**Савула Степан Федорович. Підвищення ефективності експлуатації ліфтових колон свердловин підземних сховищ газу : дис... канд. техн. наук: 05.15.13 / Національний ун-т "Львівська політехніка". — Л., 2007. — 245арк. — Бібліогр.: арк. 196-216.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Савула С. Ф. Підвищення ефективності експлуатації ліфтових колон свердловин підземних сховищ газу. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – нафтогазопроводи, бази та сховища. – Івано-Франків-ський національний технічний університет нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2007.  Дисертація присвячена підвищенню ефективності експлуатації ліфтових колон свердловин підземних сховищ газу за рахунок запобігання розгвинчуванню колон шляхом зниження амплітуд їхніх коливань і раціонального добору момен-тів згвинчування. Розроблені математичні моделі вільних і вимушених коливань ліфтової колони, що виникають під час експлуатації свердловин, обґрунтовані раціональні значення коефіцієнта жорсткості віброізолятора, з’ясований вплив параметрів віброізолятора на розподіл крутних моментів по довжині колони. Із застосуванням теорії товстостінних оболонок і гіпотези про еквівалентну заміну витків різі пружними прошарками типу основи Вінклера побудовані математичні моделі напружено-деформівного стану елементів муфтового з’єднання, що дає можливість обґрунтовувати допустимі моменти згвинчування. Експериментально визначені амплітудно-частотні характеристики вібрацій ліфтових колон. Запропо-новані технічні рішення і практичні рекомендації, спрямовані на запобігання розгвинчуванню ліфтових колон. | |
| |  | | --- | | Аналіз особливостей експлуатації свердловин підземних сховищ газу пока-зує, що важливим резервом підвищення ефективності їхньої роботи є забезпе-чення працездатності ліфтових колон. Як показує огляд численних джерел інфор-мації з динаміки нафтогазопромислового обладнання, методів розрахунку різьо-вих з’єднань, а також з теорії коливань та теорії товстостінних оболонок, пробле-ма забезпечення міцності і надійності муфтових з’єднань ліфтових колон стано-вить не лише практичну, а й достатньо складну наукову задачу. У дисертації про-ведено комплекс теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на вивчення умов роботи ліфтових колон, а також на підвищення ефективності їхньої експлуатації за рахунок запобігання розгвинчуванню шляхом зниження амплітуд коливань і раціонального добору моментів згвинчування.  1. Із застосуванням континуально-дискретних розрахункових моделей досліджені вільні і вимушені поздовжні, крутильні і поперечні коливання ліфтової колони. З’ясовано, що власні частоти ліфтової колони утворюють густий частотний спектр, в результаті чого існує висока ймовірність виникнення резонансних коливальних явищ. В реальному діапазоні частот вимушених коливань (від 5 до 100 Гц) основну участь у вібраційному процесі бере нижня частина колони довжиною близько 100 м. Це свідчить про те, що в області її нижньої частини доцільно встановлювати віброзахисний пристрій.  Основною причиною погіршення умов роботи муфтових з’єднань можна вважати згинні коливання ліфтової колони, оскільки в реальних умовах динамічних навантажень амплітуди поперечних переміщень нижнього кінця колони значно перевищують амплітуди поздовжніх переміщень. Закріплення нижньої частини ліфтової колони за допомогою віброізоляційного пристрою дає можливість суттєво зменшити амплітуди коливань нижнього кінця колони. Із збільшенням жорсткості пристрою амплітуда вимушених коливань зменшується. Оскільки вібрації колони відбуваються в зарезонансній зоні механічної системи, суттєвого зниження амплітуд поперечних коливань можна досягти, коли жорсткість віброізолятора становить 105–106 Н/м.  2. На основі методу скінченних елементів побудовані математична модель і алгоритм розрахунку поперечно-крутильних коливань ліфтової колони з урахуванням взаємодії насосно-компресорних труб з обсадними трубами. Показано, що у ліфтовій колоні, внаслідок її взаємодії з обсадною колоною, виникають періодично змінні крутні моменти, що сприяють ослабденню муфтових з’єднань в умовах вібрацій. Віброізоляція нижнього кінця колони дає можливість не лише зменшити амплітуди коливань насосно-компресорних труб, а й у 2–3 рази знизити крутні моменти в колоні, практично усуваючи їхній вплив на умови роботи муфтових з’єднань. Оскільки амплітуда динамічного навантаження залежить від довжини ділянки ліфтової колони, що перебуває в зоні перфорації обсадної колони, для зменшення шкідливого впливу вібрацій доцільно реко-мендувати встановлення ліфтової колони таким чином, щоб її нижній кінець знаходився поблизу верхньої межі перфорації.  3. Розроблені математичні моделі і алгоритми розрахунку напружень і деформацій елементів муфтових з’єднань ліфтової колони на основі застосування уточненої теорії оболонок і гіпотези про еквівалентну заміну витків різі пружними прошарками типу основи Вінклера. Рівняння напружено-деформівного стану одержано на основі варіаційно-аналітичного методу з підвищеною точністю визначення розподілу переміщень по товщині муфти і з’єднуваних труб. Опрацьо-вана скінченно-елементна методика визначення коефіцієнта жорсткості пружного прошарку. Досліджено напружено-деформівний стан з’єднання, обумовлений розпірними і крутними навантаженнями. На основі одержаних результатів обґрунтовані раціональні моменти загвинчування різьових з’єднань ліфтової колони. Показано, що цей момент може бути збільшений на 20–30% у порівнянні з традиційним, що сприяєтиме забезпеченню працездатності ліфтової колони.  4. Опрацьована методика і проведені експериментальні дослідження вібрацій ліфтових колон на реальних свердловинах підземних сховищ газу під час відбору газу та під час його нагнітання. Підтверджено, що ліфтова колона в процесі руху газу як у сховище, так і в зворотному напрямі, здійснює просторові коливання. Більші рівні вібрацій колони притаманні процесам відбору газу, дещо менші – процесам нагнітання. Амплітуди поперечних коливань нижньої частини колони значно перевищують амплітуди вертикальних коливань. Експери-ментальні залежності амплітуд коливань ліфтової колони від поздовжньої координати з достатньою точністю відповідають аналогічним залежностям, одержаним теоретичним шляхом. В процесі проведення експериментальних досліджень виявлено, що найбільші рівні вібрацій спостерігаються у частотному діапазоні 5–30 Гц. Коливання з дещо меншими амплітудами проявлятися на частотах 30–100 Гц. Підтверджено припущення про те, що із збільшенням довжини ділянки ліфтової труби, яка знаходиться в області перфорації обсадної колони, інтенсивність коливань насосно-компресорних труб зростає.  5. З метою забезпечення працездатності ліфтових колон підземних сховищ газу розроблені і захищені патентами конструкція стопорного пристрою для запобігання розгвинчуванню муфтового з’єднання, а також конструкція вібро-ізолятора ліфтової колони. Розроблена методика розрахунку плоских пружин віброізолятора як криволінійних стрижнів з одночасним урахуванням умов міцності і жорсткості та обґрунтована доцільність жорсткого закріплення пружин на опорних кільцях. Запропонована імпульсно-хвильова методика діагностування щільності муфтових з’єднань ліфтових колон, яка може використовуватися під час проведення профілактично-ремонтних робіт на свердловині. | |