов до 2035 года. Оставшуюся потреб-





ность смогут закрыть наши коллеги – другие судостроительные предприятия страны.

В настоящее время не стоит вопрос, где взять заказы, как это было еще недавно. Предприятия корпорации обеспечены заказами, есть планы по их загрузке на годы вперед. Но чтобы справиться с растущим спросом, нужны новые мощности и технологии.

Ключевая задача ОСК – кратно, в два-три раза, увеличить производительность под растущие заказы и стать максимально эффективной. С учетом обстановки в мире эту задачу необходимо решить в очень короткие сроки.

Понятно, что судостроение во многом зависит от смежных базовых отраслей – машиностроения, металлургии, электроники. И здесь отечественной промышленности еще многое предстоит сделать по линии импортозамещения. Кроме того, объективно производственная структура судостроения раза в два-три дороже по капитальным затратам любого машиностроительного предприятия, занимающего аналогичные производственные площади. Эта дороговизна – следствие крайне дорогостоящей гидротехнической инфраструктуры: стапелей, эллингов, сухих и плавучих доков. Сроки окупаемости инвестиций в такие объекты измеряются десятками лет. Будучи главным исполнителем судостроительных контрактов, верфь принимает на себя все риски, в первую очередь связанные с кооперацией. Любой срыв поставок оборудования влечет за собой срыв сроков сдачи продукции и потерю прибыльности. Поэтому предстоит одновременно преодолевать трудности, накопленные внутри корпорации, а также решать системные вопросы, касающиеся всей отрасли.

Что нужно делать? Ответ на этот вопрос дает новая стратегия развития ОСК, определяющая вектор движения по каждому из направлений работы.

Уже в этом году, в рамках стратегии развития ОСК



начнется модернизация предприятий корпорации в Нижнем Новгороде и Санкт-Петербурге.

Заводы ОСК «Адмиралтейские верфи» и «Красное Сормово» станут первыми предприятиями, на которых в 2025 году начнется масштабная модернизация, которая выведет ОСК на новый технологический уровень судостроения.

В планах – проведение работ по реконструкции глубоководных достроечных набережных, строительство площадок для укрупнения секций в блоки массой до 400 тонн вместо имеющихся сегодня секций/блоков 180 тонн, с возможностью их передачи на специализированные транспортные суда.

На 2025 год запланированы и ремонтные работы:

капитальный ремонт крыш цехов, замена фонарей, ремонт производственных корпусов. Будет произведено и техническое перевооружение оборудования, которое необходимо предприятиям для проведения операционно-технической деятельности.

В результате проведенных работ по модернизации планируется сократить стапельный период за счет формирования корпуса судна из более крупных секций и блоков. Безусловно, повысится качество, а также появится возможность изготовления крупногабаритных блоков для потенциальных заказчиков и заводов группы ОСК в рамках проекта «Распределенная верфь». Как следствие, увеличится производительность труда и объемы выпуска продукции. ■

