

622.276.8(043)
1068

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

Юр'єв Едуард Володимирович

622.276.8(043)

УДК 622.276.53

1068

**УДОСКОНАЛЕННЯ НАФТОГАЗОВОГО СЕПАРАЦІЙНОГО
ОБЛАДНАННЯ ГАЗОРІДИННИХ СУМІШЕЙ**

Спеціальність 05.05.12 – машини нафтової і газової промисловості

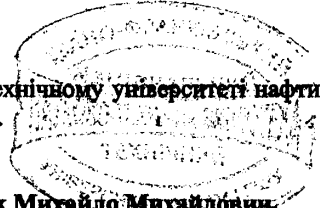
АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Івано-Франківськ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.



Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент Лях Михайло Михайлович, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, доцент кафедри нафтогазового обладнання

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор Копей Богдан Володимирович, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, професор, зав. кафедри морських нафтогазових технологій;

кандидат технічних наук, доцент Дячук Володимир Володимирович, відкрите акціонерне товариство «Турбогаз» (м. Харків), директор департаменту з обґрунтування та реалізації проектів.

Захист відбудеться "26" травня 2011 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04 у Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, м.Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м.Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15.

Автореферат розісланий "23" квітня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Л.Д. Пилипів'.

Пилипів Л.Д.



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В бурінні, газонафтовидобувній та газотранспортній галузях широко використовуються сепараційні апарати, призначені для розділення фаз, газової– твердої, газової– рідинної, рідинної– газової, рідинної- твердої.

Наприклад, в бурових установках для очищення промивальних рідин використовуються газосепаратори для попередньої дегазації бурового розчину, дегазатори промивної рідини під час буріння, гідроциклонні установки, та інші.

В газовидобувній і газотранспортній галузях використовуються газосепаратори, призначені для відділення рідини та механічних домішок від газового потоку. Весь газ, що видобувається на родовищах, та що транспортується по газотранспортній системі обов'язково проходить очищення у газосепараторах.

Внаслідок змінних умов експлуатації нестабільність параметрів вхідного потоку призводить до неякісного очищення промивної рідини та газу тому, що конструкції існуючих апаратів, попередньо розраховані на певні параметри робочого середовища та відсоткове насичення домішками. Існуючі на даний час конструкції сепараторів не мають можливості змінювати свої робочі параметри і режими роботи під час експлуатації. Під час експлуатації сепаруючих пристроїв це призводить до нестабільності показників сепарації та недотримання вимог стандартів і керівних нормативних документів (посилання ДСТУ, ГОСТ та ОСТ). Внаслідок чого відбувається накопичення рідини, що залишилась в газовому потоці після сепараторів в місцевих опорах, звуженнях трубопроводів, нерівностях рельєфу та інших причинах, що приводить до збільшення втрат тиску на подолання газовим потоком цих перешкод. В цілому вищезазвані причини приводять до збільшення перепаду тиску на ділянці газопроводу.

Дана робота направлена на розробку сепараційних пристроїв, що могли б працювати при широкому діапазоні робочих навантажень, ефективності сепарації, наближеній до 100%, та були саморегульованні.

На даний час відсутні методи та технічні засоби, які б забезпечували оперативне перенаштування параметрів і режимів роботи сепараційних пристроїв в процесі експлуатації.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Робота є складовою частиною комплексу науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, що проводяться на ВАТ «НВО «Промавтоматика» в галузі розробки нової техніки, направленої на вдосконалення технологічних процесів видобування та підготовки газу до транспортування.

Робота є складовою частиною НДР та ДКР, що проводяться в ТОВ «НВО ВЕРТЕКС». На основі досліджень проведених при виконанні даної дисертаційної роботи було розроблено альбом типових конструкцій блоків очистки газу для ГРС.

Мета і задачі дослідження. Метою даної роботи є встановлення оптимальних параметрів і режимів роботи сепараційного обладнання із врахуванням нестабільності умов експлуатації. Поставлена мета досягається через реалізацію наступних задач:

an 2171 - an 2172

- проведення аналізу і селективного відбору оптимальних теоретичних та експериментальних даних, геометричних параметрів, режимів роботи сепараторів;

- виконання теоретичних досліджень впливу характеристик суміші на вибір оптимальних геометричних параметрів і режимів роботи сепараторів, які б забезпечили найвищу ефективність сепарації або не нижчу згідно виробничих вимог;

- проведення експериментальних досліджень і встановлення взаємозв'язку між характеристиками суміші, яка входить, геометричними параметрами, режимами роботи сепаратора та ефективністю сепарації;

- визначення раціональних параметрів і режимів роботи газосепараторів для різних умов експлуатації.

- розроблення методики визначення параметрів та розрахунку окремих елементів сепаратора;

- розроблення методів та засобів запобігання впливу зміни характеристик вхідного потоку на робочі параметри газосепараторів в процесі експлуатації.

Об'єкт дослідження. Експериментальні установки для дослідження сепаратора (сепаратор, його конструктивні елементи, параметри сумішей) та промислові сепараційні установки.

Предмет дослідження. Газодинамічні процеси, що протікають в сепараторі та вплив конструкції окремих елементів сепаратора на ефективність його роботи.

Методи дослідження.

Методи дослідження представляють комплекс, який містить:

- аналіз умов та досвіду експлуатації різних конструктивних особливостей сепараційного обладнання нафтогазової промисловості;

- математичне моделювання сепарації газорідної суміші в сепараторі інерційного типу з використанням закону Стокса, чисел Рейнольдса, формули Сен-Венана за допомогою чого визначають коефіцієнти ефективності;

- комп'ютерне моделювання конструкції сепаратора проводилось з метою оптимізації конструктивних елементів сепаратора;

- експериментальне визначення основних параметрів і режимів з врахуванням зміни конструкції елементів сепаратора;

- промислові випробування проводились з метою підтвердження роботоздатності і ефективності запропонованого сепаратора.

Наукова новизна. Теоретичні та експериментальні дослідження протікання газорідної суміші через конструктивні елементи сепаратора дозволять встановити закономірності взаємозв'язку ефективності сепарації від параметрів, режимів роботи сепаратора та характеристик сумішей.

При цьому:

- визначено взаємозв'язок ефективності сепарації і конструкції окремих елементів сепаратора;

- розроблені математичні моделі руху суміші через конструктивні елементи сепаратора;

- вперше теоретично та експериментально обґрунтовано аналітичні залежності руху суміші та ефективності сепарації від конструкції сепаратора;
- науково обґрунтовано оптимальні конструктивні форми внутрішніх елементів сепаратора;
- запропоновані низка методів та засобів конструктивного і технологічного характеру для покращення ефективності сепарації при нестабільних характеристиках вхідного потоку суміші.

Практичне значення отриманих результатів. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень визначені раціональні геометричні параметри та встановлені оптимальні режими роботи сепараторів, які є основою для створення нових високоєфективних газосепараторів розрахованих на експлуатацію при нестабільних характеристиках вхідних потоків.

Результати дисертаційної роботи використані при створенні методики визначення параметрів сепараторів. Вказана методика використовуються при проектуванні та виготовленні газових сепараторів на підприємствах ВАТ «НВО «Промавтомата» та ТОВ «НВО ВЕРТЕКС».

Розроблені газосепаратори використовуються на газовидобувних промислах, компресорних станціях магістральних газопроводів та ГРС Росії (ВАТ «Газпром», ВАТ НК «Роснефть», ВАТ «Лукойл» та ін.), України (ВАТ «Укрнафта» та ін.) та Узбекистану (НХК «Узтрансгаз» та ін.).

Положення, що виносять ся на захист.

1. Метод оцінки та визначення обмежень технічних характеристик газових сепараторів для отримання максимальної ефективності сепарації.
2. Метод розрахунку конструктивних елементів вихрового сепаратора, що дозволяє забезпечити запобігання вторинному виносу крапельної вологи.
3. Метод забезпечення надійності та якості існуючого сепараційного обладнання, шляхом модернізації внутрішніх сепараційних елементів.

Особистий внесок здобувача.

Основні положення і результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно і полягають в наступному:

1. Встановлені і теоретично досліджені особливості процесу сепарації газорідної суміші при різних режимах експлуатації сепаратора [2].
2. Сформульовані обмеження при експлуатації газосепараторів, за яких ефективність сепарації максимальна [7].
3. Аналітично досліджена закономірність взаємозв'язку ефективності сепарації від конструкції внутрішніх елементів [5].
4. Запропоновано методику розрахунку основних елементів сепаратора [4].
5. Розроблено нову конструкцію вихрового газосепаратора [9].

Апробація роботи.

Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на:

- 8-й Міжнародній науково-практичній конференції „Нафта і газ України-2004», м. Судак, 29 вересня-1 жовтня, 2004 рік;
- міжнародній науково-технічній конференції ІФНТУНГ «Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи», м. Івано-Франківськ, 20-23 жовтня 2009 рік;

• науковому семінарі кафедри нафтогазового обладнання ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, 19.04.2010 р.

Публікації

За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, із них 4 в фахових виданнях, 1 патент на винахід, та 1 одноосібна стаття.

Структура й обсяг дисертації

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 123 найменування, додатків. Основна частина дисертаційної роботи викладена на 172 сторінках комп'ютерного набору і містить 75 рисунків і 13 таблиць. Загальний обсяг дисертації становить 213 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Вступ містить обґрунтування та актуальність теми, формулювання мети і задач дослідження, методологію досягнення результатів, їх наукову новизну та практичне використання, особистий внесок здобувача, апробацію роботи, її структуру та обсяг

У першому розділі розглянуто актуальність проблеми сепарації газорідинних сумішей, умови роботи розділювачів двофазних сумішей; ефективність роботи сепараторів та методи оцінки їхніх експлуатаційних параметрів; роботи, присвячені дослідженням основних експлуатаційних параметрів сепараторів; конструкції сепараторів різних типів для якісної сепарації двофазних сумішей.

Проаналізовано роботи теоретичного та експериментального характеру стосовно сучасного рівня сепараційної техніки: Бойка С.І., Запорожця Е.П., Касаткіна А.Г., Килинника С.В., Мильштейна Л.М., Сінайського В.Г., Berlemont A., Fichman M., Pnueli D. та ін. учених. Встановлено, що в них недостатня увага звертається для підвищення коефіцієнта ефективності сепараторів вихрового типу.

У другому розділі на основі проведених теоретичних досліджень процесів, що зумовлюють рух газорідинних сумішей в елементах сепаратора сформульовано основні напрямки удосконалення конструкції газових сепараторів для забезпечення глибокого очищення газової суміші та обґрунтовано вибір раціонального конструктивного варіанта сепаратора вихрового типу, і доведено необхідність встановлення в ньому дефлектора і сепараційного пакета. Розглянуто процеси, що відбуваються на кожній ступені сепарації апарата запропонованої конструкції.

А саме досліджено процес розділення крапель у газорідинній суміші в сепараторі (рис. 1). Сепаратор містить два коаксіальних циліндра однакової висоти, а також отвори жалюзійного типу. У внутрішній поверхні зовнішнього циліндра є щілина, через яку газорідинна суміш із вхідного патрубку подається в простір між циліндрами.

Основними факторами, які визначають ефективність сепарації, є величини напрямленої від осі до периферії відцентрової сили (T) і протилежної їй за

напрямок сили опору (R). Для спрощення розрахункової моделі при дослідженні руху краплі нехтується вертикальними силами, які діють на неї, і вибрано припущення, що вона рухається в площині, перпендикулярній до осі сепаратора.

За інших однакових умов (діаметр краплі, її густина, в'язкість і густина середовища) сила опору середовища залежить від радіальної складової (v_r) швидкості, а відцентрова сила – від величини відцентрового прискорення (a), яке, в свою чергу, прямопропорційно залежить від значення тангенціальної складової швидкості (v_t) потоку.

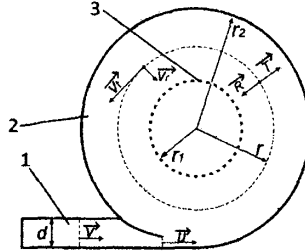


Рис. 1. Розрахункова схема сепаратора інерційного типу:
1 - вхідний патрубок; 2, 3 - зовнішній і внутрішній циліндри

Відцентрова сила, що діє на краплю, яка знаходиться в потоці газоріднинної суміші, дорівнює:

$$T = \frac{4\pi \cdot R^3 (\rho_1 - \rho) v_t^2}{3r}, \quad (1)$$

де r – радіус траєкторії руху краплі; v_t – тангенціальна складова швидкості руху краплі; R – радіус краплі; ρ_1 , ρ – густина: рідкої фази і середовища.

Опір середовища складається з динамічного опору (P) і опору в'язкості (S), які визначаються за залежностями вигляду:

$$P = \frac{\pi}{3} R^2 \rho v_t^2; \quad (2)$$

$$S = 6\pi\mu R v_r, \quad (3)$$

де μ – динамічна в'язкість середовища.

Обидва опори діють одночасно, їхні величини різняться і є залежними від швидкості руху середовища та розміру краплі. Якщо для деякого розміру крапель виконується умова $T=P+S$, то вони знаходяться в рівновазі (якщо не враховувати процес коагуляції крапель) і тривалий час циркулюють в об'ємі порожнини сепаратора. Краплі більших розмірів відкидаються відцентровою силою до внутрішньої поверхні зовнішнього циліндра, а меншого, ніж величина їхнього допустимого радіуса (R_m), вносяться до поверхні внутрішнього циліндра і,

проходячи крізь його отвори, попадають у внутрішній висхідний вихровий потік газорідинної суміші.

Зрівноважений стан краплі виражено рівнянням:

$$\frac{4}{3}(\rho_1 - \rho)\frac{v_r^2}{r}R_m^2 - \frac{1}{3}\rho v_r^2 R_m - 6\mu v_r = 0 \quad (4)$$

Це дає можливість визначити мінімально допустимий радіус краплі газорідинної суміші, яка циркулює в порожнині сепаратора:

$$R_m = \frac{\frac{1}{3}\rho v_r^2 r + \sqrt{\frac{1}{9}\rho^2 v_r^4 r^2 + 32(\rho_1 - \rho)\mu \cdot v_r^2 \cdot v_r^2 \cdot r}}{\frac{8}{3}(\rho_1 - \rho)v_r^2} \quad (5)$$

Математичним методом визначено коефіцієнт ефективності сепаратора від цілого ряду впливових факторів

Тако ж, розглянуто рух загазованої рідини у підвідному патрубку з насадкою (рис. 2). Через наявність газу густина рідини, що тече в ньому, в різних перерізах є неоднаковою. Проте, оскільки перепад тиску по довжині патрубку при помірних витратах є незначним, прийнято, що густина суміші (розчину) в усіх точках підвідного патрубку приблизно є однаковою ($\rho_2 \approx \rho_1$). Об'ємна витрата рідинно-газової суміші в патрубок визначається за формулою:

$$Q = \pi R^4 \Delta p_1 \cdot f(\beta_1) / 8 \mu_1, \quad (6)$$

де $\Delta p_1 = p_2 - p_1$; $\beta_1 = \frac{\rho_{01}}{\Delta p_1}$; $\rho_{01} = \frac{2\sigma_1}{R}$; μ - коефіцієнт динамічної в'язкості;

θ - статичне напруження зсуву.

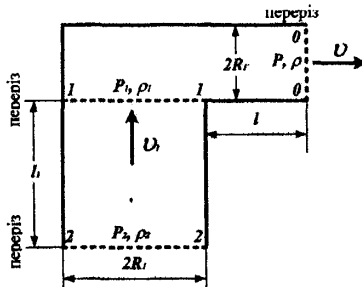


Рис. 2. Розрахункова схема підвідного патрубку з насадкою:
2-2, 1-1, 0-0 – перерізи.

В даному випадку режим руху суміші необхідно підбрати так, щоб її структура повністю руйнувалась, а втрати напору при цьому були незначними. Об'ємну витрату суміші при її витіканні через насадку для перепадів тиску (Δp), при яких структура повністю руйнується ($r_0 \ll R_f$), визначено за формулою:

$$Q = Q_{\min} = \frac{\pi R_f^4 \Delta p}{8 \eta l} f_{\min}(\beta), \quad (7)$$

$$\text{де } \Delta p = p_1 - p; \quad \beta = \frac{p_0}{\Delta p}; \quad p_{01} = \frac{2\theta}{R_f}.$$

Визначено густину рідинно-газової суміші $\rho = Q_0 \rho_1 / Q$ з урахуванням умови рівності масової витрати суміші у всіх перерізах патрубку і насадки.

Коефіцієнт опору насадки визначено із залученням рівняння Бернуллі:

$$\frac{p_1}{\rho_1} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2} + k U_1 = \frac{p}{\rho} + \frac{\alpha v^2}{2} + k U + \Delta e, \quad (8)$$

де $v_1 = Q / \pi R_1^2$ і $v = Q / \pi R_f^2$ - середні швидкості потоку суміші в перерізах 1-1 і 0-0; p_1 , p - тиски і ρ_1 , ρ - густини суміші в перерізах 1-1 і 0-0; U_1 і U - питомі внутрішні енергії газу в потоці суміші, відповідно, до і після насадки; $\Delta e = \Delta N / Q_m$ - загальна втрата питомої енергії потоку на насадці; α_1 і α - коефіцієнти кінетичних енергій для перерізів 1-1 і 0-0 (характеризують ступінь нерівномірності розподілу кінетичних енергій, а отже, і швидкостей у зазначених перерізах); k - масовий коефіцієнт вмісту газу в рідині.

Зміна внутрішньої енергії газу ($U - U_1$) залежить від виду термодинамічного процесу, який відбувається з газом на шляху від перерізу 1-1 до перерізу 0-0. Оскільки прохід рідини з газом крізь насадку при достатньо значних перепадах тиску відбувається швидко, то процес вважаємо адіабатним, для якого виконується співвідношення:

$$\frac{p_1}{\rho_1^\gamma} = \frac{p}{\rho^\gamma} = \frac{p'}{(\rho')^\gamma}, \quad (9)$$

де $\gamma = C_p / C_v = i + 2 / i$ - показник адіабати; C_p , C_v - теплоємність газу при сталому тиску та об'ємі газу; i - кількість степенів вільності газу.

Виходячи з першого закону термодинаміки, для адіабатного процесу записали:

$$U - U_1 = -A = \int_p^{p_1} p' dv = \frac{p_1}{\rho_1} - \frac{p}{\rho} - \int_p^{p_1} \frac{dp'}{\rho_1} \quad (10)$$

де $v = \frac{1}{\rho_1}$ - питомий об'єм газу.

На основі рівнянь (8)-(10) отримано:

$$\Delta e = \frac{\alpha_1 v_1^2}{2} - \frac{\alpha v^2}{2} + \frac{p_1}{\rho_1} - \frac{p}{\rho} + \frac{k \gamma}{\gamma - 1} \frac{p_1}{\rho_1} \left[1 - \left(\frac{p_1}{\rho_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]. \quad (11)$$

Тоді коефіцієнт опору насадки потоку визначається за формулою:

$$\xi = \frac{2 \Delta e}{v^2}. \quad (12)$$

При дослідженні ефективності процесу дегазації при проходженні рідинно-газової суміші крізь камеру сепаратора (дегазатора) припустили, що розподіл бульбашок газу в розчині по об'єму підпорядковується закону гамма-розподілів і описується рівнянням:

$$n(V) = \frac{\omega}{V_0^2} \cdot \frac{s+1}{s!} \cdot \left(\frac{V}{V_0}\right)^s \cdot \exp\left(-\frac{V}{V_0}\right), \quad (13)$$

де, ω – об'ємний вміст газової фази в суміші; V_0 і s – параметри розподілу, які пов'язані із середнім об'ємом (V_c) і дисперсією (σ_1) співвідношеннями: $V_0 = V_c(s+1)$, $\sigma_1 = V_c(s+1)^{1/2}$. Графіки розподілів (13) для різних значень s наведені на рис. 3.

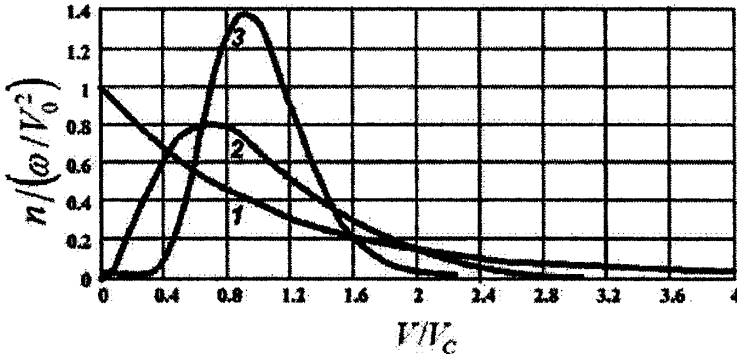


Рис. 3. Закономірності зміни розподілу бульбашок в об'ємі газової фази суміші для різних величин параметра розподілу (s):
1 – $s=0$; 2 – $s=2$; 3 – $s=10$.

Оскільки рух частинок рідини по внутрішній поверхні камери дегазатора є нетривалим, прийнято, що залежність розподілу протягом часу її руху не змінюється.

Для визначення середнього об'єму бульбашки, що входить до розподілу (12), розглянуто умови перебування бульбашок у рухомій рідині, в якій вони між собою не взаємодіють. Дане припущення є справедливим для невеликих значень об'ємного вмісту (ω) газової фази.

Дослідженнями встановлено, що мінімальне значення швидкості руху суміші, за якого починається дегазація, суттєво залежить від величини середнього діаметра бульбашок. Він визначається термодинамічними умовами, в яких перебуває рідина, і складом її газової фази.

З використанням умови динамічної рівноваги газової бульбашки в рідині та з урахуванням того, що газ перебуває в потоці в стані, близькому до насичення, отримано вираз для визначення середнього діаметра бульбашок:

$$D_c = \frac{4 \cdot \sigma}{P_{гн} - P}, \quad (14)$$

де σ – коефіцієнт поверхневого натягу рідини; $P_{гн}$, P – тиск газу в суміші в стані насичення та в рідині на зовнішній поверхні бульбашки.

Ефективність процесу сепарації характеризується коефіцієнтом ефективності, який дорівнює

$$\eta = 1 - \frac{1}{\omega} \cdot \int_0^{V_{\text{sp}}} V \cdot n(V) \cdot dV; \quad (15)$$

$$V_{\text{sp}} = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot D_{\text{max}}^3 = 36 \cdot \pi \cdot \left(\frac{\theta \cdot k \cdot R}{\rho_p \cdot v^2} \right)^3, \quad (16)$$

де V_{sp} – допустимий об'єм бульбашки, що утримується в розчині при русі в камері сепаратора.

Із формули (15) видно, що коефіцієнт ефективності дегазатора тим вище, чим меншою є межа інтегрування, що визначається допустимим об'ємом бульбашки. Із формули (15) випливає, що коефіцієнт ефективності залежить від статичного напруження зсуву, радіуса камери дегазатора, густини та швидкості руху суміші в ній. Чим меншими є статичне напруження зсуву і радіус камери дегазатора і чим більшими густина рідини і швидкість її руху, тим вище коефіцієнт ефективності (η). Після підстановки функції розподілу (13) у формулу (15) і нескладних перетворень для коефіцієнта ефективності отримано вираз:

$$\eta = 1 - \frac{(s+1)^{(s+1)}}{s!} \cdot \int_0^{X_p} x^{s+1} \cdot e^{-x(s+1)} dx, \quad (17)$$

де
$$X_p = \left(\frac{6 \cdot \theta \cdot k \cdot R}{\rho_p \cdot D_c \cdot v^2} \right)^3.$$

Отримані залежності (15, 17) дозволяють кількісно оцінити ефективність дегазатора в залежності від фізико-кінематичних параметрів рухомої рідинно-газової суміші для конкретних умов експлуатації. Отримано й проаналізовано графічні залежності $\eta = f(v, s, D_c, R)$ (рис. 4). З графіків (рис. 4 а) видно, що із збільшенням s стає різкішою залежність η від швидкості руху суміші в камері дегазатора. Це пояснюється тим, що із збільшенням (s) зменшується дисперсія (σ) бульбашок за об'ємами.

Аналіз графіків (рис. 4 б) показав, що із зменшенням середнього діаметра бульбашок процес дегазації починається при більших швидкостях, при цьому збільшується інтервал швидкостей, в межах якого (η) зростає від 0 до 1,0.

З аналізу графіків (рис. 4 в) випливає, що коефіцієнт ефективності дегазатора зростає із зменшенням радіуса його камери. Це пояснюється тим, що зменшення радіуса траєкторії руху суміші сприяє збільшенню відцентрової сили, яка виштовхує бульбашки з рідини. За результатами аналізу сімейства кривих залежності коефіцієнта ефективності (η) дегазації від радіуса R камери за різних значень швидкості руху суміші (v) підібрано оптимальне значення R , при якому ефективність є максимальною в широкому діапазоні зміни параметрів руху рідинно-газової суміші.

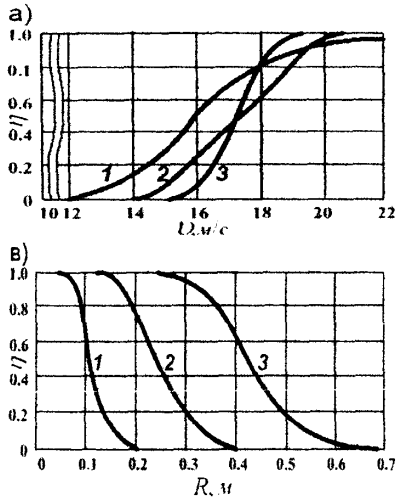


Рис. 4. Закономірності зміни коефіцієнта ефективності дегазації (η) від швидкості руху (v) рідинно-газової суміші при різних величинах:

a – параметра розподілу (s) ($1-s=0$;
 $2-s=2,0$; $3-s=10,0$); b – середнього діаметра (D_c) бульбашок
 ($1-D_c=8 \cdot 10^{-5} \text{ м}$; $2-D_c=4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$;
 $3-D_c=2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$); v – радіуса ® камери дегазатора ($1-v=10 \text{ м/с}$; $2-v=15 \text{ м/с}$;
 $3-v=20 \text{ м/с}$)

У третьому розділі наведені матеріали експериментальних досліджень макетного та удосконаленого сепараторів вихрового типу.

Метою експериментальних досліджень було підтвердження теоретичних концепцій по сепараторах вихрового типу та встановлення закономірностей зміни їхніх експлуатаційних параметрів. Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних та промислових умовах.

На рис. 5 а, б, в та рис.6 а, б, в проілюстровано експериментальну дослідну

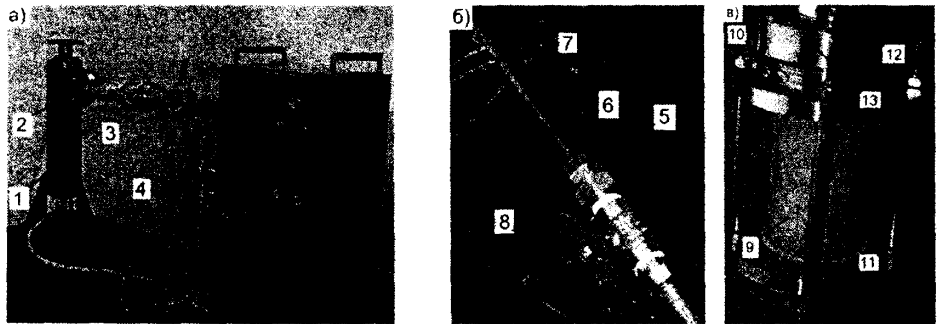


Рис. 5. Експериментальна дослідна установка макета сепаратора СВВ:
 a – загальний вид; b – розпилювач; v – діоптр; 1 – сепаратор; 2 – підвідний патрубков;
 3 – діоптр; 4 – пульт керування; 5 – розпилювач; 6, 7 – трубка і отвори в ній; 8 – кран; 9 – прозорий циліндр; 10 – циліндричні кільця; 11 – шпильки;
 12 – різьбові з'єднання; 13 – гайки спеціальні.

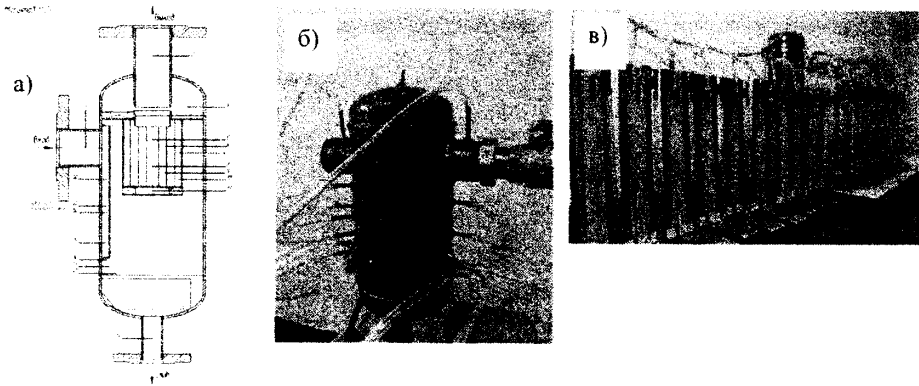


Рис. 6. Експериментальна установка для дослідження перепадів тиску на елементах сепаратора:

а - схема; *б, в* - загальний вигляд установки.

установку макета сепаратора СГВ. Моделювали режими роботи як чистого, так і зволоженого газу.

Результати моделювання роботи макетного сепаратора, який працював на газоріднинній суміші, дозволив встановити закономірності зміни її параметрів від величини площ елементів сепаратора та щільні в них і між ними, а також відстаней між елементами в корпусі сепаратора.

У **четвертому розділі** розглянуті напрямки конструктивного удосконалення сепаратора. В ході виконання роботи було розроблено два конструктивних варіанта сепаратора СГВ (рис. 7).

У вдосконаленому газовому сепараторі вихрового типу СГВ за першим конструктивним варіантом газоріднинна суміш підводиться в сепаратор через вхідний патрубок 4 зі зміщенням по горизонталі відносно осьової лінії корпусу 1, що забезпечує ковзкий гідравлічний удар потоку суміші по поверхні дефлектора 7, який плавно змінює її напрямок і формує вихровий рух навколо сепараційного пакета 10.

В об'ємі простору, утвореному стінкою корпусу 1 і пакетом 10 із газоріднинного потоку виділялася основна маса рідини і механічних домішок. Останні відкидаються відцентровою силою на внутрішню поверхню корпусу 1 сепаратора, і далі під дією гравітаційних сил переміщуються вздовж неї по спадаючій спіралі за напрямком руху потоку суміші. Частина рідини та механічних домішок попадає при цьому в уловлювальну кишеню 23 і по її стінках рухається вниз до перегородки днища 11. Далі вона проходить крізь кільцеву щілину 27 між корпусом 1 і перегородкою днища 11 і поступає в зливний патрубок 6. Дрібнодисперсна крапельна рідина, що не осіла на внутрішній поверхні корпусу 1 сепаратора, потрапляє на зовнішню поверхню тонких вигнутих пластин 15 і транспортується потоком суміші по щілинним каналам 16 на їхню внутрішню поверхню.

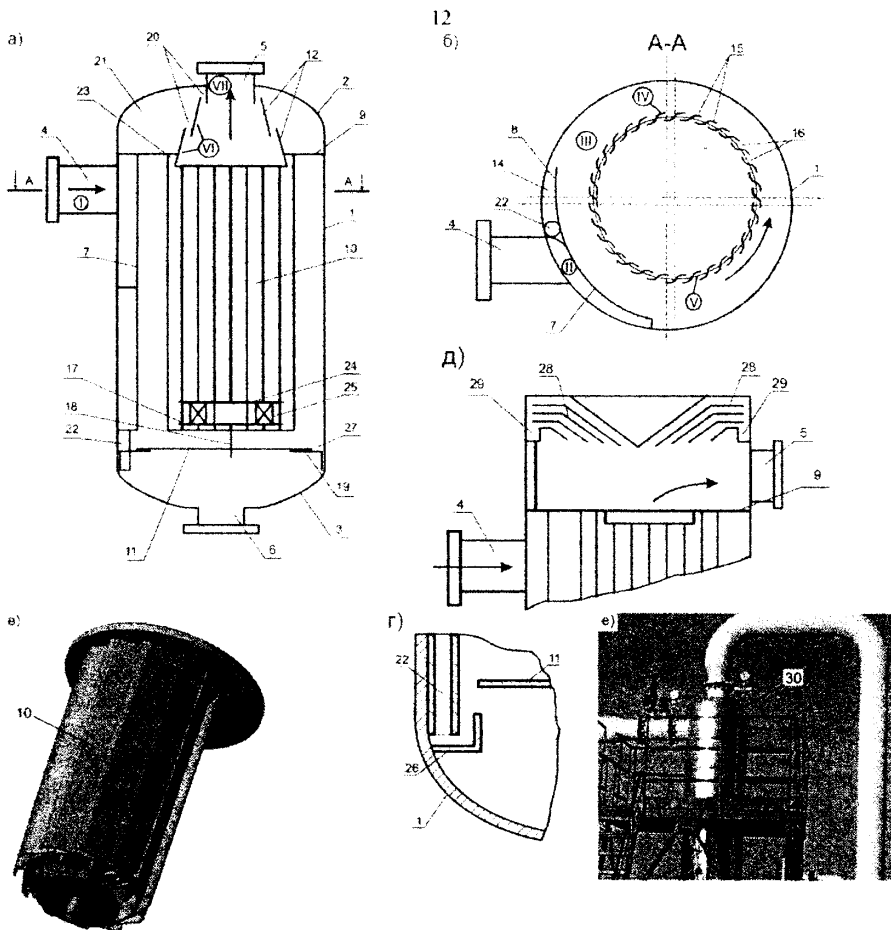


Рис. 7. Газовий сепаратор вихрового типу I-го (а) та II-го (д) варіантів;
 б – поперечний переріз по А-А корпусу сепаратора; в – загальний вигляд сепаратійного пакета; г – дренажна трубка з кишнено-уловлювачем в корпусі;
 е – промисловий сепаратор; 1 – вертикальний циліндричний корпус;
 2, 3 – верхнє та нижнє днища; 4, 5, 6 – вхідний , вихідний та зливний патрубки;
 7, 8 – дефлектор з відбиваючою пластиною; 9 – горизонтальна перегородка;
 10 – сепаратійний пакет; 11 – перегородка нижнього днища; 12, 13 – нижній та верхній конфузори; 14, 23, 26 – «кишені-уловлювачі»; 15 – вигнуті пластини;
 16 – щілинні канали; 17, 24 – нижній та верхні осьові диски; 18 – кріпильний палець; 19, 27 – кутник; 20 – кільцева щілина; 21 – накопичувальна камера;
 22 – дренажна трубка; 25, 28 – радіальні та конусоподібні пластини;
 29 – кільцева гідравлічна кишень; 30 – вертикальний промисловий сепаратор.

Спускаючись по внутрішній поверхні пластин 15, краплі рідини зіскокують з них і потрапляють на поверхню перегородки днища 11. Звідти краплі рідини крізь кільцеву щілину 27 між корпусом 1 і перегородкою днища 11 також поступають у зливний патрубок 6.

Роблячи обертовий рух разом з потоком газорідної суміші, невідсепарована плівкова рідина поступає до кишені-уловлювача 23, зовнішній діаметр якої є більшим за діаметр пакета 10. Продовжуючи свій круговий рух, невідсепарована плівкова рідина притискається не тільки до горизонтальної перегородки 9, але й під дією відцентрової сили - до верхньої внутрішньої поверхні пластин 15. Після накопичення рідини в кишені-уловлювачі 23 вона під дією сили власної ваги стікає вниз по пластинах 15 і потрапляє на перегородку днища 11 і до зливного патрубка 6.

Легка рідинна плівка, що залишилася поза кишеню-уловлювачем 23, поступає разом з потоком суміші в зону вихідних конфузів 12 і 13. Рухаючись у напрямку газового потоку вгору по поверхні конфузів 12 і 13, плівкова рідина потрапляє в щілину 20, звідки - у верхню накопичувальну камеру 21. З якої під дією гравітаційних сил рідина відводиться крізь дренажну трубку 22 у нижню частину корпусу 1 сепаратора, до зливного патрубка 6.

Відмінність у роботі сепаратора другого конструктивного варіанта полягає в тому, що легка частина плівкової рідини, не затримана кишеню-уловлювачем 29, поступає разом з газовим потоком у простір над горизонтальною перегородкою 9. Далі вона за рахунок інерційних сил при повороті вихідного потоку суміші подається на клиноподібні пластини 28 тонкошарового відбійника. Плівкова рідина, рухаючись догори по поверхнях клиноподібних пластин 28, в зоні щілин 20 транспортується до кільцевої гідравлічної кишені 29. Накопичена рідина в кишені 29 під дією гравітаційних сил відводиться через дренажну трубку 22 у нижню частину корпусу 1 сепаратора, а звідти - до патрубка 6.

За рахунок використання додаткової ступені сепарації (тонкошарового відбійника) та горизонтального розташування вихідного патрубка, даний сепаратор має меншу висоту й металемісткість.

У п'ятому розділі наведені дані про промислові випробування сепаратора.

Об'єктом промислових випробувань є газовий вихровий сепаратор СГВ-7. Основними технічними характеристиками в межах робочого діапазону сепаратора, що підлягають підтвердженню в ході промислових випробувань є:

1. Ефективність роботи сепаратора.
2. Перепад тиску на сепараторі.

Під час проведення випробувань відбираються наступні проби:

1. Проба газу на вміст рідини та механічних домішок до та після сепаратора;
2. Проба механічних домішок на предметне скло для проведення гранулометричного аналізу;
3. Проба газу на компонентний склад.

Визначення масової концентрації рідини та механічних домішок в газі на вході в сепаратор та виході із сепаратора здійснюється розрахунком на основі відібраних проб газу на вміст механічних домішок та рідини.

Склад газу визначається хроматографічним методом в хімічній лабораторії.

Тиск газу вимірюється манометром із класом точності не менше 1,5.

Гідравлічний опір апарату вимірюється штатним дифманометром із класом точності не менше 1,5.

Промислові випробування блочної сепараційної установки, встановленої на ГРС м.Темрюк (Краснодарський край), рисунок 8.



Рис. 8. Загальний вигляд установки сепаратора СГВ

Визначення ефективності роботи сепаратора проводилось за наступними параметрами:

1. Відділення крапельної вологи з газу (відбувалось за допомогою тестового сепаратора із ефективністю сепарації 100%)

2. Відділення механічних домішок від газу (відбувалось за допомогою методу приросту маси фільтруючого елементу).

3. Перепад тиску на сепараторі при роботі

Приклад результатів випробувань ефективності сепарації по крапельній волозі наведені в таблиці 1.

А також проводились випробування ефективності сепарації по відділенню механічних домішок.

Результати вимірювань перепаду тиску наведені в таблиці 2.

Промислові випробування сепараторів СГВ-7 проводилось за участю висококваліфікованих фахівців та згідно програми-методики випробування, узгодженої з ВАТ «Газпром» (Росія).

Основною метою проведення промислових випробувань було підтвердження заявленої ефективності роботи сепаратора СГВ-7 по відділенню крапельної вологи та механічних домішок та визначення перепаду тиску.

Таблиця 1

Результати ефективності сепарації крапельної вологи від газу в ході промислових випробувань сепаратора СГВ на ГРС м. Темрюк.

Показники	Результат	
Дата виміру	26.11	26.11
Місце виміру	вхід	вихід
Робочий тиск в установці, МПа	0,46	0,46
Температура газу в тестовому сепараторі, °С	8,6	7,4
Продуктивність по газу, $\text{нм}^3/\text{год}$	6300	6300
Витрата газу, що проходить через тестовий сепаратор, $\text{нм}^3/\text{год}$	10,6	10,6
Час виміру, год	19	19
Рівень рідини в збірнику конденсату на початку виміру, мл	0	0
Рівень рідини в збірнику конденсату на кінець виміру, мл	80	Менше ніж 1
Концентрація крапельної рідини в газі, $\text{г}/\text{м}^3$	0,312	0,0039
Примітка	Густина рідини – $0,786 \text{ г}/\text{см}^3$	

Під час випробувань були проведені вимірювання кількості крапельної вологи та механічних домішок на вході та виході із сепаратора. Також проводились вимірювання перепаду тиску на сепараторі під час його експлуатації. Результати вимірювань викладені в журналах та актах експлуатаційних та первинних випробувань.

Таблиця 2.

Результати вимірювання перепаду тиску на сепараторі при роботі в ході промислових випробувань сепаратора СГВ на ГРС м. Темрюк.

№ пп	Час виміру	Тиск на вході в сепаратор, P_1 , МПа	Тиск на виході з сепаратора, P_2 , МПа	Перепад тиску, $\Delta P = P_1 - P_2$, МПа	Продуктивність газу, Q $\text{нм}^3/\text{год}$	Температура газу, °С
1	7:00	0.4500	0.4411	0.0089	10200	12
2	10:00	0.4500	0.4402	0.0098	11200	11
3	15:00	0.4500	0.4411	0.0089	10200	13
4	19:00	0.4500	0.4404	0.0096	11000	13

В результаті проведення промислових випробувань було підтверджено заявлену високу ефективність роботи сепараторів СГВ-7. Наслідком промислових випробувань стало узгодження технічних умов на виготовлення сепараторів СГВ-7 в ВАТ «Газпром» та рекомендація до використання сепараторів СГВ-7 на об'єктах ВАТ «Газпром» Росії.

Після проведення промислових випробувань отримано сертифікат відповідності та дозвіл на використання сепаратора СГВ-7, виданий Ростехнаглядом.

Для виготовлення сепараторів СГВ-7 адаптовано виробництво підприємства ТОВ «НВО ВЕРТЕКС», яке відзначено свідоцтвом учасника програми якості.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених теоретичних и експериментальних досліджень та комп'ютерного моделювання параметрів режимів роботи сепараційного обладнання нафтогазової галузі розроблені високоєфективні вихрові газові сепаратори інерційного типу.

При цьому:

1. Аналізуючи механізм сепарації та експлуатаційні характеристики, де розглядається потік, що є двофазною газорідною сумішшю, який поступає з підвідної труби в сепаратор. Встановлено, що краплі рідкої фази (конденсату) формуються в потоці починаючи від джерела поступлення (пласта) і до самого входу в сепаратор. По мірі руху газорідної суміші від пласта до сепаратора тиск та температура безперервно змінюється і в результаті порушується термодинамічна рівновага всієї двофазної багатоконпонентної системи, де відбувається процес масообміну між фазами (конденсація і випаровування). Враховуючи це, можна зробити припущення, що форми, розміри складових частин сепаратора, а також режими і параметри суттєво впливають на ефективність його роботи.

Для оцінки ефективності роботи сепаратора необхідно знати об'ємний вміст рідкої фази в газовому потоці до і після сепаратора і перепад тиску на сепараторі.

2. Запропонована математична модель дозволяє теоретично досліджувати для газорідних сумішей різноманітних характеристик, залежність коефіцієнта ефективності сепарації від різних факторів з врахуванням геометричних параметрів елементів і режимів роботи самого сепаратора. При цьому визначаються межі найвищих значень коефіцієнта ефективності для різних факторів. Такими факторами є тиск та розхід суміші в підвідних трубах різних діаметрів, висота робочої ділянки сепаратора для різних значень розходу, коефіцієнт динамічної в'язкості та інші.

3. Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити взаємозв'язок між характеристиками (коефіцієнт поверхневого натягу рідкої фази, діаметр крапель, густина, в'язкість, вміст рідини) суміші, геометричними параметрами сепаратора та ефективністю сепарації, що дало можливість визначити найбільш оптимальне конструктивне виконання елементів сепаратора, а саме: діаметри вхідного та вихідного патрубків, внутрішній діаметр та висоту корпусу, діаметр та висоту сепараційного пакета, конструкцію дефлектора. Це створило умови для зменшення габаритів сепаратора в 3,5-4 рази та маси в 10 разів у порівнянні із існуючими гравітаційними сепараторами при значному збільшенні ефективності сепарації. Одночасно це дозволило перейти в практичному використанні сепараторів від великооб'ємних до малооб'ємних апаратів, що працюють під тиском.

4. В ході виконання роботи було встановлено, що параметри і режими роботи сепараторів в умовах різних експлуатаційних об'єктів суттєво відрізняються. А саме:

- при експлуатації газових сепараторів на газовидобувних підприємствах в складі технологічного обладнання УКПГ та УППГ важливе значення має

ефективність сепарації в екстремальних умовах (значна кількість рідини, до 70% об'єму, та механічних домішок в газі) та другорядне значення має перепад тиску на сепараторі (з причини необхідності подальшого пониження тиску). Тому конструкція сепараторів, призначених для встановлення на УКПГ та УППГ в основному передбачає видалення великої кількості рідкої фази та механічних домішок з газу;

- при експлуатації газових сепараторів на газотранспортних підприємствах в складі технологічного обладнання лінійної частини газопроводів (компресорні станції та ГРС) важливе значення має ефективність сепарації та перепад тиску на сепараторі, оскільки це пов'язано із енерговитратами при транспортуванні газу. Тому конструкція сепараторів, призначених для встановлення в складі технологічної об'єкції компресорних цехів або ГРС передбачає відділення незначної кількості рідкої фази при найменшій втраті тиску на сепараторі.

5. В результаті виконання дисертаційної роботи розроблена та запропонована методика визначення параметрів та розрахунку основних елементів сепаратора, що дозволяє адаптувати конструкцію сепаратора до необхідних умов експлуатації. Сепаратори призначені для експлуатації на газовидобувних підприємствах, як правило мають окрему накопичувальну ємність (з причини великої кількості рідини в газі) і розраховуються на найбільший перепад тиску 0,05 МПа. Сепаратори для газотранспортних підприємств, як правило, мають суміщену накопичувальну ємність (з причини малої кількості рідини в газі) та розраховуються на перепад тиску 0,01 МПа.

6. Для створення якісного кругового руху потоку газорідкої суміші, крім зміщення вхідного патрубка в бік тангенційного вводу, в корпусі сепаратора та надання необхідної швидкості введено дефлектор, а для запобігання вторинного виносу рідини газовим потоком із нижньої частини корпусу сепаратор оснащено направляючими конфузорами. Шляхом найменших матеріальних витрат отримано сепаратор з ефективністю очищення газу до 99,99% і виносу крапельної вологи до 4 мг/н.м³, що підтверджено незалежними спеціалізованими вимірювальними лабораторіями.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Юр'єв Е.В. Досвід експлуатації газосепараторів блока первинної дегазації / Е.В. Юр'єв // Питання розвитку газової промисловості України. УкрНДІГАЗ. – Харків, 2002. – С261-265.
2. Лях М.М. Напрямки вдосконалення конструкцій газосепараторів промислової рідини // М.М. Лях, Е.В. Юр'єв // Матеріали 8-ої міжнародної конференції «Нафта і газ України – 2004». – Судака: 2004. с.219-220.
3. Юрьев Э.В. Применение современных технологий проектирования при разработке средств автоматизированного управления / Э.В. Юрьев, ДН. Шкредов // В сб. научн. трудов «Автоматизированные системы и средства управления технологическими процессами». – Краснодар: ВАТ «НПО Промавтомастик», 2004. – С.
4. Лях М.М. Математична модель сепарації газорідкої суміші в сепараторі інерційного типу / М.М. Лях, Е.В. Юр'єв, В.М. Вакалюк [та ін.] // Розвідка та

- розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ, 2008. – №1(26). – С.67-74.
5. Вакалюк В.М. Дослідження процесу витікання промивної рідини крізь насадок сепаратора // [В.М.Вакалюк, М.М.Лях, Я.В.Солоничний, Е.В.Юр'єв, О.Г.Вільник // Нафтогазова енергетика. – Івано-Франківськ, 2008. – «2 (7). – С. 52-56.
 6. Вакалюк В.М. Дослідження руху промивної рідини внутрішньої поверхні камери дегазатора гідро циклонного типу /В.М. Вакалюк, М.М. Лях, Я.В. Солоничний, Е.В. Юр'єв, Р.П. Фурса // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ, 2009. - №3(32). – С.12-17.
 7. Юр'єв Е.В. Комп'ютерні дослідження оптимальної конструкції сепаратора / Е.В. Юр'єв // Науковий вісник. – Івано-Франківськ, 2010. – №2(24). – С.90-93.
 8. Юр'єв Е.В. Досвід проведення ремонту застарілого сепараційного обладнання методом заміни внутрішніх сепараційних елементів на газовий сепаратор СГВ-7 на об'єктах ТОВ «Газпром трансгаз - Кубань» / Е.В. Юр'єв // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи». – Івано-Франківськ.: 2009. с.55.
 9. Пат. 87207 Україна, МПК В01D 45/00, В01D 45/16. Сепаратор газовий вихрового типу / Биндас С.Ю., Юр'єв Е.В.; заявник і патентоотримувач Биндас С.Ю., Юр'єв Е.В.. – №200711392; заявл. 15.10.07; опуб. 27.04.09, Бюл. №8. 10 с.

АНОТАЦІЯ

Юр'єв Е.В. Удосконалення нафтогазового сепараційного обладнання газорідинних сумішей. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової і газової промисловості – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2011.

Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено доцільність та ефективність сепарації газорідинної суміші в сепараторах вихрового типу, в конструктивну схему яких введено внутрішні елементи.

Математично описано рух газорідинної суміші на вході та виході із сепаратора, а також при її русі крізь його внутрішні робочі елементи. Здійснено комп'ютерне моделювання вихрових потоків суміші при їхній взаємодії з дефлектором та елементами сепараційного пакета. Запропоновано математичну модель руху газорідинної суміші в сепараторі, з використанням якої, а також багатокритеріальної оптимізації визначено раціональні конструктивні параметри його елементів і коефіцієнтів ефективності сепаратора.

Розроблені конструкції сепараторів захищено патентами на винаходи і корисні моделі України та Росії. Загальний економічний ефект отримується за рахунок зменшення габаритних розмірів в 3,5-4 рази, маси в 10 разів та значного підвищення ефективності сепарації.

Ключові слова: сепаратор вихрового типу, внутрішні елементи сепаратора, конструктивні та експлуатаційні параметри, газорідинна суміш, коефіцієнт ефективності сепаратора.

АННОТАЦІЯ

Юрьев Э.В. Усовершенствование нефтегазового сепарационного оборудования газожидкостных смесей. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.12 – машины нефтяной и газовой промышленности. – Иваново-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Иваново-Франковск, 2011.

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка использованных источников и приложений.

В первом разделе рассмотрены: проблемы эффективной сепарации газожидкостных смесей, анализ условий работы разделителей двухфазных смесей; конструктивные особенности, эффективность сепараторов различных типов и методы оценки их эксплуатационных параметров; работы ведущих ученых, посвященные исследованиям основных эксплуатационных параметров сепараторов; конструкции дегазаторов и сепараторов различных типов. Определены цель и задачи исследований.

Второй раздел посвящен теоретическим исследованиям процессов, происходящих при движении газожидкостных смесей через внутренние элементы сепаратора и дегазатора. Рассмотрена математическая модель сепарации газожидкостной смеси в сепараторе инерционного типа. Определены коэффициенты эффективности сепаратора вихревого типа от различных факторов и параметров. Построены графические зависимости коэффициента эффективности от давления, от производительности, от геометрических параметров сепарационного пакета и т.п. Аналитически исследован процесс отделения капель жидкости и определен их критический радиус. Установлены эксплуатационные параметры движущейся через подводящий патрубок с насадкой жидкостно-газовой смеси. Теоретически исследована эффективность процесса дегазации жидкостно-газовой смеси в камере дегазатора. Математически описан коэффициент эффективности дегазатора в зависимости от конструктивных параметров его камеры и физико-технологических параметров жидкостно-газовой смеси.

В третьем разделе освещены результаты экспериментальных исследований усовершенствованного макетного и серийного сепаратора вихревого типа. Приведены задачи и методика экспериментальных их исследований. Экспериментальные исследования проводились на двоих лабораторно-экспериментальных установках. Одна установка предназначена для определения эффективности сепарации, а другая для определения перепада давления на всех основных элементах сепаратора. Описаны датчики и измерительная аппаратура для определения градиентов скорости, давления и плотности газожидкостной смеси в различных сечениях сепаратора. Приведена оценка коэффициента

эффективности сепаратора в зависимости от его конструктивных параметров и эксплуатационных параметров газожидкостной смеси.

В четвертом разделе уделено внимание методам и средствам повышения эффективности сепарации за счет установки внутренних элементов с рациональными конструктивными параметрами в сепараторе вихревого типа. Произведено компьютерное моделирование сепаратора и выполнено оптимизацию конструктивных элементов. Определена траектория движения газожидкостной смеси в сепараторе. Оптимизированы эксплуатационные параметры газожидкостного потока, модернизированы сепараторы существующих конструкций и рассмотрено применение в них других физических эффектов. Описано конструкцию и принцип работы предложенной конструкции сепаратора.

В пятом разделе приведены результаты промышленных испытаний и исследований предложенной конструкции газовых сепараторов. Данная конструкция газовых сепараторов вихревого типа рекомендована к внедрению.

Разработанные конструкции сепараторов защищены патентами на изобретения и полезные модели Украины и России. Общий экономический эффект получается за счет уменьшения габаритных размеров в 3,5-4 раза, массы в 10 раз и значительного повышения эффективности сепарации.

Ключевые слова: сепаратор вихревого типа, внутренние элементы сепаратора; конструктивные и эксплуатационные параметры, газожидкостная смесь, коэффициент эффективности сепаратора.

THE SUMMARY

E.V. Yuryev „Improvement of gas-liquid separation equipment of oil and gas industry”. – The manuscript.

Thesis on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.05.12 – machines of oil and gas industry. Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas. Ivano-Frankivsk, 2011.

In theory is explained and expedience and efficiency of separating of gasliquid mixture is experimentally confirmed in the separators of vortical type, internal elements are entered in the structural chart of which.

Motion of gasliquid mixture is mathematically described on the entrance and exit from a separator, and also at its motion through his internal workings elements. The computer design of vortical streams of mixture is carried out at their co-operation with deflectorom and elements of separating package. The mathematic model of motion of gasliquid mixture in a separator, with the use of which, and also multicriterion optimization, is offered the rational structural parameters of its elements and coefficients of efficiency of separator are certain.

The developed constructions of separators are protected by patents on the inventions and useful models of Ukraine and Russia.

Keywords: separator of vortical type, internal elements of separator, structural and operating parameters, gasliquid mixture, coefficient of efficiency of separator.