

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА В ОБЛАСТИ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ТРУБОПРОВОДА

© 2025 г. Кирилл Игоревич Доронин^{1*}, Д.В. Копытина^{1**}, Е.К. Щипцова^{1***}

¹ – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 2

* - doronin.k.i@mail.ru; ** - daryakopytina2000@yandex.ru;

*** - shchiptsova.katya@yandex.ru

При проведении монтажа полиэтиленовых трубопроводов для газо- и водораспределительных систем не существует единого подхода к определению качества стыковых сварных соединений. В стандарте ГОСТ Р 55276 – 2012 (ISO 21307:2011) указано, что при контроле качества сварного соединения бимодального полиэтилена (ПЭ) используют разрушающие методы испытаний [1]. При этом этот же документ отмечает, что для неразрушающей оценки качества сварного соединения могут использоваться и физические методы неразрушающего контроля, однако на текущий момент они могут не обнаружить все дефекты соединения. Классические испытания на растяжения также не всегда четко определяют пороговые требования к качеству сварного соединения, как например ГОСТ ISO 13953 – 2024 [2]. В соответствии с описанной процедурой, за результат испытания принимают только разрушения по месту соединения, однако конкретное определение термина «место соединения» не указывается. Сварное соединение ПЭ также может иметь зону термического влияния (ЗТВ), что расширяет границы условного определения места соединения. Целью данной работы было определение границ ЗТВ при стыковой сварке ПЭ труб.

В качестве метода определения границ ЗТВ целесообразно использовать методы индентирования, так как они способны локально определять механические свойства, связанные с прочностными характеристиками самого материала. Для первичного исследования механических свойств вблизи сварного соединения ПЭ использован метод определения твердости по шкале Виккерса по стандарту ГОСТ 9450 – 76 [3]. В качестве средства измерения использован микротвердомер ПМТ-3М. Испытательная нагрузка составила 0,4905 Н (0,05 кгс), что соответствует шкале HV0.05.

В качестве образца для испытания выступает поперечный срез сварного соединения ПЭ труб из марки ПЭ100, представленный на рис. 1. Зона измерения составила 22 мм поперек самого соединения с шагом 0,5 мм между измерениями. Проведено три серии измерений в различных областях относительно толщины стенки: 1 – ближе к внешней стенке трубы, 2 – середина стенки, 3 – ближе к внутренней стенке. Такая схема обусловлена наличием зоны утонения при стыковой сварке в середине стенки трубы.

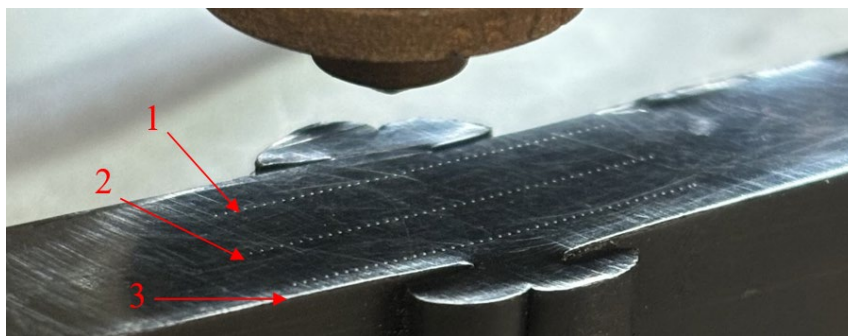


Рис. 1. Внешний вид образца для испытаний (1 – внешняя сторона, 2 – середина, 3 – внутренняя сторона)

Результаты расчета твердости по шкале Виккерса представлены на рис. 2. Схожий характер изменения твердости по Виккерсу относительно сечения сварного соединения также отмечен в [4], однако в том случае использовалась нагрузка 0,005 кгс.

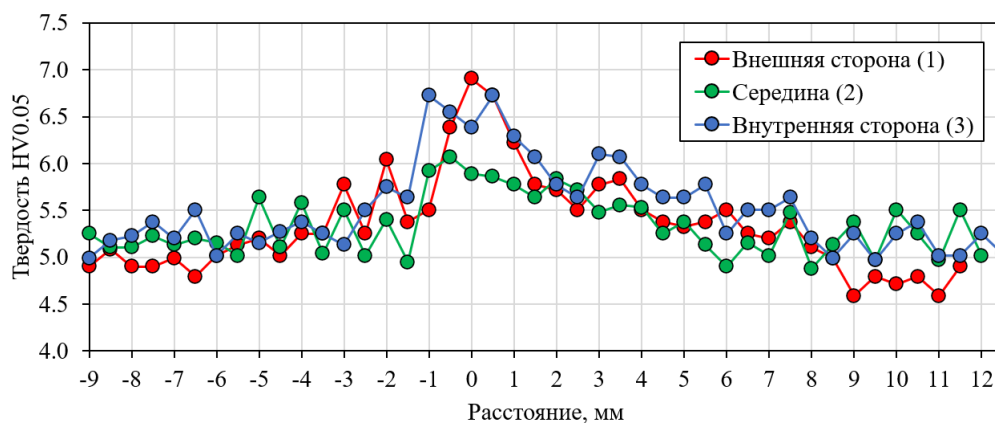


Рис. 2. График зависимости твердости HV0.05 от расстояния от центра соединения

В процессе исследовательских испытаний выявлен предполагаемый размер ЗТВ, который составил 6 мм. Отмечено, что характер изменения свойств несимметричен относительно расстояния от середины сварного соединения. Для уточнения значений целесообразно использование более автоматизированных средств с возможностями пакетной обработки, например, сканирующих нанотвердометров. В дальнейшем также планируется использование полученных значений для моделирования зон сварного соединения ПЭ с различными характеристиками сопротивления к деформации.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р 55276–2012 (ИСО 21307:2011). Трубы и фитинги пластмассовые. Процедуры сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых (ПЭ) труб и фитингов, используемых для строительства газо - и водопроводных распределительных систем.
- ГОСТ ISO 13953-2024. Трубы и фитинги из полиэтилена (ПЭ). Определение предела прочности при растяжении и типа разрушения образцов для испытаний сварного стыкового соединения.
- ГОСТ 9450–76. Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников.
- Lai H., Fan D., Liu K. The Effect of Welding Defects on the Long-Term Performance of HDPE Pipes // *Polymers*. 2022. V. 14. P. 3936.