

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської

науково-технічної

конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Сторов Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Замісники:

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент,

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету:

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшевська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: Тітлов О.С., завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології / Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

ББК 31:20.1

ISBN 978-966-930-137-6

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

СЕКЦІЯ 3:
ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
В НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕРОЗІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ ВІДВОДІВ ЛІНІЙНОЇ ЧАСТИНИ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ

Дорошенко Я. В. канд. техн. наук, доцент, Марко Т. І. аспірант,
Дорошенко Ю. І. канд. техн. наук, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Лагранжовим підходом (модель Discrete Phase Model) досліджено ерозійне зношування відводів лінійної частини магістрального газопроводу. Математична модель базується на розв'язанні системи рівнянь Нав'є-Стокса, нерозривності, руху дискретних фаз, рівняння Фінні, замкнених двопараметричною $k - \varepsilon$ моделлю турбулентності Лаундера-Шарма з відповідними початковими та граничними умовами. Результати моделювання були візуалізовані в постпроцесорі ANSYS Fluent R17.0 Academic побудовою траєкторій руху крапель конденсату і твердих частинок відводом, полів концентрації дискретної фази та полів швидкості ерозійного зношування на контурах відводу. Дослідивши отримані результати виявлено місця інтенсивного ударяння рідких і твердих частинок до стінки трубопроводу, місця інтенсивного ерозійного зношування стінки труби. Визначено кути атаки, діаметри крапель конденсату та твердих частинок в місці ударяння.

Ключові слова: дискретна фаза, модель Фінні, підхід Лагранжа, поля концентрації, траєкторія руху.

Lagrang approach (Model Discrete Phase Model) studied erosion wear tap linear part of gas pipeline. A mathematical model based on solving the Navier-Stokes equations, continuity, discrete movement phases, equation Finney, closed two-parameter model of turbulence Laundera-Sharma with appropriate initial and boundary conditions. The simulation results were in postprocessor ANSYS Fluent R17.0 Academic building trajectories of drops of condensate and particulate challenge, discrete phase concentration fields and velocity fields erosive wear on the contours of way. Examining results found particle collision place heavy liquid and solid particles to the wall of the pipeline, place heavy erosive wear the pipe wall. Determined attack angles, diameters condensate drops and solid particles in collision place.

Keywords: discrete phase, model Finney, approach Lagrange, field concentration, trajectory.

Лінійна частина магістрального газопроводу складається з прямих ділянок трубопроводу, кривих гарячого гнуття (відводів), трійників, перехідників, перекривної арматури. У відводах відбувається складний турбулентний рух газового потоку та зміна напрямку його руху, що призводить до ударяння рідких та твердих частинок (дискретної фази), які містяться в потоці природного газу (суцільної фази), до стінки трубопроводу в результаті чого відбувається ерозійне зношування стінки труби. Ерозійне зношування є одним з чинників, який зменшує залишковий ресурс газопроводів. Якщо відводи не контролювати належним чином то ерозійне зношування може призвести до розривів газопроводу і втрат продукту. Особливо ерозійне зношування стінки труби є небезпечним для газопроводів термін експлуатації яких перевищує 35-40 років, яких є переважна більшість в складі газотранспортної системи України. Тому всебічне вивчення процесу ерозійного зношування стінки труби магістральних газопроводів є особливо актуальним.

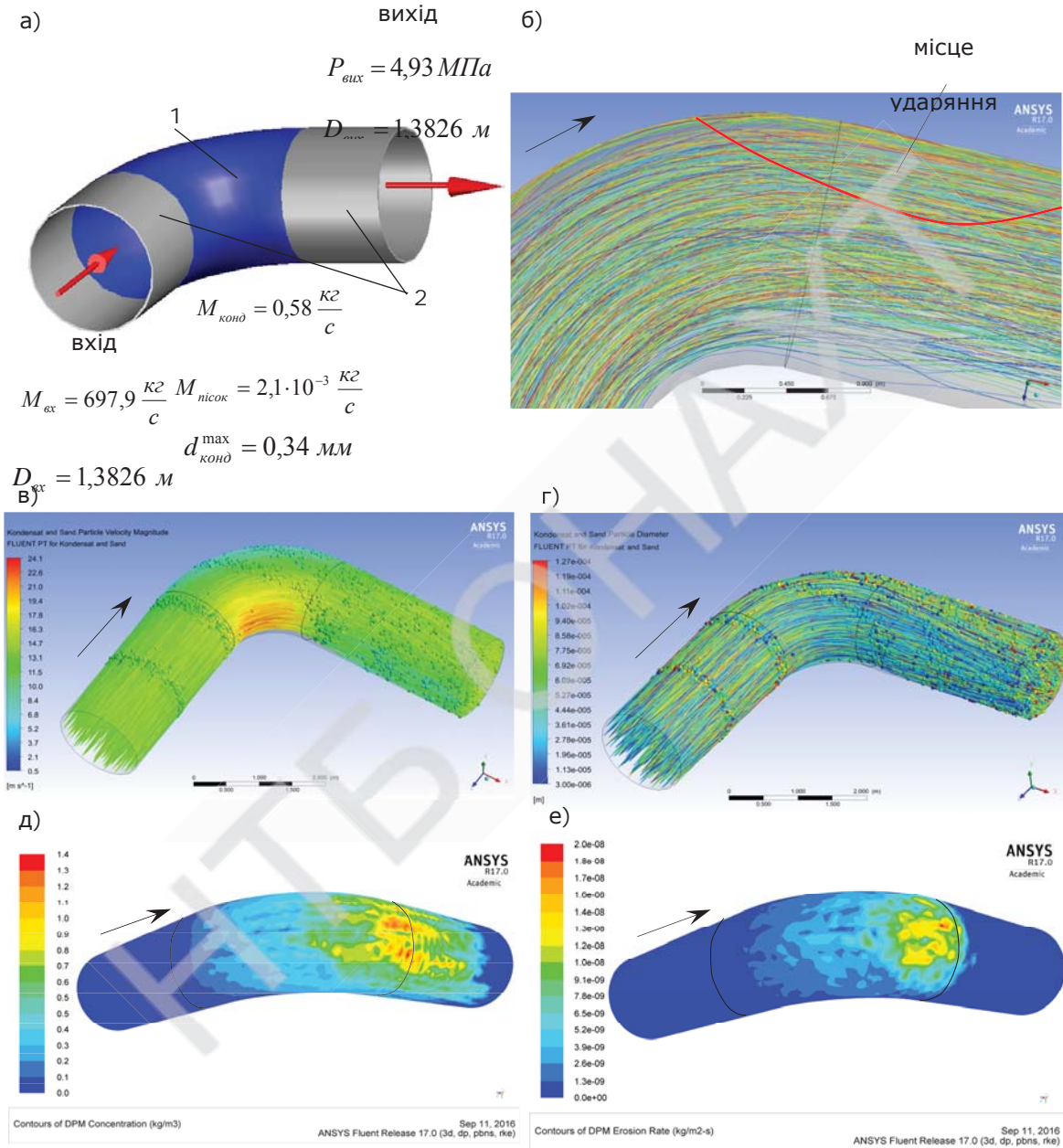
Для оцінки працездатності відводів та розрахунку їх залишкового ресурсу треба знати швидкість ерозійного зношування, місця ерозійного зношування фасонних елементів та геометричну форму дефектної їх внутрішньої поверхні.

Точно передбачувати ерозійне зношування дуже складно через широкий спектр параметрів, які впливають на його місцезнаходження та величину, зокрема, швидкість потоку та рідких і твердих частинок, концентрація, діаметр, густина частинок, кут атаки, режим течії, температура газу, геометрія фасонного елементу, матеріал стінки тощо.

Сьогодні вирішити такі задачі в найкоротші терміни можна сучасним програмним комплексом комп'ютерного моделювання ANSYS Fluent, який дає змогу моделювати ерозійне зношування фасонних елементів складної геометрії, в'являти місця ерозійного зношування фасонних елементів магістральних газопроводів та розраховувати величину ерозійного зношування.

Відомо, що транспортований магістральними газопроводами природний газ містить рідкі та тверді частинки (забруднення). До рідкої дискретної фази відносяться газовий конденсат, вода, мастило та інші вуглеводні. До твердої – винесена з свердловин родовищ порода, пісок, окалина, яка відшарувалась від внутрішньої стінки труб, продукти внутрішньо трубої корозії.

Причини наявності таких забруднень у внутрішній порожнині газопроводів різноманітні. Перш за все це неякісна очистка газу на промислі та компресорних станціях, конденсування рідини з газового потоку за сприятливих термодинамічних умов під час перекачування газу газопроводом, винесення мастила з підшипників нагнітачів газоперекачувальних агрегатів, неякісне очищення внутрішньої порожнини газопроводу перед здаванням у експлуатацію тощо. Хімічна реакція між металом труби і рідкими забрудненнями накопиченими у понижених місцях газопроводів призводять до внутрішньотрубно́ї корозії і утворення твердих частинок.



1 – відвід 90° 1420×24 (ГазТУ 102-488/1 [1]); 2 – труба 1420×18,7;
 а) – розрахункова схема; б) – траєкторії руху крапель конденсату і твердих частинок; в) – траєкторії руху крапель конденсату і твердих частинок забарвлені в кольори, що відповідають їх швидкості; г) – траєкторії руху крапель конденсату і твердих частинок забарвлені в кольори, що відповідають діаметру крапель і частинок; д) – поля концентрації дискретної фази на контурах; е) – поля швидкості ерозійного зношування на контурах
 Рис. 1 – Результати моделювання ерозійного зношування відводу

Рухаючись відводами рідкі та тверді частинки ударяються до стінки трубопроводу, що призводить до ерозійного зношування газопроводу. Для своєчасного та якісного обстеження відводів треба знати місця їх максимального ерозійного зношування та прогнозувати величину ерозійного зношування.

Максимально повно дослідити ерозійне зношування відводів можна комп'ютерним моделюванням тривимірних турбулентних течій в програмному комплексі ANSYS Fluent R17.0 Academic. Закладені в цьому комплексі математичні моделі та числові алгоритми відповідають світовому рівню.

Для моделювання ерозійного зношування в ANSYS Fluent закладено Лагранжевий підхід (модель DPM (Discrete Phase Model – модель дискретної фази)). В основі Лагранжевого підходу лежить розгляд руху окремих частинок (або груп частинок) дискретної фази.

Комплексна процедура чисельного моделювання складається з трьох етапів:

- моделювання газового потоку (суцільної фази) в відводі газопроводу;
- моделювання руху рідких і твердих частинок в газовому потоці відводом;
- розрахунок ерозійного зношування відводу.

В програмному комплексі Ansys Fluent розрахунок ерозійного зношування виконується з використанням моделі Фінні, розробленої для жорстких пластичних матеріалів шляхом аналізу рівнянь руху однієї частинки під час її зіткнення з поверхнею.

Тривимірний модель відводу з прилеглими ділянками труб, конструкція та геометричні розміри яких ідентичні промисловим зразкам (рисунок 1, а) була накреслена в геометричному модулі Ansys Fluent – Design Modeler.

Зовнішній діаметр відводу $D_{з.відв} = 1420 \text{ мм}$, номінальна товщина стінки відводу $\delta_{н.відв} = 24 \text{ мм}$, внутрішній діаметр відводу $D_{в.відв} = 1372 \text{ мм}$. Геометрія відводу відповідає ГазТУ 102-488/1 [1].

Також у відводі відбувається нерівномірний перерозподіл дискретних фаз за діаметром (рисунок 1, г). Більша частина крапель конденсату і твердих частинок, які мають більші діаметри рухаються з опуклого боку відводу і частина з них ударяється в стінку відводу і привареної до відводу труби, що призводить до ерозійного зношування. Більша частина дискретні фази меншого діаметра рухаються з вгнутого боку відводу.

Як видно з полів концентрації дискретної фази на контурах відводу (рисунок 1, д) інтенсивне ударяння рідких і твердих частинок до стінки відбувається з опуклого його боку. Місце ударяння простягається вдовж відводу і прилеглої до нього труби починаючи від середини відводу і на довжину 1,5 м від кільцевого зварного шва в сторону руху продукту прилеглою до відводу трубою.

Для дослідження ерозійного зношування відводу в препроцесорі ANSYS Fluent задавались граничні умови наведені на рисунку 1, а.

Результати моделювання були візуалізовані в постпроцесорі програмного комплексу ANSYS Fluent побудовою траєкторій руху дискретних фаз у відводі (рисунок 1, б, в, г), полів концентрації дискретної фази на контурах відводу (рисунок 1, д) та полів швидкості ерозійного зношування на контурах відводу (рисунок 1, е).

Як видно з рисунку 1, під час руху газового потоку з дискретними фазами відводом з поворотом на кут 90° він змінює свій напрям в результаті чого утворюється складна картина руху. Дослідивши траєкторії руху дискретних фаз у відводі встановлено, що у місці повороту відводу з опуклого боку більша частина крапель конденсату і твердих частинок (до 60 %) рухаються в потоці суцільної фази вздовж ліній течії траєкторіями паралельними стінці труби з незначним наближенням до стінки в місці повороту без ударяння до неї. Менша частина крапель конденсату і твердих частинок в місці повороту відводу рухається траєкторією радіус якої більший за радіус відводу в результаті чого відбувається ударяння крапель конденсату і твердих частинок до стінки відводу та привареної до нього з правого боку труби (рисунок 1, б). Найінтенсивніше ударяння відбувається в місці закінчення відводу з опуклого його боку і на початку привареної до відводу труби. При цьому чим далі від повороту відводу тим кут атаки є меншим. Так в кінці відводу він біля 40° , а вздовж привареної до відводу труби він поступово зменшується. Швидкість крапель конденсату і твердих частинок в місці ударяння, де закінчується відвід, складає біля $8,5 \text{ м/с}$, а на початку привареної до відводу труби досягає 14 м/с (рисунок 1, в).

У відводі відбувається перебудова профілю швидкостей як суцільної так і дискретної фази в поздовжніх і в поперечних перерізах (рисунок 1, в). Вздовж вгнутого боку дискретні фази пришвидшуються до 22 м/с , а вздовж опуклого – уповільнюються до 7 м/с . Протилежна картина спостерігається на виході з відводу – вздовж вгнутого боку дискретна фаза уповільнюється до 6 м/с , а вздовж опуклого пришвидшується до 14 м/с (рисунок 1, в). На початку повороту з вгнутого боку відводу відбувається відривання дискретної фази від стінки труби з збільшенням віддалі між траєкторіями руху дискретної фази і стінкою труби до $0,1 \text{ м}$. На виході з відводу відбувається незначне завихрення газового

потоків з наявними в ньому дискретними фазами з наближенням траєкторій руху дискретної фази до стінки труби.

З полів ерозійного зношування на контурах відводу (рисунок 1, е) видно, що інтенсивне ерозійне зношування відбувається з опуклого боку відводу в місці виходу з нього газового потоку між кутами 60° і 90° відводу та на початку привареної до відводу труби на довжину 0,1 м в напрямку руху продукту. Максимальна швидкість ерозійного зношування рівна $2,0 \cdot 10^{-8}$ кг/м·с². При такому ерозійному зношуванні стінка зтонщується з швидкістю 0,08 мм/рік. На початку привареної до відводу труби швидкість ерозійного зношування різко зменшується, хоча інтенсивне ударяння рідких і твердих частинок до стінки відбувається ще на довжину 1,5 м від кільцевого шва. Це зумовлено зменшенням кута атаки в міру віддалення місця ударяння від кільцевого зварного шва (рисунок 1, б).

Висновок

Комп'ютерним моделюванням виявлено, що максимальне ерозійне зношування відводів газопроводів відбувається з опуклого їх боку в місці виходу газового потоку між кутами 60° і 90° відводу та на початку привареної до відводу труби. Отримані траєкторії руху дискретних фаз відводом пояснюють як краплі конденсату і тверді частинки рухаються у відводі і чому його ерозійне зношування відбувається саме в виявленому місці.

Література

1. Технические условия: ГазТУ 102-488/1-05. Детали соединительные для магистральных газопроводов на Ру до 9,8 МПа (100 кгс/см²) [Текст] : нормативно-технический материал. – М. : ОАО «Трубодеталь», 2005. – 58 с.

УДК 622.692.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИКСОТРОПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОВ'ЯЗКОЇ ДОЛИНСЬКОЇ НАФТИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВODІВ

Пилипів Л.Д., канд. техн. наук, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ

Досліджено тиксотропні властивості високов'язкої долиньської нафти на етапах руйнування парафінової структури нафти та її релаксації. Надані рекомендації по вибору безпечних та енергоощадних режимів роботи магистрального нафтопроводу Долина – Дрогобич.

Ключові слова: високов'язка нафта, тиксотропні властивості, релаксація, напруження зсуву.

The thixotropic properties high-viscosity Dolyna's oil have researched during the destruction of structures paraffin oil and its relaxation. The recommendations on the selection of safe and energy-saving modes of the main pipeline Dolyna – Drohobych have given.

Keywords: high-viscosity oil, thixotropic properties, relaxation, stress shift.

Експлуатація трубопроводів, що транспортують високов'язкі нафти, пов'язана зі значними труднощами, викликаними в першу чергу особливостями поведінки таких аномальних нафт. Часто реальна температура перекачування та температура навколишнього середовища є значно нижчою за температуру застигання високов'язких нафт, які ще тому і називають швидкозастигаючими. Процеси, що протікають в потоці нафти під час її перекачування магистральними трубопроводами, частково запобігають кристалізації парафінів. Однак, при зменшенні швидкості потоку або після повної зупинки транспортування відбувається інтенсивне структуроутворення в'язкої нафти з випаданням парафінів на внутрішніх стінках труб. Некерований процес застигання нафти в кінцевому підсумку може призвести до повного закупорювання перерізу труб утвореним пластичним продуктом. З метою недопущення так званого «заморожування трубопроводів» та контролю і прогнозування режимних параметрів необхідно вивчити механізм структуроутворення у високов'язких нафтах та оцінити можливі виробничі ризики.

Реологічні властивості більшості високов'язких парафіністих нафт залежать не тільки від температури та градієнта швидкості зсуву, а й від тривалості дії цих чинників [1]. Неньютонівські рідини, реологічні характеристики яких залежать від часу, відносяться до тиксотропних рідин. Тиксотропними називають рідини, консистенція яких залежить від тривалості зсуву і величини швидкості зсуву.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕРОЗІЙНОГО ЗНОШУВАННЯ ВІДВОДІВ ЛІНІЙНОЇ ЧАСТИНИ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ <i>Дорошенко Я. В., Марко Т. І., Дорошенко Ю. І.</i>	85
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИКСОТРОПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОВ'ЯЗКОЇ ДОЛИНСЬКОЇ НАФТИ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ <i>Пилипів Л.Д.</i>	88
ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТИПОВОГО НАФТОПЕРЕРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ДОВКІЛЛЯ <i>Пузік О.Г., Черняк Л.М.</i>	93
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГУСТИНИ ТЕХНІЧНОГО АМІАКУ ЗА УМОВ МАГІСТРАЛЬНОГО АМІАКОПРОВОДУ ТОЛЬЯТТИ-ОДЕСА <i>Сусак О. М., Григорський С. Я.</i>	94
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАФТОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ В УМОВАХ НАДХОДЖЕННЯ РІДКИХ ВУГЛЕВОДНІВ З АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСТАЧАННЯ <i>Якимів Й.В., Бортяк О.М.</i>	96

СЕКЦІЯ 4

Теоретичні основи екологічно безпечних технологій. Ресурсоефективні і більш чисті технології. Екологічно безпечні технології поводження з відходами. Технології захисту навколишнього середовища. Управління ресурсними потоками. Екологічний дизайн продукції. Методи оцінки еколого-енергетичної ефективності технологій і обладнання	99
МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДУ (CS-137) ПО КАСКАДУ КИТАЇВСЬКИХ СТАВКІВ (НПП «ГОЛОСІВСЬКИЙ», М. КИЇВ) <i>Кравець М.О., Кутлахмедов Ю.О.</i>	100
МЕТОДИ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ <i>Крусір Г.В., Гаркович О.Л., Чекал Г.Л.</i>	101
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЕКОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТУВАННЯ КВАРТИРИ <i>Крусір Г. В., Мадані М.М., Саввова К.О.</i>	103
ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ У АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНАХ ТА МІСТАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ <i>Ригас Т.Є., Шмандій В.М.</i>	103
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ В УМОВАХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ <i>Харламова О.В., Мальований М.С.</i>	105
ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВОДНЕВОГІДРИДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГОПЕРЕТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ <i>Чорна Н.А.</i>	106
РОЗРОБКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ПРИНЦИПІВ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОПЕРЕТВОРЮЮЧИХ МЕТАЛОГІДРИДНИХ СИСТЕМ <i>Чорна Н.А.</i>	108
ЗМІНИ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ В КРОВІ ЛЮДИНИ ПІД ДІЄЮ ЗАБРУДНЕНЬ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА <i>Щекатоліна С.А., Жарюк В.М.</i>	109
ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КРИЗИ УРБОСИСТЕМ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ФЕП <i>Вамболь С.О., Сичікова Я.О.</i>	110
ОКРАСКА ЛИТЕЙНИХ ФОРМ ПРОТИВОПРИГАРНІМИ НАНОПОРОШКОВИМИ КРАСКАМИ С ЦЕЛЮ УМЕНЬШЕННЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТІ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА <i>Крушенко Г.Г., Двирный В.В., Решетникова С.Н.</i>	112
СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ І УТИЛІЗАЦІЇ МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ <i>Арабаджи Я. А., Мішкою Ю. Є., Цикало А.Л., Косой Ю. І.</i>	114
ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИЙ АНАЛІЗ НЕОБХІДНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОГО РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ <i>Бойченко М., Вовк О. О.</i>	115
ЗНЕПИЛЮВАННЯ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ У ДВОКОНТУРНІЙ КОМБІНОВАНІЙ СИСТЕМІ ОЧИЩЕННЯ <i>Бутенко А.Г., Арсірій В.А., Смик С. Ю.</i>	116
ВИЗНАЧЕННЯ РТУТНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА ЗАЛЕЖНО ВІД МІСЦЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ <i>Дмитруха Т.І., Петрусенко В.П.</i>	118

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

**XVI Всеукраїнської
науково-технічної конференції**

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса

Підписано до друку 28.09.2016 р.
Формат 60x84/8. Папір Офс.
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,
73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail: dimg@meta.ua
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011