

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Воркачева Константина Григорьевича** «Микроструктура низколегированных сталей и особенности их разрушения в интервале вязко-хрупкого разрушения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Обеспечение высокой эксплуатационной надежности магистральных газопроводов является одной из приоритетных задач, находящейся в центре внимания широкого круга специалистов, занимающихся вопросами прочности и металлургического качества труб. Одним из важнейших параметров, позволяющим оценивать качество металла и надежность его работы в трубах, является ударная вязкость, характер ее изменения с понижением температуры испытания. Обязательность проведения испытаний по определению ударной вязкости регламентирована всеми нормативными документами на трубную продукцию для магистральных трубопроводов.

В последнее время высказывается много критических замечаний в отношении метода испытания на ударную вязкость, в частности, говорят о неспособности с помощью данного параметра оценивать сопротивляемость металла труб протяженному разрушению, некорректности использования значений ударной вязкости при испытании образцов из современных феррито-бейнитных трубных сталей.

С этих позиций, актуальность темы диссертационной работы К.Г. Воркачева не вызывает сомнений, поскольку она посвящена исследованию природы малоизученного явления - повышенного рассеяния значений ударной вязкости в интервале вязко-хрупкого перехода, установлению взаимосвязи повышенного рассеяния с микроструктурой низколегированных сталей и, тем самым, направлена на выявление неиспользуемых резервов данного метода испытания.

Полученные в рассматриваемой работе результаты безусловно обладают научной новизной и имеют большую практическую ценность. К числу важнейших результатов, обладающих научной новизной, можно отнести следующие:

- впервые для изучения природы микротрещин предложен метод, позволяющий отличить деформацию сопровождающую разрушение от деформации предшествующей разрушению при испытании на ударный изгиб низколегированных сталей в интервале вязко-хрупкого перехода;
- выявлена корреляционная связь между соотношением суммарной длины хрупких и вязких микротрещин и величиной ударной вязкости при испытаниях на ударный изгиб;
- экспериментально доказано существование в микроструктуре низколегированных ферритно-перлитных сталей непрерывных сrostков доэвтектоидного и перлитного ферритов;
- установлено, что фрагментация ферритной матрицы перлитного феррита происходит на стадии роста пластин цементита при нарушении условий кооперации.

Практическая значимость работы К.Г. Воркачева состоит, на наш взгляд, в следующем:

- экспериментально показана обусловленная рассеянием величин ударной вязкости необходимость проведения множественных испытаний на ударный изгиб при оценке применимости низколегированных сталей в ответственных металлоконструкциях, эксплуатируемых в интервале температур низких климатических температур;
- обоснована перспективность применения методов дифракции отраженных электронов для углубленного изучения характеристик микроструктуры низколегированных ферритно-перлитных сталей. В частности, показано, что разделение перлитных составляющих по критерию фрагментации перлитного феррита, а также учет образования сrostков

дозвтектоидного и перлитного ферритов позволяет более точно оценивать взаимосвязь микроструктуры и вязкости в низколегированных ферритно-перлитных сталях;

- обеспечение повышенной вязкости в интервале вязко-хрупкого перехода для низколегированных сталей после термического улучшения достигается не только за счет измельчения размеров зерен, но и за счет варьирования в микроструктуре содержания более пластичного и вязкого квази-полигонального феррита;

- разрушение высоковязких низкоуглеродистых микролегированных сталей в интервале вязко-хрупкого перехода сопровождается образованием микротрещин вязкого отрыва в пластической зоне под вязкой составляющей изломов и микротрещин транскристаллитного скола в пластической зоне в области расщеплений;

- установлено, что локальная изменчивость вязкости обусловлена следующими особенностями микроструктуры: образованием аномально крупных блинообразных зерен бывшего аустенита, образованием разнотермической микроструктуры, содержащей ряд ферритных составляющих, остаточный аустенит и мартенсит-аустенитную составляющую.

Предложенные в работе научные и технологические решения нашли применение на АО "ВМЗ" при оптимизации микроструктуры толстолистового проката и зоны термического влияния низкоуглеродистых микролегированных сталей.

Из представленного в автореферате материала следует, что автор диссертации на высоком уровне овладел современными инструментальными средствами исследования структуры и свойств металлов, методами статистической обработки экспериментальных данных, приобрел глубокие познания в области металловедения низкоуглеродистых низколегированных сталей, полученных различными технологическими процессами, хорошо разбирается в специфике процессов микромеханизма разрушения этих сталей.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Не объяснено, почему все эксперименты по определению ударной вязкости изучаемых сталей, в т.ч. сталей контролируемой прокатки, проведены только на образцах с надрезом Менаже (КСУ), в то время как применительно к современным трубным сталям приоритетным является определение ударной вязкости на образцах с надрезом Шарпи (КСУ)?
2. Выявленные в работе весьма важные закономерности смены механизма разрушения металла в интервале вязко-хрупкого перехода основаны на результатах анализа изломов образцов, испытанных на ударный изгиб. Между тем, известно, что не менее важными для оценки вязкости сталей в условиях статического разрушения являются испытания по определению раскрытия в вершине трещины (т.н. критерий СТOD), о чем упоминает в автореферате и сам автор.

Представляется, что работа сильно бы выиграла, если бы полученные в работе выводы нашли подтверждение в ходе испытания образцов не только на ударный изгиб, но и на раскрытие в вершине трещины.

Сделанные замечания не уменьшают значимости диссертационной работы, выполненной на высоком научно-техническом уровне, поскольку не затрагивают основных ее положений. При этом второе замечание следует рассматривать в качестве пожелания к продолжению выполненных исследований.

В целом, диссертационная работа «Микроструктура низколегированных сталей и особенности их разрушения в интервале вязко-хрупкого разрушения» является законченным исследованием, имеющим научную и практическую значимость. Работа полностью соответствует шифру специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» (пункты 2, 6) и критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Постановления Правительства Российской Федерации № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Константин Григорьевич Воркачев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

**Начальник лаборатории труб
Корпоративного научно-технического
Центра развития трубной продукции
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
кандидат технических наук**

 **Т.С. Есиев**

24.09.2020.

а/я 130, Москва, РФ, 115583
Тел. (498)657-4206, факс: (498)657-9605
vniigaz@vniigaz.gazprom.ru

Подпись Т.С. Есиева за
Вручий сертификат по



О.С. Серкова