



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ІМ. В.С. МАРТИНОВСЬКОГО**

ХІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

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

27-28 вересня 2019 року

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ КОНФЕРЕНЦІЇ



ОДЕСА 2019

Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – 229 с.

У збірнику наведені матеріали XII 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 XII 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.

Голова наукового комітету – 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:

Ванєєв Сергій Михайлович - Сумський державний університет, к.т.н., доцент;

Василенко Сергій Михайлович - Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор;

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

Лабай Володимир Йосипович - Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор;

Лавренченко Г.К. - 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;

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

Потапов Володимир Олексійович - Харківський державний університет харчування і торгівлі, д.т.н., професор;

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

Семенюк В.А. - к.т.н., директор НПФ «Терміон»;

Симоненко Ю.М. - зав. кафедрою кріогенної техніки ОНАХТ, д-р техн. наук, професор;

Снежкін Юрій Федорович - директор Інституту технічної теплофізики, д.т.н., академік НАНУ

Ткаченко Станіслав Йосипович - д.т.н., професор Вінницького національного технічного університету;

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

Щит Михайло Львович - к.т.н., пров. наук. спів. Інституту енергетики Академії Наук Молдови.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова – проф. Хмельнюк М.Г.

Науковий секретар – к.т.н. Зімін О.В.

Члени – к.т.н. Жихарєва Н.В., к.т.н. Когут В.Є., к.т.н. Яковлева О.Ю., к.т.н. Желіба Ю.О., к.т.н. Остапенко О.В., к.т.н. Подмазко О.С.

ТЕМИ ДОКЛАДОВ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ

110 РОКІВ ПРОФЕСОРУ ЧУКЛІНУ СЕРГІЮ ГРИГОРОВИЧУ (1909-1974)

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ КОМФОРТНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.И. Радченко, д.т.н., проф., Е.И. Трушляков, к.т.н., проф., А.Н. Радченко, к.т.н., доц.,
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна

АЗОТНЫЕ ГАЗИФИКАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Кириченко И.В., технический директор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса;
Леонтьев А.А., главный конструктор ПКФ «Криопром» ООО, г. Одесса.
e - mail: info@krioprom.com.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО І ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Жихарева Н.В., к.т.н., доц., Одеська національна академія харчових технологій

СЕКЦІЯ № 2. ХОЛОДИЛЬНІ ТА КРІОГЕННІ МАШИНИ.**стр.****ТЕПЛОВІ НАСОСИ**

- | | | |
|-----|---|-----|
| 9. | THERMODYNAMIC ANALYSIS OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS | 155 |
| 10. | DEVELOPMENT OF DOMESTIC ABSORPTION REFRIGERATOR FOR OPERATION IN A WIDE RANGE OF EXTERNAL AIR TEMPERATURES | 158 |
| 11. | MODELING OF THERMAL MODES OF THE REFLUX CONDENSER OF THE ABSORPTION REFRIGERATION UNIT | 161 |
| 12. | РАЗРАБОТКА АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ | 164 |
| 13. | RESEARCH OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY FOR REMOVAL OF NATURAL PESTICIDES FROM PLANT RAW MATERIALS | 167 |
| 14. | ПЕРСПЕКТИВНА СХЕМА ЗРІДЖУВАЧА ВОДНЮ МАЛОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЇЇ РОЗРАХУНОК | 169 |
| 15. | ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ЦИКЛУ СТРЛІНГА В АВТОМОБІЛІ, ЩО ПРАЦЮЄ НА РІДКОМУ АЗОТІ | 172 |

СЕКЦІЯ № 3. КОМПРЕСОРИ ТА ПНЕВМОАГРЕГАТИ**стр.****РОБОЧІ РЕЧОВИНИ**

- | | | |
|-----|---|-----|
| 1. | ККД СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБИНИ З УРАХУВАННЯМ СТЕПЕНІ НЕРОЗРАХУНКОВСТІ ТЯГОВОГО СОПЛА | 175 |
| 2. | МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В ТРЁХСТУПЕНЧАТОЙ СЕКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ САЙКЛИНГ-ПРОЦЕССА | 177 |
| 3. | ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕЧІЇ В ЩІЛИНАХ ТА ОТВОРАХ ЕКВІВАЛЕНТНОЮ ПЛОЩЕЮ ПРОХІДНОГО ПЕРЕРІЗУ | 179 |
| 4. | РОБОТА МАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕСОРА НА ХОЛОДОАГЕНТІ З ДОМІШКАМИ НАНОЧАСТОК | 180 |
| 5. | ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ПЕРЕД СЖАТИЕМ ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ БРОСОВОГО ТЕПЛА ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК | 182 |
| 6. | РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ГЕРМЕТИЧНОГО КОМПРЕСОРНОГО АГРЕГАТУ В ПУСКОВИХ РЕЖИМАХ | 185 |
| 7. | ВПРОВАДЖЕННЯ ІЗОБУТАНУ В ЯКОСТІ ХОЛОДОАГЕНТА В МАЛІ ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ | 188 |
| 8. | ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ ДВС В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ | 191 |
| 9. | МОДЕРНІЗАЦІЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ | 193 |
| 10. | АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ВУГЛЕКИСЛОТНОГО КОМПРЕСОРА | 195 |
| 11. | ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БЕЗШАТУННОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕСОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ХОЛОДОАГЕНТАХ | 197 |
| 12. | ПРОФІЛЮВАННЯ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ СОПЛА АКТИВНОГО ПОТОКУ РІДИННО-ПАРОВОГО ЕЖЕКТОРА | 199 |
| 13. | АНАЛІЗ ХОЛОДИЛЬНИХ ЦИКЛІВ З РТО ПРОМІЖНОГО ТИСКУ | 200 |

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ ДВС В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Мілованов В.І., д.т.н, професор, Губінов Д.О.
Одеська національна академія харчових технологій

Впровадження турбонагнітачів при конструюванні двигунів літаків та автомобілів почалося в 30-х роках 20-го сторіччя. Проте, широке застосування турбокомпресорів в моторобудуванні стримувалось низьким рівнем їх надійності, збільшенням витрати пального і деякими іншими його недоліками. В 80х роках 20-го сторіччя спостерігався значний стрибок популярності турбокомпресорів для підвищення ефективності як бензинових, так і дизельних двигунів. Якщо говорити про дизельні агрегати, то впровадження наддуву є найважливішим кроком у всій історії їх розвитку та еволюції. Турбокомпресори дозволили виробникам дизелів домогтися такої ефективності їх роботи, яка надала дизельному ДВС можливість впевнено конкурувати з бензиновими побратими. При цьому збереглася головна відмінна риса дизеля-значно менша витрата палива порівняно з бензиновими двигунами. Компресор вивів дизель на новий рівень, зробивши його в ряді випадків набагато більш привабливим щодо моторів на бензині. Сьогодні використання турбіни на дизельних ДВС стало практично нормою. [1] Виробники всі інновації та свіжі рішення в області турбокомпресорів закономірно випробують спочатку на дизельних моторах. Проте, подальше впровадження турбокомпресорів для підвищення якості двигунів сьогодні єсерйозною науково-технічною проблемою. Метою даної роботи можна вважати розгляд сучасних тенденцій технічного удосконалення турбокомпресорів, переваги і недоліки застосування турбонаддуву ДВС, а також формулювання правил експлуатації турбокомпресорів.

При турбонаддуві зовнішнє повітря подається в робочу камеру двигуна під тиском. Це відбувається завдяки використанню енергії відпрацьованих газів. Турбонаддув дозволяє істотно підвищити потужність двигуна без необхідності збільшувати частоту обертання коленвала і об'єм циліндрів. Крім того забезпечується істотна економія палива за рахунок того, що паливно-повітряна суміш згоряє більш повно. Ефективність турбонаддува на дизелях в умовах паливного світової кризи і жорстких екологічних норм дозволила таким двигунам в останні роки впевнено потіснити бензинові агрегати. Застосування турбонаддува на бензинових агрегатах супроводжується низкою технічних складнощів. До них відносять можливість появи детонації при різкому збільшенні частоти обертання коленвала, високий температурний показник відпрацьованих газів, який знаходиться на позначці близько 1000 °С. Все це викликає підвищений нагрів турбонагнітача, що робить необхідним виконувати його з дорогих матеріалів. Турбіни для бензинових моторів коштують дорого і вимагають регулярного обслуговування.

Конструкція різних систем турбонаддуву звичайно включає в себе такі елементи: повітрозабірник; повітряний фільтр; дросельну заслінку; турбокомпресор; інтеркулер; впускний колектор. Система турбонаддуву помітно виділяється наявністю турбокомпресора і інтеркулера, а також має ряд додаткових елементів для ефективного управління роботою системи. Турбокомпресор являє собою конструктивну основу всієї системи турбонаддува. Він відповідає за забезпечення такого необхідного підвищення тиску у впускному колекторі повітря.

Конструктивно турбокомпресор складається з двох коліс. Одне вказане колесо є турбінним, а друге компресорним. Обидва колеса розташовані на валу ротора. Всі елементи системи знаходяться в окремих корпусах.

Турбінне колесо призначене для того, щоб приймати на себе корисну енергію відпрацьованих газів. Саме турбінне колесо, а також корпус турбіни виготовляються з жароміцних матеріалів. Компресорне колесо відповідає за всмоктування повітря, його стиснення і нагнітання в циліндри мотора. Обидва колеса жорстко закріплені на валу. Вал ротора обертається в підшипниках ковзання, які змащуються за рахунок моторного мастила ДВС, подачу якого забезпечує система мастила двигуна. Мастило проходить по спеціальних каналах, які виконані в корпусі підшипників ковзання. Герметичність системи турбонаддува і запобігання витокам масла забезпечують особливі кільця ущільнювачів, які встановлені на валу. Ряд бензинових ДВС з турбонаддувом мають додаткові конструктивні рішення для поліпшеного охолодження.

Основний недолік турбонаддуву: турбояма

При всіх перевагах система турбонаддуву має ряд негативних особливостей. До головного недоліку заслужено відносять явище «турбоями», або турболаг (від англ. Turbolag). Під турболагом розуміють затримку збільшення потужності двигуна в той самий момент, коли водій різко натискає на педаль газу. Після паузи відбувається різке збільшення тиску турбонаддува. Таким чином після подолання системою «турбоями» виникає стрибок потужності. Цей стрибок називається «турбопідхват». Турбояма виникає через інерційність системи турбонаддува. Для ефективного підвищення тиску наддуву потрібен деякий час, що викликає невідповідність між необхідною потужністю в момент такого різкого відкриття заслінки і продуктивністю турбокомпресора. Для зменшення явища турбоями можна використати такі рішення: використання турбін із змінною геометрією; застосування систем твін і бі-турбо, в яких встановлені два послідовних чи паралельних турбокомпресора (twin-turbo, bi-turbo); схема комбінованого турбонаддува; Перше рішення використовується переважно на сучасних дизельних моторах. Турбіна зі змінюваною геометрією здатна забезпечувати якісну оптимізацію потоку відпрацьованих газів і працює за принципом зміни площі вхідного каналу.

Твін і бі-турбо застосовується для моторів з великим об'ємом V-образного типу і являє собою установку окремої турбіни на кожен ряд циліндрів такого агрегату. Подальший розвиток способу породив установку послідовних турбін при якій еластичність і продуктивність системи турбонаддува досягається за рахунок поділу турбокомпресорів стосовно до різних оборотам двигуна.

Висновки

На основі наведеного вище матеріалу можна зробити висновок про те, що турбокомпресор є практично єдиним способом істотно підвищити потужність двигуна, без якого дизельний мотор сьогодні важко уявити. Основні переваги від застосування турбонаддува

1. Істотне підвищення потужності мотора без збільшення його обсягу.

2. Повніше згоряння паливної суміші в циліндрах двигуна, як наслідок, велика ефективність в порівнянні з атмосферними двигунами і зниження шкідливих викидів.

Недоліки турбонаддува

1. Висока вартість турбіни.

2. Підвищена витрата палива. Так, збільшення потужності двигуна на 40-50% призводить до збільшення витрати палива на 15-20%.

3. Турбований двигун вимагає застосування спеціальних сортів мастил.

4. Ефект «турбоями», пов'язаний з тим, що паливо спочатку має потрапити в циліндри двигуна, потім згоріти, і лише потім відпрацьовані гази почнуть розкручувати крильчатку турбіни.

5. В цілому, турбований двигун схильний до підвищених навантажень, що знижує його ресурс і вимагає більш частого сервісного обслуговування.

Рекомендації по експлуатації двигуна з турбонаддувом

1. Використовувати тільки якісне і рекомендоване моторне мастило.

2. Заміну мастила необхідно проводити не рідше, ніж через 10 тисяч кілометрів пробігу автомобіля, або 1 раз на рік.

3. При кожній заміні мастила необхідно замінювати фільтруючі елементи.

4. У холодну пору року важливо прогріти мотор тому, що найбільший знос двигуна і турбіни виникає в момент пуску.

5. Якщо до моменту зупинки ви інтенсивно «крутили» мотор на підвищених обертах, необхідно перед зупинкою дати двигуну пару хвилин попрацювати в холостому режимі.

6. Обслуговування автомобіля бажано проводити в професійному сервісному центрі, тому що турбокомпресор відноситься до прецизійного обладнання, яке потребує відповідної кваліфікації майстрів.

Список літератури:

1. ГОСТ Р41.83-2004 (Правила ЕЭК ООН № 83) Издание официальное. Москва. ИПК Издательство стандартов. 2004.

2. Системы управления дизельными двигателями. Пер. с нем. 1-е русское изд. [Текст]. — М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004.-480 с.

3. Dr. Frank Schmitt, Dipl.-Ing. Hans-Peter Schmalzl, Dipl.-Ing. Patrick Descamps Neue Erkenntnisse bei der Entwicklung von Aufladesystemen for Pkw-Motoren. Feb.2003. [Электронный ресурс]. — Режим доступа к статье <http://www.turbos.bwauto.com/service/default.aspx?doctype=12>.

4. Hoecker, P.; Pfluger, F.; Jaisle, J. W.; Munz, S. Moderne Aufladekonzepte fur PKW Dieselmotoren 7. Aufladetechnische Konferenz, Dresden, 28. — 29. September 2000. [Электронный ресурс]. — Режим доступа к статье <http://www.turbos.bwauto.com/service/default.aspx?doctype=12>.

5. Режим доступа к статье <http://krutimotor.ru/turbonadduv/>