

**СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ  
НА ПРИМЕРЕ ГАЗО- И НЕФТЕПРОВОДОВ**

**А. Н. Янушонок<sup>1</sup>, А. С. Снарский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Полоцкий государственный университет, Новополоцк*

<sup>2</sup>*Белорусский национальный технический университет, Минск*

В Республике Беларусь эксплуатируется свыше 12600 км магистральных газо-, нефте- и продуктопроводов. Характерной чертой эксплуатируемой в Беларуси системы трубопроводного транспорта является ее прогрессирующее старение. Срок эксплуатации почти 5000 км магистральных трубопроводов превышает проектный и для некоторых участков достигает 50 лет. Значительный возраст объективно связан со снижением надежности и ростом вероятности возникновения отказов и аварий в процессе эксплуатации. Это обусловлено главным образом процессами старения, происходящими в металле труб [1, 2].

Наиболее опасным проявлением процессов старения является снижение сопротивляемости хрупкому разрушению, особенно в локальных, структурно-неоднородных областях [3, с. 212], которыми являются сварные соединения магистральных трубопроводов.

Снижение значений ударной вязкости за 30 лет эксплуатации достигает 3 – 5 раз (рис. 1 [1]).

Наиболее частой причиной возникновения отказов и аварий на линейной части магистральных трубопроводов Республики Беларусь являются разрушения сварных соединений [2], которые зачастую происходят при давлениях ниже рабочих и носят хрупкий характер. Таким образом, повышение надежности магистральных трубопроводов может быть достигнуто за счет восстановления свойств, и в первую очередь ударной вязкости, их сварных соединений.

В связи с этим проведены исследования влияния восстановительной термической обработки на изменение сопротивления хрупкому разрушению сварных соединений магистральных трубопроводов, находящихся в эксплуатации более 30 лет.

Темплеты материала отдельными партиями подвергались термической обработке при температуре 580, 630, 680 и 730 °С в течение 15, 30 и

60 мин, после чего остывали на спокойном воздухе. Увеличение значений ударной вязкости за счет проведения термической обработки по сравнению с базовым необработанным образцом представлено на рис. 2.

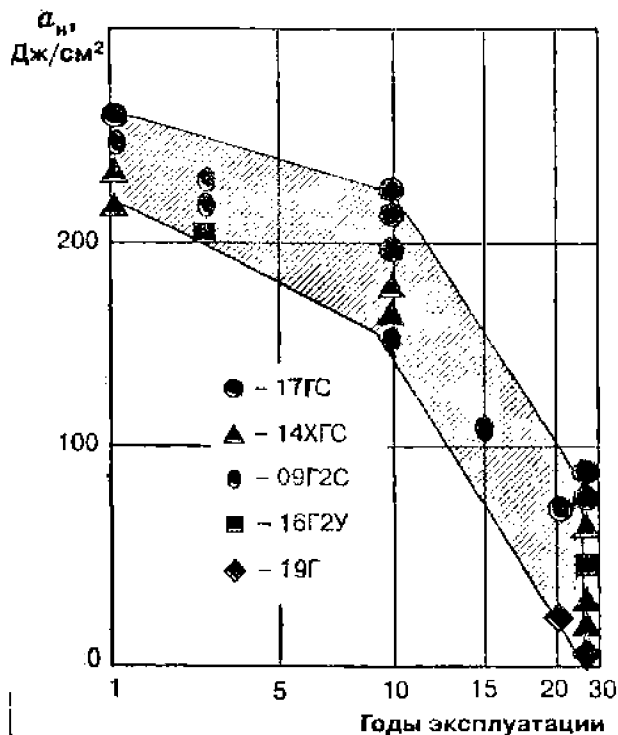


Рис. 1. Изменение ударной вязкости трубных сталей при эксплуатации газопроводов [1]

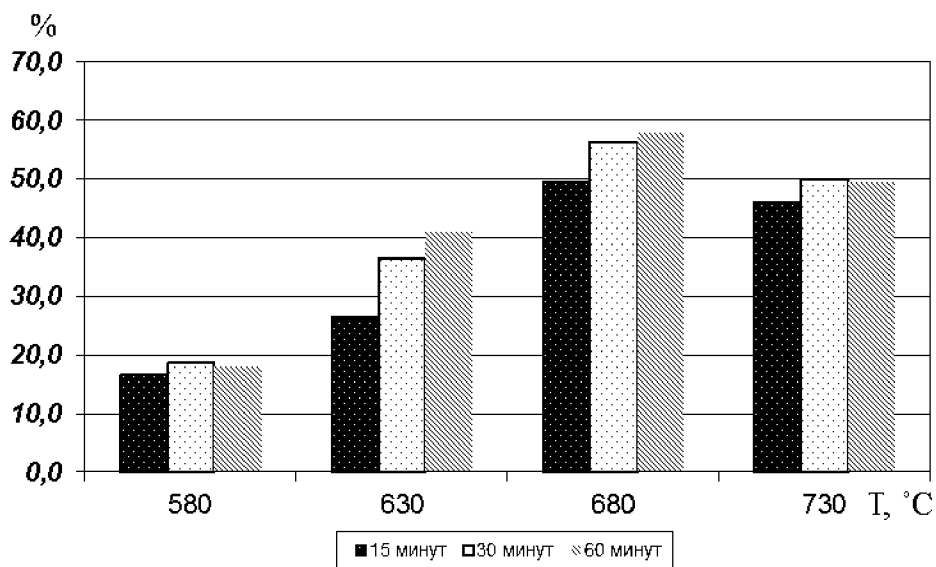


Рис. 2. Прирост значений ударной вязкости сварного соединения за счет проведения термической обработки по сравнению с базовым образцом

Как видно из гистограммы, продолжительность выдержки в целом положительно влияет на увеличение ударной вязкости сварного соединения. При этом наиболее существенный прирост происходит при увеличении времени выдержки с 15 до 30 мин.

Температура оказывает более существенное влияние на изменение ударной вязкости по сравнению временем обработки. Максимальный прирост ударной вязкости наблюдается при температуре 680 °С.

Испытания на растяжение показали, что значения предела прочности и предела текучести незначительно снижаются, но остаются в рамках требований к данным видам сталей. Термическая обработка приводит и к соответствующему изменению микроструктуры сварного соединения. Наблюдалось дробление дендритов в облицовочном шве, закругление игл в видманштеттовой структуре и снижение микротвердости на всех участках сварного соединения. Данные изменения соответствуют изменениям механических свойств.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанного метода определен путем сравнения затрат на производство ремонтных работ с методом вырезки катушки и может составить в зависимости от диаметра трубопровода и способа проведения работ от 282 370 до 3 227 525 белорусских рублей на один восстановленный стык (в ценах июля 2011 г.) [4].

Таким образом, предлагаемый метод восстановления механических свойств кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов, отработавших длительное время, путем проведения восстановительной термической обработки показывает потенциальную технико-экономическую эффективность своего применения.

### **Литература**

1. Иванцов, О.М. Надежность и безопасность магистральных трубопроводов России / О.М. Иванцов // Трубопроводный транспорт. – 1997. – № 10. – С. 26 – 31.
2. Липский, В.К. Методика восстановительной термической обработки магистральных трубопроводов, основанная на неразрушающей оценке фактического уровня механических свойств металла / В.К. Липский, А.С. Снарский, А.Н. Янушонок // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. В, Прикладные науки. – 2006. – № 12. – С. 93 – 96.
3. Старение труб нефтепроводов / А. Г. Гумеров [и др.]. – М.: Недра, 1995. – 218 с.
4. Янушонок, А.Н. Оценка экономической эффективности восстановительной термической обработки сварных кольцевых соединений магистральных трубопроводов, проработавших длительное время / А.Н. Янушонок, В.Н. Стахейко // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. D, Экономические и юридические науки. – 2012. – № 6. – С. 47 – 52.