

Георгій МИХАЛКО

e-mail: ssfdssfd0@gmail.com

Андрій МИХАЛКО

e-mail: likespro.official@gmail.com

Ужгородський ліцей №12 Ужгородської міської ради Закарпатської області,

м. Ужгород, Україна

Ярослав МИХАЛКО

e-mail: yaroslav.myhalko@uzhnu.edu.ua ORCID: 0000-0002-9890-6665

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

МІЦНІСТЬ 3D-ДРУКОВАНИХ ТРУБ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ І ТЕОРЕТИЧНИХ РОЗРИВНИХ ТИСКІВ

Ключові слова: *внутрішнє заповнення, деформація стиснення, 3D-друк, пластик*

Вступ. Технології адитивного виробництва представляють собою методологію виготовлення об'єктів шляхом послідовного пошарового нанесення матеріалів на основі цифрової моделі. На сьогодні технології 3D-друку поділяються на сім груп на основі їх функції та методології [3]. При цьому переважаючим методом є fused deposition modelling (FDM), при якому матеріал, як правило, полімери, наноситься шар за шаром за допомогою екструзії. У сучасних умовах 3D-друк знаходить широке застосування, в тому числі й у сантехнічній галузі, адже дозволяє виготовляти компоненти з раніше неможливими рівнями налаштування [1]. Так, ведуться дослідження можливостей виготовлення фітінгів, муфт, хомутів та інших виробів, а також застосування цієї технології для ліквідації дефектів труб у нафто- та газовидобувній промисловості [2, 4].

Однак, вагомим недоліком виробів, отриманих з використанням 3D друку є їх порівняно низька міцність. Цей аспект є особливо важливим при виготовленні труб, які працюють під дією високого тиску.

Метою роботи було вивчення міцності 3D-друкованих труб, залежно від їх параметрів.

Матеріали та методи. Для дослідження було змодельовано тестові зразки труб спеціальної конфігурації з різними зовнішніми діаметрами (30,00 40,00 та 50,00 мм) та товщинами стінок (0,40, 0,80, 1,20 мм). За допомогою 3Д-принтеру GRABER i3, використовуючи PLA пластик з діаметром філаменту $1,75\pm 0,05$ мм (Монофіламент, Україна) було виготовлено 45 зразків. Гідростатичне випробування деталей проводилося з використанням опресувального насосу САНКОМ TP-01 (Wezer, Китай). Визначення розрахункового розривного тиску для досліджуваних труб проводився за допомогою формули Барлоу.

Результати. Зростання товщини стінки досліджуваних зразків супроводжувалося закономірним зростанням їх міцності. Проте воно було не однаковим (табл. 1).

Таблиця 1

**Експериментальні та розрахункові значення розривного тиску
3D -друкованих труб**

D, мм	t, мм	P_e , МПа (M±m)	P_p , МПа	ΔP , МПа
30,00	0,40	$1,50\pm 0,06$	1,52	0,02
	0,80	$2,63\pm 0,15$	3,04	0,41
	1,20	$2,77\pm 0,19$	4,56	1,79
40,00	0,40	$0,85\pm 0,15$	1,14	0,29
	0,80	$1,23\pm 0,09$	2,28	1,05
	1,20	$1,33\pm 0,22$	3,42	2,09
50,00	0,40	$0,50\pm 0,06$	0,91	0,41
	0,80	$0,77\pm 0,19$	1,82	1,06
	1,20	$1,13\pm 0,03$	2,74	1,60

D – зовнішній діаметр труби;
t – товщина стінки труби;
 P_e – розривний тиск експериментальний;
 P_p – розривний тиск, розрахований за формулою Барлоу;
 ΔP – різниця між теоретичним та експериментальним розривними тисками.

Так, для труб діаметром 40,00 мм потовщення стінки в 3 рази (з 0,40 до 1,20 мм) призводило до зміцнення у 1,56 разу, в той час як для труб діаметром 50,00 мм – у

2,26. З іншого боку, при збільшенні зовнішнього діаметру мало місце зниження максимального тиску, який могли витримати зразки перед руйнуванням.

Звертають на себе увагу досить суттєві розбіжності в експериментальних та розрахункових показниках. Зокрема, теоретична міцність завжди була вищою за отриману в дослідях, причому ця різниця прогресивно збільшувалася по мірі зростання товщини стінки. Так, для труб зовнішнього діаметру 30,00 мм ця різниця зросла у 89,50 разу при збільшенні товщини стінки в 3 рази (з 0,40 до 1,20 мм).

Висновки. Виявлено значні розбіжності між теоретичними розрахунковими значеннями розривного тиску, обчисленими за формулою Барлоу, та експериментальними даними. Теоретичні показники завжди були вищими за експериментальні, причому різниця між ними збільшувалася зі зростанням товщини стінки. Це свідчить про обмежену застосовність формули Барлоу для оцінки міцності 3Д-друкованих труб.

Перспективи подальших досліджень. Необхідно продовжувати дослідження способів підвищення міцності 3Д-друкованих труб та розробляти нові математичні моделі для точнішого розрахунку їх розривного тиску.

Конфлікт інтересів. Автори роботи декларують відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 3D Printing Plumbing Parts and Components Fabbaloo. URL: <https://www.fabbaloo.com/news/3d-printing-plumbing-parts-and-components> (date of access: 28.11.2023).
2. A 3D-printed repair clamp reduces pipeline downtime. URL: <https://www.kimya.fr/en/a-3d-printed-repair-clamp-reduces-pipeline-downtime/> (дата звернення: 10.02.2024).
3. International Standard ISO/ASTM 52900 Additive manufacturing – General principles – Terminology. 2015. 26 p.
4. Maslin E. Subsea Tech: Taking 3D Printing to the Seabed. Offshore Engineer Magazine. URL: <https://www.oedigital.com/news/489647-subsea-tech-taking-3d-printing-to-the-seabed> (дата звернення: 10.02.2024).

Михалко Г., Михалко А., Михалко Я.

МІЦНІСТЬ 3D-ДРУКОВАНИХ ТРУБ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ І ТЕОРЕТИЧНИХ РОЗРИВНИХ ТИСКІВ..... 85

Немченко Ю.

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ДЛЯ ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ..... 88

Проданчук О.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЛИТТЯ ПЛАСТИКУ ПІД ТИСКОМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ПІД ВПЛИВОМ ТЕНДЕНЦІЙ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТРАНСПОРТУ..... 94

Стечишин М., Олександренко Є., Цепенюк М.

КОРОЗІЙНА І КАВІТАЦІЙНО-ЕРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ТИТАНУ В СОЛЯНИХ РОЗЧИНАХ..... 99

Темченко В.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ ВОДИ З ПОВЕРХНІ КАНАТІВ ІЗ ЗМІНОЮ ФОРМОЮ КАМЕРИ..... 104

Чаус Є.

СТАН ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ 108

Шейко Н., Козаченко В.

ВПЛИВ ФІЗИЧНО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРМОВИХ РЕЧОВИН І МОЛОТКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ НА ПРОЦЕС ФРАГМЕНТАЦІЇ 113

Ялова А., Баженов О.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ КОГЕНЕРАЦІЇ 118

СЕКЦІЯ 2. БІОЛОГІЧНІ НАУКИ, ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ ТА СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Navryliuk L.

SPORULATION OF THE PATHOGEN ON WINTER WHEAT PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES 125

Амінов Р.

МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МЕДИЧНИХ П'ЯВОК ПРИ ІМУНОСУПРЕСИВНИХ ТА ІМУНОДЕФІЦИТНИХ СТАНАХ 128



16-17 травня 2024 року
м. Ужгород, УКРАЇНА

НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ XXI СТОЛІТТЯ: МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріали Міжнародної наукової конференції /
Materials of the International Scientific Conference

SCIENTIFIC HORIZONS OF THE XXI CENTURY: MULTIDISCIPLINARY RESEARCH

