

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



МАТЕРІАЛИ
XVII Всеукраїнської
науково-технічної конференції
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

26-29 вересня 2018 року, м. Одеса

26-29 вересня 2018 року, м. Одеса

ОДЕСА
2018

УДК 620
ББК 31+51
А 43

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, протокол № 1 від 25 вересня 2018 року.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Голова:

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

Заступники голови:

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:

Бошкова І.Л.	Крусір Г.В.	Тітлов О.С.
Гоголь М.І.	Лук'янов М.М.	Шпирко Т.В.
Железний В.П.	Мазур В.О.	Хлієва О.Я.
Зацеркляний М.М.	Ольшевська О.В.	Цикало А.Л.
Івченко Д.О.	Сагала Т.А.	Якуб Л.М.
Кологривов М.М.	Семенюк Ю.В.	

ПЛЕНАРНА ДОПОВІДЬ

Актуальні проблеми енергетики та екології /

А 43 Матеріали XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса, Бондаренко М. О., 2018. – 196 с.
ISBN 978-617-7613-26-7

УДК 620
ББК 31+51

Відповідальний за випуск: Семенюк Ю.В., завідувач кафедри теплофізики та прикладної екології ОНАХТ
За достовірність інформації відповідає автор публікації

© Одеська національна академія харчових технологій
© Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського
© Факультет нафти, газу та екології

ISBN 978-617-7613-26-7

ДЛИНА ФАКЕЛА ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ

Кологривов М.М., канд. техн. наук доцент, Григорьев А.О. аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий

Объектом исследования является зажигательно-дежурная горелка [1]. При помощи таких горелок в факельных системах поддерживается надежное сжигание уходящих газовых смесей, содержащих горючие компоненты. В зажигательно-дежурной горелке низкого давления осуществляется горение природного или низкокалорийного газа.

При сжигании сбросных низкокалорийных газов в факельных системах длина факела не имеет принципиального значения в проектировании этих систем. Горящие низкокалорийные газы выбрасываются факельной системой в окружающую среду. С другой стороны в состав факельной системы входит зажигательно-дежурная горелка. Расчёт длины факела пламени этой горелки представляет практический интерес.

Известны [2] следующие критерии для определения длины факела:

- минимальное расстояние от сопла, до сечения факела, в котором отсутствуют компоненты горения газовой смеси;

- длина пламени, которая определяется визуально или по картинке на экране прибора;

В отличие от известных критериев мы приняли за длину факела пламени расстояние по оси факела от среза сопла горелки до точки, в которой температура продуктов сгорания равняется принятой температуре самовоспламенения низкокалорийных газов.

Назначение дежурно-зажигательной горелки постоянно поддерживать в локальной области потока отходящего газа температуру выше температуры его воспламенения. Это такая минимальная температура, при которой отходящие горящие газы выделяют достаточное количество теплоты, чтобы после удаления источника зажигания наблюдалось устойчивое горение газовой смеси. В этом случае скорость отвода теплоты в окружающую среду меньше скорости выделения теплоты. Температура воспламенения является функцией состава и давления газовой смеси. Она не является физико-химической константой смеси, так как зависит от физических свойств окружающей среды, метеорологических условий, формы и размеров факела.

Зажигание горючей газовой смеси, выбрасываемой из факельной системы, происходит при ее контакте с пламенем дежурно-зажигательной горелки. Температура зажигания (воспламенения) всегда выше температуры самовоспламенения. При определении температуры самовоспламенения газовая смесь в экспериментальном сосуде окружена стенками с высокой температурой. В факельной системе газовая смесь выбрасывается в холодную окружающую среду.

Температура самовоспламенения - минимальная температура газо-воздушной смеси, при которой происходит ее воспламенение без влияния высокоэнергетического источника зажигания. Для индивидуальных горючих веществ она является справочной. Известна методика расчёта температуры самовоспламенения для углеводородов, а также для веществ, в состав которых входят гидроксильные или фенильные группы. Температуру самовоспламенения низкокалорийных газов не рассчитывают, а принимают.

Справочные значения температур самовоспламенения для горючих компонентов низкокалорийных газов следующие:

Водород – 783 К (510 0С); Окись углерода - 883 К (610 0С); Метан – 810 К (537 0С).

Принимаем температуру самовоспламенения вышеприведенных низкокалорийных газов равной температуре самовоспламенения окиси углерода – 883 К, как максимальной.

Температура зажигания изменяется в зависимости от начального давления газовой смеси. Снижение давления приводит к повышению температуры зажигания и соответственно

минимальной энергии зажигания. При этом повышение температуры может составлять десятки и сотни градусов Кельвина.

Например, объёмные составы компонентов сбросных низкокалорийных газов некоторых факельных систем приведены в таблице 1.

Виды выплавляемого сплава	CO ₂ , %	CO, %	CH ₄ , %	H ₂ , %	N ₂ , %
<i>феррогаз, получаемый в электропечи ПАО "Никопольский ферросплавный завод"</i>					
ферромарганец	7÷10	80÷85	-	4÷8	0÷8
силимарганец	12÷15	65÷80	-	5÷8	0÷17
<i>феррогаз, получаемый в доменной печи ООО "Краматорский ферросплавный завод"</i>					
ферромарганец	4	33,4	3	1,8	57,8
<i>доменный газ, получаемый в доменных печах ПАО "МК Азовсталь"</i>					
сталь	18,5	25,4	-	2,6	53,5

Температуру зажигания факельного низкокалорийного газа принимаем равной температуре его самовоспламенения.

Горение газовых смесей в воздухе происходит при концентрациях горючих компонентов выше нижнего концентрационного предела (НКПВ) и ниже верхнего концентрационного предела (ВКПВ). С повышением температуры или давления эти пределы изменяются так, что расширяется концентрационный диапазон горения.

Нижний концентрационный предел воспламенения (НКПВ) – φ_n (в об. %) определяют по минимальной энергии, необходимой для поддержания процесса горения из пропорции по отношению к нижней теплотворной способности топлива (Q_n). Учитывая практические данные, что критическое количество тепла ($Q_{кр}$) при горении бедных смесей приблизительно равняется 1830 кДж/м^3 получим

$$\varphi_n = Q_{кр} \cdot 100 / Q_n = 1830 \cdot 100 / Q_n, \%$$

Низкокалорийные газы представляют собой смесь нескольких горючих компонентов и нескольких негорючих компонентов. Нами предлагается приблизительно определять верхний концентрационный предел воспламенения такой смеси по формуле аналогичной формуле Лешателье [3]. Известная формула позволяет приблизительно определять ВКПВ для газовой смеси, которая состоит только из горючих компонентов. При наличии в смеси негорючих компонентов результаты расчётов по известной формуле не имеют физического смысла. Нами предлагается условно считать негорючие компоненты смеси как горючие с верхним концентрационным пределом воспламенения 100 %. Формула для определения верхнего концентрационного предела низкокалорийного газа (φ_v) в этом случае выглядит следующим образом

$$\varphi_v = 100 \cdot (X_1/\text{ВКПВ}_1 + X_2/\text{ВКПВ}_2 + \dots + X_n/\text{ВКПВ}_n)^{-1},$$

где X_1, X_2, \dots, X_n – концентрации горючих и негорючих компонентов газовой смеси (% об.); $\text{ВКПВ}_1, \text{ВКПВ}_2, \dots, \text{ВКПВ}_n$ – верхние концентрационные пределы воспламенения компонентов (справочный для горючего компонента и 100% для негорючего).

Известны другие методы расчёта ВКПВ. Например, использование аппроксимационной формулы с эмпирическими коэффициентами возможно только для газовых смесей с известным коэффициентом при кислороде в уравнении реакции [4]. Горение разных компонентов низкокалорийного газа характеризуется разными коэффициентами при кислороде в уравнениях реакций разных компонентов, а также наличием негорючих компонентов. В этом случае применить аппроксимационную формулу нельзя.

В другом случае ВКПВ можно точно рассчитать для индивидуального горящего вещества, зная его структуру, число структурных групп в химической формуле вещества и вклад каждой структурной группы в горение (определяется по справочнику) [4]. Для газовых смесей эта методика расчёта не используется.

Табл. Концентрационные пределы воспламенения низкокалорийных сбросных газов металлургических производств по результатам расчётов

Сбросные газы при производстве	Q^c , кДж/м ³	НКПВ, % (об)	ВКПВ % (об)
ферромарганец г. Никополь	10544 ÷ 11608	16,0	76,3
Силимарганец г. Никополь	8756 ÷ 10976	16,7	82,2
ферромарганец г. Краматорск	5492	33,3	66,3
сталь ПАО«Азовсталь»	3491	52,4	91,1

Выводы. Предложена новая физическая модель для определения длины факела зажигательно-дежурной горелки.

Предложена новая математическая модель для определения верхнего концентрационного самовоспламенения низкокалорийного газа.

Література

1. Григорьев А.Ю., Газовый пальник Патент України на корисну модель №103475 UA МПК F23D 14/24, опубл. Бюл. №21, 2015 р.. Зареєстровано в державному реєстрі патентів 25.12.2015.
2. Крыжановский Ю. В. Структура и расчёт газового факела / Ю. В. Крыжановский, В. Н. Крыжановский. – Киев: «Освіта України», 2012. – 96 с.
3. Стрижевский И. И. Факельные установки / И.И. Стрижевский, А. И. Эльнатанов. – М.: Химия, 1979. – 184 с.
4. Тарахно Е.В., Жерноклёв К.В., Трегубов Д.Г. Теория развития и прекращение горения. Учебное издание. – Харьков: Изд-во УГЗУ, 2006. – 188 с.

УДК 666.1.031.2

ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХОЛОДУ

Кошельник О.В., к.т.н., доцент

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

Долобовська О.В.,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Інтенсифікація процесів скловаріння призводить до необхідності підвищення температури в робочій зоні печі, що є причиною скорочення терміну служби вогнетривів варильного басейну із-за погіршення температурних умов їх роботи. Зменшення тривалості кампанії печі пов'язано зі збільшенням капітальних витрат при ремонті, а також із зниженням економічних показників роботи скловарного виробництва в цілому. Для охолодження елементів огороження скловарних печей можуть бути розроблені різні системи охолодження – повітряне, водяне, випарне.

Основні недоліки повітряних та водяних систем охолодження можливо усунути шляхом застосування пароводяної суміші в якості теплоносія. Сутність системи випарного охолодження (СВО) полягає у використанні прихованої теплоти пароутворення води для охолодження елементів печі.

В системах випарного охолодження скловарних печей виробляється пара з тиском до 0,8 МПа. В літній період роботи частина або вся пара може бути спрямована в пароежекторну холодильну установку. Можливий варіант, коли частина пари використовується в водопідігрівачі системи теплопостачання підприємства. В пароежекторних холодильних машинах використовується енергія тиску пари. Із випарника вода за допомогою насоса подається для охолодження стін скловарної печі, далі вона потрапляє в випарник. Для відведення теплоти від конденсатору холодильної машини передбачається плівкова градирня.

Для отримання води для системи охолодження печі також може бути застосовано схему з абсорбційною холодильною установкою. Вона використовує незначну кількість електроенергії, та при наявності дешевого джерела теплоти, отримання штучного холоду за її допомогою виявляється значно економічнішим, ніж інші способи. Для отримання холоду з температурним потенціалом вище 3 °С найбільш ефективним є застосування бромистолітійсвих установок, що працюють в такий спосіб. В теплообмінниках другого та першого ступеня слабкий розчин з абсорберу гріється зустрічними струменями гарячого розчину та надходить в генератор першого ступеня, де за рахунок теплоти низькопотенційної водяної пари СВО нагрівається та кипить. Пара, що утворюється, надходить на обігрів генератора другого ступеня, а розчин проміжної конденсації, попередньо охолодженої в теплообміннику першого ступеня, надходить в генератор другого ступеня та випаровується. Отримана пара потрапляє в конденсатор та після конденсації змішується з конденсатом і поступає в випарник. Міцний розчин перед надходженням в абсорбер охолоджується в теплообміннику другої ступені, а потім цикл замикається насиченням міцного розчину водяною парюю.

При застосуванні двоступінчастої схеми знижується витрата охолоджувальної води, підвищується тепловий коефіцієнт, а також зменшується сумарна поверхня блоку генератор-конденсатор.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ Калініченко І.В., Сидорова В.В.	118
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КОНТУРОВ КОЛЬЦЕВОЙ ГАЗОВОЙ СЕТИ Кологривов М.М., Бузовский В.П.	120
ДЛИНА ФАКЕЛА ПЛАМЕНИ ГОРЕЛКИ Кологривов М.М., Григорьев А.О.	124
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПЕНТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХОЛОДУ Кошельник О.В., Долобовська О.В.	127
МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 100 Т/ЧАС ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УТРАТЫ КОКСА И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ Круглякова О.В., Макей А.И.	128
ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ МОДЕРНИЗАЦІЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНОЇ Круглякова О.В., Яхоніна А.Д.	129
ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОМУ СЕКТОРІ Лужанська Г.В., Назаров І., Мангір А.С.	130
РАСЧЁТ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРИСТЫХ ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ КАНАЛОВ ПРИ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРВОГО РОДА С РАБОЧИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ФРЕОН - 12 Лукиша А.П.	132
РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНИХ АГРЕГАТІВ НА НИЗЬКОПЕНТЕНЦІАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛАХ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ОТРИМАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ Мазуренко С.Ю., Магурян Н.С., Возиянов А.И.	136
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ Мельник Е.Ю., Лукьянов Н.Н., Денисов Ю.П.	138
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК Ободович О.М., Булій Ю.В.	142
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНОСОСНИХ УСТАНОВОК Остапенко О. П.	143
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф., Пуникверский А.Ф.	145
ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ МАШИНОЮ З ТЕПЛОВИМ НАСОСОМ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ СКІДНОЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ Радченко Р.М., Калініченко І.В., Зубарев А.А., Богданов Н.С.	147
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ КИПІННЯ ХОЛОДОАГЕНТІВ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ НАНОЧАСТИНОК ТА МОДИФІКАЦІЇ ТЕПЛОБІМННОЇ ПОВЕРХНІ Семенюк Ю.В., Хлієва О.Я., Лук'янова Т.В.	149
ТЕПЛООБМЕН ГРАВИТАЦИОННОГО СЛОЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОВЕРХНОСТЬЮ Титарь С.С., Бабаев Е.С.	153

ВИБРАЦИЯ ТРУБЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛООБМЕН С ПЛОТНЫМ СЛОЕМ Титарь С.С., Дариенко Б.Е.	154
РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УТИЛИЗАТОРОВ ТЕПЛА С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ Титлов А.С., Васильев О.Б.	155
РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПАРОЭЖЕКТОРНОЙ И АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА Титлов А.С., Дьяченко Т.В., Сагала Т.А., Артюх В.Н., Алнамер А.	157
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ИХ ЭЛЕМЕНТАХ Титлов А.С., Осадчук Е.А., Биленко Н.А.	160
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР Титлов А.С., Петушенко С.Н., Устенко Р.А.	162
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ Титлов А.С., Тюхай Д.С., Титлова О.А., Березовская Л.В., Адамбаев Д.Б.	164
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ДЕФЛЕГМАТОРА КОМБИНИРОВАННОГО АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ПРИБОРА Титлов А.С., Холодков А.О., Приймак В.Г., Гратий Т.И.	167
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ЖИДКОСТНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА Халак В.Ф.	170
ВПЛИВ ДОМШОК ФУЛЕРЕНІВ C60 НА ГУСТИНУ ОРТО-КСИЛОЛУ Ханчич К.Ю., Мотовий І.В.	172
ЛИМИТИРУЮЩИЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ АММИАКА В СИСТЕМЕ АММИАК – ВОДЯНОЙ ПАР – ВОДА Цейтлин М.А., Райко В.Ф.	175
СЖИГАНИЕ СЕРНИСТОГО ТОПЛИВА В КИПАЩЕМ СЛОЕ Шевчук В. И., Гирияк В.В., Мудрая С.Г.	177
ВЫБОР СПОСОБА ШЛАКОУДАЛЕНИЯ Шевчук В.И.	179
МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМА ТЕМПЕРАТУРА ПІДГРІВУ ПОВІТРЯ В РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНИХ РЕКУПЕРАТОРАХ Шраменко О.М., Медвідь А.Н., Ревенко В.О.	181
ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОТВЕРДІЛИХ МЕТАНУ CH ₄ , ПЕРФОРМЕТАНУ CF ₄ ТА ПЕРХЛОРМЕТАНУ CCL ₄ Якуб Л.М., Бодюл О.С.	183
THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES Kirilov V.Kh., Titlov A.S., Osadchuk E.A.	185
PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF SEASONAL HOUSEHOLD REFRIGERATOR Selivanov A.P., Titlov A.S.	188

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

**Матеріали XVII Всеукраїнської науково-
технічної конференції**

Мови видання: українська, російська, англійська

Підписано до друку 17.10.2018 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 11,39. Наклад 300 прим.
Зам. № 1710/1.

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 0482 35 79 76
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.