

МЕТОДИКА ТА СТРАТЕГІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ДИНАМІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ПРОЦЕСІВ ІНЕРЦІЙНО-ФІЛЬТРУЮЧОЇ СЕПАРАЦІЇ У ВИСОКОЕФЕКТИВНОМУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОМУ ГАЗОСЕПАРАЦІЙНОМУ ОБЛАДНАННІ З ЗАСТОСУВАННЯМ ІНТЕГРОВАНИХ SCADA ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Вступ. Технології переробки нафти і газу традиційно дуже інерційно реагують на технічний прогрес і залишаються дуже енергозатратними та екологічно небезпечними. У процесі транспортування і переробки природного чи попутного нафтового газів багаторазово змінюється термодинамічний стан газу. За умов конденсації в технологічних системах утворюються гідрати, що закупорюють трубопроводи і трансферні лінії апаратів. При вмісті в газах водяної пари і сірчистих з'єднань створюються умови, які сприяють корозії металів. Тому однією з актуальних проблем, що стоять перед нафто-газовою промисловістю, є вдосконалення та оптимізація технологій і техніки сепарації вуглеводневих газоконденсатних систем, так як все існуюче сепараційне обладнання поєднує одне – низькі ефективність очищення та ступінь розділення, що не перевищує 70 % та забезпечує лише грубе очищення газів [1]. Причому в більшості випадків такі низькі показники обумовлені відхиленням робочих режимних параметрів від їх оптимальних проектних значень. При цьому постає актуальною задача застосування сучасних систем комп'ютерної математики та інженерних розрахунків, аналізу, статичного та динамічного моделювання, симуляції, оптимізації та синтезу хіміко-технологічних процесів (ХТП) та, відповідно, розробки та впровадження сучасних ефективних інтегрованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСУ ТП). Традиційно управління ХТП взагалі та, зокрема, процесами сепарації проводиться в «ручному» режимі або з застосуванням систем автоматичного управління/регулювання (САУ/САР) на базі застарілої щитової автоматики та пневматичних засобів автоматизації [2, 3]. Та нині настала епоха широкого впровадження інтегрованих CAD/CAE-систем, що охоплюють основні етапи дослідження та моделювання ХТП, а також проектування відповідного апаратного оформлення цих процесів.

Одним з перспективних способів підготовки природного газу до транспортування є інерційно-фільтруюча сепарація, що поєднує переваги як інерційного, так і фільтруючого методів розділення газорідинних систем [1]. Ефективність проведення експериментальних досліджень процесів інерційно-фільтруючої сепарації багато в чому залежить від своєчасного та точного збору інформації про протікання цих процесів, її обробки та відображення для аналізу та оптимізації. Тому передбачається доцільним і перспективним при фізичних термодинамічних моделюваннях метод автоматизованого управління складними динамічними процесами сепарації, заснований на застосуванні сучасних SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) програмно-апаратних комплексів.

Отже, метою роботи є створення методики досліджень процесів інерційно-фільтруючої сепарації при динамічному їх моделюванні, а також оптимізація процесів, що відбуваються в газосепараційному обладнанні з використанням інтегрованих SCADA програмно-апаратних комплексів.

Аналіз впливу факторів і параметрів процесу сепарації на ефективність розділення газорідинних сумішей. Розглядаючи питання оптимізації та можливості управління процесами розділення газорідинних сумішей, перш за все необхідно розглянути всі основні параметри, що впливають на процес в цілому та на ефективність розділення зокрема.

Цільовою функцією при проектуванні хімічного виробництва взагалі – є критерій ефективності, який залежить від конструктивних і режимних змінних, структури виробництва та управління ним, зовнішніх і внутрішніх випадкових або невизначених факторів (параметрів).

В якості основного критерію ефективності розділення газорідинних сумішей прийнято використовувати долю сепарації дисперсної фази з суцільної [4, 5]. Але з точки зору управління процесом сепарації цей показник не є зручним, так як в реальних умовах контролювати витрати дисперсної фази (особливо в вихідних сумішах) дуже складно. Цей параметр є нерегульованим.

Отже, для реалізації задачі регулювання процесу розділення газорідинних сумішей, важливо проаналізувати всі регульовані параметри роботи системи та визначити їхні оптимальні значення. При роботі сепараційного обладнання такими параметрами є: температура газу t , тиск газу P , об'ємна витрата газу V , що надходить в сепаратор, конструкція та геометричні розміри сепараційних елементів.

Зміна температури має не прямо пропорційний вплив на ступінь вилучення цільових компонентів з газорідинної суміші [6]. При зниженні температури до певного значення ступінь конденсації та вилучення інтенсивно збільшується, а при температурах нижче цього значення, швидкість конденсації знижується.

ся. Також при регулюванні значенням температури необхідно враховувати середню молекулярну масу газу, тобто чим легшим є газ тим нижча температура потрібна для досягнення точки роси та вилучення цільового компонента [7].

Зміна тиску має аналогічний вплив [6]. Так, в області низьких тисків інтенсивність конденсації змінюється навіть при незначній його зміні. Однак при подальшому зростанні тиску інтенсивність конденсації зменшується.

Отже, існують певні оптимальні області значень режимних параметрів процесу, при яких можна досягти максимальної ефективності сепарації газоконденсатної системи. З цього випливає, що для управління та оптимізації процесів інерційно-фільтруючої сепарації, необхідно вміти комплексно контролювати та регулювати параметри, які безпосередньо впливають на ефективність.

Також на ефективність сепарації суттєвий вплив мають конструктивні особливості та геометричні розміри сепараційних пристроїв. При проектуванні інерційно-фільтруючих сепараторів необхідно враховувати, що при не великих радіусах кривизни гофр на жалюзійних пластинах ефективність сепарації висока, але при цьому також велика ймовірність зриву вловленої плівки рідини і вторинного бризковинесення. Якщо радіус гофр досить великий, то зрив вловленої плівки мінімізується, але ефективність уловлювання крапель рідини також невисока. Зміна кроку встановлення жалюзійних пластин впливає головним чином на швидкість руху газокраплинного потоку сепараційними секціями. Зменшення ширини каналів призводить до збільшення швидкості руху газу сепараційними каналами, тобто до збільшення інерційних сил, що діють на дисперсні частки, що збільшує ефективність сепарації. Але при перевищенні деякого критичного значення швидкості починається зрив вловленої плівки рідини та вторинне бризковинесення, тобто різке зниження ефективності процесу.

Зміна витрати газової суміші також впливає на зміну швидкості руху газу сепараційними пристроями, а отже на можливість вторинного бризковинесення та ефективність процесу розділення в цілому. Взагалі втрати цінної сировини через парове і краплинне винесення вуглеводнів є істотною проблемою технології сепарації. Зменшення крапельного винесення дозволяє добувати додатково десятки тисяч тонн газового конденсату на рік, при цьому зростає рентабельність розробки газоконденсатних родовищ. Таким чином, важливим моментом інтенсифікації технології сепарації є вдосконалення конструкцій сепараторів, зокрема модифікація краплеуловлюючих елементів і коагуляторів аерозолу з метою зменшення крапельного виносу вуглеводневої рідини. Ефективність роботи тієї або іншої конструкції сепаратора надійно визначається тільки експериментальним шляхом.

Стратегія оптимізаційних досліджень та моделювань процесів інерційно-фільтруючої сепарації з застосуванням інтегрованих SCADA програмно-апаратних комплексів. Як говорилося вище, для ефективного проведення оптимізаційних моделювань та досліджень хіміко-технологічних процесів важливим є своєчасний та точний збір інформації про протікання цих процесів, її обробки та відображення. Такі можливості надають сучасні інтегровані SCADA програмно-апаратні комплекси, що призначені для забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівації інформації про об'єкт моніторингу або управління [8]. Основні властивості таких комплексів: відкритість, багатоплатформеність, модульність, масштабованість. Інтегровані SCADA-системи виконують такі функції: введення вихідних даних; опитування датчиків; контроль достовірності та фільтрація показань датчиків аналогових сигналів, спеціальна обробка сигналів для забезпечення необхідної точності вимірювань, масштабування і технологічний контроль; автоматичне управління технологічним процесом; противарійний захист процесу; архівування інформації про протікання процесу; операторський інтерфейс (відображення інформації на схемах та оглядовій панелі, видач трендів параметрів, формування журналу оператора, формування і видача підсумкової інформації про результати проведення експериментів).

Перейдемо до розгляду задачі оптимального моделювання, в якій конструктивні змінні і режимні (керуючі) змінні повинні бути обрані таким чином, щоб мінімізувати приведені витрати, що включають вартість реалізованого проекту (капітальні витрати) і експлуатаційні витрати. Для ефективного вирішення поставлених задач досліджень розроблено стратегію оптимізаційних моделювань та систему автоматизованого управління експериментальним стендом. Блок-схема розробленої стратегії представлена на рис. 1. У відповідності до даної методології оптимізаційних моделювань ітераційно вирішуються три основних задачі: 1) розробка фізичної моделі процесу розділення газорідинних сумішей та проведення аналізу всіх параметрів, що впливають на систему та на ефективність її роботи; 2) вибір типів сепараційних пристроїв та їх геометричних розмірів для кожного ступеня сепарації, які задовольняють умовам отримання необхідного рівня ефективності проведення процесу; 3) вирішення задачі оптимізації процесів сепарації в умовах різних видів моделювань та визначення комплексного критерію ефективності процесу інерційно-фільтруючої сепарації.

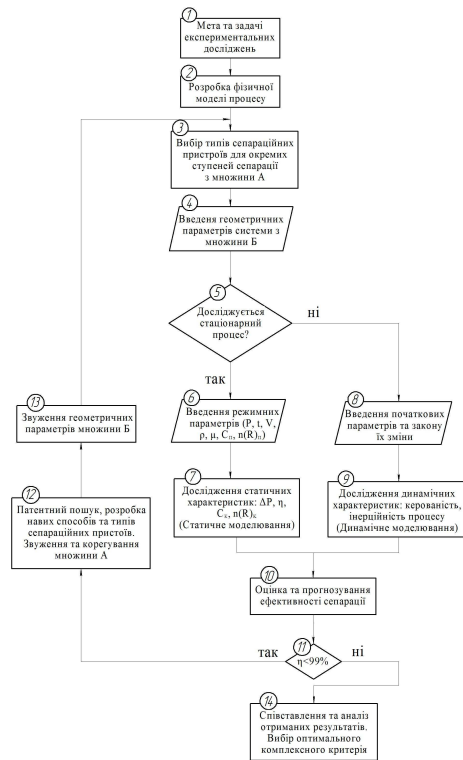


Рисунок 1 – Стратегія оптимізаційних моделювань процесів інерційно-фільтруючої сепарації

Методика експериментальних досліджень. Найбільший вплив на підвищення ефективності процесу розділення газорідних сумішей мають системи автоматизованого керування, які дозволяють не тільки оптимізувати режими роботи системи, але й реалізувати завдання дистанційного керування об'єктом.

Отже, метою експериментальних досліджень процесів інерційно-фільтруючої сепарації є аналіз впливу конструкційних особливостей секційних сепараторів на гідродинаміку та ефективність процесу, дослідження режимних параметрів роботи обладнання для оптимізації процесу сепарації газорідних сумішей. Також важливим є дослідження гідродинамічних характеристик інерційно-фільтруючої секції сепаратора та визначення їх основної геометричної характеристики – необхідної кількості гофр на жалюзійних пластинах.

Для досягнення поставленої мети досліджень послідовно розв'язуються наступні задачі:

- дослідження гідродинаміки сепараторних пристроїв верхнього блоку газосепаратора за ступенями сепарації;
- визначення гідравлічного опору сепараторних вузлів газосепаратора;
- визначення ефективності сепараторних вузлів за ступенями сепарації та сумарної ефективності сепарації газосепаратора;
- визначення розподілу температур та зон максимальної конденсації повздовж криволінійних каналів інерційно-фільтруючої секції сепаратора.

Для проведення експериментальних досліджень гідрогазодинаміки руху газової суміші з вмістом краплинної рідини, визначення ефективності сепарації запропонованої конструкції блочного сепаратора та оптимізації процесу розроблено експериментальну установку, схема та фото якої представлена на рис. 2.

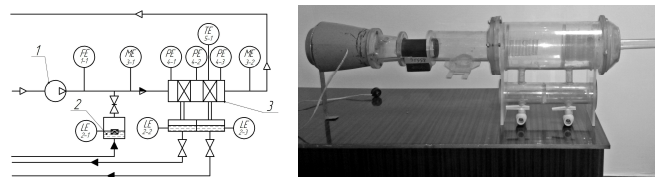


Рисунок 2 – Схема та фото експериментальної установки для дослідження гідродинаміки і ефективності сепарації
1 – газодувка, 2 – парогенератор, 3 – модель блочного сепаратора

У дослідах на моделі змінено (порівняно з промисловими умовами) масштаб установки. Геометрична подібність дотримується рівністю констант і інваріант подібності. Також передбачається, що обов'язково дотримується схожість руху відповідних часток і їх траєкторій в промислових умовах і в моделі.

Основні геометричні параметри експериментального стенду та моделі газосепаратора: тип сепаратора – блочний; висота $H = 300$ мм; діаметр корпусу верхнього блоку $D = 145$ мм, нижнього блоку $d = 60$ мм; розміри жалюзійного пакету $a \times b = 90 \times 75$ мм; кількість сепараційних каналів $N = 4$ шт; ширина сепараційних каналів $t = 12$ мм; радіус гофр жалюзійних пластин $R = 10$ мм (рис. 3).

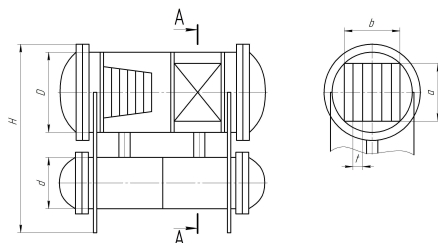


Рисунок 3 – Схема моделі блочного газосепаратора та основні геометричні розміри

Як зазначалося вище, основною метою досліджень є не лише контроль за параметрами процесу, а можливість управління процесом сепарації, для виявлення оптимальних режимних параметрів інерційно-фільтруючої сепарації та отримання максимальної ефективності процесу при мінімальних енерговитратах.

При виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт «Дослідження гідродинамічних та масотеплообмінних характеристик пристроїв з вихровими та високотурбулізованими одно та двофазними потоками» (ДР №0110U002632) кафедрою процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв факультету технічних систем та енергоефективних технологій та «Багатовимірні системи управління технічними і технологічними об'єктами» (ДР №0113U004134) кафедрою комп'ютерних наук факультету електроніки та інформаційних технологій Сумського державного університету в рамках міжфакультетського/міжкафедрального проекту для контролю та управління параметрами процесу установку з дослідно-демонстраційним експериментальним стендом для моделювання та дослідження процесів сепарації газорідних потоків, оптимізації конструкцій та випробувань сепараційних вузлів було обладнано сучасним SCADA програмно-апаратним комплексом на основі мікропроцесорної комп'ютерної техніки для обробки сигналів від таких контрольно-вимірювальних приладів: витрата повітря, що надходить до стенду сепаратора – датчик масової витрати повітря (ДМРВ) Siemens VDO 5WK 9 6351 (принцип роботи датчика побудований на принципі терморезистивного анемометра); рівень рідини у парогенераторі та прийомному баку сепаратора – ультразвуковий далекомір HC-SR04; для вимірювання температури в криволінійних каналах інерційно-фільтруючої секції – датчик температури DS18B20 (принцип роботи якого заснований на порівнянні частоти двох генераторів з різними температурними коефіцієнтами зміни частоти); для вимірювання вологості газу на вході та на виході з сепаратора - датчик вологості DHT22 (діапазон вимірювання вологості 0 %...100 %); для вимірювання тиску – датчик тиску MPX4080D (діапазон вимірюваного тиску 0...80 кПа, тип вимірюваного тиску – диференційний).

Експериментальні дослідження процесів інерційно-фільтруючої сепарації проводяться у відповідності до розробленої методики експериментальних досліджень:

1. Вмикається газодувка 1, при цьому газовий потік проходить через ДМРВ (поз. 1–1), за допомогою якого фіксується і регулюється необхідна витрата повітря;

2. Вмикається парогенератор 2, за допомогою якого отримується дисперсна волога. Витрата води регулюється засувкою, а вимірюється і контролюється ультразвуковим далекоміром (поз. 2–1). Далі потік дисперсної вологи змішується з потоком повітря. Для вимірювання вологості отриманого потоку встановлений датчик вологості (поз. 3–1).

3. Газорідний потік потрапляє до блочного сепаратора 3, де відбувається уловлювання дисперсних частинок. Для вимірювання гідравлічного опору сепараційних елементів встановлені три датчики тиску (поз. 4–1, 4–2, 4–3). Розподіл температур та зони максимальної конденсації повздовж криволінійних каналів інерційно-фільтруючої секції сепаратора визначаються датчиком температури (поз. 5–1).

4. Вловлена рідина відводиться з сепаратора у вигляді плівки і по дренажних каналах потрапляє в приймальний бак блочного сепаратора. Витрата вловленої води вимірюється і контролюється ультразвуковими далекомірами (поз. 2–2, 2–3).

5. Очищений газ направляється в атмосферу, але перед цим вимірюється його залишкова вологість датчиком вологості (поз. 3–2).

6. Вихідні сигнали всіх датчиків фіксуються та архівуються мікропроцесорним блоком. Схема дослідження представлена на рис. 4 [11]:

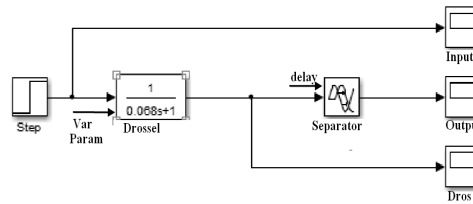


Рисунок 4 – Схема оцінки характеристик процесу сепарації

Методика визначення числа напівхвиль криволінійних каналів інерційно-фільтруючих газосепараторів. Однією з найважливіших геометричних характеристик інерційно-фільтруючих газосепараторів є необхідне число напівхвиль на гофрованих жалюзійних пластинах для забезпечення заданої ефективності роботи сепараційного пристрою. Одним із способів визначення ефективності є інтегрування розподілу часток за розмірами на вході в сепараційний пристрій і після кожної напівхвилі криволінійних сепараційних каналів. Після інтегрування отримуємо кількість рідини, що вловлюється після кожної гофри. Розподіл на вході в канал піддається логарифмічно-нормальному закону [9], а розподіл часток для півкілець знаходимо виходячи з континуальної моделі криволінійної течії газу [10]:

$$n(R_i) = \frac{\rho_1 v \cdot e^{-\frac{4\tau_1 \varphi (2v(R_{cp}-r)) + \frac{C\varphi(3r^2 - 6R_{cp}r + R_1R_2 + 2R_{cp}^2)}{R_2 - R_1}}}{v - \frac{2C\varphi(r - R_{cp})}{R_2 - R_1}}, \quad (1)$$

де C – розподіл часток по радіусу каналу; μ – в'язкість рідини; v – швидкість газу на вході в апарат, м/с; ρ_1 – щільність розподілу частинок на вході в гофру; r, φ – радіус і кут на якому ведеться розрахунок.

Якщо задатися необхідною ефективністю розділення газодисперсної суміші, то проведені розрахунки доводять раніше висловлені припущення, що для уловлювання крапель рідини розмірами $2R \geq 10 \mu\text{м}$ досить 3–4 гофри.

В рамках виконуваного міжкафедрального/міжфакультетського проекту, для перевірки та підтвердження математичних розрахунків експериментально, було впроваджено сучасний спосіб виміру дисперсного складу газорідинної суміші. Метод вимірювань базується на вимірюванні інтенсивності кутового розсіювання плоскої монохроматичної електромагнітної хвилі на частках аерозолі [12].

Типова схема реалізації даного методу вимірювань представлена на рис. 5.

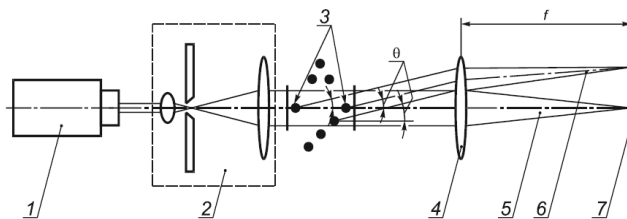


Рисунок 5 – Схема реалізації вимірювання дисперсного складу газорідинної суміші

1 – джерело електромагнітного випромінювання (лазер), 2 – блок формування променя, 3 – частки аерозолі, 4 – лінза, 5 – нерозсіяне випромінювання, 6 – розсіяне випромінювання, 7 – фотоаналізатор; θ – кут розсіювання, f – фокусна відстань лінзи

Лазер 1 випромінює електромагнітну хвилю, яка, пройшовши блок формування променя 2, потрапляє в зону, де знаходяться частки газорідинної суміші 3, дисперсний склад якої необхідно визначити. При цьому промінь лазера переломлюється і розсіюється. На основі індикатриси розсіювання, яку фіксує фотоаналізатор 7, вирішується зворотна задача розсіювання для моделей часток сферичної форми та знаходиться середній розмір часток аерозолі та розрахункова концентрація.

Оцінка розподілу часток за розмірами на вході і після окремих криволінійних ділянок наведена на рисунку 6.

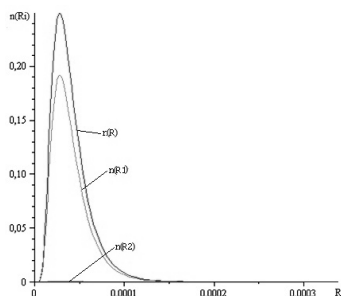


Рисунок 6 – Криві розподілу часток за гофрами криволінійного каналу

Висновок. В результаті проведеної роботи, на основі аналізу основних факторів та параметрів процесу розділення газорідних сумішей, розроблено стратегію оптимізаційних моделювань інерційно-фільтруючої сепарації з використанням інтегрованих SCADA програмно-апаратних комплексів, а також розроблено та впроваджено методику експериментальних досліджень розділення газорідних сумішей.

Основним завданням подальших досліджень у цьому напрямку залишається проведення експериментальних і оптимізаційних досліджень та обробка їх результатів з використанням SCADA програмно-апаратних комплексів, на основі чого буде проведено вибір оптимального комплексного критерію ефективності роботи інерційно-фільтруючого газосепараційного обладнання.

Література

1. Ляпощенко О.О. Підвищення ефективності сепараційного устаткування компресорних установок нафтогазової промисловості / Ляпощенко О.О., Склабінський В.І. // Вісник Сумського державного університету. – 2005. – №1(73). – с. 58–68.
2. Худович И.М. Современные системы автоматизированного моделирования химико-технологических процессов в нефтепереработке и нефтехимии / И.М. Худович. – Новополюцк : Полоцкий государственный университет, 2008. – 110 с.
3. Ляпощенко А.А. Проектирование объектов химических, нефтеперерабатывающих и пищевых производств с применением современных САПР / А.А.Ляпощенко, В.М.Маренок // Стратегия качества в промышленности и образовании: Материалы III Международной конференции. – Днепропетровск-Варна: "Фортуна"-ТУ-Варна, 2007.
4. Мильштейн Л.М., Бойко С.И., Запорожец Е.П. Нефтегазопромысловая сепарационная техника.– Справочное пособие под ред. Мильштейна Л.М.– М.: Недра.– 1992.– 236 с.
5. Синайский Э.Г. Разделение двухфазных многокомпонентных смесей в нефтегазопромысловом оборудовании. – М.: Недра, 1990.– 272 с., ил.
6. Берлин М.А., Гореченков В.Г., Волков Н.П. Переработка нефтяного и природного газа. – М.: Химия, 1981. – 472 с.
7. Николаев В.В., Бусыгина Н.В., Бусыгин И.Г. Основные процессы физической и физикохимической переработки газа. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1998. – 184с.: ил.
8. Ляпощенко О.О. Динамічне моделювання процесів осушування природного газу із застосуванням SCADA-технологій АСУ ТП Газліфтної КС Анастасівського родовища / О.О.Ляпощенко, О.С.Хобта // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів ф-ту ТеСЕТ. – Суми: СумДУ, 2013. – Ч.2. – С. 135.
9. Склабінський В.І., Ляпощенко О.О. Механізми формування високодисперсної краплинної рідини у потоці природного газу. – Сборник "Физика аэродисперсных систем". – 2004. – С. 7–15.
10. Буров А.А., Буров А.И., Гамолич В.Я. Континуальная модель запыленного криволинейного течения газа, Труды Одесского политехнического университета 2 (2004).– С. 1–3.
11. Г.В. Кулінченко, П.В. Леонтъев, О.О. Ляпощенко Ідентифікація моделі процесу низькотемпературної сепарації природного газу.
12. ГОСТ Р 8.777-2011 Дисперсный состав аэрозолей и взвесей. Определение размеров частиц по дифракции лазерного излучения. – Москва, Стандартинформ, 2012.

Bibliography (transliterated)

1. Lyaposchenko O.O. Pidvishchennya effektivnosti separatsiynogo ustatkuvannya kompresornih ustanovok naftogazovoyi promislivosti. Lyaposchenko O.O., Sklabinskiy V.I. Visnik Sumskogo derzhavnogo universitetu. – 2005. – #1(73). – p. 58–68.

2. Hudovich I.M. Sovremennyye sistemyi avtomatizirovannogo modelirovaniya himiko-tehnologicheskikh protsessov v neftepererabotke i neftehimii. I.M. Hudovich. – Novopolotsk : Polotskiy gosudarstvenniy universitet, 2008. – 110 p.
3. Lyaposchenko A.A. Proektirovanie ob'ektov himicheskikh, neftepererabatyivayuschih i pischevyih proizvodstv s primeneniem sovremennyih SAPR. A.A. Lyaposchenko, V.M. Marenok. Strategiya kachestva v promyshlennosti i obrazovanii: Materialyi III Mezhdunarodnoy konferentsii. – Dnepropetrovsk-Varna: "Fortuna"-TU-Varna, 2007.
4. Milshteyn L.M., Boyko S.I., Zaporozhets E.P. Neftegazopromyislovaya separatsionnaya tehnika.– Spravochnoe posobie pod red. Milshteyna L.M.– M.: Nedra.– 1992.– 236 p.
5. Sinayskiy E.G. Razdelenie dvuhfaznykh mnogokomponentnykh smesey v neftegazopromyislovom oborudovanii. – M.: Nedra, 1990.– 272 p., il.
6. Berlin M.A., Gorechenkov V.G., Volkov N.P. Pererabotka neftyanogo i prirodnogo gaza. – M.: Himiya, 1981. – 472 p.
7. Nikolaev V.V., Busyigina N.V., Busyigin I.G. Osnovnyie protsessyi fizicheskoy i fizikohimicheskoy pererabotki gaza. – M.: OAO «Izdatelstvo «Nedra», 1998. – 184 p.: il.
8. Lyaposchenko O.O. Dinamichne modelyuvannya protsesiv osushuvannya prirodnogo gazu iz zastosuvanniam SCADA-tehnologiy ASU TP Gazliftnoyi KS Anastasivskogo rodovischa. O.O. Lyaposchenko, O.S. Hobta. Suchasni tehnologiyi u promislovomu virobnitstvi: materialy naukovu-tehnichnoyi konferentsiyi vikladachiv, spivrobotnikiv, aspirantiv i studentiv f-tu TeSET. – Sumi: SumDU, 2013. – Ch.2. – P. 135.
9. Sklabinskiy V.I., Lyaposchenko O.O. Mehanizmi formuvannya visokodispersnoti kraplinnoti ridini u pototsi prirodnogo gazu. – Sbornik "Fizika aerodispersnykh sistem". – 2004. – P. 7–15.
10. Burov A.A., Burov A.I., Gamolich V.Ya. Kontinualnaya model zapyilennogo krivolineynogo techeniya gaza, Trudy Odesskogo politehnicheskogo universiteta 2 (2004).– P. 1–3.
11. G.V. Kulinchenko, P.V. Leontev, O.O. Lyaposchenko Identifikatsiya modeli protsesu nizkotemperaturnoti separatsiyi prirodnogo gazu.
12. GOST R 8.777-2011 Dispersnyiy sostav aerozoley i vzvesey. Opredelenie razmerov chastits po difraktsii lazernogo izlucheniya. – Moskva, Standartinform, 2012.

УДК 66.074.1:66-5+681.5

Склабинский В.И., Ляпощенко А.А., Настенко О.В.

МЕТОДИКА ТА СТРАТЕГІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ІСЛІДОВАНИЙ ПРИ ДИНАМІЧЕСКОМУ МОДЕЛЮВАННІ ПРОЦЕСІВ ІНЕРЦІОННО-ФІЛЬТРУЮЩОЇ СЕПАРАЦІЇ В ВИСОКОЕФЕКТИВНОМУ ЕНЕРГОСБЕРЕГАЮЩОМУ ГАЗОСЕПАРАЦІЙНОМУ ОБОРУДОВАННІ С ПРИМЕНЕННЯМ ІНТЕГРОВАННИХ SCADA ПРОГРАМНО-АППАРАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Разработана стратегия исследований, которая позволяет проводить оптимизационное проектирование и моделирование процессов разделения газожидкостных смесей. На основании стратегии разработана и внедрена методика проведения экспериментальных исследований процессов инерционно-фильтрующей сепарации и дисперсного состава газожидкостных систем. При использовании предложенных стратегии и методики исследований представляется возможным определять комплексные критерии эффективности процессов и оборудования сепарации.

Sklabinskyi V.I., Liaposhchenko A.A., Nastenko O.V.

METHODOLOGY AND STRATEGY OF OPTIMIZATION STUDIES IN DYNAMIC MODELING OF INERTIAL-FILTERING SEPARATION PROCESSES IN HIGHLY EFFICIENT ENERGY SAVING GAS-SEPARATION EQUIPMENT USING INTEGRATED SCADA SOFTWARE AND HARDWARE SYSTEMS

This article deals with the new research strategy which allows carrying out optimization designing and modeling of gas-mixture separation processes. On the basis of this strategy there is developed and implemented a methodology for research of the inertia-filtering separation process and particulate composition of the gas-liquid systems. When using the proposed research strategy and methodology one can define complex criteria of the processes efficiency and separation equipment.