

ЦИКЛІЧНА МІЦНІСТЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ

О.В. Тищенко¹, В.В. Дмитрик²

¹ магістрант кафедри зварювання, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² професор кафедри зварювання, докт. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

DmitrikVitali@gmail.com

Циклічна зміна навантаження на зварні з'єднання паропроводів (пуски-зупинки, зміна рівня навантаження) приводить до втоми, тобто зниження властивостей їх металу і зростання пошкоджуваності.

Малоциклова механічна витривалість характеризує здатність металу чинити опір втомі в умовах нестаціонарних режимів роботи паропроводів. Циклічну міцність зварних з'єднань доцільно визначати на зразках, вирізаних із діючих паропроводів, а також на щойно виготовлених зразках. Отримані результати слід співставляти.

Випробування на втому за жорстким режимом навантаження, тобто за заданими циклічними деформаціями надаються більш ефективними ніж за м'яким. Оскільки жорсткий режим дає значно менший розкид результатів, особливо в інтервалі навантажень 20,0–25,5 МПа. Слід проводити випробування за амплітудою деформації 0,2–1 %, наприклад $E_a = 0,2$ (основний метал); 0,6 % – метал зварних з'єднань зі сталі 15X1M1Ф; 0,8 % – метал зварних з'єднань зі сталі 12X1MФ. Наведені показники відповідають рівню напружень 0,6–1,3 межі текучості, рекомендованої нормативною документацією. За методикою Ф. А. Хромченко умовний показник амплітуди напружень σ_a , МПа (кгс/мм²) визначається за формою $\sigma_a = E_a \cdot E$, де E – модуль пружності випробовуємо сталі, кгс/мм²·10⁻⁴.

Цикл експериментального навантаження узгоджується з навантаженням яке надається в процесі роботи на відповідне зварне з'єднання. Враховували, що характерною для малоциклових випробувань є низька частота навантаження (0,1–5,0 Гц) відносно малої бази експеримента (до 5·10⁻⁴ циклів), але високій амплітуді напружень (деформація). Слід, щоб на кожний рівень напруження випробовувались 3–5 зразків зварних з'єднань. Випробуванням підлягають переважно циліндричні і плоскі зразки. Їх форма повинна узгоджуватися з формою (геометрією) зварного з'єднання і також включати ділянки зони термічного впливу і основний метал. Саме цьому при циклічних випробуваннях на згин, по жорсткому режиму навантаження, випробовуються циліндричні зразки, що мають надріз. Плоскі зразки слід використовувати для визначення властивостей тонкостінних труб.

На основі результатів випробувань встановили залежність пошкоджуваності і руйнування зварних з'єднань від кількості циклів.

Враховували, що процес зародження і розповсюдження втомних тріщин в металі зварних з'єднань паропроводів, які працюють в умовах повзучості, є локальним. Це пояснюється тим, що робочі напруження по різному діють на структуру, яка є неоднорідною і може навіть мати складові, які відносяться до браковочних. Наприклад, крупні аустенітні зерна і перекристалізований перліт в зоні термічного впливу зварних з'єднань.

Важливим структурно-фазовим параметром металу зварних з'єднань, який суттєво впливає на утворення втомних тріщин є розмір зерен і наявність нерівномірного розподілу карбідних фаз, як по тілу зерен так і по їх границях. Саме від структурно-фазового стану залежить надійність роботи зварних з'єднань свіжої пари. Отже підвищення опору утворенню втомних тріщин металу зварних з'єднань, що працює в умовах повзучості, є винятково важливою задачею.