

ЗМІСТ

Передмова	5
Розділ 1. Аналіз методів сучасного діагностування напруженого стану, залишкової міцності та довговічності магістральних нафтогазопроводів з дефектами	9
1.1. Умови експлуатації та пошкодженості магістральних трубопроводів.....	9
1.1.1. Умови експлуатації та пошкодженості газопроводів.....	9
1.1.2. Умови експлуатації та пошкодженості магістральних нафтопроводів.....	18
1.2. Деякі основні положення теорії тріщин	21
1.2.1. Енергетичні критерії.....	22
1.2.2. Силовий підхід в механіці руйнування.....	23
1.2.3. Деформаційні критерії в механіці руйнування	26
1.3. Деякі основні положення механіки втомного руйнування матеріалів	29
1.4. Методи оцінки технічного стану магістральних нафтогазопроводів	39
1.4.1. Руйнівні і неруйнівні методи	39
1.4.2. Теоретико-експериментальні методи визначення залишкових напружень	41
Розділ 2. Визначення напруженого стану біля дефектів у трубах і розроблення критеріїв оцінювання їх циклічної міцності під час силового навантаження	42
2.1. Методи визначення напруженого стану і критерії залишкової міцності труб із тріщинами.....	42
2.1.1. Метод граничної інтерполяції у задачах теорії тріщин.....	42
2.1.2. Концентратори напружень у стінках труб магістральних трубопроводів	45

2.1.3. Критерій гранично-рівноважного стану тонкостінних елементів конструкцій з тріщинами за двовісного розтягу.....	49
2.1.4. Оцінювання коефіцієнтів інтенсивності напружень біля тріщин навколо порожнин	51
2.1.5. Визначення деформаційних параметрів біля півкільцевої мікротріщини навколо мікроямки у пружно-пластичному півпросторі.	56
2.1.6. Визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень біля системи поверхневих тріщин.	58
2.2. Методи оцінювання циклічної міцності та залишкового ресурсу труб за силового навантаження	64
2.2.1. Метод еквівалентних площ для знаходження періоду докритичного росту втомних тріщин у тривимірному тілі.....	65
2.2.2. Визначення періоду зародження втомних тріщин біля сплюснутих концентраторів напружень	66
2.2.3. Критерій циклічної міцності тонкостінних елементів конструкцій з тріщинами	69
2.2.4. Визначення циклічної міцності труб із тріщиноподібними дефектами.....	76

Розділ 3. Розрахункові моделі для оцінювання впливу корозійно-агресивних і воденьвмісних середовищ на залишкову довговічність труб із тріщинами.....

3.1. Деякі положення теорії електрохімічної корозії металів.....	79
3.2. Розрахункова модель для визначення періоду докритичного росту корозійно-механічних тріщин у металевих пластинах	86
3.3. Воднева деградація металевих матеріалів та її вплив на залишкову довговічність труб.....	93
3.4. Розрахункова модель для визначення кінетики поширення водневих блістерів у нафтогазопроводах.....	96

Розділ 4. Методи розрахунку залишкового ресурсу труб магістральних нафтогазопроводів з дефектами із урахуванням особливостей експлуатаційного навантаження.....

4.1. Дія фізико-хімічних чинників на труби магістральних газопроводів у реальних умовах експлуатації.....	104
4.2. Визначення залишкового ресурсу балкового переходу газопроводу з поверхневим дефектом під час вітрового навантаження	106

4.3. Визначення періоду росту корозійно-механічної тріщини із зовнішньої поверхні труби газопроводу через її стінку до розгерметизації	114
4.4. Визначення кінетики сірководневого розтріскування у стінках труб газопроводів.....	120
4.5. Розрахунок залишкового ресурсу труби газопроводу з урахуванням випадковості навантаження у реальних умовах експлуатації.....	125
4.6. Оцінювання залишкового ресурсу труб магістральних нафтопроводів.....	129
4.6.1. Особливості навантаження труб нафтопроводів під час їх експлуатації.....	130
4.6.2. Розрахункові моделі для визначення навантаження стінки труби нафтопроводу та її залишкового ресурсу.....	134
4.6.3. Оцінювання залишкового ресурсу труби нафтопроводу і характеристик циклічної тріщиностійкості її матеріалу	137
4.6.4. Оцінювання впливу параметрів перепомповування нафти у нафтопроводі на зміну його залишкового ресурсу	143

Розділ 5. Визначення залишкових технологічних напружень

у зварних з'єднаннях магістральних трубопроводів.....	145
5.1. Обґрунтування умов достовірного застосування математичної моделі теорії оболонки для розрахунку залишкових напружень у зоні зварних з'єднань магістральних трубопроводів.....	146
5.1.1. Аналіз рівня і розподілу тривісних залишкових напружень у зонах кільцевих зварних з'єднань МТ методом скінченних елементів	146
5.2. Математична модель теоретико-експериментального методу визначення залишкових напружень у зонах багатопшарових кільцевих зварних швів МТ.....	153
5.2.1. Ключові рівняння уточненої теорії оболонки з локалізованими осесиметричними залишковими несумісними деформаціями.....	153
5.2.2. Побудова розв'язків ключового рівняння уточненої теорії оболонки для заданих множин несумісних залишкових деформацій і формул для обчислення напружень і переміщень.....	156
5.2.3. Ключові рівняння та їх розв'язки у межах класичної теорії оболонки із локалізованими залишковими деформаціями	161

5.3. Обернена задача відтворення рівня і розподілу залишкових напружень у зонах кільцевих зварних з'єднань труб із використанням експериментальної інформації, отриманої неруйнівними методами	165
5.3.1. <i>Характерні особливості деяких неруйнівних методів, які застосовуються для визначення характеристик напруженого стану елементів конструкцій</i>	166
5.3.2. <i>Формування оберненої задачі відтворення рівня і розподілу залишкових напружень у зоні зварних швів трубопроводів на основі експериментальних даних</i>	168
5.4. Оцінювання впливу градієнтів та ширини зон локалізації несумісних залишкових деформацій на рівень і розподіл залишкових напружень у зонах кільцевих зварних швів трубопроводів	172

Розділ 6. Теоретико-експериментальне визначення залишкових напружень багат шарових кільцевих зварних з'єднань ділянок трубопроводів

з'єднань ділянок трубопроводів	178
6.1. Оцінювання точності визначення напруженого стану трубопроводів	178
6.2. Дослідно-вимірювальний комплекс оцінювання точності визначення напруженого стану трубопроводів	180
6.2.1. <i>Визначення напруженого стану у металі котушок дослідного резервуара за допомогою електричних тензометрів</i>	184
6.2.2. <i>Визначення залишкових напружень у зоні кільцевих швів резервуара і дослідних котушок</i>	187
6.2.3. <i>Визначення усереднених характеристик залишкових напружень у зоні зварних з'єднань труб електромагнітним методом</i>	194
6.3. Практичні заходи щодо підвищення надійності трубопроводів тривалої експлуатації	197

Розділ 7. Діагностування залишкових напружень у зонах кільцевих зварних з'єднань магістральних трубопроводів та оцінювання їх впливу на статичну міцність і довговічність ділянок трубопроводів з дефектами у таких зонах

зварних з'єднань магістральних трубопроводів та оцінювання їх впливу на статичну міцність і довговічність ділянок трубопроводів з дефектами у таких зонах	199
7.1. Критеріальні співвідношення оцінювання статичної міцності ділянок магістральних трубопроводів з тріщиноподібними дефектами у зонах зварних швів	199
7.2. Оцінювання впливу залишкових напружень на міцність ділянок трубопроводів зі зварними з'єднаннями з осьовими поверхневими тріщинами у зоні зварного шва	204

7.2.1. Ділянка трубопроводу із зовнішньою осьюовою поверхневою тріщиною у зварному шві	204
7.2.2. Ділянка трубопроводу із внутрішньою осьюовою тріщиною у зварному з'єднанні	208
7.3. Вплив залишкових напружень на міцність ділянки трубопроводу із кільцевою поверхневою тріщиною у зварному шві	212
7.4. Оцінювання впливу залишкових напружень на втомне руйнування зварних з'єднань трубопроводів у межах концепції ефективного розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень	216
7.4.1. Розрахункова модель оцінювання довговічності зварних кільцевих з'єднань на основі концепції ефективного розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень	216
7.4.2. Вплив залишкових напружень на довговічність ділянки труби з тріщиною у зварному шві	219
7.5. Розрахункова модель для визначення раціональних експлуатаційних параметрів роботи нафтопроводу з метою підвищення залишкового ресурсу зварних з'єднань	224
Література	229