МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

·ВНИИСТ·

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РАССЛЕДОВАНИЮ ОТКАЗОВ ПРИ ИСПЫТАНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВСН 2-140-82

МОСКВА 1983

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

ВНИИСТ

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РАССЛЕДОВАНИЮ ОТКАЗОВ ПРИ ИСПЫТАНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВСН 2-140-82

МОСКВА 1983

УДК 621.643.001.4(083.96)

Инструкция разработана на основании проведенных ВНИИСТом теоретических и экспериментальных исследований, а также опыта технического расследования отказов магистральных трубопроводов в процессе их испытаний и регламентирует единую методику технического расследования отказов при испытании магистральных трубопроводов на прочность и герметичность. Основное внимание уделено анализу информации о характере разрушения и определению очага разрушения при отказе трубопровода.

Инструкцию разработали: кандидаты техн.наук В.В.Рождественский, В.П.Черний, А.С.Болотов, О.И.Молдаванов, В.Ф.Чабуркин, Б.И.Мирошниченко, О.Н.Винклер, И.Н.Альбов (ВНИИСТ); канд.техн.наук В.В.Постников (Главтюменьтрубопроводстрой); инженеры В.Д.Лебедь, О.А.Годунова (Государственная инспекция по качеству строительства Миннефтегазстроя).

Отзывы и замечания по инструкции направлять по адресу: Москва, 105058, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ, отдел прочности и надежности (ОПН).

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ) 1983

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Ведомственные строительные нормы Инструкция по техническому расследованию отказов при испытании магистральных трубопроводов	ВСН 2-I40-82 Миннефтегазстрой Взамен Р 227-76

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Положения настоящей Инструкции должны соблюдаться при расследовании отказов, которые могут иметь место в процессе предпусковых испытаний линейной части строящихся магистральных нефте-, газо- и продуктопроводов.

I.2. Порядок расследования отказов при испытании магистральных трубопроводов соответствует "Положению о порядке расследования причин аварий (обрушений) зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов", утвержденному Госстроем СССР в I974 г.; "Инструкции о порядке расследования аварий, повреждений и разрушений при эксплуатации и строительстве газовых объектов, подконтрольных Государственной газовой инспекции Министерства газовой промышленности", утвержденной Мингазпромом в I977 г., а также циркулярным распоряжением Миннефтегазстроя.

I.3. Отказом при испытании магистрального трубопровода считается нарушение герметичности испытываемого участка трубопровода, вызванное разрушением труб, сварных соединений, запорной арматуры, фитингов и других элементов трубопроводов.

I.4. Техническое расследование отказа включает в себя *определение причин отказа, материальных потерь в результате* отказа, подготовку предложений и рекомендаций по ликвидации последствий отказа и предупреждению аналогичных отказов.

I.5. Причинами отказов при испытании линейной части трубопроводов могут быть:

заводской брак труб и оборудования;

дефекты труб и оборудования, возникшие из-за нарушения правил их транспортировки и хранения;

Внесена ВНИИСТом	Утверждена Миннефтегазстроем 24 декабря I98I г.	Срок введения I октября I983 г.

брак строительно-монтажных работ;

нарушение проекта в процессе сооружения трубопровода;

нарушение норм и правил испытания объектов;

ошибки проектирования;

несовершенство методов расчета и проектирования.

I.6. Техническое расследование отказов осуществляет комиссия (при необходимости - межведомственная), назначаемая согласно порядку, установленному соответствующими циркулярными распоряжениями Миннефтегазстроя.

I.7. Основными этапами работы комиссии являются :

изучение и анализ технической документации, опрос свидетелей и должностных лиц;

осмотр в натуре места отказа и установление необходимого объема обмеров, вспомогательных эскизных материалов и фотоснимков отказавшего объекта или его отдельных узлов;

определение мест отбора проб и количества образцов материалов или элементов конструкций для необходимых исследований и испытаний;

установление необходимости организации технической экспертизы по вопросам, связанным с выяснением причин отказа, а также проверочных расчетов элементов или конструкций с указанием организаций или лиц, которым поручается выполнение технической экспертизы и проверочных расчетов;

анализ информации о характере разрушения и определение очага разрушения, а также установление причины отказа и основных причин, способствующих развитию отказа;

установление размера материальных потерь, причиненных отказом;

подготовка предложений и рекомендаций по ликвидации последствий отказа;

подготовка рекомендаций по предупреждению аналогичных отказов в будущем.

I.8. В тех случаях, когда для установления причины отказа трубопровода требуется выполнить лабораторные исследования металла, взятого из предполагаемого очага разрушения, необходимо отобранные карты металла направить для исследования в НИИ или лаборатории, определяемые комиссией.

Если в числе предполагаемых причин отказа фигурирует низ-

кое качество труб, то согласно особым условиям поставки черных металлов, утвержденным постановлением Госснаба СССР и Госарбитража СССР от 31 июля 1973 г. за № 42/71, исследование поручается одному из институтов Минчермета СССР либо проводится совместно с научно-исследовательскими организациями заинтересованных ведомств.

1.9. Комиссия имеет право организовывать рабочие подкомиссии для детального изучения отдельных вопросов по расследованию отказа и привлекать к работе в комиссии экспертов и представителей местных организаций, учреждений.

1.10. Организация и оплата проведения экспертизы, лабораторных исследований и других работ, связанных с расследованием отказа, а также техническое оформление материалов расследования обеспечиваются строительно-монтажной организацией, производящей строительство и испытания объекта, на котором произошел отказ.

1.11. Результаты технического расследования отказа линейной части трубопровода оформляются актом по форме, приведенной в прил.1.

2. ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ОСМОТР МЕСТА ОТКАЗА

2.1. Источником информации об отказавшем объекте является проектная и исполнительная техническая документация по разрушенному участку трубопровода, в том числе:

проект участка трубопровода в месте отказа;

исполнительная съемка;

журнал сварочных работ;

журнал изоляционных работ;

акты производства и приемки работ;

сертификаты на трубы и детали, паспорта на оборудование;

журнал испытаний;

график подъема давления.

2.2. Изучение и анализ технической (проектной и исполнительной) документации имеет целью установление:

состояния испытываемого объекта перед отказом и в момент отказа;

качества проектных решений и качества выполнения строительно-монтажных работ и соответствия их проектным решениям и требованиям нормативных документов;

качества примененных материалов, изделий и конструкций и соответствия их требованиям проекта, стандартов и технических условий;

действующих в момент отказа нагрузок, температурных и других воздействий;

правильности выполнения норм и правил испытания.

2.3. Комиссией опрашиваются должностные лица и свидетели для выяснения обстоятельств отказа.

2.4. При ознакомлении с технической документацией выясняют следующие данные:

протяженность испытываемого участка и его категорию;

профиль участка;

глубину заложения трубопровода (при подземной прокладке);

конструкцию трубопровода (при надземной или наземной прокладке);

характеристики труб, из которых сооружен участок (сорт труб, диаметр, толщина стенки, марка стали, завод-изготовитель) и соответствие их проекту;

схему раскладки труб на участке по журналу сварочных работ;

даты сварки, квалификацию и фамилии сварщиков, клейма, механические испытания на допускные стыки;

метод и процент контроля сварных соединений, даты, номера и результаты заключений по качеству кольцевых стыков, находящихся в зоне разрушения, фамилии радиографов.

2.5. Составляют план и профиль отказавшего испытываемого участка с указанием расположения запорной арматуры и ее положения в момент отказа; мест подключения наполнительно-опрессовочных агрегатов или компрессоров; мест установки манометров и места отказа, а также (при гидравлическом испытании) давления в момент отказа в верхней и нижней точках профиля участка и в месте отказа.

2.6. Рассматривают условия испытания, а именно:

испытательную среду;

климатические и погодные условия в месте отказа, в том

числе температуру наружного воздуха, температуру окружающей трубопровод среды (оценочно);

график изменения давления от начала испытаний до момента отказа и график последующего падения давления (при записи давления самописцем);

температуру металла труб в момент отказа (оценочно).

2.7. Определяются все организации, принимавшие участие в сооружении участка.

2.8. При осмотре места отказа составляют схему разрушенной части участка трубопровода с привязкой к пикетам и с указанием следующих данных:

расположения и размеров разрушения;

размеров разбросанных кусков труб с привязкой их к оси трубопровода;

размеров котлована (при наличии выброса грунта);

зоны теплового воздействия (в случае возгорания при отказе).

Примечание. Привязка продольных разрушений к поперечному сечению трубопровода определяется углом, отсчитываемым от верхней образующей трубопровода по часовой стрелке, если смотреть на сечение трубопровода в направлении запроектированного движения продукта.

3. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ОТКАЗА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЧАГА РАЗРУШЕНИЯ

3.1. Комиссией по техническому расследованию непосредственно на месте отказа устанавливается характер отказа и очаг разрушения.

3.2. При осмотре места отказа трубопровода определяется и фиксируется в акте общий характер разрушения (хрупкий, квазихрупкий, вязкий, условно вязкий) по виду излома кромок разрыва.

3.3. Хрупкий излом представляет собой шероховатую плоскость скола, перпендикулярную поверхности металла (рис.1,а). Отличительной особенностью хрупкого излома является отсутствие макропластических деформаций. Условно принято считать, что относительное сужение сечения при хрупком разрушении не превышает 1,5-2,0%. Поверхность излома имеет явно выраженную кристаллическую структуру. Кристалличность в изломе является основным признаком хрупкого разрушения.

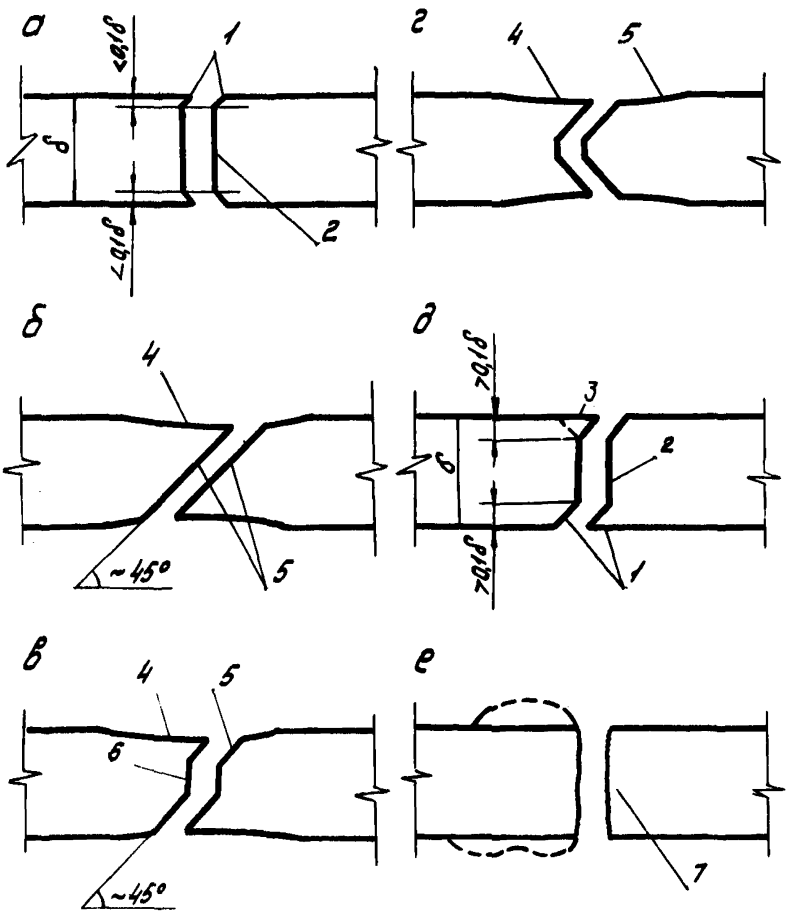


Рис.I. Типы (профили) изломов, встречающиеся при разрушениях магистральных трубопроводов:

а - хрупкий излом; б - вязкий излом (первая разновидность); в - вязкий излом (вторая разновидность); г - вязкий излом (третья разновидность); д - квазихрупкий излом; е - условно вязкий излом; I - губы среза; 2-кристалличность в изломе сколом; 3 - незначительная утяжка; 4-значительная утяжка; 5-плоскость среза; 6-полоска волокнистого излома; 7-волокнистость (шиферность, слоистость)

Хрупкие изломы при разрушении труб реальных трубопроводов имеют, как правило, незначительные губы среза, прилегающие к поверхности металла. Размер губ среза фактически определяет степень хрупкости излома. Излом следует считать хрупким, если суммарная толщина губ среза не превышает 20% номинальной толщины стенки трубы.

Хрупкое разрушение образуется в результате нормального отрыва (разрыва) под действием растягивающих напряжений. Плоскость разрушения в этом случае перпендикулярна направлению растягивающих напряжений.

3.4. Вязкий (пластический) излом образуется в результате сдвига (среза). При вязком изломе относительное сужение сечения превышает 15%. Профиль излома может иметь форму, указанную на рис.1, б,в,г.

Поверхность вязкого разрушения матовая и имеет характерное волокнистое строение, указывающее на широкое развитие пластической деформации в процессе разрушения. В местах, непосредственно прилегающих к вязким изломам, имеет место сужение (местное утонение) стенки трубы (см.рис.1,б,в,г).

Вязкие изломы при разрушении труб могут быть трех разновидностей.

Первая разновидность (см.рис.1,б) - чисто сдвиговый пластический излом. Плоскость среза (сдвига) проходит через всю толщину стенки и образует с поверхностями металла угол, приблизительно равный 45^0. Эта разновидность вязкого излома характерна также для стадии остановки разрушения.

Вторая разновидность (см.рис.1,в) - вязкий Z -образный излом. Профиль излома представляет собой две параллельные плоскости среза, составляющие с поверхностями металла угол около 45^0. Плоскости среза разделены в середине толщины излома центральной полоской волокнистого излома, перпендикулярной к поверхности металла. Нередко в центральную полоску вкраплены кристаллы хрупкого излома. Эта разновидность излома наиболее характерна для стадии распространения вязких разрушений в магистральных трубопроводах.

Третья разновидность (см.рис.1,г) - вязкий V -образный излом. Этому виду излома присущи те же характерные особенности, которые свойственны вязкому Z -образному излому (вторая

разновидность). V -образный излом встречается в начальной стадии распространения вязкого разрушения, а также при разрушениях металла труб с весьма мелкой структурой, например для термически упрочненных труб или труб из стали, прокатанной по регулируемому режиму температур и обжатий.

3.5. Квазихрупкий излом (см.рис.I,д) образуется при комбинированном (смешанном) характере разрушения, когда в центральной части толщины стенки имеется участок излома хрупкого типа, ориентированного нормально к поверхности листа (трубы), а остальные части стенки разрушаются вязко (срезом). Излом следует считать квазихрупким, если суммарная толщина губ среза превышает 20% номинальной толщины стенки трубы, в противном случае излом необходимо считать хрупким.

При квазихрупком изломе наблюдается относительное сужение поперечного сечения, но оно не превышает I5%.

Квазихрупкий излом следует отличать от вязких изломов второй и третьей разновидностей (см.рис.I,в,г) по структуре центральной полоски излома.

Необходимо учитывать, что квазихрупкий излом может встречаться только на стадии распространения трещин.

3.6. Условно вязкий (волокнистый) излом (см.рис.I,е)образуется без сужения металла по толщине листа и характерен для очагов разрушений в сварных соединениях и в местах механических повреждений трубопроводов.

3.7. Общий характер разрушения трубопровода можно определить и по траектории движения трещины.

Хрупкая трещина, как правило, распространяется по волновой (синусоидальной) траектории. Осью синусоиды при этом является образующая трубопровода.

Не считая стадии торможения, вязкое разрушение распространяется вдоль образующей трубопровода с незначительными отклонениями от прямолинейного движения. Кроме того, кромки разрыва при вязком разрушении трубопровода образуют гофры вследствие их пластического удлинения в процессе разрушения.

В акте технического расследования отказа трубопровода отмечается, по какой траектории распространялось разрушение.

3.8. Особое внимание комиссия должна уделить установлению очага разрушения (места начала разрушения), поскольку чаще все-

го очаг разрушения позволяет определить причину отказа трубопровода.

3.9. Очаг разрушения представляет собой участок с изломом, перпендикулярным поверхности металла. Независимо от общего характера разрушения (хрупкого или вязкого) излом в месте очага разрушения является хрупким (кристаллическим), как показано на рис.I,а, или условно вязким - волокнистым (см.рис.I,е).

3.IO. При хрупком разрушении расположение очага может быть определено по характерному для хрупкого излома шевронному узору ("елочке"). Острые углы шевронного узора всегда направлены в сторону, противоположную направлению движения трещины. Схождение двух противоположно направленных шевронных узоров определяет начало распространения (очаг) разрушения (рис.2).

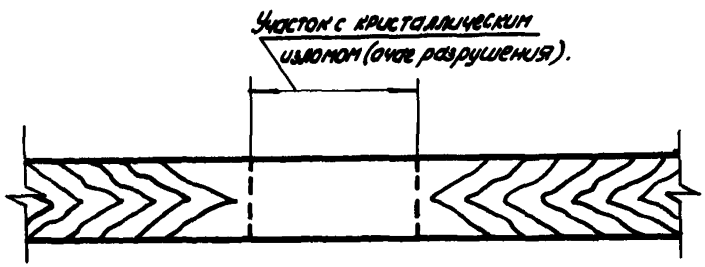


Рис.2. Схождение шевронного узора ("елочки") к очагу разрушения

Макрорельеф поверхности трещины хрупкого и квазихрупкого излома различается в очаге и на участке распространения разрушения. Поверхность в очаге разрушения - гладкая, плоская или ступенчатая и кристаллическая, а на участке распространения она имеет характерный шевронный узор ("елочку"), являющийся признаком малой пластической деформации.

3.II. При вязком изломе очаговый участок разрушения перпендикулярен поверхности металла и имеет волокнистый макрорельеф.

3.I2. Наиболее вероятный очаг вязкого разрушения при наличии нескольких участков с изломами, перпендикулярными поверх-

ности металла, характеризуется следующими дополнительными признаками:

начало разрушения находится, как правило, в месте максимального раскрытия кромок (при гидравлических испытаниях трубопроводов) или на самом развернутом участке трубы (при пневматических испытаниях);

начало разрушения может примыкать к сварному соединению или к механическому повреждению металла трубы (задир, риска) и другим поверхностным дефектам;

очаг разрушения совпадает, как правило, с эпицентром образовавшегося при разрушении трубопровода котлована.

Примечание. Вязкий (пластический) излом иногда также имеет шевронный узор. Однако узор этот выражен слабо и принимать его во внимание при определении очага вязкого разрушения не рекомендуется.

3.13. Возможны разрушения трубопроводов, не однородные по характеру излома. Хрупкие участки могут чередоваться с квази-хрупкими и вязкими. Последовательность расположения участков с различными типами изломов, их размеры и расстояния от очага разрушения должны быть указаны в акте и на схеме разрушения.

3.14. В затруднительных ситуациях определения очага разрушения, когда линии разрушения имеют сложные очертания или разрушение сопровождалось образованием кусков труб и их разбросом, вычерчивают развертку разрушенного участка трубопровода. Для этого обмеряют отдельные куски трубопровода и определяют порядок их стыковки между собой.

3.15. Определение направления и последовательности распространения разрушения с использованием развертки разрушенного участка проводят согласно законам механики разрушения и правилам ветвления трещин. Практическое применение этих закономерностей иллюстрирует схема, приведенная на рис.3, где номера трещин соответствуют очередности их образования: каждая последующая трещина примыкает своим началом к предыдущей. Угол примыкания составляет примерно 90^0.

3.16. При хрупких разрушениях с минимальными губами среза могут наблюдаться несколько очагов разрушения со сходящимся шевронным узором. Подобные разрушения протекают с образованием множества кусков и осколков труб. В этом случае комиссии следует описать в акте все обнаруженные очаги и найти первичный очаг разрушения.

При нахождении первичного очага хрупкого разрушения следует руководствоваться следующими соображениями:

наиболее вероятный первичный очаг разрушения находится на участке разрыва, направление которого параллельно образующей трубопровода. В каждом вероятном очаге разрушения замеряют длину куска металла в направлении, перпендикулярном линии разрыва. Наиболее вероятный первичный очаг разрушения находится на куске металла, длина которого, измеренная указанным образом, равна периметру поперечного сечения трубы;

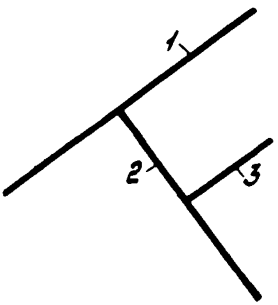


Рис.3. Последовательность образования трещин:
I,2,3-соответствуют очередности образования трещин

дополнительные очаги, образовавшиеся вследствие распространения упругих волн в металле при разрушении, находятся, как правило, в местах концентрации напряжений, в сварных соединениях, в ремонтных подварках и т.п.

3.I7. Очаг разрушения тщательно обмеряют, эскизируют и описывают. В акте указывают его длину и положение по длине разрушенного участка и по периметру поперечного сечения трубопровода (указывается по часовой стрелке угол между верхней образующей трубопровода и образующей, проходящей через место очага разрушения, если смотреть на сечение трубопровода в направлении запроектированного движения продукта).

Указывается место расположения очага отказа по конструктивному признаку:

в основном металле трубы;

в заводском сварном шве;

в зоне термического влияния заводского сварного шва;

в кольцевом монтажном (поворотном или потолочном) сварном шве.

При расположении очага разрушения в сварном соединении

дополнительно указывается, где прошло разрушение: по наплавленному металлу шва или по линии сплавления шва с основным металлом.

При нахождении очага разрушения в кольцевом стыке в акте расследования указываются результаты заключений по контролю качества этого сварного соединения.

3.18. При обнаружении в зоне очага механических повреждений поверхности металла, дефектов сварки или металлургических дефектов их следует тщательно обмерить и подробно описать в акте независимо от того, являются ли они допустимыми или нет.

3.19. Все дефекты стенки трубопроводов по их происхождению можно разделить на три группы.

А. Дефекты металлургического происхождения (трещины, расслоения, закаты, плены, рванины и др.), возникающие в процессе прокатки стального листа.

Б. Механические повреждения (царапины, задиры, забоины, вмятины), возникающие при изготовлении труб на заводе в процессе транспортировки труб и при производстве сварочно-монтажных и строительных работ.

В. Дефекты сварных соединений (трещины, поры, шлаковые включения, непровары, подрезы, смещения кромок и др.), возникающие при изготовлении труб и в процессе производства сварочно-монтажных работ.

Классификация дефектов и их описание приведены в прил.2.

Допустимые размеры дефектов даны в прил.3.

3.20. Остановка разрушения магистрального трубопровода может происходить по одному из четырех типов (рис.4):

остановка без изменения направления трещины (см.рис.4,а) - наиболее характерна для гидравлических испытаний и пневматических испытаний при невысоком давлении, когда скорость распространения трещины незначительна по сравнению со скоростью декомпрессии испытательной среды;

остановка винтовым торможением трещины (см.рис.4,б);

остановка раздвоением трещины (см.рис.4,в);

остановка в результате опережающего разрыва поперечного сварного стыка на пути движущейся трещины (см.рис.4,г) характерна для трубопроводов из прямолинейных труб.

Остановки разрушений, приведенные на рис.4,б,в,г, характер-

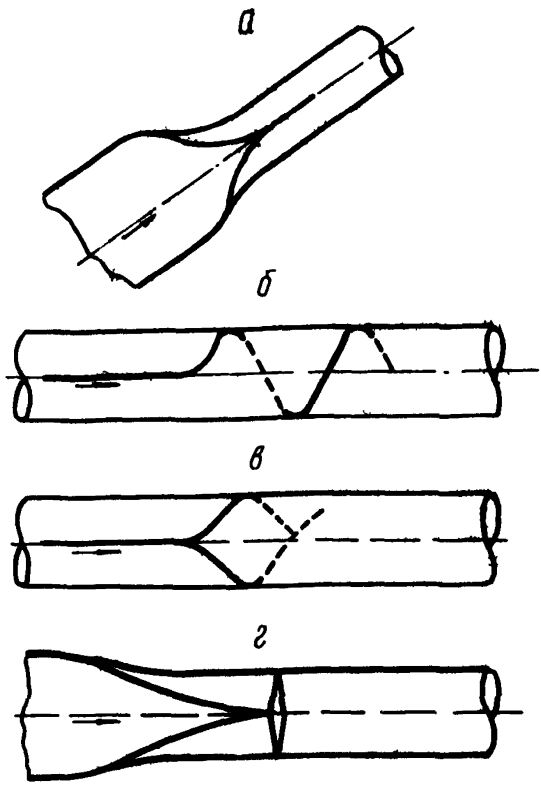


Рис.4. Типы остановок вязких разрушений трубопроводов: а-остановка без изменения направления трещины; б-винтовое торможение трещины; в-раздвоение трещины; г-опережающий разрыв поперечного стыка на пути движущейся трещины

ны для пневматических испытаний газопроводов при высоком уровне давления, когда разрушения распространяются с высокой скоростью.

Остановки разрушений, представленные на рис.4,б,в, чаще всего встречаются в трубопроводах из спиральношовных труб, однако они могут наблюдаться и при разрушении трубопроводов из прямошовных труб.

3.21. При остановке разрушения в результате опережающего разрыва поперечного стыка на пути движущейся трещины (см.рис.4,г этот стык не следует считать очагом разрушения (даже при наличии в нем дефектов).

3.22. Если участок хрупкого разрушения превышает длину одной трубы, то независимо от причин разрушения образцы металла из этой трубы направляются на исследование (во ВНИТИ и ВНИИСТ) с целью установления соответствия трубы требованиям технических условий.

3.23. К акту технического расследования отказа трубопровода прилагается схема разрушенного участка трубопровода с указанием очага разрушения и расположения разбросанных осколков трубопровода.

3.24. При необходимости отбора карт металла для проведения лабораторных исследований комиссия определяет места вырезки карт металла и их размеры. Все карты маркируются несмываемой краской. По результатам отбора карт металла составляют акт отбора проб, который подписывается не менее чем тремя членами комиссии по техническому расследованию отказа. Отобранные карты металла направляют для исследования вместе с актом отбора проб.

Размеры вырезаемых карт металла зависят от конкретных требований, определяемых комиссией. При этом следует учитывать, что для проведения комплекса исследований механических свойств металла минимальные размеры карты должны быть не менее 400х 500 мм (размер 400 - вдоль оси трубопровода).

3.25. Если металл труб в месте отказа был подвержен термическому воздействию горящего газа (при отказах с возгоранием испытательной среды), отбор карт металла, подвергшегося воздействию огня, для проведения лабораторных исследований механических свойств не проводится.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РАССЛЕДОВАНИЮ ОТКАЗОВ

4.I. Приборное обеспечение работ по техническому расследованию отказов при испытании магистральных трубопроводов осуществляется территориальными инспекциями по качеству строительства.

4.2. Рекомендуемый перечень приборов для проведения измерений в процессе расследования отказов магистральных трубопроводов приведен в прил.4.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.I. При техническом расследовании отказов при испытании магистральных трубопроводов все члены комиссии должны строго соблюдать требования техники безопасности и производственной санитарии, изложенные в следующих нормативных документах:

СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве". М., Стройиздат, I980;

"Правилах техники безопасности при строительстве магистральных стальных трубопроводов". М., Недра, I982.

5.2. При проведении технического расследования отказов на участках трубопроводов, расположенных в особых условиях (в горах, на болотах, в пустынях и т.п.), необходимо руководствоваться инструкциями по технике безопасности, предназначенными для специфических условий.

5.3. Если техническое расследование отказа требует использования транспортных и грузоподъемных средств, то члены комиссии должны пройти инструктаж в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов". М., Недра, I976.

5.4. При расследовании отказа газопровода в случае, если испытываемой средой служил природный газ, должна быть выполнена проверка на содержание газа в месте отказа. Расследование без противогазов разрешается при содержании газа в воздухе не более I%.

5.5. Если в месте отказа есть котлован, его стенки долж-

ны иметь откосы с углами наклона, обеспечивающими безопасное проведение работ по расследованию отказа.

5.6. При вырезке из трубопровода катушек или карт металла для исследований необходимо обеспечить надежное закрепление остающихся частей трубопровода.

5.7. Ответственность за своевременное и правильное выполнение всеми членами комиссии требований техники безопасности возлагается на председателя комиссии и лицо, ответственное за производство работ по ликвидации отказа.

5.8. При техническом расследовании отказа на трубопроводе, расположенном параллельно действующему, следует выполнять дополнительные требования безопасности, изложенные в "Рекомендациях по технике безопасности при прокладке трубопроводов параллельно действующему". М., ВНИИСТ, 1972.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

А К Т

технического расследования отказа магистрального трубопровода в период испытания

Населенный пункт ..... Дата .....

I. Состав комиссии: председатель (ф.и.о., должность), члены комиссии (ф.и.о., должности). Основание для создания комиссии (номер и дата приказа и наименование организации, издавшей его). Лица, участвующие в работе комиссии по согласованию (ф.и.о., должности).

2. Дата и время отказа (число, месяц, год, час, минуты), место отказа (наименование трубопровода, км, пикет).

3. Способ испытания (пневматический, гидравлический, пневмогидравлический), стадия испытания (подъем давления или выдержка), величина давления в месте отказа в момент отказа(кгс/см^2).

4. Максимальное испытательное давление на данном испытываемом участке по проекту (кгс/см^2).

5. Характеристика испытываемого участка (категория, протяженность (км), границы (от ПК ... км ... до ПК ... км ...).

6. Характеристика труб, из которых сооружен испытываемый участок (прямошовные, спиральношовные, бесшовные, диаметр (мм), толщина стенки (мм), марка стали, завод-изготовитель или страна-поставщик, ТУ или ГОСТ).

7. Подробное описание конструкции трубопровода в месте отказа.

8. Глубина заложения трубопровода (при подземной прокладке) от поверхности грунта до верхней образующей трубы (м).

9. Организации, выполнявшие земляные, сварочно-монтажные и изоляционно-укладочные работы, а также сроки выполнения работ (числа, месяцы, годы).

IO. Метод и объем (%) контроля сварных швов на разрушившемся участке.

II. Температура наружного воздуха в момент отказа по данным Гидрометеослужбы (^{0}С).

I2. Температура окружающей трубопровод среды (^{0}С) и металла труб (^{0}С) в момент отказа (по приближенным оценкам).

I3. Описание отказа (ситуация и последовательность событий).

I4. Результаты отказа:

котлован (длина, ширина, глубина в м);

выброс грунта и осколков труб из траншеи (перечень и размеры осколков, расстояние выброса в м);

радиус теплового воздействия в м (в случае возгорания испытательной среды);

разлив воды (площадь в $м^2$ и глубина в м) при гидравлических испытаниях.

I5. Описание общего характера разрушения (хрупкий, квазихрупкий, вязкий, условно вязкий) и типа остановки разрушения (в соответствии с п.3.20).

I6. Характеристики отказа: длина разрушенных труб, длина трещин, размеры свищей, разрывов швов; угол среза (скола); толщина стенок по кромкам разрывов; перечень разрушенных и поврежденных конструкций и т.д.

I7. Описание очага отказа (начала разрушения):

данные о трубе, содержащей очаг отказа (номер трубы и плавки; сертификатные данные; наличие дефектов на основном металле, в шве и в околошовной зоне, название, форма и размеры дефектов);

сварной поперечный шов (поворотный, неповоротный; геометрия сечения шва в нормальной и дефектной зонах; наличие дефектов, их название, форма и размеры);

заводской продольный шов (положение шва в пространстве; геометрия в нормальной и дефектной зонах; наличие дефектов, их название, форма и размеры).

I8. Размещение очага отказа на трубе (описание с привязкой к сварным швам).

I9. Сведения о выполнении и контроле монтажной сварки на разрушившемся участке (если отказ произошел из-за брака кольцевого стыка): даты сварки; квалификация и фамилии сварщиков, их клейма; даты и метод контроля; номера и результаты заключений; фамилии радиографов.

20. Дополнительные (в случае необходимости) сведения о характере отказа, месте отказа, послеаварийной картине.

21. Решение комиссии об очаге отказа и конкретной причине отказа.

22. Классификация причины отказа:

заводской брак;

нарушение правил транспортировки и хранения труб или оборудования;

брак строительно-монтажных работ;

нарушение норм и правил испытания объекта;

нарушение проекта;

несовершенство методов расчета и проектирования.

23. Материальные потери в результате отказа:

разрушено труб (м);

разрушена арматура и оборудование (перечень и количество);

потери газа (при испытаниях газом) в $м^3$;

потери воды (при испытаниях водой) в $м^3$.

24. Мероприятия организации (наименование организации)по ликвидации последствий отказа:

уложено труб (м);

вварена катушка (м);

произведен ремонт стыка, трещины;

заменена арматура и т.д.

25. Общее время ликвидации отказа трубопровода (час).

26. Рекомендации комиссии:

о методах ликвидации отказа (если отказ не ликвидирован до окончания работы комиссии);

об условиях продолжения испытаний.

27. Решение комиссии о необходимости проведения технической экспертизы, проверочных расчетов с указанием конкретного вопроса, организаций или лиц, которым поручены экспертиза,расчеты.

28. Сведения о вырезке карт металла и организации, в которую они направлены на исследование, виде и объеме исследований.

29. Выводы и предложения комиссии о причинах отказа и по предупреждению аналогичных отказов.

30. Необходимые приложения к акту:

план испытываемого участка с указанием расположения запорной арматуры, схемы обвязки, мест установки насосов, компрессоров и отстойников газа, манометров, места отказа;

профиль испытываемого участка с указанием места отказа и расчетного давления в месте отказа (при гидравлических испытаниях);

план разрушенного участка трубопровода со схемой расположения сварных стыков и с указанием очага отказа и прилегающей к разрушенному участку местности, а также размеров и расположения отдельных кусков и осколков разрушившихся труб и их привязкой к оси трубопровода;

акт отбора проб и схема вырезки образцов (только в случае направления карт металла на исследование);

другие возможные материалы: схемы, фотографии, заключения экспертов, расчеты, докладные, особые мнения и др.

Председатель комиссии (подпись)

Члены комиссии (подписи)

Приложение 2

КЛАССИФИКАЦИЯ

дефектов стенки магистральных трубопроводов

Дефекты	Описание и геометрические характеристики дефектов
I	2
	А. Дефекты металлургического происхождения
I. Трещина	Узкий разрыв металла, направленный в глубь металла под углом, близким к 90°. Направление трещины на поверхности трубы может быть произвольное. Трещины подразделяются на сквозные и несквозные
2. Расслоение	Нарушение сплошности металла, направленное параллельно плоскости листового проката
3. Закат	Нарушение сплошности поверхности в направлении прокатки по всей длине изделия или на значительной его части
4. Плена	Отслоение металла различной толщины и размера, чаще всего языкообразной формы, вытянутое в направлении прокатки и соединенное с основным металлом одной стороной (нижняя поверхность плены, а также образованное ею углубление окислены)
5. Вмятина в прокате	Отдельное местное углубление различной величины и формы, образовавшееся от вдавливания валками неудаленной окалины, металлической крошки или от случайных ударов
6. Рванина	Раскрытый глубокий окисленный разрыв поверхности металла разнообразного очертания, расположенный поперек или под углом к направлению прокатки и образующийся при горячей прокатке вследствие несовершенной калибровки валков, пониженной пластичности или пережега металла
7. Риска	Продольная канавка, образовавшаяся от царапанья поверхности металла наварами и другими выступами на прокатном инструменте
	Б. Механические повреждения
I. Царапина	Повреждение наружной поверхности металла в результате однократного динамического взаимодействия поверхности с перемещающимся относительно нее твердым телом (индентором), имеющим острые кран. При образовании царапины контактные напряжения достигают разрушающих значений. Форма поперечного сечения царапины близка к треугольной или трапециевидной и может изменяться по длине. Направление относительно продольной оси

I	2
	трубы - произвольное. Форма царапины на поверхности трубопровода может быть прямолинейной, криволинейной и полигональной
2. Задир	Повреждение с теми же характеристиками, что и у царапины. В отличие от царапины задир имеет зазубренные края. Задир характеризуется когезионным отрывом, при котором прочность фрикционных связей между поверхностью металла и царапающим телом выше прочности основного материала в глубине стенки трубы
3. Забоина	Повреждение, проявляющееся в результате динамического взаимодействия трубы с твердым телом, имеющим острые края, без тангенциального перемещения. В зависимости от характера и силы удара забоина может иметь различную форму, площадь и глубину (до 4 мм). В стенке трубы в момент удара возникают значительные напряжения изгиба. Площадь забоины условно равна произведению ее длины (максимального линейного размера забоины в плане) на ширину (наибольший размер, перпендикулярный длине забоины)
4. Вмятина	Повреждение в результате статического или динамического взаимодействия поверхности трубопровода с твердым телом, не имеющим острых кромок. Вмятина характеризуется плавным сопряжением поверхностей, образующих углубление, с поверхностью трубы. Характерным параметром вмятины является ее глубина, определяемая как максимальное радиальное смещение поверхности вмятины от своего первоначального (номинального) положения
	В. Дефекты сварных соединений
I. Трещина (технологическая трещина при сварке)	Наиболее опасный дефект сварного соединения в виде узкого разрыва металла, направленного под углом примерно 90^0 к поверхности стенки трубы. Трещины могут образовываться в шве, зоне термического влияния и по границе сплавления
2. Пора	Дефект металла сварного шва обычно в виде округлых несплошностей (пустот)
3. Шлаковое включение	Дефект металла сварного шва в виде заполненной шлаком несплошности металла различной формы
4. Непровар	Дефект сварного шва, заключающийся в отсутствии сплавления между металлом шва и основным металлом или (при многослойной сварке) между отдельными слоями шва

1	2
5. Подрез	Дефект сварного соединения, представляющий собой углубление (канавку) в основном металле, расположенное вдоль границы шва
6. Смещение кромок	Неправильное положение кромок относительно друг друга, когда плоскости, касательные к поверхности стыкуемых деталей, не совпадают.

Приложение 3

Допустимые размеры дефектов стенки магистральных трубопроводов

Вид контроля	Дефект	Допустимые параметры дефектов
1	2	3
Визуальный, инструментальный	Трещина в листе	Не допускается
	Расслоение	Не допускается
	Закат, плена, рванина	В металле труб данные дефекты не допускаются. Допускается зачистка внешних дефектов при условии, что толщина стенки трубы после зачистки не выходит за пределы допусков
	Вмятина	Вмятины глубиной до 50 мм подлежат выправлению, а участки труб с вмятинами глубиной более 50 мм должны быть удалены
	Подрез	Глубиной не более 0,5 мм
	Смещение кромок	При дуговых методах сварки: до 20% толщины стенки трубы, но не более 3 мм. При электроконтактной сварке сплавлением: до 25% толщины стенки трубы, но не более 3 мм; местные смещения на 20% периметра стыка до 30% толщины стенки, но не более 4 мм
Физические методы	Толщина (при сварке)	Не допускается
	Шлаковые включения	Глубиной до 10% толщины стенки трубы при суммарной протяженности до 1/6 периметра стыка
	Поры	Наибольший размер поры: до 20% от толщины стенки при расстоянии между соседними порами не менее 3 толщин стенки; до 15% при расстоянии между соседними порами не менее 2 толщин стенки; до 10% при расстоянии между соседними порами менее трехкратного размера поры на участках общей протяженностью не более 30 мм на 500 мм шва. Во всех случаях максимальный размер поры до 2,7 мм

I	2	3
Физические методы	Непровар	Местный непровар в корне шва глубиной до 10% от толщины стенки (но не более 1 мм) суммарной протяженностью до 1/6 периметра стыка. В стыках трубопроводов диаметром 1020мм и более на участках, выполненных с внутренней подваркой, непровары в корне шва не допускаются. Суммарная протяженность непровара по кромкам и между слоями в неповоротных стыках труб, выполненных автоматической дуговой сваркой, не должны превышать 50 мм на участке шва длиной 350 мм
	Непровар и шлаковые включения, расположенные в одной плоскости	Глубиной до 10% толщины стенки трубы, но не более 1 мм. При этом протяженность дефектного участка не должна превышать 50 мм на участке шва длиной 350 мм

Приложение 4

Рекомендуемый перечень приборов для проведения измерений в процессе технического расследования отказов магистральных трубопроводов

Приборы	Тип, марка	Технические характеристики
Рулетка	РЗ-I РЗ-I0 РТ-30 РК-50	- - - -
Штангенциркуль	ШЦ-П	Пределы измерения 0-250 мм. Допустимая погрешность ±0,I мм при величине отсчета по нониусу 0,I мм
Микрометр индикаторный	МРИ-25 МРИ-50	Пределы измерения 0-25; 25-50. Допускаемая погрешность 0,005 мм
Термометр технический	П-I	Цена деления I°С
Лупа складная	ЛЩ-7 ЛПШ-455	Увеличение - 4 х Увеличение - 20 х
Лупа измерительная	ЛИ-2 ЛИ-3	- -
Набор шаблонов сварщика (МШС-I и др.)		Параметры контроля и их диапазон: угол скоса кромок под сварку - 24-35°; зазоры в стыке 0,5-4 мм; ширина шва - 0-40 мм; высота усиления шва - I,0-4,0мм; превышение кромок 0-3,0 мм; диаметр электродов и сварочной проволоки - I,0-5,0 мм
Фотоаппарат "Зенит" зеркального типа		-

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3

2. Изучение и анализ технической документации и осмотр места отказа 5

3. Анализ характера отказа и определение очага разрушения 7

4. Метрологическое обеспечение работ по техническому расследованию отказов ... I7

5. Техника безопасности I7

Приложения I9

ИНСТРУКЦИЯ

по техническому расследованию отказов
при испытании магистральных трубопроводов

ВСН 2-I40-82

Миннефтегазстрой

Издание ВНИИСТа

Редактор Л.С.Панкратьева
Корректор С.П.Михайлова
Технический редактор Т.В.Берешева

Подписано в печать 9/УШ 1983 г. Формат 60x84/I6
Печ.л. 2,0 Уч.-изд.л. I,6 Бум.л. I,0
Тираж 800 экз. Цена I6 коп. Заказ 72

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru