

Бабасв О.А.

кандидат фізико-математичних наук, доцент;

Юдін О.М.

кандидат технічних наук, доцент,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Лукашов В.К.

кандидат технічних наук

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ДІАМЕТРУ ТРУБ

В роботі представлено розглядається пристрій, призначений для вимірювання внутрішнього діаметру труб та може бути використаний в атомному енергомашинобудівництві, переважно, з метою здійснення контролю деформаційного стану каналних труб реакторів.

Серед відомих приладів за технічними показниками найбільш близьким до пристрою, що описується, є пристрій для спостереження за зміною внутрішнього діаметру труб, який складається з: корпусу; механізму центрування пристрою відносно осі труби з пружинним елементом, який центрує двозв'язники (механізми, що об'єднані в дві ланки) з роликками (розташовані на середньому шарнірі двозв'язників); механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб з підпружиненими пружними елементами вимірювальних двозв'язників та датчиків (розташовані на середньому шарнірі двозв'язників); механізму обертання вимірювальних двозв'язників з датчиками, до якого входить електродвигун, струмознімачі, підшипники та муфти. В якості пружних елементів в зазначеному пристрої використовуються пружини.

Цей пристрій дозволяє відстежувати зміни внутрішнього діаметру труби в площині обертання датчиків, а також, з урахуванням того, що на середньому шарнірі центруючих двозв'язників встановлені роликки, стежити за змінами внутрішнього діаметру досліджуваної труби можливо по всій довжині труби.

Істотними недоліками зазначеного пристрою є складність конструкції, що обумовлено наявністю датчиків, які обертаються, а також низька точність визначення діаметру труби в площині обертання датчиків, тому, що стеження за зміною внутрішнього діаметру труби здійснюється безконтактним способом за допомогою електромагнітних датчиків, робота яких заснована на вимірюванні повітряного зазору між датчиком та внутрішньою поверхнею труби. Також, наявність таких датчиків тягне за собою встановлення струмознімачів та механізму зміни діаметру обертання датчиків. Ще одним недоліком цього пристрою є низька його надійність, що пов'язане з можливим пошкодженням через знаходження, під час перебування приладу у неробочому стані, роликків механізму центрування та датчиків поза корпусом. Крім цього, вказаний пристрій неможливо використовувати для вимірювань в рідкому середовищі, наприклад у воді.

Метою розробки нового пристрою було спрощення конструкції та підвищення точності вимірювання внутрішнього діаметру труб.

Зокрема, мета досягається тим, що в відомому пристрої з корпусом, механізм центрування пристрою відносно осі труби (складається з центруючих двозвінників з роликами та пружним елементом) та механізм вимірювання внутрішнього діаметру труб (складається з вимірювальних двозвінників з пружним елементом та датчиками, електродвигуна та датчиків механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб) встановлені нерухомо уздовж осі пристрою, прикріплені до корпусу та пов'язані з втулкою механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб, до якої шарнірно прикріплено по одному плечу кожного вимірювального двозвінника, на середньому шарнірі одного з яких закріплений щуп, що стежить за зміною внутрішнього діаметру труби.

При цьому, для здійснення контакту щупа і роликів з внутрішньою поверхнею труби, механізм центрування пристрою відносно осі труби та механізм вимірювання внутрішнього діаметру труб забезпечені електромагнітами, які встановлені по осі пристрою та прикріплені до корпусу. До кожного порожнього стрижня електромагнітів шарнірно прикріплено по одному плечу центруючих та вимірювальних двозвінників. Крім цього, для підвищення надійності, пружні елементи механізму центрування пристрою відносно осі труби і механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб виконані у вигляді сильфонів, які встановлені по осі пристрою. При цьому, один фланець сильфонів прикріплено до порожнього стрижня електромагніта, а інший – до корпусу пристрою.

Також у вигляді двох сильфонів, які прикріплені до загального полого стрижня електромагніту та розташовані один навпроти іншого, виконано і пружний елемент механізму центрування пристрою відносно осі труби.

Робота пристрою пояснюється зображеннями (кресленнями). На рис. 2 зображена структурна схема пристрою, а на рис. 1 – загальний вигляд пристрою.

Розроблений пристрій складається з: корпусу (1); механізму центрування приладу відносно осі труби, що складається з електромагнітів (2), центруючих двозвінників (3), на середньому шарнірі яких встановлено ролики (4), та які одним кінцем шарнірно прикріплені до порожніх стрижнів (5) електромагнітів (2); сильфонів (6, 7) та фланців (8, 9), за допомогою яких сильфони (6, 7) кріпляться до корпусу (1) пристрою; загального для сильфонів (6, 7) фланцю (10), за допомогою якого вони прикріплюються до порожніх сердечників (5) електромагнітів (2); електродвигуна (11), вихідний вал (12) якого за допомогою евольвентного з'єднання (13) пов'язаний з механізмом вимірювання внутрішнього діаметру труб. До механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб входять: двозвінники (14) з укріпленням на середньому шарнірі одного з них щупом (15) та які одним кінцем шарнірно прикріплені до втулки (16), яка одночасно є стрижнем електромагніту (17); сильфону (18), який за допомогою фланцю (19) кріпиться до корпусу (1) пристрою, а за допомогою фланцю (20) прикріплюється до втулки (16); підшипника (21), ущільнювача (22) та датчиків

(23), штоку (24) яких під дією пружини (25) через кулю (26) притиснутий до опорного диску (27). Для проходження дротів всередині пристрою використовуються труби (28), які одночасно є напрямними для порожніх сердечників (5) електромагнітів (2). Електричні комунікації до пристрою проводяться через трубопровід (29), за допомогою якого пристрій розміщується в вимірюваній трубі. Датчики (23) та електродвигун (11) прикріплюються до корпусу (1) за допомогою муфти (30) та гвинтів (31). Управління електромагнітами (2 та 17), механізмом (34), а також електродвигуном (11) здійснюється блоком управління (32). Для виводу та реєстрації результатів вимірювання призначений блок реєстрації даних (33). Механізм (34) призначений для здійснення переміщень пристрою вздовж осі труби, а також для фіксації пристрою всередині труби.

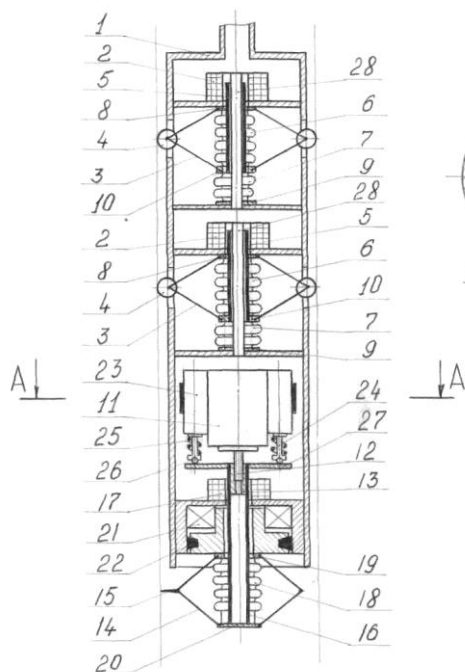


Рис. 1.

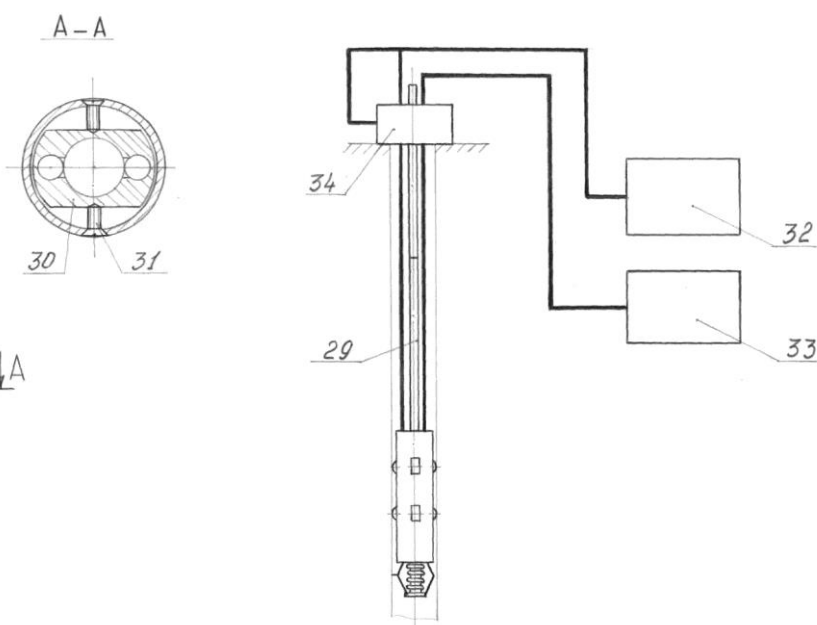


Рис. 2.

При введенні пристрою в неробочому стані в трубу ролики (4) механізму центрування пристрою відносно осі труби та щуп (15) механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб знаходяться всередині корпусу (1) під дією сильфонів (6, 7 та 18), які використовуються в пристрої як пружні елементи так і як герметизуючі.

Після того як, за допомогою механізму для переміщення пристрою (34), пристрій буде розміщено в трубі на необхідній глибині на електромагніти (2) подається живлення. Під дією електромагнітів (2), долаючи жорсткість сильфону (18), втулка (16) втягується всередину електромагніта (17) та, внаслідок цього, щуп (15) притискається до внутрішньої поверхні труби, що контролюється.

При подачі живлення на електродвигун (11) вихідний вал (12), який пов'язаний з втулкою (16) механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб

за допомогою евольвентного з'єднання (13), обертаючись, обертає вимірювальні двозвінники (14), з укріпленням на середньому шарнірі одного з них щупом (15). Швидкість обертання вимірювальних двозвінників регулюється блоком управління (32).

В процесі обертання щуп (15) переміщується по периметру труби. При зміні діаметру щуп (15) змінює своє положення. Усі відхилення щупа (15) в той чи інший бік фіксуються датчиками (23) за допомогою двозвінників (14). Сигнал від датчиків (23) подається на блок реєстрації даних (33). Використовуючи механізм (34) можливо здійснювати контроль за зміною діаметру труб по всій її довжині, а також фіксувати по вертикалі конкретне положення пристрою в трубі. Враховуючи, що трубопровід (29) складається з декількох частин існує можливість, поступово його збираючи, опускати пристрій на більшу довжину. Так, як робота електродвигуна (11) та механізму (34) контролюється блоком управління (32), зміни внутрішнього діаметру труби можливо проводити у визначеному місці (іншими словами – місцезнаходження локальної деформації труби за допомогою блока управління (32) визначається з досить високою точністю). При підйомі пристрою з труби живлення відключається від електромагнітів (2 та 17) та під дією сильфонів (6, 7 та 18) ролики (4) механізмів центрування пристрою і щуп (15) механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб розміщуються всередині корпусу (1), що в свою чергу оберігає ролики та щуп (15) від механічних пошкоджень. З цією ж метою в непрацездатному стані на корпус (1) з боку вимірювальних двозвінників (14) прикріплюється захисний кожух (на зображенні не показаний).

Зазначена конструкція пристрою для вимірювання внутрішнього діаметру труб, в яку датчики встановлені нерухомо та для контакту щупа з внутрішньою поверхнею досліджуваної труби механізм центрування пристрою відносно осі труби та механізм вимірювання внутрішнього діаметру труб забезпечені електромагнітами, значно спрощена (в порівнянні з відомими пристроями). Вказане призвело до зменшення габаритних розмірів пристрою, що дозволяє здійснювати контроль деформаційного стану по всій довжині труб малого діаметру.

Крім цього, використання вказаної конструкції дозволяє більш точно вимірювати внутрішній діаметр досліджуваної труби та визначати місце і розмір локальної деформації. Розташування пружних елементів механізму центрування пристрою відносно осі труби та механізму вимірювання внутрішнього діаметру труб таким чином, що під їх дією ролики та щуп в неробочому стані розміщені всередині корпусу (що оберігає ролики та щуп від механічних пошкоджень), підвищує надійність пристрою. Використання в якості пружних елементів сильфонів, дозволяє здійснювати контроль над канальними трубами реакторів в агресивній або рідкій середі, наприклад – в воді.

Список використаних джерел:

1. Ободан В.Я. Автоматический контроль размеров сечения сортового проката и труб. – М.: Металлургия, 1985. – 95 с.
2. Каталоги фирм ZUMBACH, IPL.