

ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙ ПРИ РЕМОНТІ ТРУБОПРОВОДІВ

*О.І. Башинський, к.т.н., доцент, В.В. Артеменко, к.т.н.
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Трубопровід - штучна споруда, призначена для транспортування газу або рідини, а також інших твердих речовин у вигляді суспензії під дією різниці тиску у різних перетинах. В процесі експлуатації трубопроводів періодично виникає необхідність в локальному піднятті їх щодо коротких ділянок. Зокрема при діагностиці технічного стану, виконанні ремонтних робіт, визначенні реакції опор, що несуть, і так далі. Особливо актуальним це питання є для ділянок, які пролягають через гірські райони і постійно піддаються зовнішнім впливам. Застосування спеціальної техніки для підняття трубопроводів не завжди доцільно, а часто обмежено економічними і технічними причинами. Тому зазвичай для цього використовують спеціальні гідравлічні домкрати. Проте зусилля підняття, яке прикладається до незначної ділянки труби, може зумовити її деформацію з наступним руйнуванням, навіть при використанні перехідної підкладки. Причиною виникнення надзвичайної ситуації на трубопроводі, що діє, у такому разі буде, перш за все, недостатня інформативність про напружено - деформоване полягання в місці додатку зусилля. Саме це питання розглядається нижчим на основі моделювання із застосуванням методу кінцевих елементів (МСЕ).

В даний час для вирішення завдань такого типу використовують в якості експериментальні так і розрахункові методи. Проте вони потребують проведення натурних дорогих досліджень або дають недостатньо повну інформацію в результаті обчислень. При цьому експерименти і математичні моделі в першу чергу орієнтовані на спеціальне підйомне устаткування для споруди трубопроводів [1]. Тому існуючі підходи мають значні обмеження при вивченні питання підняття труби з відповідним втисненням в неї спеціальної підкладки. В зв'язку з цим використання для розрахунків МСЕ дасть можливість отримати повнішу картину напружено-деформованого стану при необхідній точності розрахунків [2].

Для розрахунків використовувалися наступні вихідні дані. Ділянка трубопроводу зовнішнім діаметром 720 мм, товщиною стінки 10 мм і завдовжки 10 м, що жорстко закріплений по краях. Відповідно до принципу Сен-Венана тип закріплення труби для даної довжини не повинен вплинути на напругу в зоні додатку зусилля підняття. Коефіцієнт Пуасона приймався рівним 0,3, модуль пружності 206000 Мпа, щільність 7800 кг/м³. На трубу діють наступні сили: вага матеріалу труби і нафти, внутрішній тиск нафти (2 Мпа), зусилля підняття (по середині труби).

Для перевірки достовірності отримуваних результатів із застосуванням програмного забезпечення МСЕ виконаний ряд тестових

розрахунків. Результати обчислень знаходяться в межах 8 % погрішності. Останнє положення указує на можливість використання програмного забезпечення MSC для дослідження напруженого стану трубопроводу.

Оптимальні розміри підбирали шляхом покрокового наближення до необхідної конфігурації підкладки - мінімально допустимі розміри при забезпеченні міцності. У розрахунковій моделі прийнято, що піднімаюча сила прикладається в центрі підкладки у вигляді рівномірного розподіленого навантаження за площею круга діаметром 50 мм. Для вибраних підкладок виконаний розрахунок напружено - деформованого стану при різній величині підйомної сили.

Як показав аналіз результатів досліджень, незалежно від величини піднімаючої сили, найбільша напруга в трубі і підкладці у разі використання сегментної підкладки виникає в точках нормалі, уздовж якої направлена підйомна сила. Найбільш напружена крапка в трубопроводі знаходиться на зовнішній поверхні в місці контакту з підкладкою (327 Мпа), а на внутрішній поверхні напруги складають 305 Мпа. На середній лінії труби і по середині розрізу підкладки напруги досягають мінімальних значень на рівні 114 і 61 Мпа відповідно. З експлуатаційної точки зору для матеріалу підкладки піднімаюча сила не повинна перевищувати 100 кН.

Застосування суцільнолітої підкладки дає можливість збільшити зусилля підняття. Для труби характерною є плавна зміна напруги за товщиною. При чому, залежно від величини зусилля підняття, максимальні значення спочатку спостерігаються на внутрішній стінці труби, а при значних зусиллях - на зовнішній. Це можна пояснити поступовим перевищенням напруги, які викликані підйомною силою над напругою, яка зумовлена внутрішнім тиском.

Висновки. Локальне підняття ділянок трубопроводу приводить до складного напруженого полягання в його матеріалі і може привести до надзвичайної ситуації. MSC дає можливість аналізувати характер і величину виникаючої напруги. Встановлені допустимі зусилля підняття трубопроводу для сегментної підкладки. Показано, що для збільшення зусилля підняття необхідне використання підкладок складнішої конфігурації. Інакше можлива необоротна деформація системи підкладка-труба з подальшим руйнуванням останньої і виникненням надзвичайної ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перун І. В. Магістральніє трубопроводи в гірських умовах. - М.Ж Надра, 1987. - 175 с.
2. Шимковіч Д. Г. Расчет конструкцій в MSC/Nastran for Windows. - М.: ДМК Прес, 2003. - 448 с.
3. Алямовський А. А. SolidWorks/COSMOSWorks. Інженерний аналіз методом кінцевих елементів. - М.: ДМК Прес., 2004. - 432 с.