



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57275 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
G01N 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СТЕНД ДЛЯ ОЦІНКИ МІЦНОСТІ ТА РУЙНУВАННЯ ТРУБ ПІД ВНУТРІШНІМ ТИСКОМ ГАЗОПОДІБНИХ СЕРЕДОВИЩ

1

2

(21) u201003384

(22) 23.03.2010

(24) 25.02.2011

(46) 25.02.2011, Бюл.№ 4, 2011 р.

(72) ЛУТИЦЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ЛУКИЧ, ДМИТРАХ  
ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ, ВОВК РОМАН ІВАНОВИЧ,  
СТУДЕНТ ОЛЕКСАНДРА ЗИНОВІЇВНА, БІЛИЙ  
ОРЕСТ ЛЕВКОВИЧ

(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.  
Г.В.КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ

(57) Стенд для оцінки міцності та руйнування труб

під внутрішнім тиском газоподібних середовищ, що включає систему ущільнень та систему затискання зразка, який **відрізняється** тим, що для ущільнення труби-зразка використані змінні калібратори, наявність обхватів дозволяє дотримуватись принципу Сен-Венена, при цьому труба-зразок попередньо затискається за допомогою шпильок з контргайками, а для компенсації відхилення осьової лінії труби-зразка від осі стенда застосований плаваючий грибок центральний зі сферичним фланцем.

Корисна модель належить до засобів дослідної техніки в галузі вивчення міцності та характеру руйнування тонкостінних труб ( $h/D \leq 0,03$ , де  $h$  і  $D$  товщина стінки і діаметр труби) [1] при наявності концентратора.

Метою корисної роботи являється створення стенду, який дозволяє провести випробування труб в умовах максимально наближених до умов експлуатації магістральних трубопроводів при транспортуванні газів і їх сумішей.

Складність проведення робіт, пов'язаних з визначенням міцності тонкостінних труб працюючих в газових середовищах полягає в наступному:

1. В існуючих конструкціях [1] [2], стендів для випробування ємностей під час експерименту в стінках деталей-зразків виникає складний (двохосовий) напружений стан. Внутрішній тиск утворює одночасно як зусилля розтягу  $\sigma_1$ , так і тангенціальне зусилля  $\sigma_2$ , яке діє по колу деталі-зразка. Притому  $\sigma_1$ , вдвічі перевищує  $\sigma_2$ .

В магістральних трубопроводах віддалі між вентилями, виконуючими роль заглушок, може досягати 40 000 метрів, а труби закріплені на великій кількості проміжних опор. Через вказані чинники зусилля розтягу  $\sigma_1$ , значно зменшується і навіть на окремих ділянках може досягати нульового значення.

Тому для вивчення характеру руйнування, та визначення міцності труб, які використовуються в магістральних трубопроводах необхідна випробувальна техніка, яка не утворює в деталях-зразках

зусилля розтягу  $\sigma_1$ .

2. Для проведення експериментів, результати яких будуть максимально наближені до реальних, необхідно використовувати в якості зразків труби магістральних трубопроводів. Виготовляти зразки по схемі [1], враховуючи що діаметр магістральних труб перевищує 200 мм, являється недоцільним.

ГОСТ 20295-85 прийнятий в Україні, за яким виготовляються магістральні труби діаметром 219 мм, допускає наступні відхилення лінійних розмірів:

- товщина стінки  $6 \pm 0,5$  мм
- некруглість труби  $\pm 2,0$  мм
- відхилення від осьової лінії на довжині 1 метр,  $\pm 2,0$  мм.

До відхилень виникаючих під час виготовлення труб додаються неточності виготовлення труби-зразка, а саме неперпендикулярність торця труби відносно її осьової лінії.

Враховуючи проблеми, які перераховані в п. 1 і п. 2 стає зрозумілим, що під час створення корисної моделі поставало складне завдання створити стенд, який забезпечить ущільнення труби-зразка із значними відхиленнями лінійних розмірів без виникнення зусилля стискання та згину труби-зразка.

Поставлене завдання було виконане завдяки використанню в конструкції ряду калібраторів, компенсаторів та елементів, що запобігають стисканню та згину під час монтажу труби-зразка.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням

(19) UA (11) 57275 (13) U

загальної зборки Фіг. 1, де показано стен для випробування труб під тиском.

На Фіг. 2 показано зовнішній вигляд стенду, який був спроектований і виготовлений в ФМІ НАН України.

На Фіг. 3 та Фіг. 4 показані зразки труб після проведення випробувальних робіт.

Для монтажу деталей стенду використано прес від установки УМЕ-10ТМ. На Фіг. 1 поз. 1 та 1.1 показані нижня і верхня траверси пресу.

На нижню траверсу 1 кріпиться упор 2 за допомогою болтів 3, шайб 4. До упора 2 кріпиться фланець 5 за допомогою болтових з'єднань (болти кріплення на мал. 1 не показані). На фланець 5 встановлюється дно 6 яке служить основною деталлю для монтажу труби-зразка (болти, що з'єднують фланець 5 і дно 6 на фіг. 1 не показані).

До дна 6 через гумове кільце 7 за допомогою болтів 8, шайб 9, гайок 10 кріпиться нижня вставка-калібратор 11, призначення якої - ліквідувати некруглість труби-зразка і забезпечити його ущільнення. На нижню вставку-калібратор 11 встановлюється стійка 12 за допомогою шпильки 13, шайб 14, гайок 15, ущільнюючих кілець 16 та 17, обойми 18 та малого фланця 19. Призначення стійки 12 - зменшити об'єм газу, який необхідно подати у внутрішній об'єм труби-зразка під час випробувань.

На нижню вставку-калібратор 11 встановлюється гумове кільце 20 і напресовується труба-зразок 21. Під час посадки труби-зразка 21 відбувається вирівнювання торця труби, що дає можливість її ущільнення за допомогою гумового кільця 20. Зусилля напресовки труби-зразка 21 на нижній калібратор не перевищує 100 кг, що не впливає на фізико-механічні властивості труби-зразка.

Після напресовки труби-зразка на нижню вставку-калібратор 11 встановлюють шість стяжок 22 з накрученими на них контргайками 23, за допомогою шайб упорних 24, гумових кілець 25, обойм 26 та гайок 27. Гайка 27 попередньо закручується без затяжки.

Надалі на верхню частину труби-зразка 21 напресовується вставка-калібратор 28 з гумовим кільцем 20, до якого, через ущільнююче кільце 7, закріплена кришка 30 за допомогою шайб 31 та болтів 32.

Після монтажу труби-зразка 21 на нижній та верхній калібратори 11 та 28 встановлюють шість обойм 33 з гумовими кільцями 25 і накручують гайку 27 на верхню частину стяжок 22.

Після закінчення даної операції вважається, що проведена попередня зборка стенда і приступають до затяжки гайок 27 та контргайок 23.

Переконавшись, що труба-зразок 21 щільно прилягла до нижньої 11 та верхньої 28 вставки-калібратора затягують нижні гайки 27, і потім, за допомогою динамометричного ключа верхні гайки 27, які притискають кришку 30.

Зусилля затяжки верхніх гайок 27 складає 2 кг·м. В останню чергу затягуються контргайки 23. Надалі, через паронітові прокладки 34 монтується обхвати 35 за допомогою радіальних болтів 36, болтів 37, гумових кілець 38, обойм 39, шайб 40 та гайок 41.

Паронітові прокладки 34 призначені для компенсування некруглості труби, яку допускає ГОСТ 20295-85 на виготовлення труб.

Обхвати 33 спроектовані з урахуванням принципу Сен-Венана [3], а дотримання необхідної послідовності затяжки радіальних болтів 36 та болтів 37 за допомогою динамометричного ключа забезпечує збереження вищевказаного принципу.

Наступною складальною операцією встановлюють сферичний фланець 42 (болтові з'єднання кріплення фланця не показані).

Вся конструкція затискається пресом між нижньою траверсою 1 та верхньою траверсою 1.1 через сферичний грибокний центр 46 із зусиллям 1000 кг. Зусилля затискання пресу утримують стяжки 22 за допомогою контргайок 23. Попереднє зусилля стискання труби-зразка 21 повністю компенсується тиском робочого газу на рівні 3 кг/см<sup>2</sup> на вставки-калібратори 11 та 28.

Грибокний центр 46 являється самоцентруючим елементом і займає положення відповідно до сферичного фланця 42, тим самим компенсуючи ввід верхньої частини конструкції за рахунок не перпендикулярності торців труби-зразка 21.

Для фіксації грибокного центра 46 служить фланець 42, гвинти 43, шайба 44 та болт 45, який затягується зусиллям 12 кг·м.

У випадку використання під час випробувальних робіт вибухонебезпечних газів, вся конструкція закривається захисним кожухом 47, який попередньо заповнюється інертним газом - аргонном.

Захисний кожух 47 ущільнюється гумовими кільцями 48 та кріпиться болтами 49, болтами 50, шайбами 51 та гайками 52.

Всі проведені випробувальні роботи показали високу надійність описаної конструкції стенда.

Державним департаментом промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 31 травня 2006 року видано дозвіл №244.06.46-73.10.0 на використання стенда.

Технічні дані стенду.

1. Режим роботи - довготривалий.
2. Робочий газ для випробувальних робіт - аргон, метан, азот, водень та їх суміші.
3. Діапазон робочого тиску кг/см<sup>2</sup> - 3÷100.
4. Зовнішній діаметр випробовуваних труб-зразків, мм - 80÷220 (при умові заміни вставок калібраторів 11 та 26).
5. Довжина труби-зразка, мм - 1000±4.

Стенд для випробування труб на базі преса установки - УМЕ-10ТМ працює наступним чином.

Попередньо підготовлена труба-зразок з підрізаними торцями і нарізаним концентратором встановлюється на стенд відповідно до регламенту монтажних робіт описаного вище в поясненнях до Фіг. 1. Особливу увагу необхідно звернути на посадку торців труби-зразка 19 на нижній 11 та верхній 26 калібратори. Верхні гайки 25, розташовані на кришці стенда затягуються динамометричним ключем з моментом 2 кг·м.

Після стискання конструкції пресом і самоцентрування грибокного центра 46 затягується болт 45 з моментом 12 кг·м.

До штуцера 29 під'єднується лабораторне обладнання, яке забезпечує подачу робочого газу у

внутрішній об'єм труби-зразка. Час витримки труби-зразка під тиском та швидкість його наростання забезпечує лабораторне обладнання. Момент руйнування труби-зразка фіксують давачі тиску, які встановлені на газовій магістралі та на штуцері захисного кожуха 46.1 і відносяться до лабораторного обладнання.

Приклад дослідницьких робіт.

Було підготовлено дві труби-зразка з концентраторами, які імітували пошкодження труб внаслідок роботи землерийної техніки. Під час експерименту були виявлені умови, при яких процес руйнування носить місцевий характер і відбувається виключно в зоні пошкодження Фіг. 3. На Фіг. 4 показано випадок, коли внаслідок зміни умов навантаження відбувається суцільне руйнування магістрального трубопроводу.

Проведений експеримент дав можливість надати суттєві поради щодо експлуатації магістраль-

них трубопроводів з пошкодженнями.

Зауваження. На Фіг. 1, з метою читабельності креслення застосовано складний переріз конструкції з розворотом площин перерізу. В реальній конструкції стяжки 22 і обхвати 35 та їх кріпильні елементи знаходяться в різних площинах.

Джерела інформації:

1. Методы испытания, контроля и исследования машиностроительных материалов. Справочное пособие. Под общей редакцией чл.-корр. АН СССР А.Т. Туманова. Том II М., Машиностроение 1974 г.

2. Испытательная техника. Справочник в двух книгах. Книга 2. Под редакцией проф. В.В. Ключева М., Машиностроение 1982 г.

3. В.И. Федосеев. Сопротивление материалов М., Государственное издательство Физико-математической литературы. 1960 г.

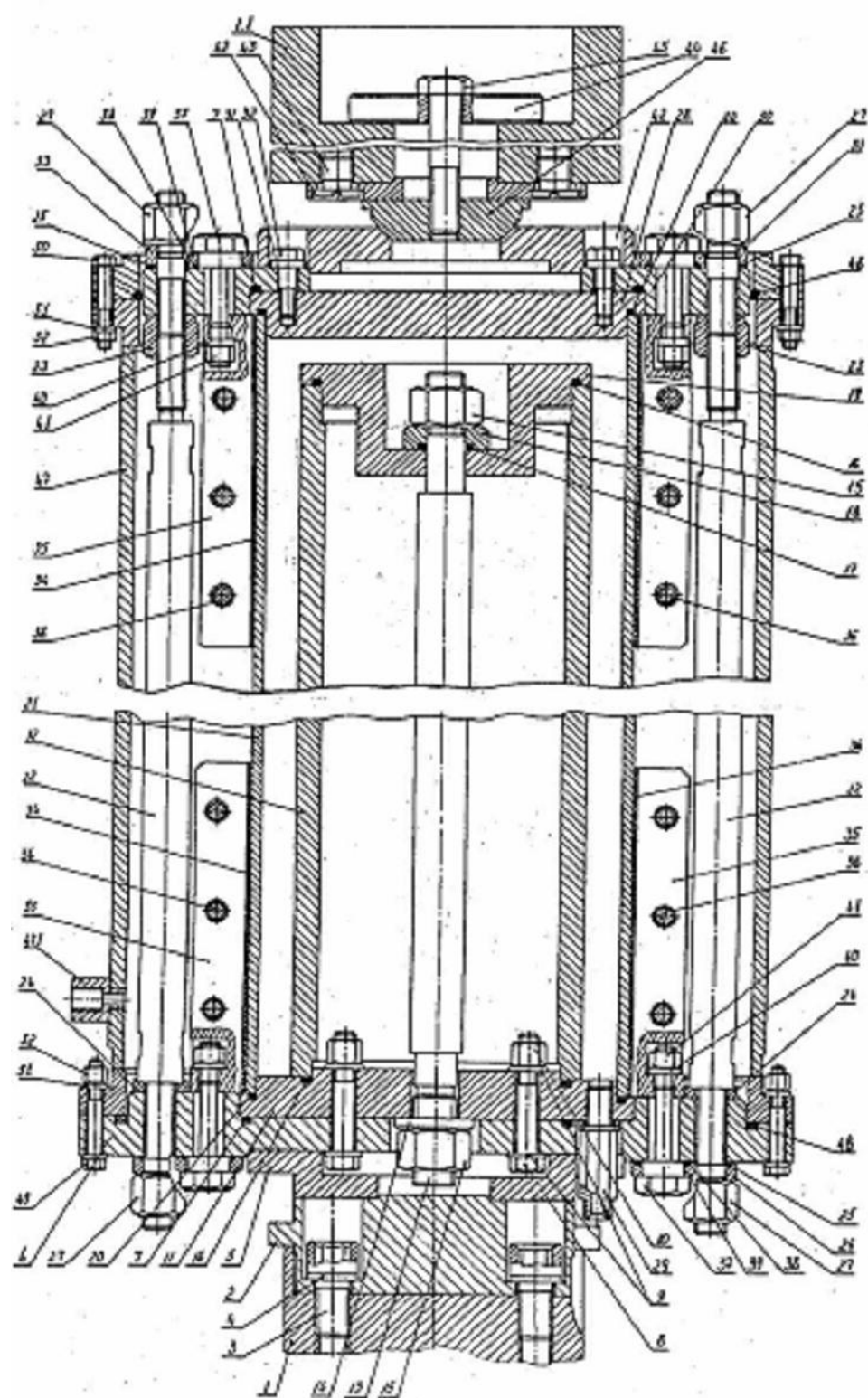


Fig. 1.



Fig. 2.

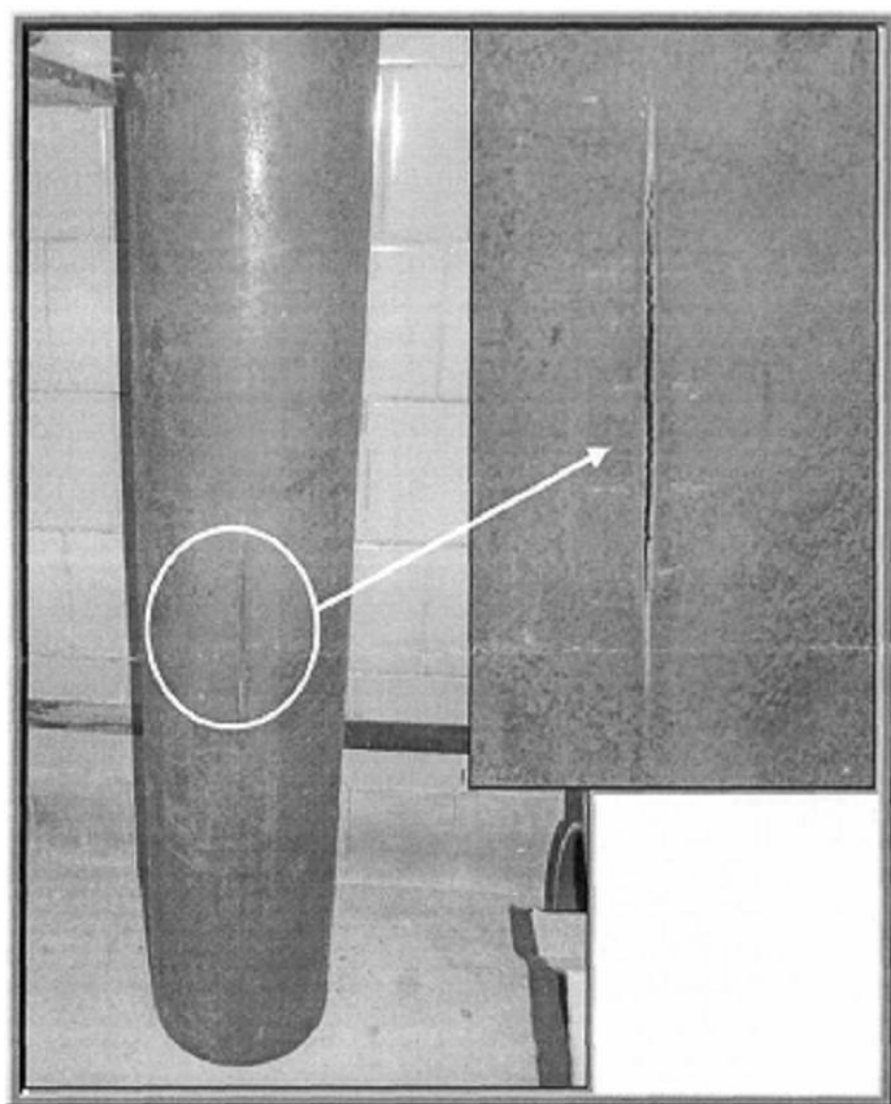
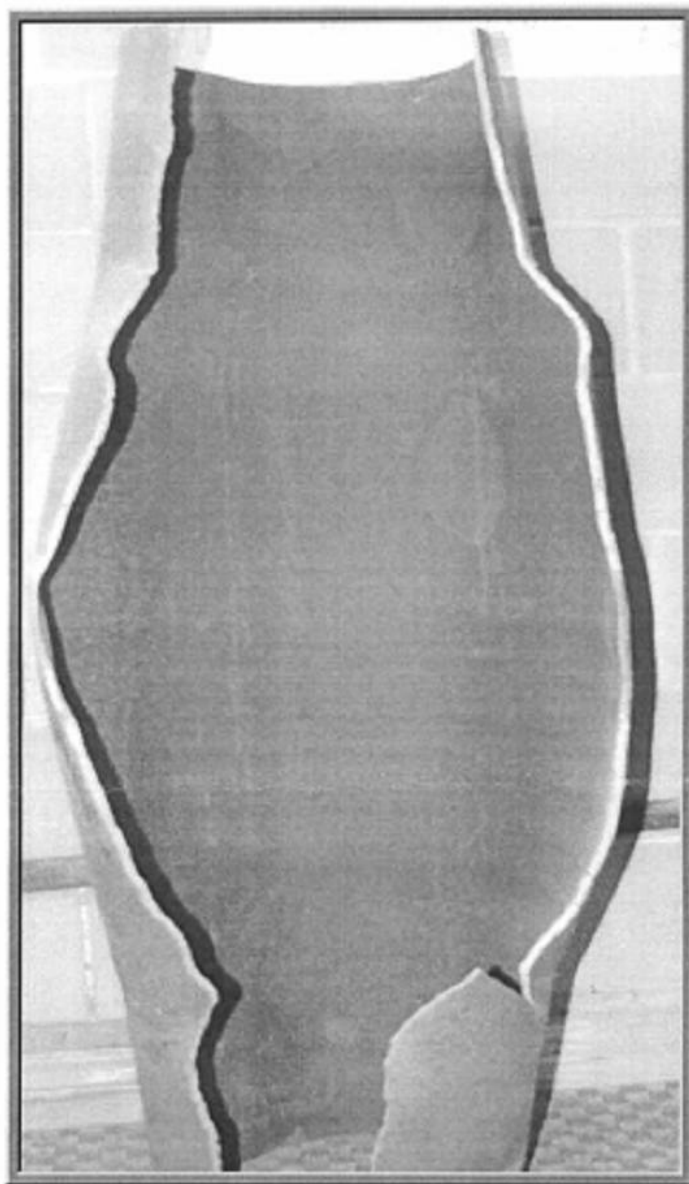


Fig. 3.



**Fig. 4.**