

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 АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

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

УДК 621.643

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОИСКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ КОНТУРОВ КОЛЬЦЕВОЙ ГАЗОВОЙ СЕТИ

Бузовский В.П., к.т.н., ассистент, Кологривов М.М., к.т.н., доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

Предложен формализованный подход для гидравлического расчета разветвленной тупиковой и кольцевой газовой сети, который может быть использован при разработке систем автоматизированного проектирования газовых сетей [1,2]. Большую пользу данный подход может принести при расчете кольцевых газовых сетей, поскольку позволяет сложные итерационные вычисления переложить на ЭВМ. Суть формализации состоит в представлении структурных связей элементов газовой сети в виде матриц. Такими элементами являются трубопроводы, вершины, пересечения трубопроводов, и контуры. Согласно известной методике гидравлического расчета кольцевых газовых сетей [3] контуры следует выбирать такими, что не имеют внутренних пересечений, тогда их можно считать элементарными. При ручном расчете поиск элементарных контуров представляется простым и очевидным. Однако при разработке формального подхода их поиска, удобного для алгоритмизации и программирования, возникают трудности. Предложенный подход [1,2] позволяет получить элементарные контуры лишь в некоторых случаях. В остальных случаях имеем контуры, которые вложены в другие. Будет результат положительным или нет зависит от выбора замыкающих трубопроводов.

Целью данной работы является усовершенствование методики [1,2] путем разработки алгоритма поиска элементарных контуров кольцевой газовой сети, который не зависит от выбора замыкающих трубопроводов.

Выполним поиск элементарных контуров кольцевой газовой сети (рис. 1) с источником в вершине v_0 и пятью сосредоточенными потребителями в вершинах v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 .

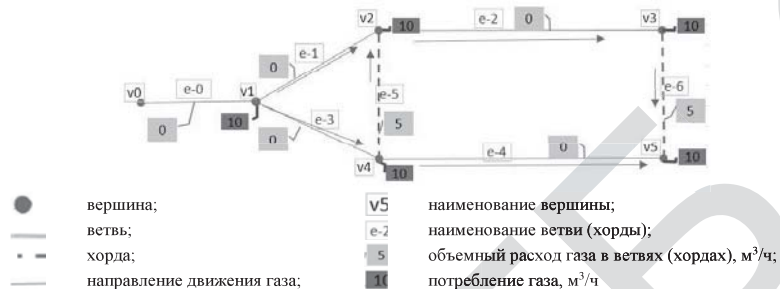


Рисунок 1 – Схема кольцевой газовой сети

Анализ газовой сети и изложение предложенного подхода представляется удобным в терминах теории графов. Так, схема на рис. 1 является ориентированным графом с шестью вершинами и семью ребрами. Если из графа исключить ребра $e-5$ и $e-6$, то из оставшихся ветвей получим остовное дерево. Таких деревьев можно получить множество, например, исключением ребер $e-1$ и $e-2$. Ребра, которые замыкают контур будем называть хордами. Помимо хорд $e-5$ и $e-6$ граф имеет хорды, связывающие потребителей с источником. Будем их называть по имени потребителя, например, v_1, v_2 и т.д.

Связи между контурами и ребрами газовой сети удобно представить в виде матрицы фундаментальных контуров B (рис. 2). Физический смысл данной матрицы состоит в том, что она содержит коэффициенты из системы уравнений, выражающие второй закон Кирхгофа (1).

	e-0	e-1	e-2	e-3	e-4	e-5	e-6		$X_{\Delta P}$
v_0	0	0	0	0	0	0	0	v_0	ΔP_{v_0}
v_1	1	0	0	0	0	0	0	v_1	ΔP_{v_1}
v_2	1	1	0	0	0	0	0	v_2	ΔP_{v_2}
v_3	1	1	1	0	0	0	0	v_3	ΔP_{v_3}
v_4	1	0	0	1	0	0	0	v_4	ΔP_{v_4}
v_5	1	0	0	1	1	0	0	v_5	ΔP_{v_5}
e-5	0	-1	0	-1	0	-1	0	e-5	ΔP_{e-5}
e-6	0	1	1	-1	-1	0	-1	e-6	ΔP_{e-6}

Рисунок 2 – Матрица контуров

Согласно второму закону Кирхгофа сумма потерь давления в контуре должна равняться нулю:

$$\sum_i^n \Delta P_i = 0, \quad (1)$$

где ΔP_i – потеря давления на участке i ; n – количество участков в контуре.

Баланс потерь для всех контуров сети в матричном виде:

$$B \cdot X_{\Delta P} = 0, \quad (2)$$

где B – матрица (2) коэффициентов системы, составленной из уравнений (1); $X_{\Delta P}$ – вектор потерь давления на участках сети.

В контурах $v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5$ проверка второго закона Кирхгофа не требуется, поскольку соответствующие хорды являются мнимыми и были введены для соблюдения первого закона Кирхгофа, то есть баланса расходов в узлах. Интерес представляют контуры $e-5$ и $e-6$ (ряды $e-5$ и $e-6$ соответственно). Как видно из матрицы контуров B , контур $e-5$ является вложенным в $e-6$ (рис. 2). Попытка увязать законы Кирхгофа для газовой сети с такими контурами может оказаться неудачной или потребует большое количество итераций. Поэтому над матрицей B следует провести некоторые манипуляции с тем, чтобы получить элементарные контуры без внутренних пересечений.

Построение формализованного алгоритма поиска элементарных контуров будем вести исходя из следующих правил:

- некоторый контур c_1 является частью контура c_2 , если часть ребер контура c_1 общая с контуром c_2 , и некоторая часть ребер контура c_1 пересекает контур c_2 или, другими словами, лежит внутри него;
- ребро, принадлежащее контуру c_1 лежит внутри контура c_2 , если луч, брошенный из любой точки на рассматриваемом ребре контура c_1 в любом направлении пересекает контур c_2 нечетное количество раз;
- контуры c_1 и c_2 имеют одинаковое направление обхода, если коэффициенты в матрице B , соответствующие общим ребрам имеют разные знаки.

Блок-схема к алгоритму поиска элементарных контуров газовой сети в упрощенном виде представлена на рис. 3.

1. На входе в программу (рис. 3) имеем: двумерную матрицу фундаментальных контуров V , которую предстоит преобразовать; одномерный массив `contours_names`, состоящий из имен замыкающих хорд (в нашем случае e-5, e-6) в количестве `count`; два одномерных массива V_row_names и V_column_names , которые содержат имена рядов и столбцов в матрице V соответственно.

2. В цикле 1 перебираем массив `contours_names` с именами контуров, которые следует проверить на вложенность в остальные контуры. Пусть, для примера, текущим контуром из цикла 1 будет контур e-5.

3. Используя массив V_row_names определяем индекс `row_ind_1` ряда e-5 в матрице V .

4. В цикле 2 перебираем имена контуров из массива `contours_names`, для которых следует определить, содержат ли они текущий контур из цикла 1 (в данном случае контур с именем e-5).

5. Если имя текущего контура из цикла 1 совпадает с именем текущего контура из цикла 2, то не заходим в тело цикла 2, а переходим к следующей итерации цикла 2. Пусть на этой итерации текущим контуром из цикла 2 будет контур e-6.

6. Определяем индекс ряда `row_ind_2` текущего контура в цикле 2.

7. В цикле 3 пробегаем по столбцам матрицы V . Количество столбцов равно `Length`.

8. Если коэффициент контура из цикла 1 по модулю равен коэффициенту контура из цикла 2 или коэффициент контура из цикла 1 равен нулю или кратный двум, то не заходим в тело цикла 3:

$$\begin{aligned} |B[\text{row_ind_1}][L]| &= B[\text{row_ind_2}][L]; \\ B[\text{row_ind_1}][L] &= 0; B[\text{row_ind_1}][L] \bmod 2 = 0; \end{aligned} \quad (3)$$

Другими словами, не заходим в тело цикла 3, если: текущее ребро из цикла 1 и текущее ребро из цикла 2 являются общими или текущее ребро не принадлежит контуру из цикла 1. Если текущим контуром из цикла 1 является контур e-5, а текущим контуром из цикла 2 является e-6, то этому случаю соответствуют столбцы e-0, e-1, e-2, e-3, e-4, e-6 (рис. 2).

9. Иначе есть вероятность, что текущее ребро, принадлежащее контуру из цикла 1, пересекает контур из цикла 2. Чтобы проверить это, бросаем луч (рис. 1) из текущего ребра в любом направлении. Для контура e-5 из цикла 1 таким ребром является e-5 (см. столбцы в матрице V).

10. Для того, чтобы зафиксировать количество пересечений вводим переменную `flag` и устанавливаем `flag = 0`.

11. В цикле 4 перебираем все ребра, принадлежащие текущему контуру из цикла 2. В нашем случае контур e-6.

12. Если брошенный луч пересекает ребро, увеличиваем `flag` на единицу. Иначе переходим к следующему ребру в цикле 4. В рассматриваемом примере луч, брошенный из ребра e-5, принадлежащего контуру e-5, пересекает ребро e-2, принадлежащее контуру e-6.

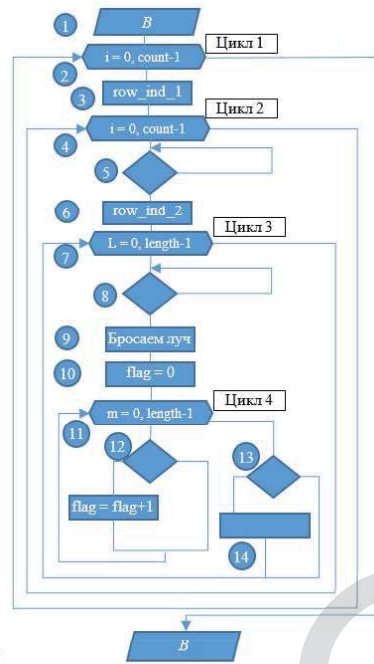


Рисунок 3 – Блок-схема к алгоритму поиска элементарных контуров

13. По окончании цикла 4 проверяем значение `flag`. Если `flag` равен нулю или кратный двум, то текущее ребро из цикла 1 не пересекает текущий контур из цикла 2.

14. Если ребро из цикла 1 пересекает текущий контур из цикла 2 лишь единожды, то из ряда в матрице V , соответствующего контуру из цикла 2 вычитаем ряд, соответствующий текущему контуру из цикла 1. В рассматриваемом примере луч, брошенный из ребра e-5, контура e-5 пересекает ребра контура e-6 лишь один раз. Это означает, что контур e-5 принадлежит контуру e-6.

После преобразований, согласно предложенному алгоритму, матрица V , содержащая лишь элементарные контуры с учетом требования об одинаковом направлении обхода, будет иметь вид:

Матрица контуров, V		e-0	e-1	e-2	e-3	e-4	e-5	e-6
v0		0	0	0	0	0	0	0
v1		-1	0	0	0	0	0	0
v2		-1	-1	0	0	0	0	0
v3		-1	-1	-1	0	0	0	0
v4		-1	0	0	-1	0	0	0
v5		-1	0	0	-1	-1	0	0
e-5		0	-1	0	1	0	1	0
e-6		0	0	-1	0	1	-1	-1

Рисунок 4 – Матрица элементарных контуров

Таким образом, благодаря предложенному алгоритму из матрицы V (2) получены элементарные контуры, в том числе интересующие нас два контура e-1, e-3, e-5 и e-2, e-4, e-5, e-6 без внутренних пересечений. Знаки у коэффициентов показывают, что контуры e-5, e-6 имеют одинаковое направление обхода – против часовой стрелки.

Список использованной литературы

- Бувозький В.П. Гідралічний розрахунок газових мереж з використанням матриць: Енергосберегающие технологии теплогазоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры, Харьков, 2013: материалы. Харьков: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2013.
- Лашевер А.В. Розрахунок інженерних мереж з використанням матриць: VII Международная научно-практическая конференция Информационные технологии и автоматизация – 2014, Одесса. ОНАПТ, 2014. С. 29-30.
- Брюханов О.Н. Газоснабжение: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. Заведений / О.Н. Брюханов, В.А. Жила, А.И. Плужников. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 448 с.

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 СКИДНОЇ 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 Семенов 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., Дариненко 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 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ 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.