

Корисна модель належить до промисловості та інженерії, зокрема стосується способів визначення міцності труб, виготовлених технологією 3D-друку, і може бути використаний при виробництві труб, у машинобудуванні, науково-дослідних установах та лабораторіях.

Зростання популярності та застосування технології 3D-друку у промисловості та інженерії викликає потребу в ретельному вивченні механічних властивостей виготовлених таким чином об'єктів. Враховуючи широкий спектр використання труб у різних галузях, від автомобільної промисловості до медицини, розуміння їхньої міцності може мати значущий вплив на розвиток індустрії та підвищення її конкурентоспроможності. Особливо гостро постає питання міцності 3D-друкованих пластикових труб під дією внутрішнього тиску. Традиційні полімерні труби широко застосовують в машинобудуванні, в той час як їх аналоги, отримані методом шарового наплавлення матеріалу, поки не набули поширення через сумніви щодо міцності. Це зумовлено відсутністю стандартів та способів оцінки міцності 3D-друкованих пластикових труб. Розробка таких способів є важливою для створення надійних та ефективних 3D-друкованих конструкцій, що відкриває нові можливості для використання цієї технології. Відсутні систематичні експериментальні дані стосовно впливу параметрів 3D-друку на опір руйнування таких пластикових труб під тиском. Разом з тим, встановлення подібних залежностей має важливе науково-прикладне значення.

Однією з найважливіших характеристик труб, особливо в контексті їхнього використання в промислових системах, є їхня міцність, зокрема, опір внутрішньому тиску. Найбільш достовірним інструментом для цього є експериментальне випробування тиском, яке використовують для забезпечення безпеки, надійності та стійкості системи щодо можливих витоків.

Відомий спосіб визначення механічних характеристик різних пластиків [1]. Відповідно до цього способу, для проведення випробувань щодо визначення показників міцності пластиків при деформації розтягу, використовують зразки спеціальної конфігурації. Недоліком способу є те, що, отримані таким чином показники міцності неможливо екстраполювати на показники міцності при дії розривного тиску труб у зв'язку з анізотропією механічних властивостей 3D-друкованих деталей.

Відомий спосіб випробування пластикових труб на стійкість до дії внутрішнього тиску, який полягає в тому, що зі стінок досліджуваної труби вирізають зразки-лопатки, які в подальшому випробовують на розтяг при початкових напруженнях у зразках, більших від наведених у стандартах [2].

Недоліком даного способу є те, що при випилюванні зразків-лопаток механічний та температурний чинники можуть вплинути як на цілісність стінок 3D-друкованих труб так і на їх механічні параметри та спотворити результати досліджень.

Відомий спосіб, що передбачає затискання випробовуваних зразків на торцях для забезпечення герметичності з послідовним нагнітанням у них рідини [3]. Відомо, що створені за допомогою адитивного виробництва об'єкти, особливо при використанні технології FDM відрізняють шаруватою структурою та вираженою анізотропією механічних властивостей. Важливу роль в цьому відіграє міцність міжшарової адгезії, яка часто є нижчою за міцність власне матеріалу. Однак, використання способу, що передбачає стиснення тестових зразків із торців між платформами є недоцільним, оскільки це може штучно підвищити міцність міжшарової адгезії та спотворити результат дослідження.

Відомий також спосіб визначення міцності та щільності труб [4], при якому досліджуваний зразок труби частково заповнюється робочою рідиною, герметизується на торцях денцями шляхом їх приварювання або припаювання. Внутрішній тиск створюється при нагріванні такої труби з певними температурними та часовими проміжками, що чергуються з охолодженням зразків та вимірюванням розмірів поперечного перерізу. Недоліком даного способу при випробуванні 3D-друкованих труб є значна трудомісткість та тривалість процесу випробування, а також застосування нагрівання зразків, що, при перевищенні температури склування, може посилити між шарову адгезію та штучно підвищити міцність та щільність зразків.

Найближчим аналогом є спосіб, що передбачає ущільнення зразка труби з торців, створення всередині нього гідростатичного тиску та витримку при цьому тиску протягом певного періоду часу. Висновок про міцність та щільність встановлюють за відсутністю залишкової деформації. Недоліком даного способу є його складність та тривалість, а також необхідність застосування обладнання для визначення залишкової деформації. Крім того, ущільнення торців труби заглушками вимагає проведення додаткових маніпуляцій [5].

В той же час, наразі відсутні напрацьовані та стандартизовані способи дослідження механічних характеристик саме 3D-друкованих труб, зокрема стосовно їх опору внутрішньому тиску. Також відсутні стандартизовані вимоги до зразків труб при проведенні подібного роду випробувань.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки способу визначення міцності 3D-друкованих пластикових труб.

Поставлена задача вирішується в запропонованому способі визначення міцності 3D-друкованих пластикових труб, що включає визначення показників розривного тиску, згідно з корисною моделлю, тестовий зразок 3D-друкованої пластикової труби заповнюють випробувальною рідиною, приєднують до гідравлічного насоса за допомогою різьби у з'єднувальному циліндрі через гумову прокладку, після чого накачують випробувальну рідину до моменту втрати герметичності тестового зразка шляхом

утворення тріщини в стінці, тиск рідини всередині тестового зразка визначають показниками манометра гідравлічного насоса, при цьому максимальний тиск, який витримує тестовий зразок до порушення його герметичності або руйнування, вважають розривним тиском для труби, діаметр та товщина стінки якої відповідають діаметру та товщині стінки тестової ділянки.

Спосіб реалізують наступним чином:

Тестовий зразок 3D-друкованої пластикової труби виготовляють шляхом пошарового наплавлення матеріалу з суцільним заповненням. На кресленні представлено зображення тестового зразка 3D-друкованої пластикової труби. Товщина суцільного дна (3) повинна бути більшою за товщину стінок тестової ділянки (1). Фаска (4) повинна бути не менше 3 мм. Кут нахилу а внутрішньої стінки перехідного конусу (2) становить не менше 45 та підбирають таким чином, щоб друк всього тестового зразка 3D-друкованої пластикової труби відбувався без формування підтримок (залежить від технічних характеристик принтеру). У з'єднувальному циліндрі (5) друкують різьбу (6), параметри якої задають залежно від параметрів різьби гідравлічного насоса, який планується використовувати для проведення випробування, а також площадка (7) для встановлення гумової прокладки. Відстань від зовнішнього краю різьби до зовнішньої поверхні з'єднувального циліндра повинна бути не менше 3 мм.

Проведення гідравлічного випробування для визначення розривного тиску досліджуваного тестового зразка 3D-друкованої пластикової труби здійснюють наступним чином, а саме: попередньо заповнений випробувальною рідиною тестовий зразок приєднують до гідравлічного насоса за допомогою різьби у з'єднувальному циліндрі через гумову прокладку; після надійної фіксації з'єднання у тестовий зразок накачують випробувальну рідину до моменту втрати герметичності зразком шляхом утворення тріщини в стінці. Тиск рідини всередині тестового зразка визначають показниками манометра гідравлічного насоса. Максимальний тиск, який витримує тестовий зразок до порушення його герметичності або руйнування, вважають розривним тиском для труби, діаметр та товщина стінки якої відповідають діаметру та товщині стінки тестової ділянки (1).

Корисна модель може бути використана при виробництві 3D-друкованих пластикових труб, у машинобудуванні, науково-дослідних установах та лабораторіях.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. ASTM D63 8. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.

2. Пат. 37827 UA, МПК (2006) G01L1/00. Спосіб прискорення випробувань пластмасових труб на стійкість до постійного внутрішнього тиску/ Пашинський Віктор Антонович (UA), Шульгін Володимир Васильович (UA). -№ U200808804; заявл. 04.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл. № 23/2008.

3. ASTM D1599. Standard Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings - Аналог.

4. Пат. 152964 UA, МПК G01N 3/12 (2006.01) F28D 15/02. Письменний Євген Миколайович (UA), Руденко Олександр Ігорович (UA), Ніщик Олександр Павлович (UA), Терех Олександр Михайлович (UA), Алексеїк Євгеній Сергійович (UA) / Спосіб випробування труби на міцність та щільність.- № U202203823; заявл. 13.10.2022; опубл. 03.05.2023, Бюл. № 8/2023.

5. ДСТУ ГОСТ 3845:2019. Труби металеві. Метод випробування гідростатичним тиском. - Найближчий аналог.

