зміст

Вступ..... 6

1. Властивості метану..... 9

1.1 Особливості зрідження природного газу……...….10

2. Структура та функціонування газотранспортної системи..... 13

2.1 Компресорні станції підземних сховищ газу..... 20

2.2 Підземні сховища газу..... 21

3. Огляд відомих технологій зрідження природного газу..... 31

3.1 Каскадний цикл зрідження газів (метод Тумея)..... 31

3.2 Каскадний цикл зрідження газів (цикл Кезома)..... 32

3.3 Розвиток каскадного циклу..... 34

3.4 Детандерний цикл Гейлаїдта..... 36

3.5 Турбодетандерний цикл Моррісона……..... 41

3.6 Цикл Белла - Колемана……..….... 42

3.7 Зрідження метану спосіб Сейджу……..….... 44

3.8 Зрідження метану спосіб Крекко…….....….. 45

3.9 Зрідження метану спосіб Лур'є..... 46

4. Використання перепадів тиску на газорозподильних станціях для зрідження природного газу..... 47

4.1 Дослідження умов утворення твердий фази діоксиду вуглероду в ЗПГ..... 50

4.2 Схема зрідження природного газу у детандерному циклі з рециркуляцією продукційного потоку..... 53

5. Огляд відомих технологій зрідження природного газу на ГРС… 59

5.1 Перспективна схема установки для зрідження природного газу на ГРС..... 64

5.2 Дослідження утворення твердий фази діоксиду вуглероду при низких температурах..... 69

6. Правила безпеки при експлуатації систем прийому, зберігання, заправки, транспортування та газифікації зрідженного ПГ..... 72

6.1 Одорація природного газу…….. 72
6.2 Класифікація та склад систем та об'єктів споживання ЗПГ..……. 74
6.3 Технологічне устаткування……. 77
6.4 Вимоги щодо кріогенних резервуарів……...…… 79
6.5 Вимоги до трубопроводів, арматури та захисних пристроїв обв'язування об'єктів……...… 80
6.6 Сигналізація та зв'язок……. 84
6.7 Пожежагасіння…….. 84
6.8 Спеціальні правила безпеки під час експлуатації об'єктів ЗПГ… 85
7. Техніко - економічній розрахунок..... 87
7.1 Розробка маркетингової стратегії…….……...…..... 87
7.2 Розрахунок собівартості установки……...…..…. 89
7.3 Розрахунок основної заробітної плати…… 90
Висновки…….……..... 93
Перелік використаної літератури……... 94

ВСТУП

Газова промисловість є молодою галуззю, що швидко розвивається, яка вбирає в себе найвидатніші досягнення науки, технології і техніки. Її розвиток супроводжується якісним удосконаленням усіх напрямків, пов'-язаних із видобутком, переробкою, зберіганням та реалізацією газу. Завдання виробництва зрідженого природного газу (ЗПГ) має важливу роль для України як перспективний напрямок економіки країни. ЗПГ широко застосовується у промисловості, а й у газопостачання населення, на комунально-побутових і сільськогосподарських підприємств. Багатьом віддалених населених пунктів використання ЗПГ є економічним способом постачання цих місць газом проти іншими способами транспортування газу. Також протягом багатьох років триває програма із застосування ЗПГ як моторне паливо для транспорту.

При конструюванні підготовчих комплексів та реалізації зрідженого природного газу (ЗПГ) виникає проблема його зберігання. Після видобутку першої великої промислової партії ЗПГ у 1937 році виникла необхідність проектування конструкцій низькотемпературних сховищ для зрідженого газу. Першим таким проектом став низькотемпературний резервуар місткістю 54,88 $м^3$ та був здійснений у 1939 році у штаті Вірджинія, США. Матеріалом для резервуара був сплав із сталі з 2%-м вмістом нікелю, а як теплову ізоляцію використовували пробкові плити завтовшки 750 мм. Сьогодні при використанні зрідженого газу застосовують різні конструктивно - технологічні способи їх зберігання.

Основний компонент газу - це метан, обіймний вміст якого становить від 90 до 97%. При проектуванні кріогенних циклів зрідженого ПГ необхідно враховувати цей факт. Властивості ПГ значною мірою визначаються метаном. При розробці систем виробництва ЗПГ необхідно відзначити те, що метан займає перехідне положення, за його теплофізич-

ними властивостями, між традиційними продуктами поділу повітря та робочим тілом парових холодильних циклів, фреонами, аміаком. Через це вже за температури навколишнього середовища властивості метану більшою мірою відрізняються від властивостей ідеального газу, ніж властивості повітря та його компонентів.

Для надійного та стійкого використання системи газопостачання на основі резервуарних установок зрідженого газу є присутність у сховищах надлишкового тиску. З практики вітчизняних і зарубіжних підприємств із реалізації ЗПГ необхідний надлишковий тиск у резервуарах приймається у вигляді 0,04 - 0,05 МПа.

Таким тиском забезпечується стійка та надійна робота установок регазифікації та регулювання тиску, що подають парову фазу споживачеві.

В Україні два способи зберігання газу, постачання споживачам природного газу здійснюється здебільшого на базі групових резервуарних установок із ємностями, розташованими під землею. При зберіганні зрідженого газу резервуарних установках умови є неізотермічними через вплив температури зовнішнього повітря і грунту. З цієї причини найважливішу роль при реалізації раціональних умов експлуатації резервуарних систем газопостачання відіграє вивчення температурних умов зберігання зрідженого газу в підземних та надземних резервуарах.

Однією з причин небезпеки зрідженого газу є його низька температура кипіння (110,7...111,5К), що є чинником, який дозволяє забезпечити його зберігання без втрат, і навіть сприяє зміні щільності та інших термодинамічних параметрів. Ці причини можуть спровокувати утворення стратифікованих макрошарів ЗПГ у сховищах при поповненні резервуарів, в яких є залишки палива, новою порцією газу, з щільністю та температурою, що відрізняються за аналогічними параметрами залишку палива.

При подальшому процесі тепломасообміну в стратифікованих шарах газу, які призводять до зміни щільності, можуть виникати режими інтенсивного перемішування, названі «ролловер», в процесі якого відбувається практично миттєве випаровування великих мас ЗПГ та різке підвищення тиску в резервуарі, здатне призвести до руйнування сховища з катастрофічними. наслідками.

Щоб економічно транспортувати природний газ на великі відстані, його щільність має бути збільшена. Це досягається двома способами: природний газ або стискається до високого тиску, або перетворюється на рідину при охолодженні до температури 111 К. Стиснутий газ транспортується магістральними газопроводами, прокладеними, як правило, по суші, а зріджений природний газ зазвичай транспортується морським шляхом.

В Україні є розвинена газотранспортна мережа, але немає виробництва та використання зрідженого природного газу. Така диспропорція не дозволяє використовувати зріджений природний газ для згладжування піків споживання газу в зимовий період, а також використовувати зріджений природний газ як дешеве та екологічно чисте моторне паливо. З іншого боку, розвинена мережа магістральних газопроводів, що проходять територією України, надає унікальну можливість для зрідження природного газу за рахунок перепадів тисків на газорозподільних станціях. Відведення газу від магістрального газопроводу до споживачів відбувається на газорозподільних станціях (ГРС) та газорозподільних пунктах.

На ГРС тиск газу знижують від тиску в магістральному газопроводі, що дорівнює 4,0-6,0 МПа, до 1,2-0,6 МПа. Потім на газорозподільних пунктах тиск знижується до 0,6-0,3 МПа. При цьому енергія, витрачена на стиск газу до тиску в магістральному газопроводі, втрачається безповоротно. Ідея корисного використання перепаду тисків на ГРС не нова.

Використання перепаду тисків на ГРС для зрідження природного газу дозволяє конвертувати енергію перепаду тисків у ринковий продукт, який може бути використаний, наприклад, як дешеве та екологічно чисте моторне паливо. Вироблений на ГРС зріджений природний газ може бути використаний і на ГРС для згладжування піків споживання природного газу в зимовий період. У зимовий час для запобігання обмерзанню арматури та утворення кристалогідратів у газопроводах середнього тиску застосовується підігрів газу за рахунок спалювання частини природного газу, що прокачується газовою мережею. Вузол підігріву газу повинен забезпечувати підтримку температури газу, що виходить із ГРС, вище 0 °С. При використанні енергії перепаду тисків на ГРС для зрідження газу, що виходить з установки газ має температуру істотно вище тієї, з якою він надходить з магістрального газопроводу. Це дозволяє власникам газорозподільної мережі заощаджувати витрати на підігрів газу у зимовий час. Метою даної є проведення порівняльного аналізу відомих установок для зрідження природного газу за рахунок перепаду тисків на ГРС, і на основі цього запропонувати схему, з оптимальним співвідношенням простоти конструкції та ефективності установки.

1. ВЛАСТИВОСТІ МЕТАНУ

Метан — безбарвний газ, у рідкому стані його щільність менша густини води (уд. вага. 0,4). Відповідно до правила подібне розчиняється в подібному він дуже погано розчинний у воді, але добре розчинний в органічних рідинах, таких, як бензин, ефір та спирт.

Фізичні властивості метану подібні до властивостей інших членів ряду алканів. Зріджений метан виходить шляхом охолодження мінус 162 °С. У процесі зрідження щільність газу збільшується майже в 600 разів, що підвищує зручність зберігання та транспортування. Середня щільність