

Отзыв на диссертацию Мишеньян Анны Рубеновны
«Особенности механизмов разрушения и деформационного
старения в зависимости от структурного состояния
низколегированных трубных сталей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов».

Диссертационная работа Мишеньян А.Р. имеет целью выявление природы изменения механических свойств и хладостойкости в результате деформационного старения трубных сталей в зависимости от их структурного состояния. Безусловно, это актуальная научно-техническая задача для России, в которой эксплуатируются миллионы километров газонефтепроводов. В процессе изготовления, монтажа и эксплуатации металл трубопроводов подвергается упруго-пластической деформации и соответственно деформационному старению. Изучение особенностей влияния деформационного старения на комплекс механических свойств особенно актуален для трубопроводов, прокладываемых в зонах активных тектонических разломов.

Несомненно, удачен выбор сталей для исследования. Это трубные стали четырёх классов прочности К52, К56, К60 и К65. Структура этих сталей варьируется от феррит + перлит до бейнита. Диссертационная работа выполнена с привлечением современных методов исследования сталей: рентгеноструктурного анализа, просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Для определения поведения атомов внедрения и дислокаций в стали использован релаксатор «обратный крутильный маятник».

В главе 3 приведены результаты влияния структуры на хладостойкость низколегированных трубных сталей. Вызывает большой интерес трактовка факторов, влияющих на склонность стали к хрупкому разрушению, Это степень локализации пластической деформации и уровень локальных

«пиковых» напряжений. Это ново, но остаются за кадром – какие характеристики структуры обуславливают эту локализацию пластической деформации и соответственно уровень «пиковых» напряжений. Действительно, установлен факт существования линейной связи между критическими температурами хрупкости T_{50} и T_{90} и величиной релаксационного эффекта $\Delta\sigma_p$ при напряжении равном $0,5\sigma_{0,2}$. К числу недостатков работы следует отнести отсутствие в этой главе данных о традиционных характеристиках стали: размере зерна, размере и распределении неметаллических включений.

Глава 4 посвящена влиянию деформационного старения на механические свойства и характеристики хрупкого разрушения. Новизна результата состоит в том, что работа зарождения и распространения трещины в стали с бейнитной структурой (К65) существенно выше, чем в стали с ферритно-перлитной структурой (К56). При этом стадия деформационного упрочнения для стали К65 вырождается (отношение $\sigma_{0,2}/\sigma_B \rightarrow 1$), фактически снижая надёжность материала.

Очень информативны исследования по влиянию деформационного старения на степень закрепления дислокаций и концентрацию свободных атомов внедрения (С и N). Установлено, что в стали с бейнитной структурой высота деформационного максимума увеличивается более чем в два раза, значительно превышая этот максимум в стали со структурой феррит + перлит.

Не вызывают сомнений результаты исследований, представленные в главе 5. Показано, что деформационная способность стали К60 сохраняется до степени деформации 5 %, обеспечивая высокий комплекс механических свойств при дальнейшей пластической деформации.

По диссертационной работе Мишетьян А.Р. необходимо сделать ряд замечаний:

1. Рассматривая роль параметров тонкой структуры трубных сталей, в том числе влияние типа феррита (бейнита), М/А составляющей и др., не

изучена роль неметаллических включений на формирование барьеров для дислокаций и величину релаксационных эффектов. Известно, что количество неметаллических включений различного происхождения и морфологии существенно влияют на хладостойкость стали.

2. Для исследуемых трубных сталей не приведены направления вырезки образцов, в том числе и для ударных. Для магистральных трубопроводов до последнего времени в России использовали поперечные ударные образцы, но после введения в действие Приложения № 2 к СП 16.13330-2017 применяются продольные образцы. Согласно исследованиям последних 10 лет, коэффициент анизотропии ударной вязкости K_a , определяемый отношением значения KCV вдоль направления проката к значению KCV поперёк прокатки, зависит от содержания углерода (перлита) и серы (сульфидов). Для сталей K52, K56 значение K_a варьируется от 1,1 до 4,6. Для стали типа K65, производимых по технологии контролируемой прокатки и/или термомеханической обработки, в формировании высоких значений K_a (1,1-8) участвуют сложнообразуемые включения на основе Al_2O_3 , Cr_2O_3 и карбонитридов $Ti(C,N)$. В случае высоких значений K_a (>2,0 и более) существенно возрастает склонность стали к хрупкому разрушению при использовании поперечных ударных образцов. Естественно ожидать, что в этом случае изменяются величины релаксационного эффекта и других исследуемых характеристик.

Несмотря на сделанные замечания диссертационная работа Мишетьян А.Р. выполнена на высоком научно-техническом уровне, заметно расширив наши представления о процессах, происходящих в трубных сталях при пластической деформации и деформационном старении. К числу таких заметных достижений можно отнести п. 5 и п.7 выводов диссертации.

В целом представленная диссертация указывает на высокий квалификационный уровень научных исследований Мишетьян Анны Робертовны и позволяет присудить ей учёную степень кандидата

технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Директор ЗАО «ЦНИИПСК
им. Мельникова», д.т.н.

Диплом доктора наук
ТН № 007535



Горицкий В.М.

10.03.2022 г.

Я, Горицкий Виталий Михайлович даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Горицкий В.М.