

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Сергей Ажермачёв

Национальная академия природного и курортного строительства
Адрес: Симферополь, ул. Киевская 181

Аннотация. Рассматриваются особенности эксплуатации морских трубопроводов для транспортировки углеводородов. Исследуются факторы, влияющие на надежность трубопроводов. Дается оценка возможных рисков, возникающих при эксплуатации. Даются рекомендации повышения надежности морских трубопроводов при экстремальных воздействиях.

Ключевые слова: трубопровод, нагрузки, воздействия, надежность

ВВЕДЕНИЕ

В предстоящие годы в международном масштабе трубопроводная отрасль будет развиваться в зависимости от спроса на углеводороды. А это уже чувствуется в настоящее время. Часть европейских стран проявляют большую осторожность к увеличению электроэнергии с атомных электростанций, не смотря на то, что потребность в энергоресурсах с каждым годом возрастают. Здесь много причин и одна из главных – надежность объектов, обеспечивающих энергетическую отрасль страны.

Газ все больше завоевывает «место под солнцем» в промышленно развитых странах. Фирмы, добывающие газ с месторождений в Северном море, Африки, Ближнего и Среднего востока и Азиатских регионах, намерены увеличить объемы добычи с намечаемым ростом спроса на газ в странах Европы и Восточной Азии (Китай, Японии, Корея и др.).

В Европе, Азии, Америке возрастает спрос на экологически чистое топливо, так как все индустриально развитые страны стремятся в законодательном порядке обеспечить снижение загрязнения окружающей среды.

В настоящее время протяженность только магистральных трубопроводов, транспортирующих углеводороды, перевалила за 500000 км. При этом необходимо иметь ввиду, что трубопроводы с каждым годом стареют. Поэтому ожидается, что значимость обеспечения безопасной работы морских трубопроводов будет возрастать [1,2,3].

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ эксплуатации морских трубопроводов за последние десятилетия показывает, что причинами отказов трубопроводов являются различные силовые факторы, к которым, в первую очередь, относятся: внутреннее давление перекачиваемых продуктов; недопустимый изгиб трубопроводов на неровностях рельефа дна; случайные динамические воздействия от якорей судов; резонансные колебания под воздействием течений и штормовых волн при размывах дна и т.д.

Другим важным фактором, определяющим надежность морских трубопроводов является стойкость металла труб к коррозионным процессам.

Морские трубопроводы работают в условиях воздействий сильно агрессивных сред: морская вода и транспортируемые продукты. Несмотря на то, что трубы для транспортировки углеводородов в морских условиях изготавливают из специальных сталей с определенным химическим составом, разрушение их может происходить при небольших сроках эксплуатации.

Первый случай разрушения трубопровода диаметром 610 и 400 мм, транспортирующего с содержанием H_2S и CO_2 в 1952г. Этот случай был подробно расследован и опубликован в печати. [5, 20]

Трубы из листовой стали с химическим составом (%): 0,24C; 0,79Mn; 0,03P и 0,03S, были изготовлены сварными с продольным швом. Первые разрушения были обнаружены через несколько месяцев после начала эксплуатации.

Анализ разрушения показал, что сталь содержала большое количество неметаллических включений и пор, способствующих образованию водородных пузырей. Трубы растрескивались в плоскости прокатки по середине толщины стенки. Металл швов не содержал водородных пузырей. Источником водорода был транспортируемый газ, вызывающий общую коррозию.

В 1963 году произошло разрушение безшовных труб трубопровода диаметром 406 мм из спокойной стали, транспортирующий природный газ. Примерный химический состав трубной стали (%): 0,22C; 0,6Mn; 0,15...0,4S; 0,05P и 0,06 S. Через несколько месяцев эксплуатации под давлением 4,5МПа трубы подверглись интенсивному разрушению с образованием пузырей и ступенчатому растрескиванию, направленному к внутренней части трубы.

В 1974г. на Аравийском полуострове было зафиксировано три случая разрушения труб диаметром 610мм. Разрушение произошло через 4...6 недели после начала эксплуатации. Трубопровод транспортировал кислый природный газ. Все разрушения находились вблизи сварных швов. Склонность стали к растрескиванию возрастает с повышением парциального давления сероводорода. Особенно агрессивны среды, в которых одновременно присутствуют H_2S и CO_2 .

Подобные разрушения наблюдались в 1977 ÷ 1979 гг. в ФРГ, Иране, Канаде и других регионах.

Разрыв тела трубопровода приводит к выбросу в воду и в воздушную среду нефти и газа, которые загрязняют их. Вследствие токсичности нефтепродуктов, попавших в воду, наносится ущерб обитателям водной среды на больших площадях – до 30 км² при утечке 1т нефти.

Кроме загрязнения природной среды, выход из строя нефтепровода снижает производительность транспортной системы. Ремонт трубопроводов под водой характеризуется высокой стоимостью, особенно трубопроводов большого диаметра, т. е. трубопроводы должны обладать достаточной прочностью на всем периоде их эксплуатации.

Под прочностью трубопроводов, транспортирующих углеводороды на морском шельфе, понимается свойство их конструкций сохранять целостность во всех допустимых условиях эксплуатации в течение заданного ресурса, обеспечивая необходимый уровень безопасности при удовлетворении определенных требований надежности и эксплуатационной технологичности.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ

Агрессивная среда вызывает коррозию металла. Коррозия может быть общей, равномерной, такой тип коррозии менее опасен для конструкций, чем другие типы.

Межкристаллитная коррозия, она в основном связана с напряжениями в зоне проявления тепловых эффектов у сварных швов. В этой зоне при завершении процесса сварки меняется структура стали, образуются крупнозернистые структуры, между которыми возникают остаточные растягивающие усилия, которые вызывают микротрещины. Кислород, попадая в эти трещины, окисляет металл в трещинах, которые проходят между кристаллами. При наличии агрессивной среды и особенно при наличии растягивающих напряжений, коррозионный процесс активизируется и при определенных условиях глубина трещин может оказаться значительной и будет концентратором напряжений.

Питтинговая и щелевая коррозия поражает коррозией металл на малом по площади участке, но создавая глубокий коррозионный кратер, который тоже представляет зону высокой концентрации напряжений в металле конструкций.

Наблюдаются и другие типы коррозионных повреждений стенок трубопроводов.

Если к зонам поврежденным коррозией не прикладываются усилия, то они ведут себя «спокойно», однако при приложении циклических растягивающих усилий и особенно с переменными амплитудами напряжения, вышеуказанные концентраторы напряжений провоцируют хрупкое разрушение конструкций.

С такими факторами, когда на морские трубопроводы действуют статические и динамические нагрузки, специалисты сталкиваются в случае образования провисающих участков.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Надежность морского трубопровода в первую очередь зависит от уровня напряжений, возникающих при строительстве, испытаниях и эксплуатации, и, во-вторых, от контроля за установленными напряжениями от циклических нагрузок на провисающих участках трубопровода. Эти участки могут испытывать чрезмерные напряжения от весовых нагрузок, а в результате вибраций возможны усталостные разрушения. Циклическая нагрузка возникает при периодическом отделении вихрей, образующихся в результате обтекания трубопровода потоком, перпендикулярным к его оси.

Отделение вихрей связано с изменением локального давления, при котором трубопровод испытывает силовое воздействие, меняющееся с частотой отделения вихрей. При значительном поперечном сечении провисающий участок трубопровода может испытывать колебания, равные резонансным или близкие к ним. Поэтому при значительной амплитуде и частоте резонансных колебаний возможно разрушение трубопровода.

При образовании провисающего участка трубопровода необходимо рассмотреть прочность его при изгибе от статических нагрузок (массы трубы с продуктом) и эксплуатационных, связанных с изменением давления и температуры; устойчивость положения трубопровода от квазистатических воздействий гидростатических сил и усталостные напряжения от их воздействий. При этом определяются кольцевые и продольные напряжения и суммарные напряжения, которые сравниваются с расчетными. Устанавливаются допустимые изгибающие моменты и опорные реакции и по их величине определяется максимальная допустимая длина провисающего участка в зависимости от статических нагрузок.

Лобовое сопротивление, подъемная и инерционные силы зависят от скорости потока и гидродинамических коэффициентов. Устойчивость трубопровода от воздействия этих сил зависит от сопротивления грунта скольжению и отрицательной плавучести трубопровода. Обычным методом, обеспечивающим устойчивость трубопровода, является увеличение бетонного покрытия труб.

При обтекании потоком трубопровода возможно его движение только в горизонтальной плоскости при симметричном отделении вихрей или в горизонтальной и вертикальных плоскостях при ассиметричном их отделении. Следует определить максимальную допустимую длину провисающего участка, при котором частота его собственных колебаний не будет соответствовать частоте отделения вихрей. Если это невозможно, то

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ

необходимо ограничить величину циклических напряжений для эксплуатации трубопровода в течении заданного периода.

При разработке проекта трассы трубопровода инженер должен иметь достаточную информацию о топографии дна с указанием его неровностей и геологической характеристики верхних слоев грунта. После изучения условий судоходства, рыболовства и определения метода укладки трубопровода, необходимо выбрать кратчайшую трассу между заданными точками. При этом по экономическим или другим соображениям не всегда можно исключить возможность провисания отдельных участков. Однако длина этих участков не должна превышать допустимых значений. При проектировании следует учитывать следующие условия: трасса трубопровода должна включать минимальное количество провисающих участков, при этом проектировщик должен иметь данные о возможных дополнительных циклических напряжениях при эксплуатации трубопровода и соответственно общие напряжения в сечениях труб не должны превышать нормативные требования.

Что касается влияния штормовых волн на колебания провисающих участков трубопровода, то они заметно будут сказываться при небольших глубинах моря 20...50м и меньше (что характерно для Азовского и Черного морей). Однако более жесткие критерии установления критической глубины в настоящее время еще не установлены, так как они зависят от многих факторов. Расчет провисающих участков трубопроводов осложняется тем, что трудно создать расчетную модель, которая бы позволила получить объективную картину напряженно-деформированного состояния трубопровода – это и конкретность условий закрепления трубопровода на опорных участках, характер воздействий горизонтальных и вертикальных нагрузок, влияние продольных усилий, возникающих в трубопроводе при статических и динамических нагрузках.

Однако многие специалисты используют расчетную модель в виде однопролетной балки с частично закрепленными опорами, но такая расчетная модель не позволяет получить объективную картину напряженно-деформированного состояния трубопровода при больших пролетах провисания и стрелке прогиба более 3÷4 диаметров, так как правило не учитывается «мембранный» эффект, возникающий при статических и динамических нагрузках.

Многолетний опыт эксплуатации трубопровода показывает, что наибольшее число отказов возникают в зонах высоких напряжений, где имеет место участки с межкристаллитной питтинговой или щелевой коррозией. Поэтому в первую очередь напрашивается мысль – необходимо снижать напряжения на этих участках и недопускать критических проявлений коррозии.

В последние десятилетия специалисты всё большее внимание обращают на применение

нержавеющих сталей и специальных сплавов с высоким содержанием хрома и никеля для морских трубопроводов транспортирующих углеводороды. [4, 10, 14, 15, 19].

Конечно, надо иметь в виду, что эти стали значительно дороже обычной малоуглеродистой стали, которая широко применяется для изготовления труб. Однако анализ экономической целесообразности применения трубопроводов из коррозионностойких сталей свидетельствует о том, что прежде всего они позволяют повысить уровень добычи и снизить эксплуатационные затраты. Применение коррозионностойких сплавов положительно влияет также на капитальные вложения. Многие компании при эксплуатации морских трубопроводов используют ингибиторы для защиты от коррозии. Однако исследования последних лет показывают значительную экономию средств при применении коррозионностойких сплавов для морских сооружений, при этом суммарный положительный эффект при определенных условиях достигает 15...20%.

Хорошо себя зарекомендовали нержавеющие стали, содержащие 20%С₂, 18%Ni и 6%Mn. Эта сталь заинтересовала многие нефтяные компании, а за последние пять лет ее поставки для изготовления труб превысили 10 тыс. т.

Подобный спрос объясняется прежде всего тем, что указанная сталь вдвое прочнее медно-никелевых и способна противостоять ударному воздействию потока значительно большей скорости. Такие характеристики стали позволяют уменьшить диаметр проектируемых трубопроводов и толщину их стенок. Благодаря этому достигается снижение массы трубы на 50% и на 35% снижаются сроки монтажа.

Учитывая многофакторность нагрузок и условий работы трубопроводов и отсутствие адекватной методики расчета, применение детерминистических подходов к разработке надежных методов расчета трубопроводов не позволит решить стоящих проблем.

Повышение требований к безопасности морских трубопроводов приводит к необходимости рассмотрения вероятностных критериев безопасности и разработки нормативов для них. Для этого необходимо использовать методы теории вероятности, математической статистики и теории надежности [6, 7, 16, 17, 18].

Основным критерием прочности является уровень надежности трубопроводов, выражаемый через величину вероятности разрушения, представляя параметры внешних условий нагружения и прочностные свойства трубопроводов в форме случайных величин.

Вероятность выполнения физических критериев прочности или вероятность неразрушения конструкции может быть представлена в такой форме:

$$H = 1 - \beta = \int_{-\infty}^{\infty} f_p(\xi) F_c(\xi) d\xi = 1 - \int_{-\infty}^{\infty} f_c(\xi) F_p(\xi) d\xi, \quad (1)$$

где $f_e(\xi)$ и $F_e(\xi)$ - плотность и функция распределения внешних параметров нагружения;

$f_p(\xi)$ и $F_p(\xi)$ - плотность и функция распределения прочностных свойств конструкции;

β и p — величины вероятностей;

N — вероятность неразрушения конструкции, надежность или вероятность безотказной работы конструкции по условиям прочности.

Анализ аварий морских трубопроводов [5, 20] показывает, что их разрушения носят, как правило, хрупкий характер, а хрупкая трещина распространяется со скоростью 1500-2500 м/с [10].

Модель хрупкого разрушения трубопровода представляет собой модель слабейшего звена: предполагается, что исследуемый элемент состоит из множества связанных между собой микроэлементов, прочность которых является случайной величиной с известной функцией распределения $F(x)$, при этом принимается, что прочность различных макроэлементов является статистически независимой и случайной. Появление макротрещины элемента при хрупком разрушении соответствует разрушению хотя бы одного макроэлемента. Отсюда следует, что прочность конструкции можно описать функцией распределения:

$$F_p(x) = 1 - [1 - F(x)]^N, \quad (2)$$

где: $N=m\theta$ – среднее число макроэлементов в данном элементе;

m – число макроэлементов в единице объема элемента;

θ – объем конструкции.

Из физических соображений следует считать, что макроэлементы весьма малы, тогда в конструкционном элементе конечных размеров $N=m\theta$ будет велико. Это позволяет сделать предельный переход в выражении для $F_p(x)$. С помощью подстановки $\xi=NF(x)$ получим:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} F_p(x) = \lim_{N \rightarrow \infty} [1 - (1 - \frac{\xi}{N})]^N = 1 - e^{-\frac{N}{F(x)}}. \quad (3)$$

Это общее выражение используется для получения частных выражений $F_p(x)$. Если распределение $F(x)$ ограничено снизу некоторым пороговым значением x_0 (некоторое минимальное значение прочности) и вблизи этого значения функция $F(x)$ может быть аппроксимирована степенной функцией, т. е.

$$\begin{cases} F(x) = 0 & x < x_0 \\ F(x) = a(x - x_0)^b & x \geq x_0 \end{cases}, \quad (4)$$

то функцией распределения прочности конструкционного элемента при хрупком разрушении будет распределение Вейбулла:

$$\begin{cases} F_p(x) = 0 & x < x_0 \\ F_p(x) = 1 - e^{-a(x-x_0)^b} & x \geq x_0 \end{cases}. \quad (5)$$

Здесь a и b — константы материала (определяются экспериментально).

Выражение (5) широко используется в зарубежных работах для описания статической прочности и сопротивления усталости.

Процесс возникновения и накопления усталостных трещин представляет собой весьма сложное и до настоящего времени непознанное физическое явление. В ряде работ на основании обобщенных исследований различных материалов дано качественное физическое описание развития усталостного разрушения [9, 10, 16]. Для стальных конструкций процесс накопления усталостных трещин связывается с кристаллическим строением в связи с неоднородностью прочностных свойств кристаллов и их случайным расположением. При этом даже в простейшем случае одноосного нагружения различные кристаллы могут нагружаться весьма сложным образом, и уже на ранних стадиях деформирования в отдельных макроэлементах могут возникать пластические деформации.

Эта неоднородная пластическая деформация приводит к перераспределению напряжений от внешних нагрузок и остаточных деформаций исходных кристаллов. Возникновение пластических деформаций в локальных точках кристаллического конгломерата подтверждается прямыми наблюдениями с помощью различных приборов. В отдельных кристаллитах на определенной стадии циклического деформирования возникают линии скольжения, развитие которых при последующих деформированиях приводит к образованию хрупких макротрещин [11, 12, 13].

При последующих приложениях нагрузок длина трещины продолжает расти. И если сначала ее рост идет медленно, то с увеличением числа циклов нагружения ее рост начинает резко возрастать до критических размеров, когда происходит хрупкое разрушение конструкции (Рис.1) [8].

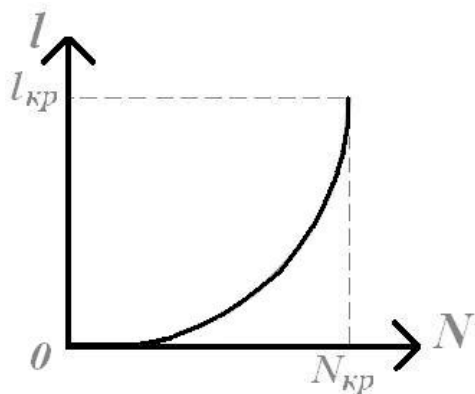


Рис.1. Рост длины трещины в зависимости от циклов нагружения

Fig.1. Growth of length of crack depending on the cycles of loading. На рис.1 по оси ординат показан рост трещины l , а по оси абсцисс – количество циклов нагружения N [21].

Классические методы математики и механики далеко не всегда могут быть использованы для решения задач об определении статистических характеристик случайных процессов. В частности, применение теории случайных процессов оказывается эффективным в тех случаях, когда нагружение морских трубопроводов описывается линейной стационарной системой уравнений. Поэтому в настоящее время широкое применение получают методы статистического моделирования, которые позволяют решать весьма сложные задачи и обладают определенными преимуществами перед точными аналитическими методами. Наиболее важным преимуществом статистического моделирования является возможность решения сложных задач, связанных с рассмотрением систем, описываемых сложными нелинейными уравнениями с переменными во времени коэффициентами, а также систем, содержащих одновременно элементы непрерывного и дискретного действия. Этот метод оказывается весьма эффективным при оценке различных вариантов на стадии проектирования морских трубопроводов. При этом может быть получена хотя и предварительная, но достаточно обоснованная оценка характеристик распределения действующих нагрузок.

Для решения задачи необходимо с помощью ЭВМ построить математическую модель нагружения реального трубопровода. Затем в модель системы вводится возмущающее воздействие, и устанавливаются определенные значения начальных условий. Поведение системы при этих условиях наблюдается по реализациям выходной переменной величины, получаемым на выходных устройствах ЭВМ.

ВЫВОДЫ

1. Ближайшие десятилетия природный газ будет одним из главных источников энергии.

2. Добыча газа ежегодно будет возрастать, что потребует строительства большого количества трубопроводов и более интенсивной эксплуатации существующих.

3. Трубопроводы, транспортирующие газ, работают в агрессивных средах при экстремальных силовых воздействиях.

4. С увеличением количества трубопроводов возрастает риск отказов, которые влекут за собой не только большие экономические потери, но отрицательно влияют на окружающую среду и могут привести к человеческим жертвам.

5. Для повышения надежности трубопроводов, транспортирующих углеводороды необходимо обладать информацией об их напряженно-деформационном состоянии при различных силовых воздействиях и влиянии окружающей среды.

6. Следует все более широко применять коррозионностойкие материалы и эффективные конструктивные решения трубопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажермачёв Г.А., 2004: Проблемы строительства глубоководных объектов нефтегазового комплекса на шельфе Черного моря. - Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее. УПСК. Киев, 49 - 55
2. Ажермачёв Г.А., 2004: К вопросу о повышении коррозионной стойкости конструкций морских сооружений.// Новини науки Придніпров'я.- №4, 1 - 9.
3. Ажермачёв Г.А., 2004: Пути повышения добычи углеводородов на Азово-Черноморском шельфе.// - Строительство и техногенная безопасность. /Сб. научн. тр. НАПКС. - №32, 21 - 26.
4. Ажермачёв С.Г., 2003: Повышение надежности сварных конструкций морских платформ.// Мат. Міжн. науково-практичної конф. «Захист від корозії і моніторинг залишного ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж». Донецьк, 409 - 413.
5. Biefer G.I., 1982: The stepwise cracking of line-pipe steels in sour environmenta.// Mater. Perform. - 21, №6, 19 - 24.
6. Болотин В.В., 1971: Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.:Стройиздат. – 256.
7. Болотин В.В., Радин В.П., Чирков В.П., 2003: Исследование поведения зданий и сооружений со снижением жесткости при сейсмических воздействиях.// ИВУЗ «Строительство». -№7, 6 - 10.
8. Давиденков Н.Н., 1981: Динамическая прочность и хрупкость металлов: Избранные труды.- К.: Наукова думка. – 704.
9. Дьяченко С.С., Рябухин В.Б., 1982: Физические основы прочности металлов. – Учебное пособие. – Харьков: Вища школа. – 200.
10. Khorohov V., 2009. Hidden internal damage of loaded constructions and its ground// MOTROL. - № 11A, 82 – 88.

11. Иванова В.С., 1971: Современные представления о природе усталостного разрушения и новые направления исследования. – В кн. Усталость металлов и сплавов. – М.:Наука, 3-14.
12. Клаф Р., Пензиен Дж., 1979: Динамика сооружений. – Пер. с англ. Л.Ш. Килимника, А.В. Швецовой. –М.: Стройиздат. – 320.
13. Кулябко В.В., 2008: Резервы конструктивных приемов и методик расчетов нелинейного гашения колебаний зданий, сооружений и их элементов.// МОО ПК.- №10, 157 - 167.
14. Москвитин В.В., 1965: Пластичность при переменных напряжениях. – М.: МГУ. – 253.
15. Нейманов А.Я., 2003: Современные тенденции в использовании труб из различных материалов в инженерных сетях.// Мат. Міжн. науково-практичної конф. «Захист від корозії і моніторинг залишкового ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж». Донецьк, 188 - 190.
16. Осадчук В.А., 2003: Оцінка залишкової міцності трубопроводів після появи поверхневих дефектів.// Мат. Міжн. науково-практичної конф. «Захист від корозії і моніторинг залишкового ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж». Донецьк, 109 - 113.
17. Пичугин С.Ф., 2009: Надежность стальных конструкций производственных зданий. – Полтава: АСМИ. – 452.
18. Рейзер В.Д., 1995: Расчет и нормирование надежности строительных конструкций. – М.: Стройиздат. – 347.
19. Селихов А.Ф., Чижов В.М., 1987: Вероятностные методы в расчетах прочности самолета. – М.:Машиностроение. – 240.
20. Стрелецкий Н.С., 1958: Работа стали в строительных конструкциях. – М.: Госстройиздат. – 325.
21. Charbonnier J., Marget-Marette H., Truchon M., 1981: Strebs corrosion and corrosion fatigue of weldabu steels in marine environment.// Metal.Corros. - V.1, 1315-1320
22. Цейтлин В.К., Федорченко Д.Г., 1980: Оценка долговечности деталей при совместном действии повторно-статического и вибрационного нагружения.// Проблемы прочности. – №1, 14 - 17.
23. Engelmann H., 1986: First use of largs-diameter pipes of the steel GRS SSOTM (X80) in a high-pressure gas pipeline.// 3R International. - №4, 182 - 193.
24. Plizga K., 2008. Eksploatacja i diagnostyka urzadzen technicznych.// MOTROL. - № 10A, 150 – 162.

INCREASE OF RELIABILITY OF MARINE PIPELINES AT EXTREME INFLUENCES

Summary. The features of exploitation of marine pipelines are examined for transporting of hydrocarbons. Factors, influencing on reliability of pipelines, are probed. The estimation of possible risks, arising up during exploitation is given. Recommendations of increase reliability of marine pipelines are given at extreme influences.

Key words: pipeline, loadings, influences, reliability