

## **РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОСУШУВАННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ЗАСТОСУВАННЯМ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО АБСОРБЕРА**

**Ляпощенко О.О., канд. техн. наук, доцент,  
Толстун Ю.О., магістрант  
Сумський державний університет, м. Суми**

*Робота є актуальною у зв'язку з підвищенням вимог до вмісту кислих компонентів та вологи у природних газах під час підготовки на газопереробних заводах та необхідністю підвищення ефективності використовуваних технологій.*

*Запропонована нова комбінована схема переробки газу завдяки використанню абсорбера зі спеціально оптимізованою конструкцією дозволяє одночасно проводити процеси осушення та очищення природного газу при значній економії матеріальних та енергетичних ресурсів. ДЕГ, який використовується в установці як сорбент, завдяки своїм універсальним властивостям застосовується одночасно в якості абсорбенту для осушування, і фізичного абсорбента для поглинання кислих компонентів природного газу.*

*Work is actual in connection with the increase of requirements to content of sour components and moisture in natural gases during preparation on gas processing factories and by the necessity of increase of efficiency of technologies.*

*The new combined chart of the gas processing is due to the use of absorber with the specially optimized construction allows simultaneously to conduct the processes of drainage and cleaning of natural gas at the considerable economy of financial and power resources. DEG, which is used in setting as a sorbent, through the universal properties used simultaneously in quality an absorbent for drainage, and physical absorbent for absorption of sour components of natural gas.*

**Ключові слова:** природний газ, абсорбер, очищення, осушення, диетиленгліколь, енергетична ефективність.

Якісна підготовка природних та попутних нафтових газів є актуальним завданням сучасної нафтогазової промисловості. Перед подачею до магістральних трубопроводів та в циклі переробки їх піддають осушенню від вологи та очищенню від домішок кислих газів, щоб уникнути гідратуутворення і корозії устаткування та трубопроводів [1].

На сьогоднішній день існує велике різноманіття установок для очищення та осушення газу. Але базуються всі вони на більш-менш однакових принципах. Осушення газів проводять із застосуванням методів абсорбції і висококонцентрованих органічних абсорбентів – гліколів [2]. Очищення газів теж проводять на установках абсорбції, але застосовують інші абсорбенти – аміни [3]. Основним обладнанням установок очищення та осушення природного газу є абсорбер, у якому відбувається контакт газу з абсорбентом, десорбер, де абсорбент безпосередньо регенерується, теплообмінне обладнання, що слугує для нагрівання або охолодження абсорбенту, та різноманітні ємності [4]. Тобто обладнання схоже і виконує майже однакові функції. Тому є актуальним створення комбінованої схеми, у якій було б поєднано проведення цих процесів. Така оптимізація значно б скоротила матеріалоенергомісткість технології, зменшила матеріальні витрати виробництва та принесла значний економічний ефект [5].

Метою роботи є розробка комплексної установки з обробки природного газу та нового багатофункціонального абсорбера, що дозволяє одночасно проводити осушення і очищення природного газу від кислих домішок.

Об'єктом дослідження є багатофункціональний абсорбер, в якому можливе проведення одночасно осушення і очищення природного газу від кислих компонентів.

На рис. 1 представлена технологічна схема нової енергоефективної та ресурсозберігаючої установки осушення і очищення природного газу з застосуванням багатофункціонального абсорберу.

Відсепарований газ після сепаратора С-1 подається в блок осушення газу під глуху тарілку контактора К-1. Контактор К-1 - колонний масообмінний апарат з тарілками клапанного типу, призначений для здійснення контакту регенованого ДЕГа з газом.

Регенований ДЕГ подається на верхню тарілку контактного апарату. Апарат складається з двох частин: у верхній частині проходить процес осушення, а в нижній, переважно, процес очищення від кислих компонентів.

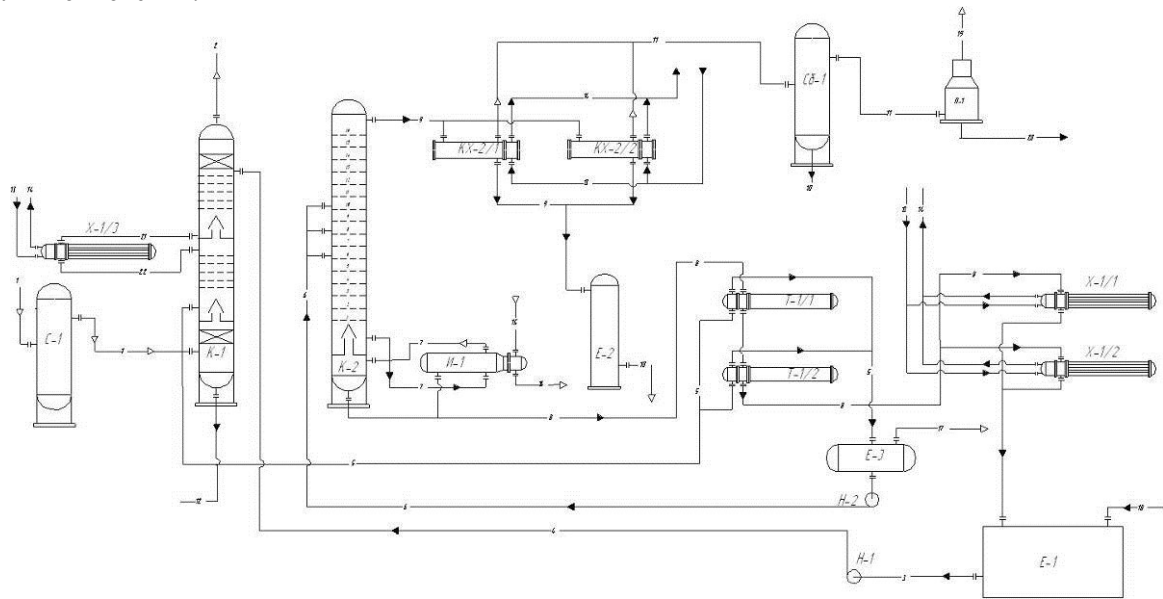


Рис. 1 – Принципова схема установки осушення і очищення від кислих компонентів природного газу

Насичений вологою ДЕГ виходить з глухої тарілки верхньої частини і поступає для охолодження в теплообмінник. Після доохолодження гліколь подається на верхню тарілку нижньої частини абсорбера, де відбувається його контакт з газом і насичення кислими компонентами. Далі ДЕГ відводиться з колони на регенерацію. Газ, що виділився з гліколю, прямує по трубопроводу на вихід.

Такий спосіб подачі абсорбенту дозволяє інтенсифікувати процеси очищення та осушення природного газу, оскільки зниження концентрації ДЕГа (за рахунок насичення вологою) та зниження температури збільшує його здатність до поглинання кислих компонентів.

З трубного простору теплообмінника Т-1/2 нагрітий насичений розчин ДЕГа потрапляє в проміжну ємність Е-3, де за рахунок зниження тиску до 0,3-0,6 МПа відбувається виділення поглинутих вуглеводневих газів. У ємності частина абсорбованих вуглеводнів, за рахунок зниження тиску, виділяється в газоподібному вигляді і скидається на факел.

Дегазований насичений вологою ДЕГ з ємності Е-3 під власним тиском видавлюється в трубний простір теплообмінника Т-1/1, де за рахунок теплообміну з регенованим ДЕГом нагрівається до температури 110-127°C, і поступає на одну з тарілок (8, 10, 12) випарної колони на регенерацію.

Випарна колона К-2 обладнана випарником И-1, що дозволяє підводити тепло ДЕГу для випарювання вологи, через трубний простір якого циркулює теплоносій з температурою 160-180°C. У випарнику в міжтрубному просторі підтримується постійний рівень ДЕГа. У колоні К-2 волога і залишки вуглеводнів відпарюються. Для повного їх видалення застосовується вакуум. Відігнані пари води і вуглеводнів з верхньої частини колони поступають в міжтрубний простір водяних конденсаторів-холодильників КХ-2/1-2, де охолоджуються до температури 20-35 °С і конденсуються.

Водний конденсат і вуглеводні з конденсатора-холодильника КХ-2/1-2 поступають в ємність, де відбувається розділення води і вуглеводневого конденсату. Вода з ємності Е-2 відводиться в каналізацію. Пари води, які конденсувалися, з ємності Е-2 скидаються в атмосферу.

Кислі гази: сірководень і вуглекислий газ, після виділення з ДЕГа поступають в збірник Сб-1, де відділяється волога, і далі в піч П-1, де вони спалюються з утворенням сірки.

Регенований ДЕГ з випарника И-1 відбирається і прокачується через міжтрубний простір теплообмінників Т-1/1-2, де за рахунок теплообміну з насиченим ДЕГом охолоджується до 70°C. З теплообмінника Т-1/2 ДЕГ поступає в холодильники Х-1/1-2 і потім з температурою 20°C в ємність Е-1.

В запропонованій установці діетиленгліколь виступає в якості універсального абсорбенту, що одночасно осушує природний газ, та очищує його від кислих домішок. Традиційно ДЕГ використовують або в якості абсорбенту для осушування, або в процесах фізичної абсорбції, для поглинання кислих компонентів природного газу. Оскільки ДЕГу притаманні такі якості, то можна використовувати його для одночасного проведення цих процесів [6].

Відомо, що як осушувальний абсорбент ДЕГ має високу гігроскопічність у широкому діапазоні температур та його концентрацій; низький тиск насичених парів, що зменшує втрати при випаровуванні; невисоку корозійну активність та спінення.

З іншого боку, гліколь має велику вибірковість по відношенню до кислих компонентів газу. Розчинність  $H_2S$  і  $CO_2$  наведено на графіках (рис. 2, 3.). З графіків зрозуміло, що здатність ДЕГу до поглинання кислих домішок стрімко зростає при пониженні температур до 10 – 20 °С. Цим можна обґрунтувати додаткове охолодження ДЕГу перед подачею його в нижню частину абсорбера на очищення.

ДЕГ здатний поглинати кислі домішки з суміші природного газу. Але, на відміну від амінів, він не взаємодіє з домішками хімічно, що значно полегшує процес регенерації ДЕГу. Завдяки цьому при очищенні високосірчастих газів від  $H_2S$  розчином гліколя отримані кислі гази можна використовувати для виробництва сірки.

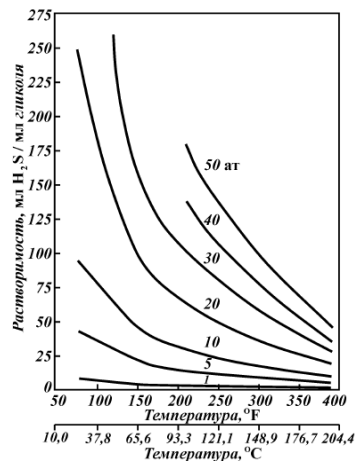


Рис. 2 – Розчинність  $H_2S$  в ДЕГ в залежності від тиску [1]

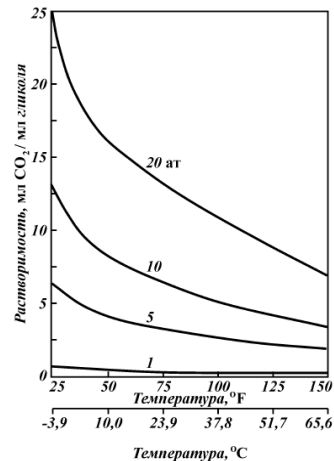


Рис. 3 – Розчинність  $CO_2$  в ДЕГ в залежності від тиску [1]

У даній схемі передбачено використання абсорбера зі спеціально оптимізованою конструкцією, що робить можливим використовувати його для проведення осушення та очищення газової суміші. Абсорбер розділений на 2 секції, в одній з яких відбувається насичення ДЕГа вологою, а в іншій поглинання кислих домішок з природного газу.

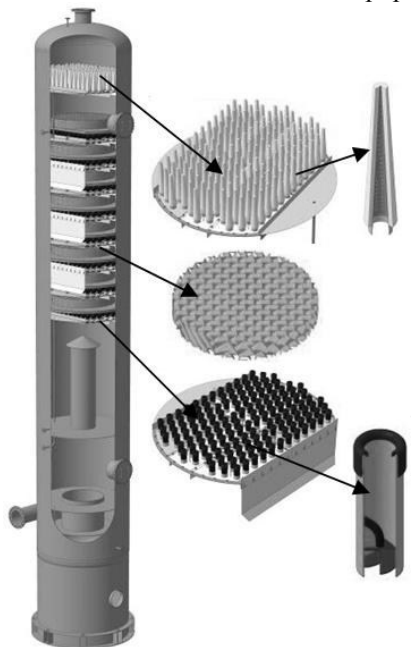


Рис.4 – Багатофункціональний абсорбер для осушування та очищення природного газу

Такий поділ абсорбера на секції можна пояснити виконуваними ними функціями. Оскільки метою є очищення і осушення, то необхідно створити найкращі умови для проведення цих процесів. Покращенню здатності ДЕГу поглинати кислі домішки сприяють пониження температури контакту та зменшення концентрації гліколю. Проте не варто охолоджувати ДЕГ перед подачею до колони, адже пониження його температури приводить до збільшення в'язкості розчину, що негативно вплине на поглинання вологи.

Інтенсифікація масообмінних процесів одночасно досягається за рахунок удосконалення контактної частини апарату (рис.4). Новизна апаратного оформлення багатофункціонального абсорбера порівняно з традиційно застосовуваними конструкціями полягає у наступному. В масообмінній секції безпосередній контакт між газом та абсорбентом відбувається на тарілках з контактними масообмінно-сепараційними елементами прямоточно-відцентрового типу. З метою уникнення бризкоунесення гліколю між тарілками розміщено шари регулярної насадки, які до того ж утворюють додаткову поверхню контакту фаз. Абсорбер оснащено високоефективними сепараційними вузлами інерційного типу на вході для вловлювання краплинної вологи та вуглеводневого конденсату та фільтр-коалесцером у верхній частині для запобігання унесення бризок ДЕГу.

Комбінована установка, що дозволяє одночасно проводити і осушення і очищення від кислих компонентів природного газу, забезпечить економію матеріальних ресурсів за рахунок:

1. Зниження витрат на устаткування. Оскільки в установках осушення і очищення застосовується аналогічне, багато в чому схоже устаткування, то доцільніше створити схему, в якій дані апарати використовуватимуться для проведення двох процесів.

2. Зниження витрат засобів на абсорбент. У комбінованій схемі передбачається використання одного абсорбенту, що призводить до зменшення вартості проведення процесів обробки і підготовки природного газу.

3. Зниження енерговитрат на регенерацію поглинача. ДЕГ є фізичним абсорбентом і тому хімічно не взаємодіє з кислими компонентами. Тому виділення розчинених речовин передбачає менші затрати тепла на десорбцію ДЕГа.

4. Комбінована схема надає можливим використання кислих газів, що виділилися, для виробництва сірки.

#### **Висновки.**

В результаті проведеної роботи була створена нова оптимальна схема підготовки природного газу до фракціонування, що дозволяє проводити одночасно осушення та очищення від кислих компонентів природного газу. Розроблена установка задовольняє вимогам проведення процесів осушення газу та його очищення від кислих домішок.

Універсальний абсорбент, що використовується в такій схемі, є оптимальним серед існуючих. Йому притаманні такі основні властивості сорбента для осушення та очищення, як гігроскопічність та здатність до поглинання кислих компонентів природного газу. ДЕГ також забезпечить зниження енерговитрат на регенерацію.

Новий багатофункціональний абсорбер дозволяє одночасне очищення від кислих домішок і осушення природного газу, підвищити ефективність та знизити матеріалоенергомісткість виробництва.

Рекомендується промислове впровадження розробленої комбінованої установки та нового багатофункціонального абсорбера, що передбачає отримання значного економічного ефекту.

#### **Література**

1. Технология переработки природного газа и конденсата: Справочник: В 2 ч. Под ред. Мурина В.П. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – Ч.1.-517 с.
2. Жданова Н.В., Халиф А.Л. Осушка углеводородных газов. М.: Химия, 1984 г.
3. Т.М. Бекиров. Первичная переработка природных газов. М.: Химия, 1987. 256.с
4. Бекиров Т.М., Шаталов А.Т. Сбор и подготовка к транспорту природных газов.-М.: Недра, 1986.-261 с.
5. Зиберт Г.К., Седых А.Д., Кашицкий Ю.А., Михайлов Н.В., Демин В.М. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технологии и оборудование: Справочное пособие. - М.: ОАО "Недра-Бизнесцентр", 2001. - 316 с.: ил.
6. Дымент О.Н., Казанский К.С., Мирошников А.М. Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Под общей ред. О.Н. Дымента. М., «Химия», 1976.