

**АНАЛІЗ ОСНОВНИХ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ МАШИН НА БАЗІ ДВИГУНА
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ****Білявський Л.А., Білявський М.Л.** (ДК «Укртрансгаз», м. Київ, Україна)

Тел./Факс: +38 (041) 4153240; E-mail: belmaxis@rambler.ru

Анотація. В статті розглянуті існуючі когенераційні машини на базі двигуна внутрішнього згорання, запропонована їх класифікація. Визначені перспективні напрямки вдосконалення когенераційних машин з метою підвищення їх ефективності.

Ключові слова: когенераційна машина, двигун внутрішнього згорання, теплообмінник.

1. Вступ.

На сьогоднішній день, Україна - держава з потужним промисловим потенціалом. У таких умовах енергетична галузь є основною ланкою економіки, що визначає приріст внутрішнього валового продукту та формує стратегію економічної безпеки країни. У вітчизняних електрогенеруючих підприємствах існує проблема енергозбереження, що пов'язано із залежністю від зовнішніх поставок паливних ресурсів. Тому, проектування, виготовлення та експлуатація прогресивних енергозберігаючих машин призначених для генерації теплової та електричної енергії є ключовим моментом в процесі реформування енергетичної галузі в цілому. Оскільки, потенціал електрогенеруючих машин протягом найближчого десятиріччя потребує часткової заміни або повної модернізації. Досвід зарубіжних енергогенеруючих підприємств підтверджує той факт, що саме застосування когенераційних технологій дозволяє ефективно використовувати паливні ресурси для потреб генеруючих машин. Відомо [1-5, 9-12, 15-17], що когенераційні технології продуктивніше впроваджувати у систему з децентралізованим виробництвом енергетичних ресурсів, наближених до споживачів. В такій ситуації необхідні когенераційні машини середньої і малої потужності, які найбільш просто розробити на базі двигунів внутрішнього згорання.

Концепція ефективного впровадження енергозберігаючих когенераційних технологій у виробничий процес підтверджується світовою практикою і розробками [1-17] Долінського А.А., Білеки Б.Д., Клименко В.М., Мазура О.І., Фіалко Н.М., Носача В.Г., Шурчкова А.В., Кулика М.М., Романова В.І., Жирицького О.Г., Трошина В.П., Мартиненко Л.І., Муравченко О.Ф., Рябова А.О., Дикого М.О., Баласаняна Г.А., Харитонова Д.А. та інших.

Дана робота пов'язана із Законом України №1869 від 24.06.2004 р. «Про загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово – комунального господарства на 2004 – 2014 рр.» та постановами Кабінету Міністрів України №682 від 20.05.2009 р. «Про заходи з модернізації теплопостачання», №1216 від 04.11.2009 р. «Про державну цільову програму модернізації комунальної теплоенергетики України», №465 від 07.05.2008 р. «Про створення Міжвідомчої групи з розроблення Національної стратегії теплозабезпечення», а також програмою Кабінету Міністрів “Україна - 2010” (проект 4 – “Технологічне та технічне оновлення виробництва”) і ставить за мету провести аналіз існуючих когенераційних машин на базі двигуна внутрішнього згорання.

2. Основний зміст та результати роботи.

Вирішити поставлену задачу можливо шляхом поетапного аналізу основних схем роботи когенераційних машин на базі двигуна внутрішнього згорання, які були зібрані на основі аналізу робіт [1-17] та систематизовані, як показано нижче.

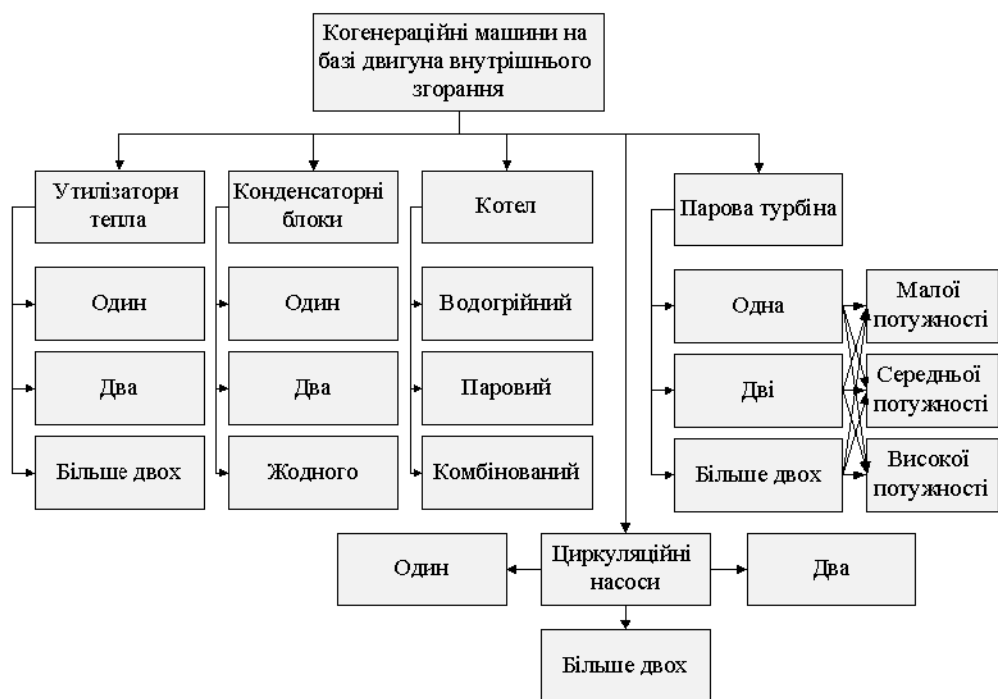


Рис. 1. Класифікація основних когенераційних машин на базі двигуна внутрішнього згорання

Розглянемо найпростішу компоновку когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання.

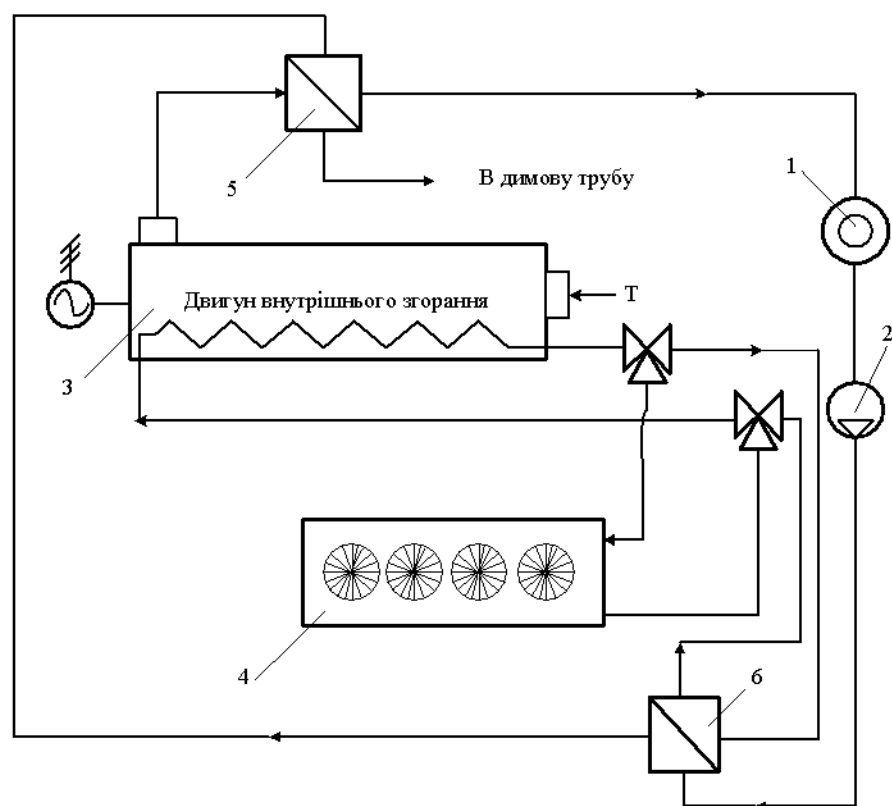


Рис. 2. Схема роботи когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання та двох утилізаторів (1 – споживач теплової енергії; 2 – циркуляційний насос;

3 – двигун внутрішнього згорання; 4 – повітряний охолоджувач; 5 – утилізаційний теплообмінник; 6 – утилізатор контура охолодження двигуна; Т – подача палива) [1,7-11,14]

Когенераційна машина (рис. 1) характеризується тим, що основні теплові втрати припадають на утилізаційний теплообмінник підходящих газів та системи охолодження двигуна, що призводить до незначного коефіцієнта використання теплоти палива, 86,2%.

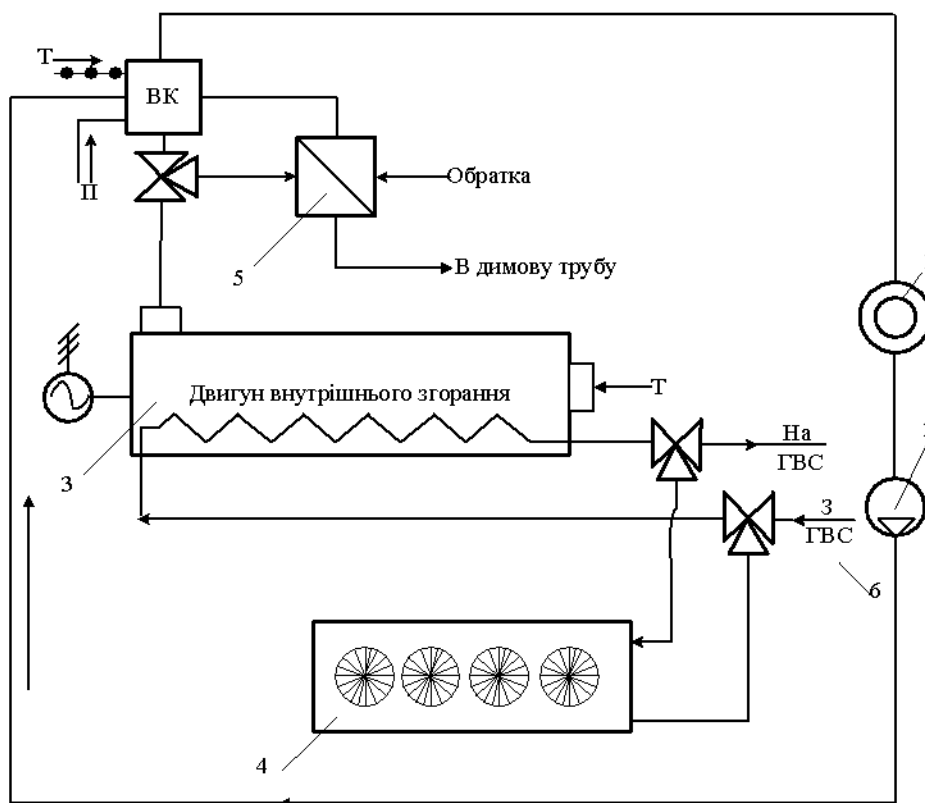


Рис. 3. Схема роботи когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання та водогрійного котла (1 – споживач теплової енергії; 2 – циркуляційний насос; 3 – двигун внутрішнього згорання; 4 – повітряний охолоджувач; 5 – утилізаційний теплообмінник; ВК – водогрійний котел; П – постачальник води; Т – подача палива) [1,7-11,14]

В представленій вище схемі роботи когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання (рис. 3) відходящі газів після двигуна внутрішнього згорання поступають у водогрійний котел безпосередньо, де проходить підігрів води. Таким чином, водогрійний котел слугує утилізатором вихлопних газів двигуна внутрішнього згорання. В схемі (рис. 3) основні втрати теплоти палива пов'язані з хімічною та механічною неповнотою згорання палива у котлі, а також від зовнішнього охолодження котельного агрегату. Слід відзначити, що за даними [1,7-11,14] коефіцієнт використання палива в такому типі машини складає 93%, що пов'язано з досить високим коефіцієнтом корисної дії водогрійного котла до 92%. Як зазначає Долінський А.А. в своїй роботі [1,7-11,14] у випадку встановлення теплообмінника глибокої утилізації коефіцієнт використання палива збільшиться до 95%.

Наступний тип когенераційних машин на базі двигуна внутрішнього згорання базується на вдосконаленні схеми (рис. 4) шляхом введення до складу когенераційної машини парового конденсаційного блока (рис. 4). За схемою роботи когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання (рис. 4) передбачається відпрацьовані гази двигуна внутрішнього згорання направити в паровий котел. Після чого, утворений пар потрапляє до конденсаційних турбін.

Основні втрати в системі роботи когенераційної машини (рис. 3) зосереджені в конденсаторі та конденсаційних турбінах у зв'язку з їх невисоким коефіцієнтом корисної дії. Достатньо висока величина втрат зосереджена у котлі з відпрацьованими газами. Коефіцієнт використання палива схеми (рис. 3) складає 24%. Як відзначено, в роботі [1,7-11,14-17] налаштування двигуна внутрішнього згорання котлом-утилізатором дозволила підвищити коефіцієнт використання палива схеми на 1,3%. Враховуючи об'єм робіт по модернізації когенераційної машини, підвищення коефіцієнта використання палива на 1,3 % слід вважати малоефективним кроком у вдосконаленні когенераційної технології.

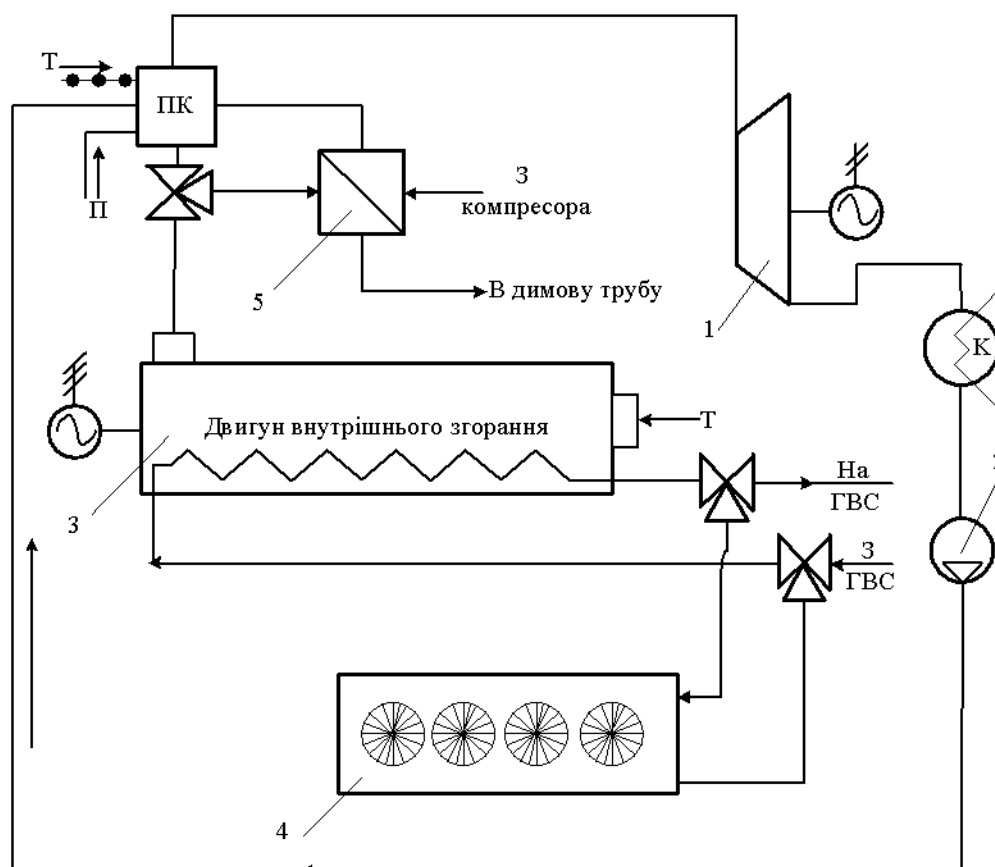


Рис. 4. Схема роботи когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання та конденсаційного блока (1 – парові турбіни; 2 – циркуляційний насос; 3 – двигун внутрішнього згорання; 4 – повітряний охолоджувач; 5 – утилізаційний теплообмінник; К – конденсатор; ПК – паровий котел; П – постачальник води; Т – подача палива) [1,7-11,14]

Реалізація схеми роботи когенераційної машини (рис. 4) ефективна у випадках сезонного споживання, наприклад, при споживанні теплоти можливе відключення парової турбіни і пар після утилізатора поступає в теплову мережу споживача. Недолік

когенераційної машини (рис. 4) полягає у необхідності регулювання роботи парової турбіни в залежності від об'ємів споживання.

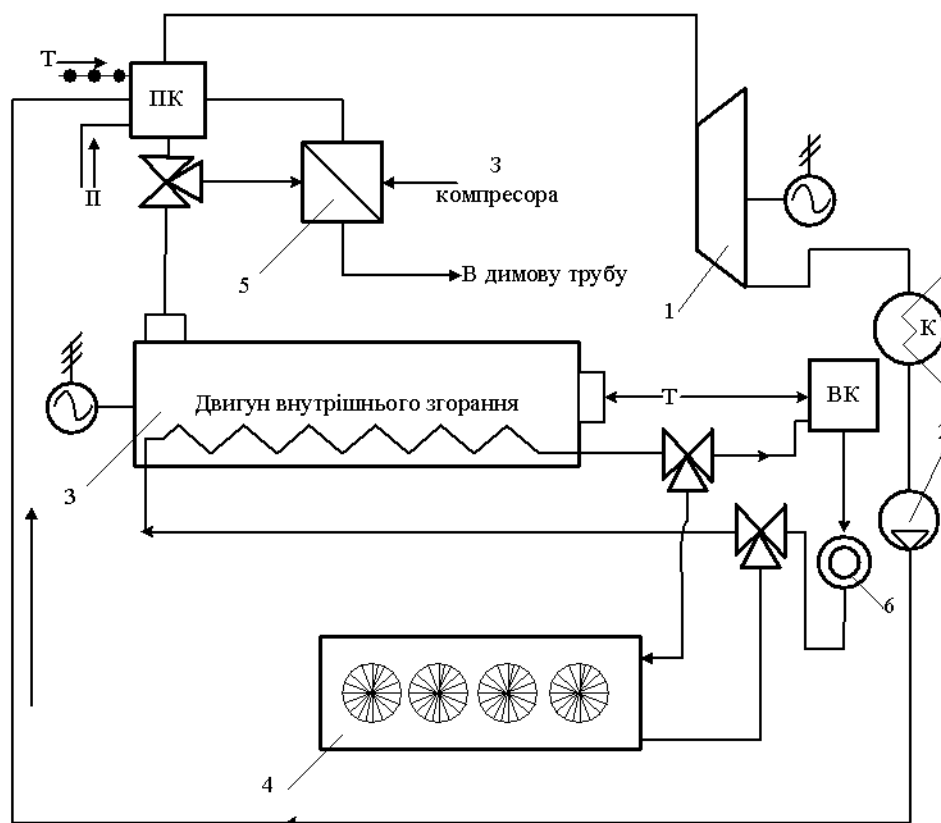


Рис. 5. Схема роботи когенераційної машини на базі двигуна внутрішнього згорання водогрійного та парового котлів (1 – парові турбіни; 2 – циркуляційний насос; 3 – двигун внутрішнього згорання; 4 – повітряний охолоджувач; 5 – утилізаційний теплообмінник; 6 – споживач теплової енергії; К – конденсатор; ПК – паровий котел; П – постачальник води; ВК – водогрійний котел; Т – подача палива) [1,7-11,14]

Когенераційні машини такої схеми роботи можуть бути використані на теплогенеруючих підприємствах, причому вироблена електрична енергія дозволить повністю задовільнити власні потреби такого підприємства.

Когенерційна машина на базі двигуна внутрішнього згорання водогрійного та парового котла може бути використана у випадку сезонної зміни об'єму споживання.

Слід відзначити, що існуючі когенераційні машини [1,7-11,14] потребують модернізації в напрямку автоматизації виробничого процесу, створення більш гнучких систем керування. Разом з тим, в основних схемах роботи когенераційних машин (рис. 2 – рис. 5) не передбачені технічні рішення, щодо використання газогенеруючих систем з метою підвищення коефіцієнта використання палива та зменшення собівартості виробництва теплової та електричної енергії.

Таблиця 1. Показники ефективності основних типів когенераційних машин

Основний тип когенераційної машини				
На базі двигуна внутрішнього згорання та двох утилізаторів	На базі двигуна внутрішнього згорання та водогрійного котла	На базі двигуна внутрішнього згорання та конденсаторного блока	На базі двигуна внутрішнього згорання та парової турбіни малої потужності	На базі двигуна внутрішнього згорання та парового котлів
1. Теплота, що виділяється при згоранні повітряно – паливної суміші				
98,6 %	99,4 %	99,5 %	99,5 %	99,5 %
2. Теплота контура охолодження двигуна				
27,2%	1,8%	0,9%	0,6%	0,6%
3. Теплота відходящих газів				
27,8%	1,8%	0,9%	0,6%	0,6%
4. Максимальне значення теплоти, що потрапляє споживачу				
47,9%	90,5%	96,3%	90,3%	90,3%
5. Втрати теплової енергії				
19,6%	13,0%	10,1%	16,53%	16,53%

3. Висновки.

Таким чином, в роботі розглянуті основні схеми роботи когенераційних машин на базі двигуна внутрішнього згорання, проведений аналіз їх економічної ефективності. Встановлено, що існують резерви підвищення ефективності розглядуваних машин, які полягають у використанні, в якості робочого тіла частини циліндрів двигуна внутрішнього згорання відпрацьованих газів попередніх циліндрів. Крім того, слід звернути увагу на один з прогресивних напрямків розвитку машин для когенерації теплової та електричної енергії – поєднання роботи когенераційних машин та газогенераторів, які в якості палива використовують побічні ресурси виробництва.

Список літератури: 1. Долинский А.А., Басок Б.И., Коломейко Д.А. Анализ когенерационных установок. Часть III. Сравнительный анализ схемных решений когенерационных установок // Промышленная теплотехника. - 2006. - Т.28. - №5. - С.73 - 78. 2. Баласанян Г.А. Ефективність перспективних інтегрованих систем енергозабезпечення на базі установок когенерації малої потужності: дис. докт. техн. наук: 05.14.06. - Одеса, 2007. - 356 с. 3. Білека Б.Д., Гаркуша Л.К. Спосіб комбінованого

вироблення теплової та електричної енергії. Деклараційний патент на корисну модель №10167, 15.11.2005, бюл. №11. 4. Білека Б.Д., Гаркуша Л.К. Спосіб комбінованого вироблення теплової та електричної енергії і установка для його здійснення. Деклараційний патент на корисну модель №78425, 15.03.2007, бюл. №3. 5. Буднаков В.А. Оптимизационные исследования и выбор рациональных схем когенерационных энергокомплексов: дис. канд. техн. наук: 05.14.04. - Москва, 2009. - 174 с. 6. Долінський А.А., Федоров С.Д., Білека Б.Д., Гаркуша Л.К. Спосіб комбінованого вироблення теплової та електричної енергії. Деклараційний патент на корисну модель №38810, 26.01.2009, бюл. №2. 7. Когенерація - нові потужності для енергетики / А. Долінський, В. Клименко // Вісн. НАН України. - 2002. - № 4. - С. 26-32. 8. Когенерація - основа енергозаощадження / Л.Ю. Козак // Нафтогаз. енергетика. — 2007. — № 1. — С. 39-43. 9. Когенераційні технології утилізації біогазу станцій анаеробного зброджування сільськогосподарських відходів / П.П. Кучерук, Ю.Б. Матвеев, Л.М. Кужель // Пром. теплотехника. — 2009. — 31, N 4. — С. 98-104. 10. Когенераційні установки на базі ГТУ і опалювальних котелень / М.М. Чепурний, Я.В. Лопатюк, К.В. Нікіфорова // Вісн. Вінниц. політехн. ін-ту. — 2004. — N 5. — С. 55-58. 11. Когенерационные энергоустановки с газовыми двигателями внутреннего сгорания / С. В. Цанев, В.Д. Буров, В.Е. Торжков и др. // Вестник МЭИ. - 2000. - № 1. - С. 19-22. 12. Когенерационные установки для утилизации шахтного метана / Богуслаев В.А. // Пром. теплотехника. 2009. №2, т. 31. С. 53-56. 13. Коваленко Ю.Ф. Повышение эффективности двигателей внутреннего сгорания за счет утилизации теплоты их отработавших газов: дис. канд. техн. наук: 05.14.04 - Челябинск, 2003. - 203с. 14. Коломейко Д.А. Энергоэкономичный анализ когенерационных схем на основе поршневых тепловых двигателей дис. канд. техн. наук: 05.14.06. - Київ, 2009. - 151 с. 15. Мамонов А.М. Разработка технических, экономических и экологических критериев в применении систем генерирования электрической энергии малой мощности: дис. канд. техн. наук: 05.14.01. - Нижний Новгород, 2006. - 286 с. 16. Совместное применение тригенерационных и гидридных технологий в судовых ДВС / А.А. Сирота, А.Н. Радченко // Вестн. двигателестроения. — 2007. — № 3. — С. 147-151. 17. Харитонов Д.А. Разработка методики выбора и рационального использования когенерационных систем в качестве источника электроэнергии на предприятии по технико-экономическим критериям: дис. канд. техн. наук: 05.09.03.- Москва, 2007. - 160 с.

THE ANALYSIS EXISTING COGENERATION MACHINES ON THE BASIS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Biliavskiy L.A., Biliavskiy M.L. (JC "Ukrtransgaz", Kiev, Ukraine)

Abstract: In article existing cogeneration machines on the basis of an internal combustion engine are considered. Perspective directions of improvement cogeneration machines for the purpose of increase of their efficiency are defined.

Key words cogeneration machine, an internal combustion engine, the heat exchanger.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ МАШИН НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Белявский Л.А., Белявский М.Л. (ДК «Укртрансгаз», г. Киев, Украина)

Аннотация. В статье рассмотрены существующие когенерационные машины на базе двигателя внутреннего сгорания, предложена их классификация. Определены перспективные направления усовершенствования когенерационных машин с целью повышения их эффективности.

Ключевые слова: когенерационная машина, двигатель внутреннего сгорания, теплообменник.

Надійшла до редколегії 03.12.2010.