

РОЗВИТОК З ТЕХНОЛОГІЙ І НАУКОВИХ ЗАДАЧ УКРАЇНСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ТРУБ ДЛЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗО- І НАФТОПРОВОДІВ

Віталій Вікторович Овсяников

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8458-176X>

Приазовський державний технічний Університет, Дніпро

Володимир Устинович Григоренко

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-2842>

Приазовський державний технічний Університет, Дніпро

У 2014 році викликом для виробників та споживачів в Україні електрозварних прямошовних труб великого діаметра для магістральних нафто- і газопроводів стала, в зв'язку з окупацією, зупинка Харцизького трубного заводу, що виробляв більш ніж 600 тис. тон таких труб на рік. А з 01.07.2023 на території України припинив свою дію міждержавний стандарт ГОСТ 20295-85.

Відповіддю на цей виклик стало встановлення і введення в експлуатацію у 2019-2021 рр. на підприємстві з іноземними інвестиціями ТОВ НВП «УКРТРУБОІЗОЛ»(сmt Меліоративне, Дніпропетровська область) нової сучасної лінії з виробництва сталевих зварних прямошовних труб діаметром від 406,4 мм до 1422 мм включно. Особливістю якої є наявність гідромеханічного експандера і забезпечення експандування труб [1,2].

Звернули увагу на наукові питання, пов'язані з визначенням рівня залишкових напружень в трубах на всіх стадіях технології їх виробництва.

Метою роботи є висвітлення розвитку робіт з технології та наукових задач виробництва прямошовних труб великого діаметра для магістральних газо- та нафтопроводів.

Для стабільної роботи газо-нафтотранспортної системи України стоїть задача мати національні стандарти та ТУ, що пристосовані для умов України.

Для розвитку знань і отримання кількісних показників з напружено-деформованого стану метала електрозварних труб великого діаметра на стадіях технології їх виробництва необхідними є також дослідження з рівня залишкових напружень.

Вихідною інформацією є матеріали з публікацій з розвитку технологій та досліджень з питань залишкових напружень у металі електрозварних труб великого діаметра на стадіях технології їх виробництва і методів досліджень таких напружень.

Результатом роботи є наступне. Нова сучасна імпортна лінія з

виробництва, що встановлена на підприємстві «УКРТРУБОІЗОЛ» має повний сучасний технологічний цикл виробництва труб великого діаметру для магістральних газо- та нафтопроводів включно з гідромеханічним експандером [2]. На сьогодні це єдина в Україні технологія, яка забезпечує вимоги стандартів та норм на труби великого діаметру для магістральних газо і нафтопроводів.

Вид формування трубної заготовки на цій лінії – покровкове на пресі формування (JCOE-процес) [2,3].

Для забезпечення вимог з надійності зварних нафтогазопровідних труб великого діаметра, сучасна нормативна документація (ДСТУ ISO 3183:2017 (ISO 3183:2012, IDT), API Spec 5L, СТО Газпром 2-4.1-713-2013, ГОСТ 20295-85, СНиП 2.05.06-85) [4-9] регламентує проведення технологічної операції збільшення в холодному стані діаметра труби із швом – експандування.

Ця сучасна лінія з виробництва зварних прямошовних труб великого діаметра включає:

- Пресове покровкове J-формування на першій та другій половині листа;
- Доформовка плоских ділянок поздовжніх кромки на доформовочній машині;
- Складання трубної заготовки з застосуванням суцільного технологічного зварного шва по всій довжині труби;
- Зварювання кромки з зовнішньої та внутрішньої поверхні уздовж суцільного технологічного шва під шаром флюсу;
- Калібрування діаметра з одночасним експандуванням з відносним збільшення діаметра труби в межах від 0,003 до 0,015 (рисунок 1) [3,4].



Рисунок 1 – Загальний вигляд ТВД в експандері

У зв'язку з необхідністю мати національні Українські стандарти та технічні умови (ТУ) розроблено у 2022- 2023рр. та введено в дію за участю В.В. Овсяникова, який є індивідуальним членом Технічного комітету стандартизації ТК 8 «Труби сталеві і балони», наступні нормативні документи:

– ДСТУ 9219:2023 Труби сталеві зварні для магістральних газонафтопроводів. Технічні умови (зі скасуванням в Україні ГОСТ 20295-85). [9]. Цей стандарт поширюється на труби сталеві зварні прямошовні та спіральшовні класів міцності К34, К38, К42, К48, К50, К52, К54, К55, К56, К60, призначені для будівництва нових та ремонту і реконструкції діючих магістральних газопроводів, нафтопроводів, нафтопродуктопроводів, технологічних і промислових трубопроводів. Стандарт регламентує проведення експандування для труб типу 3 – зварні прямошовні великого діаметру;

– ТУ У 24.2–05757883–095:2022 Труби сталеві зварні прямошовні для магістральних газонафтопроводів. [10]. Ці ТУ відповідають вимогам ГОСТ 20295-85 для труб типу 1 і 3, “Технічному регламенту безпеки обладнання, що працює під тиском”, та включають вимоги СНиП 2.05.06-85, сучасної нормативної документації і саме головне - вимоги споживачів трубної продукції.

Одним з питань з забезпечення належної безпеки експлуатації магістральних газо- та нафтопроводів є рівень залишкових напружень у металі труб, що маю бути вироблені і поставлені до монтажу на трубопроводі.

В роботі [3] показано, що на основі розрахунків залишкові напруження в середині товщини стінки труби після зняття сили гнбки пуансоном на двох опорах можуть досягати 79 - 81% від межі плинності, а експериментальні данні залишкових напружень виконані за дифрактометричним методом дорівнювали близько 0,1 межі плинності. Це показує ефективність процесу експандування.

Можливо виділити основні етапи появи і зміни залишкових напружень в тілі метала труби по етапах її виробництва. Це стосується:

– Величин залишкових напружень по об'єму метала листа після гарячої прокатки й охолодження;

– величин залишкових тангенціальних напружень в металі після розвантаження при знятті зусилля формування (гнбки);

– величин залишкових тангенціальних напружень, після з'єднанні кромки і зварюванням кромки;

– величин залишкових тангенціальних напружень в металі труб після зняття навантаження експандування.

Найбільш простим для визначення залишкових макропружень є метод розрізання кілець труб.

Цей спосіб дає в основному якісні показники, а не кількісні. Але потрібні визначення чисельних значень залишкових тангенційних напружень.

Для визначення кількісних значень залишкових напружень, що з'явилися по причині стиснення на 100-80 мм торців кромки сформованої труби перед зваркою застосували метод розрізки кільця труби впродовж довжин труби.

Для отримання чисельних значень остаточних напружень в місці шва розрізали кільце труби в місці зварного шва. Діаметр труби 530 мм. Стінка 10мм. Довжина кільця становила 80мм. Матеріал труби - Сталь 20.

При розрізі торці труби у місці розрізу розійшлися на 100 мм.

Бокові дуги кільця стиснули до стикування кромки.

Вимірили силу в місці стику на момент торкання кромки. Сила склала дорівнювала 1250 Н.

Далі визначили напруження в місці зварного шва поділивши силу 1250 Н на площу перерізу в місці зварного шва кільця.

Таким чином залишкові напруження розтягнення у перерізі кільця по зварному шву склали 1,47 Н/мм². Це значення напруження орієнтовно склало 0,36 % від межі текучості метала.

Це на перший погляд невеликі напруження, але вони присутні в трубі. Сила, що направлена на розрив зварного шва на одній трубі довжиною 10 метрів складе 147000Н.

У висновках слід зазначити наступне.

Отримані результати привели до того, що виклики для виробників і споживачів України стосовно виробництва електрозварних труб великих діаметрів для магістральних газо- та нафтопроводів у зв'язку з зупинкою Харцизького трубного заводу були куповані вводом в експлуатацію у 2021 році сучасної імпортової лінії з виробництва таких труб включно з гідромеханічним експандером.

У зв'язку з тим, що 01.07.2023 на території України припинено дію міждержавного стандарту ГОСТ 20295-85. Були розроблені:

- новий національний стандарт України ДСТУ 9219:2023 Труби сталеві зварні для магістральних газонафтопроводів. Технічні умови;
- ТУ У 24.2–05757883–095:2022 Труби сталеві зварні прямошовні для магістральних газонафтопроводів.

Для визначення залишкових макронапружень у трубах, що з'являються при стисненні перед зваркою на 100-80 мм торців кромки зформованої труби розвинули метод розрізання кілець. Відмінність є в тому, що значення величин залишкових напружень визначається у кількісному виді.

ПОСИЛАННЯ

1. Виробництво труб – НВП Укртрубоізол. URL: <https://uti.ua/virobnitstvo-trub/>
2. Лоскутов О.Ю., Овсяников В.В., Проців В.В., Григоренко В.У. Процес експандування в технологіях виробництва труб великого діаметра для магістральних нафто- і газопроводів та металознавчі аспекти його використання. Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет». *Збірник наукових праць НГУ*. 2021. № 65. С. 99–106. DOI: <https://doi.org/10.33271/crpnmu/65.099>
3. В.В. Проців, В.У. Григоренко. Особливості процесу експандування в технологіях виробництва труб великого діаметра для магістральних нафто та газопроводів. *Метал та лиття України*, 2021, №3(326) с. 64-69. <https://doi.org/10.15407/steelcast2019.10.064>
4. ДСТУ ISO 3183:2017 (ISO 3183:2012, IDT) Нафтова та газова промисловість. Труби сталеві для трубопровідних транспортних систем. Прийнятий методом підтвердження. Чинний від 2017-03-01. Київ : УкрНДНЦ, Наказ від 28.02.2017 № 35. 182 с.
5. API Specification 5L, 46th Edition. Line Pipe. URL: <https://www.api.org/products-and-services/standards/important-standards-announcements/standard-5l> (date of access: 29.05.2023).
6. СТО Газпром 2-4.1-713-2013 Технические требования к трубам и соединительным деталям. URL: <https://elima.ru/docs/?id=9647> (дата звернення: 29.05.2023).
7. ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия. URL: <http://katalog.uas.org.ua/poznach2.php?poznach=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+20295> (дата звернення: 29.05.2023).
8. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы. — М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 60 с.
9. ДСТУ 9219:2023. Труби сталеві зварні для магістральних газонафтопроводів. Технічні умови. На заміну ГОСТ 20295-85; чинний від 2023-07-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2023. 20 с.
10. ТУ У 24.2–05757883–095:2022 Труби сталеві зварні прямошовні для магістральних газонафтопроводів. Технічні умови. Чинний від 2023-02-23. Дніпро: ДП «НДТІ», 2023. 24 с.