

# ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ України

№6(71)

2005

Заснований у вересні 1993 р.  
Виходить 6 разів на рік  
Спеціальний випуск

## ЗМІСТ

### Сировина та матеріали

- Перекупко Т.В.*  
Лангбейнітовий концентрат. Розчинення у водних розчинах хлоридної кислоти і перероблення у шеніт..... 3
- Мележик О.В., Пятковський М.Л., Янченко В.В., Приходько Г.П., Семенцов Ю.І.*  
Інтеркальовані сполуки графіту. Особливості утворення та гідролізу..... 7
- Дребезова Л.П., Пасько Н.І., Савельєва Н.В., Бойко Т.А.*  
Стабілізатор нафтам НТ. Застосування..... 16
- Дзіняк Б.О., Магорівська Г.Я.*  
Сировина для виробництва синтетичних смол. Побічні продукти нафто- і коксохімії..... 18

### Нове технологічне обладнання

- Склабінський В.І., Ляпощенко О.О.*  
Газосепараційне та масообмінне обладнання нафтогазо-переробних та хімічних виробництв. Промислові випробування дослідно-промислових зразків..... 24
- Левченко В.А., Самойлова Ж.Г., Кузюков А.Н.*  
Производство дисперсных красителей. Подбор конструкционных материалов..... 27
- Кучер К.А., Андрианов А.А., Лысак А.В., Чилий Г.В.*  
Системы периодического акустико-эмиссионного мониторинга потенциально опасных участков магистралей. Внедрение на аммиакопроводе «Тольятти-Одесса»..... 31

### Полімери та композиційні матеріали

- Радчук А., Пахаренко В.В., Тимченко В.И., Савченко Б.М.*  
Полимерные композиционные материалы. Определение параметров переработки в двухшнековом экструдере..... 34



<b>Бурмистр М.В., Сухой К.М., Томило В.И., Шилов В.В., Гомза Ю.П., Сухая И.В.</b> Наноккомпозиты на основе линейных полимеров и слоистых силикатов. Синтез, структура и физико-механические свойства.....	36
<b>Левицький В.Є., Сподар І.Д., Суберляк О.В.</b> Кополімери полівінілпіролідону, одержані емульсійною полімеризацією. Сорбційні властивості.....	42
<b>Салєєва А.Д., Хмелєвська І.О., Чернов Є.І.</b> Полімерні матеріали для протезобудування. Нові розробки ....	45
<b>Екологія</b> _____	
<b>Мурогіна Л.Л., Тимошенко В.Б., Крижанівська С.В.</b> Виробництво прогумованих тканин. Екологічна безпека ....	48
<b>Крижанівская С.В., Медведева В.І.</b> Гуми на основі силіційорганічних полімерів. Санітарно-екологічні аспекти контролю якості повітряного середовища у виробництві .....	49
<b>Челядин Л.І., Новосад П.В., Пукіш А. В., Челядин В.Л.</b> Очищення стічних вод целюлозно-паперового виробництва та переробки осаду .....	51
<b>Знайомтесь — наші підприємства</b> _____	
<b>Мирошник И.Н., Галкина Е.А.</b> Инновации Укрпластика .....	56

Засновники журналу:

**Міністерство промислової політики України,  
Українське хімічне товариство, Союз хіміків України,  
АТ «ВНДІХІМПРОЕКТ»**

Друкується згідно з рішенням ВЧЕНОЇ РАДИ АТ «ВНДІХІМПРОЕКТ»  
Протокол № 8 от 06.12.05.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор **Голубов О.Г.**

**Заступники головного редактора: Миголь В.І., Мешков В.В.**

Члени редколегії:

**Астрелін І.М.Бурмістр М.В., Горбатко В.С., Дмитрієв Є.І.,  
Козаков В.В., Кухар В.П., Лапін Є.В., Лебедев Є.В.,  
Митронов О.П., Молчанов В.І., Новіков І.М., Новицький В.С.  
Походенко В.Д., Райков Б.С., Спіца В.Б., Тменов Д.Н.,  
Турчаненко Ю.Т., Федоров В.І., Хабєр М.В., Янковський М.А.**

Науковий редактор: **Оніщенко С.Є.**

Редактор: **Пасічко Г.Г.,**  
Оригінал-макет: **Найдьонова І.П.**  
Дизайн обкладинки: **Шевчук Д.М.**

Адреса редакції

**02002, Київ-002, вул. М. Раскової, 15**

**Союз хіміків України**

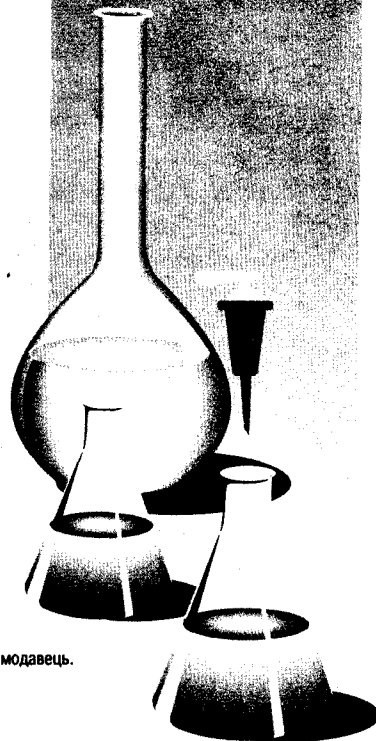
**Тел./факс: 516•58•32; e-mail: office@chemunion.org.ua**

Здано до набору 09.11.05. Підп. до друку 09.12.05.  
Формат 60x84/8. Друк офсетний. Папір офсетний №1.  
Ум. друк. арк. 7,2. Зам. 0034.

Оригінал-макет та друк — видавництво «ДІА»,  
м. Київ, вул. Васильківська, 45, тел.: 455•91•52.

Реєстраційне свідоцтво серія КВ № 6887

За достовірність викладеного матеріалу відповідальність несе автор. За зміст реклами відповідальність несе рекламодавець.  
У разі передруку посилання на журнал «Хімічна промисловість України» є обов'язковим.  
Редакція залишає за собою право скорочувати статті та робити редакційну правку.



# НОВЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

УДК 66.074.1:547.912

## ГАЗОСЕПАРАЦІЙНЕ ТА МАСООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ НАФТОГАЗОПЕРЕРОБНИХ ТА ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ. ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВИХ ЗРАЗКІВ

*В.І. Склабінський, д.т.х., О.О. Ляпощенко*  
Сумський державний університет

*Обґрунтовано доцільність застосування високоефективних конструкцій газосепараційних та масообмінних вузлів у нафтогазохімічному обладнанні поряд з впровадженням прогресивних способів обробки газорідних потоків. Викладено результати випробування дослідно-промислових зразків на провідних підприємствах нафтогазопереробних та хімічних виробництв України. Наведено порівняльну оцінку стандартних та модернізованих газосепараторів, працюючих в однакових технологічних режимах.*

*Обоснована целесообразность применения высокоэффективных конструкций газосепарационных и массообменных узлов в нефтегазохимическом оборудовании наряду с внедрением прогрессивных способов обработки газожидкостных потоков. Изложены результаты исследования опытно-промышленных образцов на ведущих предприятиях нефтегазопереработывающих и химических производств Украины. Приведена сравнительная оценка стандартных и модернизированных газосепараторов, работающих в одинаковых технологических режимах.*

Газосепараційне та масообмінне обладнання залишається обов'язковим елементом на об'єктах промислових підприємств нафтогазопереробних та хімічних виробництв. Тому однією з актуальних проблем, що постають перед нафтогазовою та хімічною промисловістю України на сучасному етапі, є вдосконалення технології та техніки поряд з традиційно застосовуваними низько ефективними способами та конструкціями. Крім того, це постійно обумовлюється все жорсткішими вимогами до якості продуктів і ступеня використання енергоресурсів нафтогазового комплексу та сучасними екологічними вимогами до складу аерозольно-газових викидів промислових підприємств хімічної галузі.

Сучасні введені в експлуатацію закордонними виробниками (SIIRTEC NIGI, OPC Drizo Inc., Prosernat IFP Group Technologies) промислові установки осушування природного газу (DRIGAS, DRIZO, ECOTEG) відповідають більш жорстким вимогам, забезпечують низьку крапку роси газу й мають низькі експлуатаційні витрати порівняно з традиційними установками [1]. Центральним Конструкторським Бюро Нафтоапаратури (ДООА ЦКБН) проведено впровадження нових технічних рішень з модернізації сепараційних секцій абсорбційного обладнання на газових промислах ВАТ «Газпром». Конструкції сепараційних та масообмінних елементів Monsanto Enviro-Chem Systems Inc. надають можливість значно підняти наванта-

ження по газовій фазі, без виходу на режими захлинання, та широко застосовуються на сучасних сірчаноокислотних виробництвах хімічної промисловості.

Дослідження проводилися з метою обґрунтування доцільності застосування високоефективних конструкцій газосепараційних та масообмінних вузлів у нафтогазохімічному обладнанні поряд з впровадженням прогресивних способів обробки газорідних потоків.

Суть пропонованого заходу полягає в модернізації традиційного газоочисного та масообмінного устаткування. Замінюються заводські сепаруючі та контактні вузли (жалюзі, ґрати, тарілки, сітки) на інерційно-фільтруючі, що поєднують поряд з основними інерційними елементами фільтруючі полотна з полімерних волокон та складно плетеної конфігурації металеві сітки. В сполученні з запатентованими прогресивними способами та оригінальними конструктивними рішеннями [2, 3] це дає змогу підвищити ефективність роботи обладнання до 99,5–99,9%, забезпечити тривалий міжрегенераційний ресурс та багаторазову регенерацію.

Завдання досліджень спочатку було виконано в процесі математичного моделювання газодинаміки руху газорідного потоку за інерційною та фільтруючою секціями. Складено рівняння руху краплі з послідовним визначенням розрахункових рівнянь для коефіцієнту ефективності сепарації, а також оцінкою

критичної швидкості газового потоку, при досягненні значення якої починається вторинне унесення крапель [4].

На етапі комп'ютерного моделювання тривимірних течій двофазних потоків по 3D (тривимірних) геометричних моделях зазначених технічних об'єктів з метою візуалізації цих течій методами комп'ютерної графіки застосовано системи тривимірного твердотільного моделювання КОМПАС-3D V7 Plus та САD-систему SolidWorks 2006 (рис. 1). Моделювання пливу двофазних потоків в створеній геометричній конфігурації розрахункової області сепараційних та масообмінних каналів здійснено за допомогою програмного продукту COSMOS FlowWorks 2006 Pre-Release та програмного комплексу FlowVision 2.2 [5].

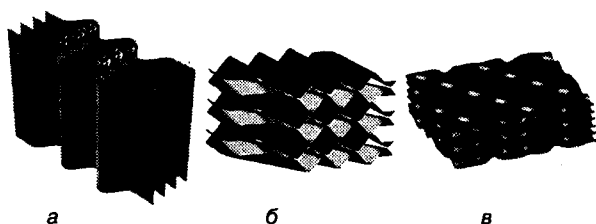


Рис. 1. 3D геометричні моделі сепараційних та масообмінних елементів: а — жалюзійний інерційно-фільтруючий сепараційний, б, в — насадкові сітчасті сепараційні та масообмінні

Змодельовані тривимірні течії потоку газу з високодисперсною краплинною рідиною по криволінійному сепараційному каналу жалюзійного інерційно-фільтруючого сепараційного елемента (рис. 1а) візуалізовано методами комп'ютерної графіки у вигляді шарів перетину повздож руху потоку з заливками за значеннями швидкості, тиску, а також анімаційного зображення спалахів траєкторій руху часток потоку по об'єму зазначених об'єктів. Аналіз останніх дозволяє чітко визначити геометрію зон пониженого тиску та вихроутворень, в яких найбільш доцільно розмістити фільтруючий елемент для вловлювання високодисперсної краплинної рідини з газорідинного потоку. Завдяки цьому відзначається поліпшення умов відведення вловленої рідини (створення стабільного стоку вловленої рідини, запобігання вторинного унесення та виходу на режими захливання). Удосконалення конструкції робочого об'єму шляхом поєднання криволінійних сепараційних каналів та криволінійних дренажних каналів, закритих для газового потоку, надає можливість роботи у більш широкому діапазоні навантажень по газовій фазі та зниження гідравлічного опору і, отже, підвищення питомої продуктивності процесу сепарації високодисперсної краплинної рідини.

Суттєву увагу привертають дослідження у напрямку моделювання тривимірної течії двофазного потоку в 3D геометричних моделях насадкових сітчастих сепараційних та масообмінних елементів по каналах складної конфігурації з перехресними токами (рис. 1б, в). При цьому досягнуто найбільш ефективний перерозподіл потоків в тарілчастих ступенях сітчастих газосепараторів, а також сепараційних ступенях масообмінних колон.

Роботу експериментальних зразків інерційно-фільтруючих газосепараційних пристроїв експериментально досліджено в лабораторних умовах кафедри «Процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» (ПОХНВ) Сумського державного університету (СумДУ). На підставі проведених комплексних теоретичних та експериментальних досліджень гідродинаміки та структури двофазних газових потоків з високою дисперсною в них рідиною винайдено та запатентовано нові способи обробки газорідинних потоків і пристрої для їх здійснення, що забезпечують високу ефективність розподілення [2, 3].

У 2001–2003 рр. пройшли промислові випробування та впроваджені на підприємствах ВАТ «Укрнафта» газосепаратори конструкції СумДУ, які дозволили суттєво підвищити якість товарного газу, знизити температуру крапки роси, зберегти цінну сировину, яку можна передавати на переробку та отримувати додаткові прибутки, економити діетиленгліколь (ДЕГ). У цей же період проведено дослідження умов роботи блоку осушування газу (БОГ) на Качанівському газопереробному заводі (КГПЗ), Глінсько-Розбишівському виробництві та Анастасівській газліфтній компресорній станції (АГЛКС), що входять до складу ВАТ «Укрнафта». Розроблено та впроваджено у виробництво конструктивні та технологічні рішення щодо підвищення ефективності роботи БОГ.

Промислові випробування дослідно-промислових зразків інерційно-фільтруючих газосепараційних пристроїв проведено у рамках науково-дослідних робіт ВАТ «Укрнафта» для нормалізації роботи блоку осушування газу (БОГ) Качанівського ГПЗ. Запропоновано ряд проектних рішень з конструктивного оформлення сепараційних пристроїв (вертикальні блоки волокнистих фільтруючих елементів, тарілчаста ступінь патронних волокнистих туманоуловлювачів) контактору (абсорбційної колони) БОГ. У застосовуваних в технологічній схемі IV ступеня стискування дотискувальної компресорної станції (ДКС) гравітаційно-інерційних жалюзійних газосепараторах проведено заміну вертикальних жалюзійних відбійників на інерційно-фільтруючий туманоуловлювач. Розроблено конструкторську документацію з

вдосконалення сітчастих газосепараторів Глінсько-Розбишівського виробництва.

У 2003 р. проведені науково-технічні дослідження та впровадженні конструкторсько-технологічні розробки, спрямовані на реконструкцію Глібовської установки комплексної підготовки газу (УКПГ) ДАТ «Чорноморнафтогаз» національної акціонерної компанії «Нафтогаз України».

Авторський нагляд за роботою дослідно-промислових зразків протягом тривалого терміну експлуатації не виявив підвищення значення гідравлічного опору інерційно-фільтруючих сепараційних пристроїв, а проведений зовнішній огляд фільтрувальних елементів не визначив помітних змін структури або забруднень фільтруючого елементу. Проведена порівняльна оцінка традиційних та модернізованих газосепараторів, які працювали в однакових технологічних режимах, підтвердила доцільність застосування оригінальних сепараційних та контактних елементів. Забезпечено підвищення здатності вловлювання за рахунок запобігання вторинного унесення та створення стабільного стоку вловленої рідини, що дає змогу досягти більш високого значення ефективності сепарації високодисперсної краплинної рідини в газорідинного потоку, порівняно з гравітаційно-інерційними сепараційними пристроями, при порівняно однакових значеннях гідравлічного опору. Досягнуто зниження температури крапки роси газу на 4–5°C (табл.), стало можливим вловлювання часток розмірами навіть менш 1 мкм (рис. 2),

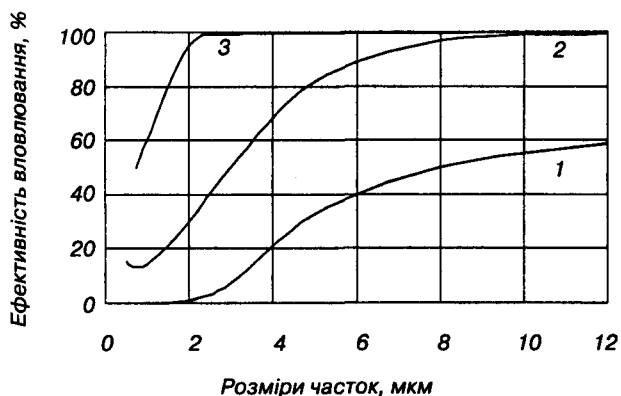


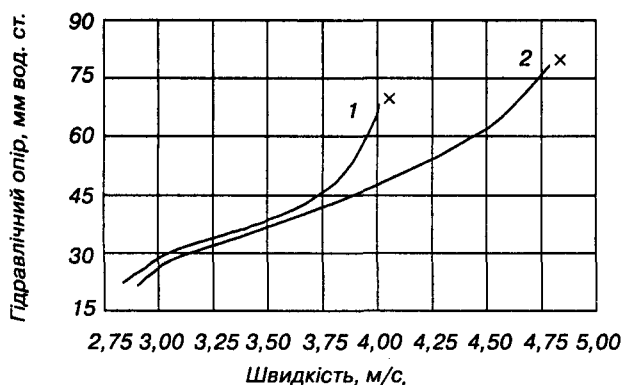
Рис. 2. Залежність ефективності вловлювання часток від їх розмірів: 1 — гравітаційно-інерційний сепаратор, 2 — інерційно-фільтруючий сепаратор, 3 — насадковий сітчастий тумановловлювач

Таблиця 1  
Аналізи газу з розрахунком потенційного вмісту цільових компонентів

Показник	до сепараторів	після стандартного	після модернізованого	
$O_2$	0,15	0,16	0,19	
$N_2$	1,64	1,66	1,76	
$CO_2$	1,41	1,56	1,54	
$CH_4$	86,87	86,75	86,95	
Компонентний склад газу, % об.	$C_2H_6$	7,14	7,12	7,09
	$C_3H_8$	2,34	2,32	2,08
	$i-C_4H_{10}$	0,12	0,12	0,09
	$n-C_4H_{10}$	0,20	0,20	0,18
	$i-C_5H_{12}$	0,04	0,04	0,04
	$n-C_5H_{12}$	0,04	0,03	0,03
	$C_6H_{14+в}$	0,05	0,04	0,05
	Густина відн.	0,642	0,643	0,640
Вміст важких вуглеводнів, г/м <sup>3</sup>	$C_3H_8$	45,94	45,55	40,84
	$C_4H_{10}$	8,28	8,28	6,99
	$C_5H_{12}$	2,57	2,25	2,25
	$C_6H_{14+в}$	1,92	1,54	1,92
Сума важ. углевод., г/м <sup>3</sup>	58,71	57,62	51,99	
Крапка роси по волозі при 36 атм., °C	1,75	1,70	-3,30	

а також встановлення інтенсивніших гідродинамічних режимів руху двофазного потоку без виходу на критичні режими роботи, за яких починається вторинне унесення з сепараційних поверхонь та захливання фільтруючих шарів (рис. 3).

В нафтогазових сепараторах типу НГС та НГСВ, струнних та сітчастих газосепараторах, газосепараторах з відцентровими елементами, факельних сепараторах, що виготовляються за державними і галузевими стандартами та застосовуються у системах промислового збору і установках комплексної підготовки нафти та газу, також стає можливою модернізація обладнання шляхом застосування винайдених та запатентованих нових способів обробки газо-



**Рис. 3.** Залежність гідравлічного опору від швидкості газового потоку: 1 — гравітаційно-інерційний сепаратор, 2 — інерційно-фільтруючий тумановловлювач, x — критична крапка інверсії фаз (відповідає режиму захливання фільтруючого шару)

рідинних потоків і встановлення вискоєфективних інерційно-фільтруючих газосепараційних пристроїв для їх здійснення.

Промислові випробування модернізованих газосепараторів довели підвищення на ступінь значення ефективності сепарації і, отже, доціль-

ність застосування інерційно-фільтруючого газосепараційного устаткування. Впровадження в обладнання нафтогазопереробних виробництв полімерних фільтруючих матеріалів, які традиційно застосовуються на сірчано-кислотних виробництвах хімічної промисловості, дало змогу виділяти з потоку природного газу вологу навіть у вигляді конденсаційного туману.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Склабинский В.И., Стороженко В.Я., Смирнов В.А., Ляпощенко А.А. // Эко-технологии и ресурсосбережение. 2003. № 6. С. 70–75.
2. Пат. України 60782 А, МПК 7 В01D45/04.
3. Пат. України 69701 А, МПК 7 В01D45/04.
4. Ляпощенко О.О., Склабинський В.І. // Вісник Сумського державного університету. 2005. № 1(73). С. 58–68.
5. Комп'ютерне моделювання пливу потоку природного газу по 3D моделях газосепараційних елементів / О.О. Ляпощенко, В.І. Склабинський // Технологія 2005. Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Северодонецьк, 2005. С. 41–42.

УДК 620.197

## ПРОИЗВОДСТВО ДИСПЕРСНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ. ПОДБОР КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Левченко, к.т.н., Ж.Г. Самойлова, к.т.н., А.Н. Кузюков, д.т.н.

Северодонецкий НИИХиммаш,

Северодонецкий технологический институт Восточно-украинского национального университета имени Владимира Даля

*Испытаны различные конструкционные материалы (углеродистые и нержавеющей стали, титан, цирконий и сплав циркония с ниобием) в условиях процесса получения дисперсных красителей в анилинокрасочной промышленности. Выявлен характер разрушения конструкционных материалов и подготовлены рекомендации по использованию конструкционных материалов для изготовления оборудования, работающего в агрессивных средах.*

*Досліджено різні конструкційні матеріали (вуглецева та нержавіюча сталі, титан, цирконій та сплав цирконію з ніобієм) в умовах процесу виготовлення дисперсних фарбників в анілінофарбовій промисловості. Встановлено характер руйнування конструкційних матеріалів і підготовлені рекомендації з використання конструкційних матеріалів для виготовлення обладнання, що працює в агресивних середовищах.*

При производстве дисперсных красителей в анилинокрасочной промышленности используется оборудование из различных конструкционных материалов: углеродистых и нержавеющей сталей типа X18H10T, 10X17H13M2T, титана BT1-0, циркония, циркония с ниобием.

Известно, что титан обладает высокой коррозионной стойкостью в слабых (до 5%) растворах серной и соляной кислот при комнатной температуре [1]. Цирконий стоек в растворах соляной кислоты любой и в серной кислоте до 75% концентрации [2]. Нержавеющие стали