

шару наплавленого металу в кожній із 36 точок, оскільки на поверхні протилежній зоні наплавлення виникає окалина, що призводить до великих похибок при вимірюванні. Товщину наплавленого шару визначали, як різницю товщин наплавленого і основного металу. Оброблення результатів вимірювань проводили за допомогою методів математичної статистики та спеціально розробленим алгоритмом.

Результати дослідження показали, що при індукційному наплавленні за схемою з використанням додаткових технологічних операцій в поле допуску входить 90 % товщин наплавленого шару металу, що на 22 % більше в порівнянні з традиційною схемою індукційного наплавлення без застосування додаткових технологічних операцій. Більш рівномірна товщина наплавленого шару металу в цьому випадку досягається за рахунок спільного використання горизонтальної вібрації, теплового і електромагнітного екранів, а також відцентрових сил, які забезпечують рівномірний розподіл рідкого металу в зоні наплавлення.

При наплавленні були використані диски, які виготовлені зі сталі ВСт 3 товщиною 3 мм, високочастотний генератор типу ВЧГ6-60/0,44, порошкоподібний твердий сплав ПГ-С1, товщина наплавленого шару металу в межах допуску складала 0,8...1,5 мм.

Розроблена методика і пристрій для вимірювання геометричних характеристик шару металу, наплавленого індукційним способом, дозволяє підвищити точність вимірювання, а також контролювати стабільність товщини шару при розробленні нових технологічних процесів і режимів індукційного наплавлення тонких плоских деталей.

ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО СТАНУ МЕТАЛУ РЕЗЕРВУАРА У ЗОНАХ ЛОКАЛЬНИХ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ

DETERMINATION OF LIMIT STATE OF METAL OF RESERVOIR IN ZONES OF LOCAL PLASTIC DEFORMATIONS

Роман Савула¹, Андрій Кичма²

¹ ФІЛІЯ УМГ «ЛЬВІВТРАНСГАЗ» ПАТ УКРТРАНСГАЗ,
вул. Рубчака, 3, Львів, 79026, Україна;

² Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

The paper presents some particularizes of experimental determination of limit state of metal of reservoir in zones of local plastic deformations. Basing on the investigations, recommendations for engineering practice are suggested.

У процесі проведення внутрішньотрубної діагностики магістральних газопроводів часто виявляють ділянки трубопроводів з зонами локальних пластичних деформацій [1]. Для оцінки міцності ділянок трубопроводів в зонах локальних пластичних деформацій змонтували випробувальний резервуар. Резервуар змонтований із чотирьох котушок, конусного перехідника і двох сферичних днищ. В одній з котушок є зона локальних пластичних деформацій, яка виявлена під час внутрішньотрубної діагностики діючого магістрального газопроводу (МГ) «Івацевичі-Долина». Матеріал котушки сталь 17Г1С з такими механічними властивостями: границя плинності $\sigma_T=410$ МПа, границя міцності $\sigma_B=580$ МПа. Магістральний газопровід експлуатується з 1979 року. Якість зварних з'єднань змонтованого резервуара перевірялась візуальним контролем і за допомогою рентгеноскопії та ультразвукової дефектоскопії. Сумарна площа вм'ятини дорівнювала 0,48 м², а максимальний прогин вм'ятини становив 65 мм. Резервуар піддавався гідравлічному випробуванню статичним тиском. Створення надлишкового тиску за допомогою води здійснювали плунжерною помпою продувочного агрегата А-30. Оцінювання міцності ділянок трубопроводів у зонах локальних пластичних деформацій проведено за результатами визначення зміни величини коерцитивної сили. Цей метод в останні роки отримав досить широке застосування [2 – 3]. Визначення напруженого стану різних ділянок резервуара проводили за допомогою коерцитиметра КРМ-Ц-К2М, який укомплектований блоком управління і давачем. Значення коерцитивної сили у характерних точках вимірювали після кожного кроку підняття внутрішнього тиску в резервуарі.

За результатами експерименту побудували залежності величини коерцитивної сили від внутрішнього тиску у випробувальному резервуарі. На рис. 1 зображені залежності коерцитивної сили від зміни внутрішнього тиску у випробувальному резервуарі для точки А, що розміщена поза зоною впливу залишкових напружень вм'ятини і зварних швів. Крива 1 відображає зміну коерцитивної сили в осьовому напрямку, що співпадає з віссю котушки, крива 2 відповідно – в кільцевому напрямку, що перпендикулярний до осі котушки і похила пряма 3 – лінія апроксимації кривої 2.

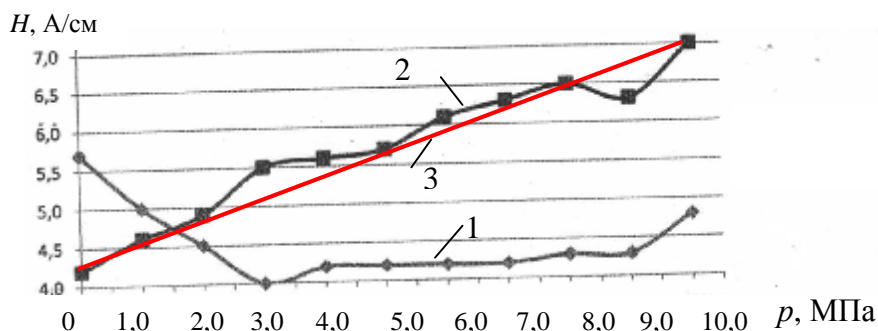


Рис. 1. Залежності коерцитивної сили від зміни внутрішнього тиску в точці А випробувального резервуара

На рис. 2 зображені залежності коерцитивної сили в осьовому (крива 1) і кільцевому (крива 2) напрямках, від зміни внутрішнього тиску у випробувальному резервуарі для точки Б. Точка Б розміщена на ділянці вм'ятини з максимальним прогином, що становив 65 мм. Руйнування випробувального резервуара відбулося на ділянці перетину кільцевого і поздовжнього швів конусного переходника при досягненні тиску 11,0 МПа.

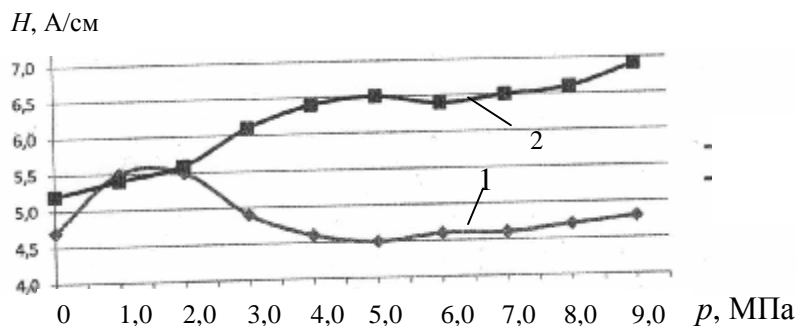


Рис. 2. Залежності коерцитивної сили від зміни внутрішнього тиску в точці Б випробувального резервуара

Під час експерименту також визначали напружений стан різних ділянок складових резервуара, використовуючи прилад «MESTR-411». Експериментальні результати співставлялись з результатами теоретичних розрахунків, отриманих методом скінченних елементів.

На основі результатів досліджень встановлено, що існує певна закономірність зміни коерцитивної сили в залежності від значень напружень у тілі труби за умов їх пружного і пластичного деформування. Для розглянутої ділянки МГ, виготовленої із сталі 17Г1С, в процесі пружного і пластичного двовісного напруженого стану, експлуатацію розглянутого типу трубопроводу проводити за умов, що значення коерцитивної сили не перевищує $H_c^\perp = 7,0 \text{ А/см}$ в напрямку перпендикулярному до осі труби і $H_c = 6,5 \text{ А/см}$ – вздовж осі труби.

1. Кичма А.О. Особливості проведення внутрішньотрубно́ї діагностики магістральних газопроводів / А.О. Кичма, Р.С. Савула // Матеріали 10-го міжнародного симпозиуму українських інженерів-механіків у Львові, Львів, 25-27 травня 2011. – С. 47 – 49. 2. Лобанов Л.М. Влияние пластической деформации на структуру, механические свойства и коэрцитивную силу металла кислородных баллонов / Л.М. Лобанов, В.А. Нехотящий, М.Д. Рабкина, В.А. Костин и др. // Техническая диагностика и неразрушающий контроль, № 4. – 2011. – С. 14 – 23. 3. Берник З.А. Досвід визначення напруженого стану трубопроводів / З.А. Берник, Я.Р. Корчак, А.О. Кичма, В.І. Білобородченко // Трубопровідний транспорт, № 4 (70). - 2011. – С. 20 – 21.