



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК України»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ**

**XI Всеукраїнська науково-технічна конференція
XI Всеукраинская научно-техническая конференция
XI International scientific conference**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
MODERN PROBLEMS OF REFRIGERATION EQUIPMENT AND TECHNOLOGY**

21-22 вересня 2017 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ



ОДЕСА 2017

УДК 621.565 (075.6)

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – 243 с.

У збірнику наведені матеріали XI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки та технології» та розглянуто різні аспекти науково-технічних питань, пов'язаних з проектуванням, виготовленням та експлуатацією холодильного обладнання різного призначення, дослідженням робочих тіл та процесів в елементах холодильних та криогенних систем, застосуванням нано та когенераційних технологій, використанням холоду в харчових технологіях, застосуванням і впровадженням нетрадиційних джерел енергії.

В сборнике представлены материалы XI Всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы холодильной техники и технологии» и рассмотрены различные аспекты научно-технических вопросов, связанных с проектированием, изготовлением и эксплуатацией холодильного оборудования различного назначения, исследованием рабочих тел и процессов в элементах холодильных и криогенных систем, применением нано и когенерационных технологий, использованием холода в пищевых технологиях, применением и внедрением нетрадиционных источников энергии.

Рекомендовано до видання Вченою Радою Одеської національної академії харчових технологій протоколом №6 від 07.11.2017 р.

Відповідальність за достовірність інформації несе автор публікації.
Матеріали публікуються мовою оригінала, наданого автором.

Голова конференції – Єгоров Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, член-кореспондент НААН України, Заслужений діяч науки і техніки, д-р техн. наук, професор.

Заступник голови – Косой Борис Володимирович – директор Інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського, д-р техн. наук, професор.

Члени наукового комітету:

Хмельнюк М.Г. – зав. кафедрою холодильних установок і кондиціонування повітря ОНАХТ, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Лагутін А.Є – академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Морозюк Л.І. – д-р техн. наук, професор.

Железний В.П. – зав. кафедрою теплофізики та прикладної екології ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Симоненко Ю.М. – зав. кафедрою криогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор.

Мілованов В.І. – зав. кафедрою компресорів та пневмоагрегатів ОНАХТ, заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, професор.

Радченко М.І. – зав. кафедрою кондиціонування і рефрижерації НУК, академік Міжнародної академії холоду, д-р техн. наук, професор.

Бондаренко В.Л. – д-р техн. наук, професор.

Лавренченко Г.К. – д-р техн. наук, професор.

Семенюк В.О. – к.т.н., директор НВФ «Терміон».

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Буданов В.О., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Стоянов П.Ф., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Ерін В.А., к.т.н. Гайдук С.В., к.т.н. Соколовская В.В., к.т.н. Подмазко І.О., к.т.н. Федоров О.Г.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

1. 30 РОКІВ МОНРЕАЛЬСЬКОГО ПРОТОКОЛУ. СТРАТЕГІЇ В СФЕРІ ОБІГУ ОЗОНОРУЙНУЮЧИХ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Возний В.Ф., к.т.н., президент ВГО «Спілка холодильщиків України»

2. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ

Бондаренко В.Л., доктор техн. наук, професор, МДТУ ім. М. Е. Баумана, м. Москва;

Биканов О.М., «KLA–Tencor Corporation», Milpitas, California, USA;

Симоненко Ю.М., доктор техн. наук, професор, ОНАПТ, м. Одеса

Чигрин А.А., інженер-технолог, ООО «Кріоін Інжиніринг», м. Одеса;

e-mail: ysim1@yandex.ua

3. ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ, ТЕПЛА И ХОЛОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕФРИЖЕРАЦИИ НУК ИМ. АДМИРАЛА МАКАРОВА

Радченко Н.И. доктор техн. наук, професор, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев, nirad50@gmail.com

4. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Трушляков Е.И., к.т.н., доц., Радченко А.Н., к.т.н., доц., Грич А.В., к.т.н., ассистент

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев,

nirad50@gmail.com

5. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ. СОЛНЕЧНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛО-ХЛАДОСНАБЖЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Дорошенко, доктор техн. наук, професор кафедры термодинамики и возобновляемой энергетики

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПРЕССОРА. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ВИНТОВОГО И ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРОВ

В. Гринько Региональный представитель J&E Hall и GEА ВОСК/Генеральный директор ООО «Еврокул

| СЕКЦІЯ № 1. ХОЛОДИЛЬНІ УСТАНОВКИ. КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ. | | стр. |
|---|---|-------------|
| ХОЛОДИЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ | | |
| 40. | ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОТЕРМОПРЕСОРА ДЛЯ ПРОМІЖНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПОВІТРЯ ГАЗОТУРБІННИХ УСТАНОВОК Коновалов Д.В., Кобалава Г.О., Котік Х.А. | 97 |
| 41. | РОЗРОБКА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ ВСТАВКИ ДЛЯ КОЖУХОТРУБЧАСТОГО ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ Луняка К.В., Ключев О.І., Русанов С.А. | 99 |
| 42. | OPERATIONAL EFFICIENCY IMPROVEMENTS FOR REFRIGERATION SYSTEMS DURING SUMMER PERIOD Nesterov P.S., Buyadgie O.D., Khmelniuk M.G., Yakovleva O.Y. | 102 |
| 43. | АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСУ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАВЧАЛЬНО-АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ ХЕРСОНСЬКОЇ ФІЛІЇ НУК Калініченко І.В., Сидорова В.І. | 104 |
| 44. | EFFICIENCY EVALUATION OF DOMESTIC SOLAR ASSISTED GROUND-SOURCE HEAT PUMP SYSTEM FOR SOUTHERN UKRAINIAN REGION O. Ostapenko, O. Yakovleva, M. Khmelniuk | 105 |
| 45. | МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДРІБНОСЕМ'ЯНИХ КУЛЬТУР Петушенко С.М. | 108 |
| 46. | К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КИПЕНИЯ КАПЕЛЬ ХЛАДАГЕНТА В ФИЛЬТРЕ ЭЖЕКТОРЕ Когут В.Е., Бушманов В.М. | 110 |
| 47. | КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ Трушляков Е.И., Радченко А.Н., Грич А.В. | 112 |
| 48. | УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ ПРИ НЕИЗМЕННЫХ ГАБАРИТАХ ТЕПЛООБМЕННОГО БЛОКА Козаченко И. С., Лагутин А.Е. | 115 |
| 49. | ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОПРЕСОРНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗВОЛОЖЕННЯ НАДДУВНОГО ПОВІТРЯ СУДНОВОГО ДВЗ Коновалов Д.В., Джурина А.О., Смоляний Є.С. | 118 |
| СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ. | | стр. |
| ТЕПЛОВІ НАСОСИ | | |
| 50. | РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І СПОЖИВАННІ РІДКІСНИХ ГАЗІВ Бондаренко В.Л., Биканов О.М., Симоненко Ю.М., Чигрин А.О. | 119 |
| 51. | МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ГЕЛІУ ВІД ВАЖКИХ ІНЕРТНИХ ГАЗІВ Чигрин А.О. | 122 |
| 52. | ЗАСТОСУВАННЯ МАЛОМАШТАБНИХ ВИХРОВИХ ТРУБ В КРІОГЕННІЙ ТЕХНІЦІ Симоненко Ю.М., Тишко Д.П. | 124 |
| 53. | ВИРОБНИЦТВО ГЕЛІУ ВИСОКОЇ ЧИСТОТИ ШЛЯХОМ ПЕРІОДИЧНОЇ АДСОРБЦІЇ ПРИ T=28...78 K Бондаренко В.Л., Башкиров Г.В., Пилипенко Б.О. | 126 |
| 54. | ОТРИМАННЯ ІЗОТОПІВ ЛЕГКИХ ГАЗІВ МЕТОДОМ РЕКТИФІКАЦІЇ Бондаренко В. Л., Емельянов О. М., Меркулов М. Ю., Симоненко Ю. М. | 130 |
| 55. | ВИКОРИСТАННЯ БАРОМЕМБРАННОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ НЕОНОГЕЛІЄВОЇ СУМІШІ Башкиров Г. В., Кошовий С. О., Симоненко Ю. М. | 133 |
| 56. | MODELING OF THERMAL MODES OF THE REFLUX CONDENSER OF THE ABSORPTION REFRIGERATION UNIT Kholodkov A.O., Titlov A.S. | 136 |
| 57. | THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES Osadchuk E.A., Kirilov V.Kh., Mazurenko S.Yu. | 137 |
| 58. | DEVELOPMENT OF UNIVERSAL ABSORPTION REFRIGERATION DEVICES FOR OPERATION IN A WIDE RANGE OF AMBIENT TEMPERATURES Selivanov A.P. | 138 |
| 59. | DESIGN OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS Ozolin N.E., Titlov A.S. | 139 |

EFFICIENCY EVALUATION OF DOMESTIC SOLAR ASSISTED GROUND-SOURCE HEAT PUMP SYSTEM FOR SOUTHERN UKRAINIAN REGION

O. Ostapenko, O. Yakovleva, M. Khmelniuk

Odessa National Academy of Food Technologies
Odessa, 65083, Ukraine, ostapenkosc@gmail.com

With raising energy prices and more restricted environment regulations, the rational use of energy resources in household sector becomes more important. It is directly linked to increasing energy needs of humanity and the simultaneous depletion of traditional non-renewable energy resources in the world as a whole and in individual regions. Heat pumps are widely used in the chemical and food industries, housing and communal services. The use of heat pumps allows reducing greenhouse gas and carcinogenic substances emissions and, thus reducing human impact on the environment. The heat pump performance is based with following factors: the temperature of heat source, schematic diagram of the heat pump, climate conditions of the region, working fluids of heat pump (refrigerants and intermediate coolants), heat pump elements (type of compressors, heat exchangers, control systems).

As working substance refrigerant R410A was selected. When just considering the compressor COP, R410A does not seem to be the best solution. As soon as we extend the scope of the analysis and consider the complete heat pump system immediate advantages are highlighted. Focusing first on the condenser, where the hot water is produced, we can see, that due to the fact that R410A has no glide the dew condensing temperature is lower than with R407C by an average of 2K, leading to higher system efficiency. The sub-cooling effect plays an important role. R410A with zero glide is able to maintain a constant sub-cooling of 3.5K without a liquid receiver. R407C systems need a liquid receiver to keep a stable sub-cooling of 1.5K. In the air coil the same evaporating temperature is used for R410A and R407C. One additional effect of the absence of glide is that the unit will need less defrost cycles but this effect has not been taken into account in this paper because it strongly depends on the fin and air flow design.

Approximately 1/3 of the total energy consumption comes from heating buildings in Ukraine. Energy-saving building technologies, as well as the cost of the heating system can significantly reduce energy consumption, thereby helping to save natural resources and protect the earth's atmosphere. Considerable savings potential lies in the system of hot water. Thus, the solar collectors in combination with the ground-source heat pump in our latitudes, it is in the summer months represent the most interesting alternative to the use of the conventional heating systems. Following system was proposed for a house about 200 m² floor areas. Home has two heating system: conventional natural gas heater and a ground-source heat pump. A schematic diagram of the ground source heat pump system is given on fig. 1.

Ground-source heat pump was calculated according to European Standard EN 14511-2:2013. The European Standard BS EN 14825:2016:2016-03 was used for the domestic hot water production in the seasonal efficiency calculation. A strength of standard EN14825 is that it includes all kinds of heat pumps (except exhaust air heat pumps). The model treats heat pumps both in heating and cooling operation.

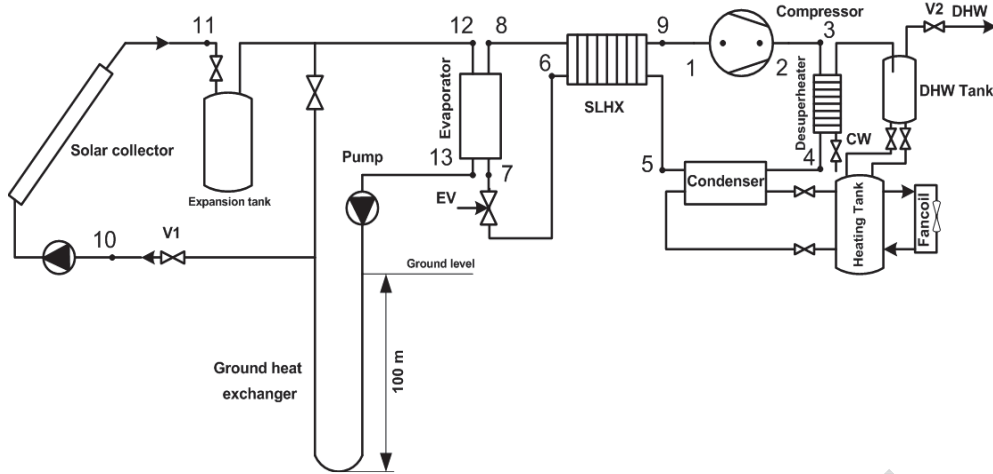


Figure 1. Schematic diagram of the heat pump system components.

Energy efficiency ratio

$$EER = \frac{\dot{Q}_e}{\dot{W}_{comp}}$$

where \dot{Q}_e – cooling capacity, kW; \dot{W}_{comp} – compressor work, kW

Coefficient of performance

$$COP = \frac{\dot{Q}_c}{\dot{W}_{comp}}$$

Coefficient of performance for the whole system

$$COP_{sys} = \frac{\dot{Q}_c}{\dot{W}_{comp} + \dot{W}_{pumps} + \dot{W}_{fans}}$$

Seasonal performance factor

$$SPF = \frac{\dot{Q}_h + \dot{Q}_{DHW}}{\dot{E}_{HP} + \dot{E}_{pump} + \dot{E}_{add}}$$

Seasonal performance factor for the whole system

$$SPF_{sys} = \frac{\dot{Q}_h + \dot{Q}_{DHW}}{\dot{E}_{HP} + \dot{E}_{pump} + \dot{E}_{s.pump} + \dot{E}_{add}}$$

where \dot{Q}_h – heating system capacity, kW; \dot{Q}_h – hot water system capacity, kW; E – electrical input to the heat pump, pumps, solar thermal system pumps, auxiliary systems, kW

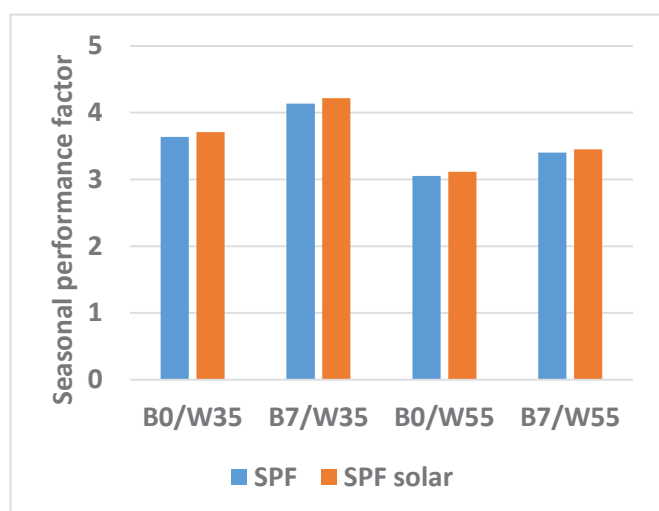


Figure 2. Seasonal performance factor for ground source heat pump system

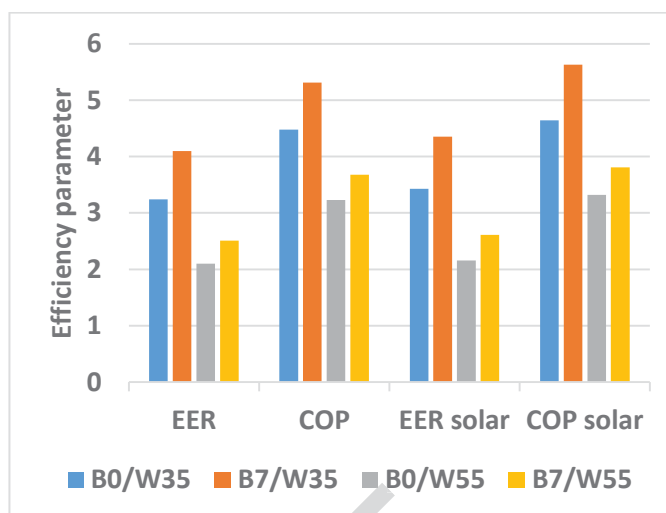


Figure 3. Energy efficiency ratio and COP for ground source heat pump system with solar thermal system and without.

Energy efficiency was calculated for different operation modes. Heat pump operation modes were selected B0/W35, B7/W35 and B0/W55, B7/W55. Calculation were made for heat pump system alone and with solar thermal collectors working in series.

Increasing prices on energy resources and availability of the new technologies give an opportunity for alternative heating and cooling solutions implementation. Solar thermal system allows to increase outlet temperature from ground heat exchanger and therefore increase COP of the heat pump system by 4-6% (dependent on the operating mode).

Modelling results show us that the lowest optimal inclination angle of solar collector is 17 ° to the South. If the angle of the collector is greater, higher amount of incoming energy will be received through the year. Therefore, collectors used for the maintenance of heat pump system, installed at a large angle. This reduces the amount of excess heat in the summer, while the efficiency of the collectors in winter sunlight falling under a smaller angle optimized. The graph shows that the optimal inclination angle is between 20 and 45 °.

The growth of the COP is caused by reduction of the electrical input to the heat pump because of higher temperature gain by solar collector. Solar thermal collector has possibility to reduce borehole depletion and can be used for ground heat exchanger regeneration during heat pump stand by. Ukraine's Southern region has great potential for solar energy use with solar irradiation 1100-1300 kWh/m².

REFERENCES

- Goetzler W., Zogg R., Lisle H., Burgos J. Ground- Source Heat Pumps: Overview of Market Status, Barriers to Adoption, and Options for Overcoming Barriers. 2009, - *Navigant Consulting, Inc.* – 14-18 p.
- Duffie, J. A. , Beckman, W. A., *Solar Engineering of Thermal Process*, University of Wisconsin, Madison, John Willey and Sons, Interscience Publications, New York, USA, 1980
- O. Ostapenko, P. Stoyanov, O. Yakovleva, M. Khmelniuk** Heat Pump Technology – Potential Impact On Energy Efficiency Problem And Climate Action Goals Within Ukrainian Energy Sector, *Refrigeration engineering and technology*, 51(6), Odessa, Ukraine, 2015. – 66-71p. DOI: /10.15673/0453-8307.6/2015.44781
- EUROPEAN STANDARD BS EN 14511-2 (2013), Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling – *Part 2: Test conditions*, published by CEN on 31 August 2013
- Final Report IEA HPP Annex 28. Test procedure and seasonal performance calculation for residential heat pumps with combined space and domestic hot water heating. 2005. – 114p.
- EUROPEAN STANDARD BS EN 14825 (2016), Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling — Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance, published by CEN on March 2016