

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
82 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ УНІВЕРСИТЕТУ

Одеса 2022

Наукове видання

Збірник тез доповідей 82 наукової конференції викладачів університету
26 – 29 квітня 2022 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою
Одеського національного технологічного університету,
протокол № 13 від 24.05.2022 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор
Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор
Гапонюк О.І д-р техн. наук, професор
Жигунов Д.О., д-р техн. наук, професор
Іоргачова К.Г д-р техн. наук, професор
Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор
Коваленко О.О., д-р техн. наук, професор
Косой Б.В., д-р техн. наук, професор
Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор
Мардар М.Р., д-р техн. наук, професор
Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор
Павлов О.І., д-р екон. наук, професор
Плотніков В.М., д-р техн. наук, професор
Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор
Савенко І.І., д-р екон. наук, професор
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор
Ткаченко Н.А., д-р техн. наук, професор
Ткаченко О.Б., д-р техн. наук, професор
Хобін В.А., д.т.н., професор
Хмельнюк М.Г., д-р техн. наук, професор
Черно Н.К д-р техн. наук, професор

МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОФАЗНИХ ТЕЧІЙ У НАФТОПРОВОДАХ

Тітлов О. С., д.т.н., професор, Альтман Е. І., к.т.н., доцент, Арику А.В., к.т.н.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Актуальність створення математичних моделей багатофазних течій у трубах обумовлена широким поширенням явищ, що мають місце при видобутку та транспортуванні вуглеводнів [1]. Актуальними також є питання обґрунтування таких моделей, а також визначення меж їх застосування. У нафтогазовій промисловості щодо багатофазних течій у трубі найбільшого поширення отримали два підходи [2]: багаторідинна модель та модель дрейфу. Системи рівнянь обох моделей містять середні по поперечному перерізу труби закони збереження, доповнені рядом припущень, що спрощують. З точки зору фундаментальних досліджень, цікавить питання про зв'язок між багаторідинною моделлю і спрощеною моделлю дрейфу, і про межі застосування останньої. Для замикання систем рівнянь багаторідинної моделі та моделі дрейфу використовується ряд додаткових співвідношень, які призводять до нестійкості [3]. Розвиток моделей двофазної течії, зокрема, необхідно для створення промислових симуляторів одновимірних багатофазних нестационарних течій [4]. У перших дослідженнях [5, 6] була встановлена класифікація можливих режимів перебігу суспензії в горизонтальних трубопроводах, що вважається вірною та загальноприйнятою досі. Відповідно до цієї класифікації, можна виділити такі режими:

— гомогенна течія: має місце, як правило, при відносно високих витратах, невеликій різниці щільностей несучої та твердої фази та відносно невеликих розмірах твердих частинок. Подібний режим перебігу успішно описується в рамках моделі ефективної рідини;

— гетерогенний перебіг: формується у разі, якщо ефекти осадження частинок твердої фази стають помітнішими порівняно з ефектами турбулентного перемішування. Для гетерогенного режиму необхідні, порівняно з гомогенним, низькі витрати, більша різниця щільностей, великі розміри частинок, великі концентрації твердої фази;

— течія з формуванням осаду: має місце, якщо ефекти осадження домінують над турбулентним перемішуванням. Суспензія над шаром осаду може бути як гомогенною, так і гетерогенною. Останній випадок найпоширеніший. Визначення осаду певною мірою умовне і припускає існування області з концентрацією твердої фази, близької до максимально можливої концентрації випадкової упаковки. Також можуть бути виділені як мінімум два підрежими:

— течія з рухомим осадом: результуюча сила, що діє на осад, достатня для його прослизання щодо стінки;

— течія зі стаціонарним осадом.

У випадку, якщо осад рухається, всередині нього може бути відносно зсувне переміщення частинок, як правило, усередині шарів, що ковзають одна щодо одної. Для формування рухомого осаду необхідні, порівняно зі стаціонарним, більш високі витрати, менші різниці в щільності, і нижчі концентрації. На межі осаду та суспензії мають місце процеси осадження та ресуспензування.

Розглядається нестационарний ізотермічний перебіг газорідинної суміші в довгій трубі круглого перерізу зі змінним кутом нахилу до горизонту. Течія вважається осесиметричною і не закрученою. Рідина є безперервною несучою фазою. Газ є дисперсною фазою і представлений у вигляді дрібних сферичних пухирців однакового діаметра, зважених у рідині. Газ вважається стисливим, рідина несжимаемой. Процес поперечної міграції по перерізу труби та злиття бульбашок не розглядаються, проте враховується неоднорідний профіль об'ємної концентрації бульбашок, що сформувався внаслідок міграції. Різниця тиску всередині бульбашок і рідини, обумовлена поверхневим натягом, не враховується. Вважається, що розміри бульбашки набагато менші за просторові масштаби зміни поля

швидкості рідини і число Рейнольдса для обтікання бульбашки мало. Двофазний перебіг розглядається на основі моделі двох взаємопроникних та взаємодіючих континуумів [7].

В результаті міграції бульбашок від стінок до центру під дією бічних сил формується шар пристінок чистої рідини, а бульбашки акумулюються в ядрі течії [8] (рис. 1).

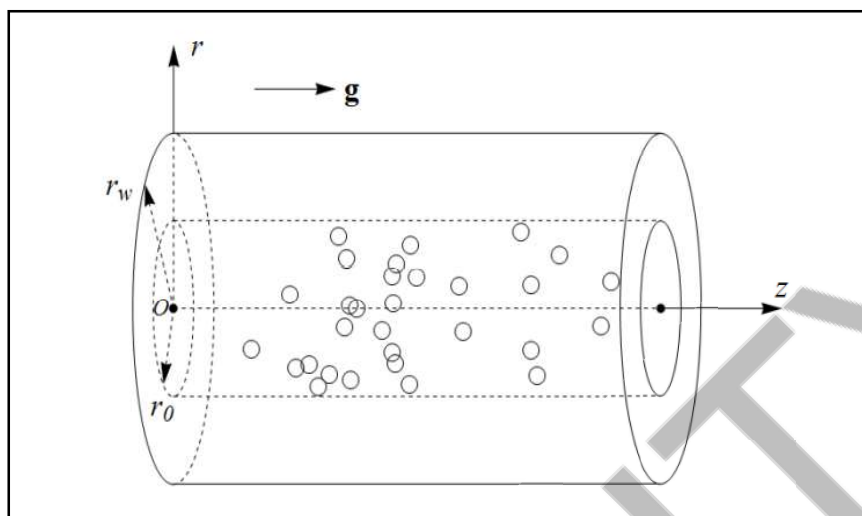


Рис. 1 – Схема течії дисперсної газо-рідинної суміші в круглій трубі

Аналіз чутливості результатів моделювання до зміни різних параметрів показує, що найбільш сильний вплив на результати надає зміна амплітуди швидкості дрейфу у висхідних ділянках течії. З фізичної точки зору це спостереження може бути обґрунтоване в такий спосіб. Після виплеску рідкої пробки, яким закінчується цикл коливань, у системі залишається деяка маса рідини, яка залежить від ефективного прослизання між фазами в період різкого зростання вихідної витрати. Залишкова маса і, відповідно, рівень рідини визначають час, необхідний для того, щоб газ повністю витіснив рідину з вхідної секції трубопроводу і стався наступний виплеск.

Література

1. Синьков К.Ф. Развитие гидродинамических моделей многофазных течений в трубопроводах // Диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. МФТИ. – 2016. – 130 с.
2. Bratland O. Pipe flow 2: Multi-phase flow assurance. – 2009.
3. Ramshaw J.D., Trapp J.A. Characteristics, stability, and short-wavelength phenomena in two-phase flow equation systems // *Nucl. Sc. and Eng.* – 1978. – Vol. 66, no. 1. – P. 93-102.
4. Bendiksen K., Maines D., Moe R., Nuland S. The dynamic two-fluid model OLGA: Theory and application // *SPE Production Engineering.* – 1991. – Vol. 6, no. 2. – P. 171-180.
5. Graham B. Wallis One-Dimensional Two-Phase Flow // *Courier Dover Publications.* – 2020. – 432 p.
6. Durand R., Condolios E. Experimental investigation of the transport of solids in pipes // *Deuxieme Journ'ee de l'hydraulique, Societe Hydrotechnique de France.* – 1952.
7. Нигматулин Р. И. Динамика многофазных сред, Ч. 1. – М.: Наука, 1987. – 464 с.
8. Drift-Flux Modeling of Multiphase Flow in Wellbores / H. Shi, J. A. Holmes, L. J. Durlofsky et al. // *SPE Journal.* – 2005. – Vol. 10, no. 1. – P. 24-33.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ, ЩО ПРАЦЮЄ НА ЗЕОТРОПНІЙ СУМІШІ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ	
Кравченко М.Б., Кокул С.В.	268
ТУРБОДЕТАНДЕРНА УСТАНОВКА З РЕГЕНЕРАЦІЙНИМ ПІДГРІВОМ ПАЛИВНОГО ГАЗУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ	
Ярошенко В.М., Никифоров Д.Р.	270
БАГАТОЦІЛЬОВИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОТРИМАННЯ РІДКОГО НЕОНУ ТА ПАРАВОДНЮ	
Грудка Б.Г.	272
КОМПАКТНА КРІОГЕННА УСТАНОВКА ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ КРИПТОНУ	
Чигрін А.О., Меркулов М.Ю.	273

СЕКЦІЯ «НАФТОГАЗОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ	
Березовська Л.В.	274
СУШІННЯ ЩІЛЬНОГО ШАРУ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ У МІКРОХВИЛЬОВОМУ ПОЛІ	
Бошкова І.Л., Волгушева Н.В., Потапов М.Д.	276
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ТРУБЦІ ФІЛЬДА ПРИ ОПРІСНЕННІ ВОДИ ВИМОРОЖУВАННЯМ	
Вовченко А.І., Василів О.Б.	278
ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ	
Волчок В.О.	279
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНЕВОГО КОНДЕНСАТУ	
Волчок В.О., Світлицький В.М.	280
ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОВ'ЯЗКОЇ НАФТИ	
Георгієш К.В.	281
РОЗРОБКА КОМБІНОВАНИХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ	
Гратій Т.І.	282
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ВИСОКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ	
Капауз К.О., Бондаренко О.С., Фелонюк О.І.	283
ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ҐРУНТОВОГО РЕГЕНЕРАТОРА В НАТУРНИХ УМОВАХ	
Мукмінов І.І.	285
РОЗРОБКА СИСТЕМ ПЕРВИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА	
Петушенко С.М., Тітлов О.С.	287
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛО-МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО	
Пономарьов К.М.	289
РОЗРОБКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ	
Проць Б.М., Василів О.Б.	290
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ	
Кологривов М.М., Бузовський В.П.	292
МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОФАЗНИХ ТЕЧІЙ У НАФТОПРОВОДАХ	
Тітлов О.С., Альтман Е.І., Арику А.В.	294
ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ВАЖКОЇ ФРАКЦІЇ, ЩО ВИНИКАЄ У ПРОЦЕСІ ЗРІДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ	
Дьяченко Т.В.	296

СЕКЦІЯ «ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ»

СИСТЕМНИЙ ВПЛИВ ОЗОНУВАННЯ НА СТІЧНІ ВОДИ	
Бондар С.М., Чабанова О.Б., Шевченко О.І.	300
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ НАФТОЮ І НАФТОПРОДУКТАМИ	
Гаркович О.Л., Шевченко Р.І., Мадані М.М.	301
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ КОНСЕРВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Мадані М.М., Гаркович О.О.	303
ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ М. ОДЕСИ	
Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Мадані М.М., Гаркович О.О.	305