

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.	Котлик С.В.	Роженцев А.В.
Бошкова І.Л.	Крусір Г.В.	Сагала Т.А.
Бошков Л.З.	Мазур В.О.	Семенюк Ю.В.
Василів О.Б.	Мазур О.В.	Смирнов Г.Ф.
Гоголь М.І.	Мілованов В.І.	Тітлов О.С.
Дьяченко Т.В.	Морозюк Л.І.	Шпирко Т.В.
Желєзний В.П.	Нікулина А.В.	Хлієва О.Я.
Зацеркляний М.М.	Ольшевська О.В.	Хмельнюк М.Г.
Князева Н.О.	Плотніков В.М.	Хобин В.А.
Кологривов М.М.	Роганков В.Б.	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 2:**

**ПРОЦЕСИ ТЕПЛОМАСООБМІНУ  
І ТЕПЛОМАСООБМІННІ АПАРАТИ**

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ  
І ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ**

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОНОСІЇВ  
І РОБОЧИХ ТІЛ**

7. Трубопровідний транспорт газу: монографія / М.П.Ковалко, В.Я.Грудз, В.Б.Михалків, Д.Ф.Тимків. - К.: Агентство з рац. використання енергії та екології, 2002. - 600 с.

## ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ R407C І R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСТИЛАМИ

Геллер В.З., д-р техн. наук, професор, Губанов С.Н., канд. техн. наук, доцент  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Однією з основних вимог до холодильних мастил є їх сумісність (розчинність та змішуваність) з альтернативними холодоагентами, яка забезпечує кращі умови теплообміну в випарувальній системі, повернення холодоагента в компресор. Цим вимогам відповідають мастила на основі поліестерів (ПОЕ).

Розчинність та змішуваність виявлять при термодинамічній рівновазі рідина – пара (VLE) та рідина-рідина-пара (VLE). У доповіді наводяться експериментальні дані про розчинність та низькотемпературну змішуваність (зона не змішуваності може спостерігатися також при високих температурах) складних холодоагентів R407C (R32/R125/R134a) і R410A (R32/R125) в чотирьох різних поліолефірних мастилах (ПОЕ), виробництва однієї й тієї ж компанії, з різними стандартами в'язкості (ISO 32, ISO 46, ISO 68 і ISO 220). Вони мають різні добавки, які значною мірою впливають на властивості рідини (змішуваність, розчинність, густину та в'язкість). Дані про рівновагу компресорних мастил і складних холодоагентів є особливо важливими у зв'язку з можливістю розчинення окремих компонентів в цих мастилах. Мета роботи - оцінити можливу кореляцію розчинності і змішуваності зі стандартною в'язкістю поліолефірного мастила.

Тиск пари (розчинність) вимірювалася методом постійного об'єму при масових концентраціях мастила 30, 50, 70, 80 і 90% в діапазоні температур від мінус 20 до 100°C і тиску до 5 МПа.

Вимірювання низькотемпературної змішуваності - верхньої критичної температури розчинності (ВКТР) - були виконані з використанням сапфірового осередка високого тиску. Ці дані були отримані для масових часток мастила від 5 до 50% в діапазоні температур від мінус 60 до 0°C шляхом безпосереднього візуального спостереження «молочного помутніння» з подальшим поділом фаз.

Експериментальні дані про рівновагу рідина-пара і рівняння для їх опису наведено в доповіді, а результати вимірювання рівноваги рідина-рідина-пара - в таблиці.

Таблиця. Результати вимірювання рівноваги рідина-рідина-пара

Мас. концентр. мастила, %	Верхня критична температура розчинності, °C							
	R407C				410A			
	ISO 32	ISO 46	ISO 68	ISO 220	ISO 32	ISO 46	ISO 68	ISO 220
5	-51	-41	-25	-15	-	-	-	-
10	-42	-35	-20	-8	-36	-22	-8	1
20	-37	-30	-16	1	-27	-12	0	9
30	-41	-33	-19	0.5	-27	-12	2	10
40	-54	-42	-29	-10	-33	-19	-11	2
50	-	-56	-44	-25	-44	-39	-32	-23

Аналіз отриманих даних показав, що розчинність сумішей холодоагент/мастило майже не залежить від стандартної в'язкості мастила. У той же час, зона незмішуваності набагато більше відрізняється для різних сумішей холодоагент/мастило. Чим менше стандартна в'язкість мастила, тим менша верхня критична температура розчинності суміші холодоагент/мастило. Ці температури для сумішей R407C з мастилами ISO 32 та ISO 220 відрізняються на 30-45 °C.

Отримані дані про рівновагу компресорних мастил і складних холодоагентів та кореляцію для розчинності і змішуваності зі стандартною в'язкістю мастил будуть корисними для оптимального вибору при застосуванні у холодильному обладнанні.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Збірник праць XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції  
«Актуальні проблеми енергетики та екології», Одеса, ОНАХТ, 5-8 жовтня 2016 р.

## ГЕТЕРОГЕННЫХ ЛИОФОБНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО СЕЛИКАГЕЛЯ

Желєзний В.П., д-р техн. наук, професор, Лозовський Т.Л., канд. техн. наук, доцент, Лук'янов М.М., канд. техн. наук, Нікулін А.Г., канд. техн. наук  
Одеська державна академія харчових технологій, г. Одеса

Исследование термодинамических свойств гетерогенных лиофобных систем (ГЛС) является необходимым этапом решения задач, связанных с повышением эффективности устройств, которые используют принципы термомолекулярной энергетики, практическое значение которой весьма значительно.

С помощью созданного на кафедре теплофизики и прикладной экологии экспериментального стенда были получены  $PV$ -изотермы процессов интрузии и экструзии, а также изучены тепловые эффекты процессов заполнения и освобождения пор гетерогенных лиофобных систем от жидкости. В выполненных экспериментах исследовалась следующая гетерогенно лиофобная система: пористая структура гидрофобизированный силикагель SANPONT ХВ-С8 (размер частиц 43-60 мкм, пор – 10 нм) и жидкость – дистиллированная вода. Для калибровки волюмометрической и калориметрической систем экспериментального стенда были использованы образцы дистиллированной воды.

На рис. 1 приведены результаты измерения  $PV$ -изотерм для исследуемой ГЛС. Измерения были выполнены при температурах от 275 К до 420 К и в диапазоне давлений до 35 МПа. На рис. 2 показана зависимость от температуры давлений интрузии (при заполнении пор ГЛС жидкостью) и экструзии (при освобождении пор ГЛС от жидкости). Полученная зависимость согласуется с известными результатами приведенными в литературе для других типов ГЛС. Как следует из полученных результатов выполненного исследования с ростом температуры гистерезис давлений уменьшается примерно на 20 %.

Процесс заполнения пор гетерогенных лиофобных систем и их освобождения от жидкости, которая не смачивает материал пор, сопровождается тепловыми эффектами: эндотермическим при интрузии и экзотермический при экструзии. Изучение этих эффектов позволяет получить необходимую информацию для разработки систем аккумулирования энергии, систем поглощения механической энергии (амортизаторы), а также систем термомолекулярной энергетики.

Температурная зависимость величины тепловых эффектов  $Q$  в расчете на 1 г пористой структуры показана на рис. 3. Как видно, с ростом температуры количество теплоты выделяемое или поглощаемое растет от пренебрежимо малых при температуре 275К до ~ 25 Дж / г для процесса интрузии и до ~ 20 Дж / г для экструзии при 350 К.

Полученная информация о параметрах работы гетерогенных лиофобных систем может быть использована для повышения эффективности работы устройств на базе ГЛС (автономные исполнительные механизмы, демпферы, бамперы, антисейсмические системы, аккумуляторы энергии, и др.);

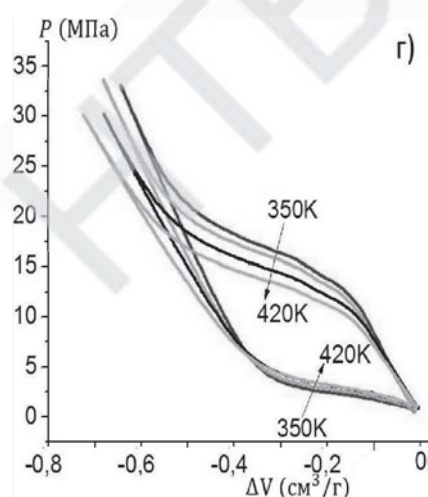


Рис. 1 -  $PV$ -изотермы ГЛС «ХВ-С8 - вода» при температурах 350 К, 370 К, 400 К, 420 К

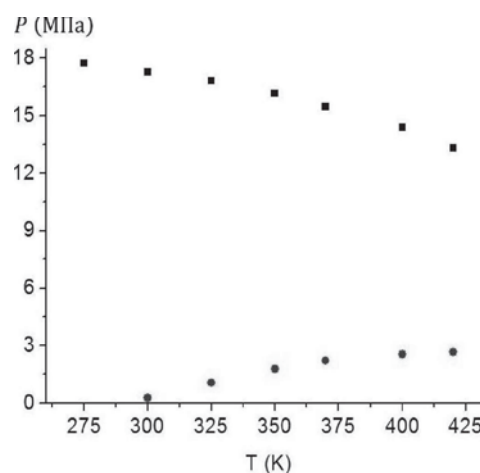


Рис. 2 - Температурная зависимость давления интрузии (квадраты) и экструзии (Точки) ГЛС «ХВ-С8 - вода»

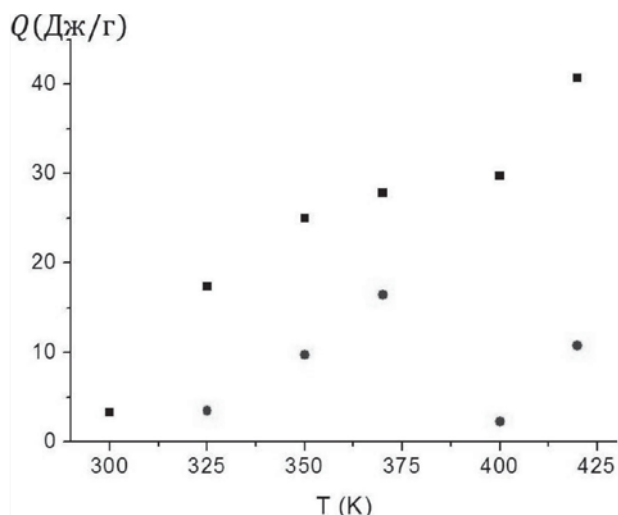


Рис. 3 - Температурная зависимость теплоты интрузии (квадраты) и экструзии (кружки) ГЛС «ХВ-С8 - вода»

Кроме того, полученные экспериментальные результаты предполагается использовать при разработке уравнения состояния гетерогенных лиофобных систем ГЛС на базе мезопористых матриц.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕТЕРОГЕННИХ ЛІОФОБНИХ СИСТЕМ

Желєзний В.П., д-р техн. наук, професор, Лозовський Т.Л., канд. техн. наук, доцент, Лук'янов М.М.,  
канд. техн. наук, Нікулін А.Г., канд. техн. наук  
Одеська державна академія харчових технологій, г. Одеса

Принцип функціонування гетерогенних репульсивних систем (ГРС) базується на використанні поверхневої енергії міжфазової межі «рідина - ліофобне тверде тіло». Використання пористих матеріалів з великими значеннями питомої поверхні забезпечують високі значення зазначеної поверхневої енергії. Зворотність процесу збільшення/скорочення міжфазової поверхні реалізується через процес примусової інтрузії рідини в пори ліофобного твердого тіла і самовільної її екструзії. Якщо зазначений процес протікає зі значним гістерезисом, ГРС застосовується для дисипації енергії. Особливістю ГРС є її висока енергоємність (компактність) та екологічна чистота процесів, що в них протікають, які стимулюють проведення досліджень ГРС з метою її використання в якості робочого тіла в акумуляторах або дисипаторів енергії. Дослідження термодинамічних властивостей ГРС є важливим етапом вирішення завдань, пов'язаних з підвищенням ефективності пристроїв, які використовують принципи термомолекулярної енергетики.

Для виконання досліджень термодинамічних властивостей репульсивних клатратів (РК) і визначення оптимальних температурних діапазонів функціонування обладнання, в якому використовуються принципи термомолекулярної енергетики на кафедрі теплофізики та прикладної екології створений експериментальний стенд (див. рис. 1), описаний нижче.

Основним елементом експериментальної установки є вимірювальний осередок 3 (калориметр), який, з метою зменшення теплових втрат, поміщена у вакуумну камеру. На поверхні вимірювального осередка встановлений електричний нагрівач 1. Внутрішній об'єм калориметра заповнюється репульсивним клатратом - гідрофобним мікропористим порошком. У верхній частині калориметра знаходиться розширювальна ємність для води 6, температура якої в процесі експеримента підтримується рівній температурі самого калориметра за допомогою спеціальної системи регулювання (на рисунку не показана).

При вивченні примусової інтрузії рідини (води) в пори ліофобного твердого тіла і самовільної її екструзії буде супроводжуватися виділенням і поглинанням тепла. Вимірювання температури калориметра фіксується чутливою багатоспайною диференціальною термопарою - Т, один спай якої розташований на поверхні калориметра, а інший на поверхні товстостінного ізотермічного екрану 5. Температура товстостінного екрану вимірювалася плівковим платиновим термометром опору 4. Внутрішня поверхня

СТРУЙНЫЕ АППАРАТЫ В СИСТЕМАХ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТИ <i>Петухов И. И., Шахов Ю.В.</i> .....	37
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕКЦІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ Й ВТРАТ НАПОРУ ПРИ ВИМУШЕНОМУ РУСІ НАНОХОЛОДОНОСІЯ НА ОСНОВІ ПРОПІЛЕНГЛІКОЛЮ В ТРУБИ <i>Рябікін С.С., Хлієва О.Я.</i> .....	41
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВИХ ПЕРЕХОДІВ У НАНОФЛЮЇДІ ІЗОПРОПІЛОВИЙ СПИРТ / НАНОЧАСТИНКИ $Al_2O_3$ <i>Лозовський Т. Л., Железний В. П., Мотовой И. В., Гордейчук Т.В.</i> .....	42
АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ <i>Хлієва О.Я.</i> .....	43
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ПОСДНАННЯ АВІАЦІЙНИХ БЕНЗИНІВ З АЛІФАТИЧНИМИ СПИРТАМИ <i>Бойченко С.В., Кондакова О.Г.</i> .....	45
ВРАХУВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ЗА УМОВ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ГТС ТА ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ LNG СУДНА <i>Волинський Д. А.</i> .....	46
ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХОЛОДОАГЕНТІВ R407C І R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСТИЛАМИ <i>Геллер В.З., Губанов С.Н.</i> .....	50
РЕЗУЛЬТАТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ЛИОФОБНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО СЕЛИКАГЕЛЯ <i>Железний В.П., Лозовський Т.Л., Лук'янов М.М., Нікулін А.Г.</i> .....	50
УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГЕТЕРОГЕННИХ ЛІОФОБНИХ СИСТЕМ <i>Железний В.П., Лозовський Т.Л., Лук'янов М.М., Нікулін А.Г.</i> .....	52
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТІ РІДКОЇ ФАЗИ РОЗЧИНІВ ДИМЕТИЛОВОГО ЕТЕРУ (DME) З ТРИЕТИЛЕНГЛІКОЛЕМ (TEG) <i>Івченко Д.О., Мотовой І.В., Лозовський Т.Л.</i> .....	54
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ НАНОФЛЮЇДІВ ІЗОПРОПАНОЛ / $Al_2O_3$ <i>Лозовський Т.Л., Полюганіч М.П., Швидюк Г.О.</i> .....	55
ЕКСПЕРИМЕНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОМІШОК ФУЛЕРЕНІВ $C_{60}$ НА В'ЯЗКІСТЬ КОМПРЕСОРНОГО МАСЛА ХФ16-12 І РОЗЧИНІВ ХОЛОДОАГЕНТУ R600a /МАСЛО ХФ16-12 <i>Мороз С.О., Лозовський Т.Л., Лук'янов Н.Н.</i> .....	57
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ Й РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ГУСТИНИ ТА В'ЯЗКОСТІ трикомпонентних ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СПИРТІВ <i>Полюганіч М.П., Хлієва О.Я., Нікуліна А.С.</i> .....	59
ТЕРМОДИНАМІЧНА РІВНОВАГА СУМІШІ ХЛОДОГЕНТІВ R407C І R410A З КОМПРЕСОРНИМИ МАСЛАМИ <i>Романенко В.С.</i> .....	61
ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ НАНОФЛЮИДАМИ ПРИ ИХ КИПЕНИИ <i>Семенюк Ю.В., Никулин А.Г.</i> .....	62
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ НАНОФЛЮИДОВ В СВОБОДНОМ ОБЪЕМЕ <i>Якуб Л.Н., Бодюл Е.С.</i> .....	65
ПЛАВЛЕНИЕ И СВОЙСТВА СОСУЩЕСТВУЮЩИХ ФАЗ МЕТАНА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ .....	69
<b>СЕКЦІЯ 3</b>	
<b>Енергоресурсозбереження в нафтогазовому комплексі</b> .....	72
ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ <i>Андерсон А.Ю., Кологривов М.М.</i> .....	73
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСЧЁТЕ ВРЕМЕНИ СЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС <i>Бузовский В.П., Кологривов М.М.</i> .....	77
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ТИСКУ В ЛІНІЙНІЙ ЧАСТИНІ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ ПРИ ЗАПУСКАХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ <i>Григорський С. Я., Середюк М. Д.</i> .....	81

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