

Моделирование теплового процесса при сварке полимерных труб при низких температурах

Аммосова Ольга Александровна

аспирант, младший научный сотрудник

Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН

E-mail: ammosova_o@mail.ru

В настоящее время доказана возможность применения полиэтиленовых труб в условиях холодного климата (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$). В то же время, технология сварки полиэтиленовых (ПЭ) труб позволяет проводить сварку при температуре окружающей среды от -15 до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]. В большинстве работ тепловой процесс при сварке полимерных труб исследуют, решая одномерную задачу Стефана [2]. При использовании такой модели недостаточно полно учитывается конвективный теплообмен с окружающей средой, температура которой изменяется в широком диапазоне (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$). На этапе осадки трубы прижимаются друг к другу оплавленными торцами, часть расплавленного материала выдавливается наружу, образуя грат, и свариваемые трубы уменьшаются в длине. Одномерная модель теплового процесса не позволяет учесть деформацию трубы, реальное распределение температуры и условия теплообмена. В данной работе динамика температурного поля в трубе определяется решением двумерной задачи Стефана, учитывающей скрытую теплоту фазового перехода.

Цель работы – разработать методику выбора продолжительности воздействия нагревательным элементом при температурах окружающей среды ниже регламентированных и построить математическую модель теплового процесса при остывании сварного соединения с учетом влияния грата.

Сравнительный анализ температурных полей в сварном соединении при различных температурах окружающей среды показал возможность обеспечения при низких температурах такого же температурного поля, какое получается при регламентированных, увеличением продолжительности воздействия нагревательным элементом. Расчеты показали, что практическое совпадение температурных полей в зоне термического влияния при различных естественно низких температурах окружающей среды достигается, если обеспечить одинаковые глубины проплавления. Например, для сварки труб из ПЭ 80 SDR11 $63\times 5,8$ в нормальных условиях рекомендуемая продолжительность оплавления составляет 55 секунд. При этом расчетная глубина проплавления составит 1,63 мм. Согласно расчетам такая же глубина проплавления достигается при продолжительности оплавления равной 96 секундам при температуре окружающей среды $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. После оплавления нагревательный инструмент удаляют и оплавленные кромки осаживают под давлением и выдерживают под этим давлением определенное время, диктуемое скоростью охлаждения и релаксационными процессами в сварном соединении. Расчет динамики температурного поля в стенке трубы с гратом проводился решением задачи Стефана с учетом изменения формы области.

Результаты расчета показывают существенное влияние грата на динамику температурного поля сварного соединения. Показано существование периода, при котором на этапе осадки в зоне термического влияния температура возрастает.

Литература

1. СП 42-103-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
2. *К.И. Зайцев, Л.Н. Мацюк, А.Г., Богдасhevский* и др. Сварка полимерных материалов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1988, 312 с.