

УДК 621.7

В.А. Лупин, В.Н. Лозовой, А.И. Губин, А.О. Струин

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА 1420 × 27.7 ММ
ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СТАЛИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ
ПРОКАТКИ К65.**

Fracture kinetics of the main pipeline, connection energy balance with actual speed of propagation fracture in the main crack, plastic zone at the constant speed and constant temperature of test, correlation plastically deformed volume with speed velocity and the form of a notch.

Представлені кінетика розриву магістрального трубопроводу, зв'язок енергетичного балансу з дійсною швидкістю розвитку розриву у головну тріщину, зона пластичності при постійній швидкості та постійній температурі випробування, співвіднесення пластично деформованого об'єму з швидкістю та формою надрізу.

Введение

Экономические выгоды от применения высокопрочных сталей контролируемой прокатки при изготовлении труб очевидны, но столь же не очевидны характеристики трещиностойкости и в связи с этим повышение (или понижение) эксплуатационной надежности магистральных газопроводов (МГ).

Все опытные данные, получаемые при ударных испытаниях (Менаже, Шарпи, DWTT и др.), к сожалению, являются качественными характеристиками процессов разрушения, вполне приемлемы для сравнительной оценки различных материалов, но совершенно бессильны для прогностических оценок труб большого диаметра (ТБД), изготовленных из сталей с временным сопротивлением $\sigma_v > K65$ (X80), предназначенных на рабочее давление МГ более 10,0 МПа (100 атм).

Для этих случаев учет кинетики разрушения МГ можно выявить только натурными испытаниями труб (отрезков трубопроводов). Цель данной работы связать скорость магистральной трещины V_p с затратами на пластическое деформирование поверхностей разрушения по траектории движения разрушения.

Натурные испытания труб большого диаметра являются наиболее показательными и информативными по сравнению с другими методами определения механических свойств труб, особенно по трещиностойкости. Задача определения трещиностойкости труб с учетом ки-

нетики их разрушения приобретает самостоятельное значение при определении эксплуатационной надежности МГ. Наиболее сложной и важной задачей для эксплуатационной надежности трубопроводов является исключение вязких (хрупких) протяженных разрушений. При движении трещины основными затратами энергии являются пластические деформации берегов магистральных трещин. Поэтому подробно рассматривается пластически деформированный объем металла для фиксированных условий натуральных испытаний.

Для суждения о кинетике разрушения труб является утонение (утяжка, уменьшение начальной толщины стенки в характерных зонах при определенной скорости трещины). Изменение утонения (более правильно пластически деформированный объем металла $V_{пл}$) можно проиллюстрировать графиком который представлен на рисунке 1.

Пластически деформированный объем металла $V_{пл}$ при прочих равных условиях зависит не только от температуры, но и от скорости трещины. Объем $V_{пл}$ при натуральных испытаниях труб большого диаметра показывает затраты работы разрушения A_p в зависимости от скорости трещины V_p и температуры испытаний $t, ^\circ C$ т.е.

$$A_p = f(V_{пл}, V_p, t, ^\circ C). \quad (1)$$

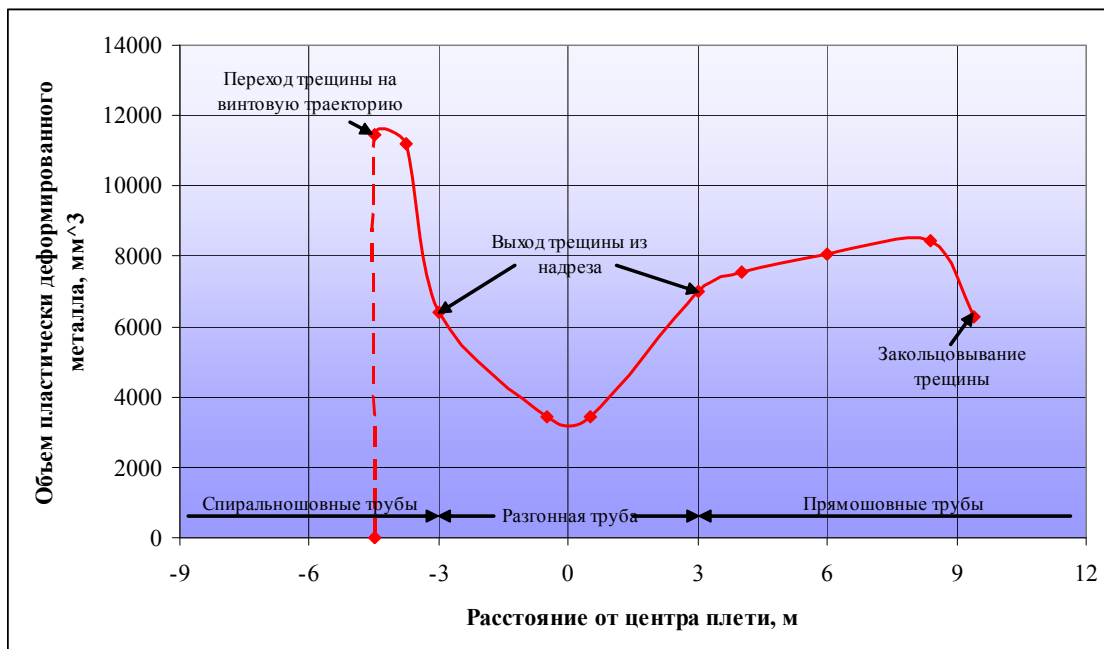


Рисунок 1 - Изменение пластически-деформированного объема по длине разрушенных труб

Объем $V_{пл}$ позволяет определить зону пластического состояния металла (от ε_{1max} до $\varepsilon_{0,2}$; от ε_{3max} до $\varepsilon_{30,2}$; от σ_k до $\sigma_{0,2} = \sigma$), т.е. определить экспериментально границу упругости и пластичности в стенке разрушенной трубы. Работа разрушения A_p , температура испытания, граница упругого и пластического состояния металла необходимы для определения трещиностойкости труб большого диаметра расчетными методами. При малой скорости трещины V^p объем $V_{пл}$ имеет большую величину, при большой скорости трещины – меньшую. При испытании образцов Менаже, Шарпи скорость $V^p \leq 20$ м/с, при испытании образцов ИПГ (DWTT) $V^p \leq 80$ м/с, при натуральных испытаниях ТБД $60 \leq V^p \leq 1350$ м/с. Величина скорости трещины V^p позволяет более правильно трактовать понятие хрупкое и вязкое разрушение.

Выводы

При натуральных испытаниях труб диаметром $1420 \times 27,7$ мм давлением $14,7$ МПа (150 атм) установлено следующее: для указанных условий испытания ударная вязкость по Шарпи при -40°C менее 300 Дж/см² недостаточна для остановки лавинных вязких разрушений.