



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007117958/06, 15.05.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2008

(45) Опубликовано: 27.04.2009 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2109230 C1, 20.04.1998. RU 2182246 C1, 26.10.2000. RU 2099653 C1, 20.12.1997. US 4733526 A, 29.03.1988. RU 2078230 C1, 27.04.1997. SU 1035358 A, 15.08.1983. US 3902546 02.09.1975.

Адрес для переписки:
107392, Москва, ул. Знаменская, 38, к.2, кв.4,
В.И. Мазий

(72) Автор(ы):

Мазий Василий Иванович (RU)

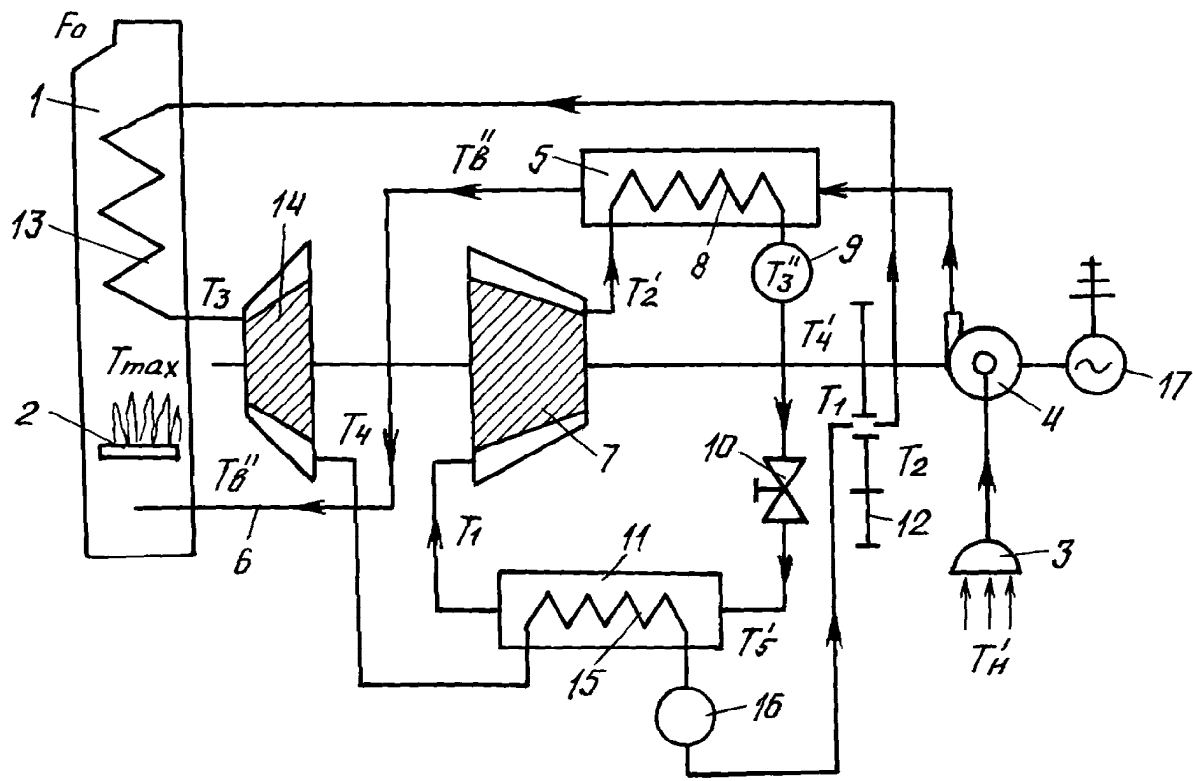
(73) Патентообладатель(и):

Мазий Василий Иванович (RU)**(54) АММИАЧНЫЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ЭКОНОМИЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ**

(57) Реферат:

Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель и способ его работы, заключающийся в том, что холодильником для аммиачной турбины является аммиачно-аммиачный теплообменник с температурой кипения аммиака при $T'_1=250\text{K}$ (-

23°C). Подогревателем для аммиачной турбины является с одной стороны тепло конденсации и охлаждения NH_3 в аммиачном тепловом насосе, с другой стороны - тепло от сгорания углеводородного топлива в котельной. Изобретение позволяет повысить КПД теплового двигателя. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
F01K 21/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007117958/06, 15.05.2007**

(24) Effective date for property rights:
15.05.2007

(43) Application published: **20.11.2008**

(45) Date of publication: **27.04.2009 Bull. 12**

Mail address:

**107392, Moskva, ul. Znamenskaja, 38, k.2, kv.4,
V.I. Mazij**

(72) Inventor(s):

Mazij Vasilij Ivanovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Mazij Vasilij Ivanovich (RU)

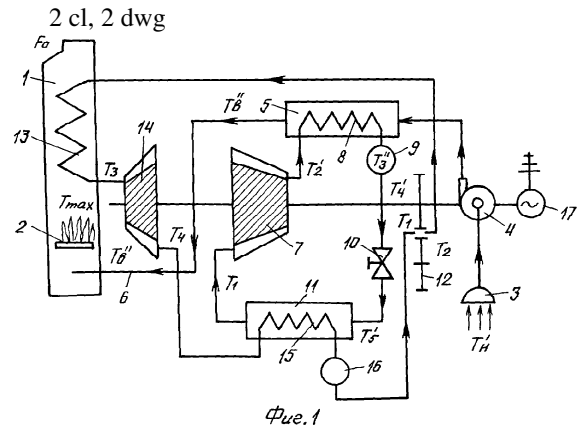
(54) AMMONIAC LOW-TEMPERATURE EFFICIENT ENGINE AND METHOD FOR ITS OPERATION

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: ammoniac low-temperature efficient engine and method for its operation, consisting in the fact that refrigerator for ammoniac turbine is ammonia-ammonia heat exchanger with temperature of ammonia boiling at $T_1 = 250^\circ\text{K}$ (-23°C). Heater for ammonia turbine is condensation and NH_3 cooling heat on the one side in ammoniac heat pump, and on the other side - heat from combustion of hydrocarbon fuel in boiler.

EFFECT: increased efficiency of heat engine.



RU 2 3 5 3 7 8 1 C 2

RU 2 3 5 3 7 8 1 C 2

Изобретение: «Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель и способ его работы» относится к области энергетики и может быть использовано для производства электроэнергии и как силовая установка для тепловозов, теплоходов и в других промышленных установках, требующих механической работы (лесопильная, мукомольная промышленность и другие отрасли народного хозяйства).

Известны экономичные силовые установки, например дизельная силовая установка, двухтактный дизель ЮМО-4 (см. Тепловые двигатели, автор Н.В.Иноземцев, Оборонгиз НКАП, главная редакция авиационной литературы, Москва, 1945 г., стр.113-114, стр.254-272).

Дизельные силовые установки имеют относительно низкий КПД ($\eta_3=0,4$), употребляют дорогое углеводородное топливо (солярка). Максимальная температура в цилиндрах двигателя достигает 2000К, что требует охлаждения цилиндров двигателя и вызывает большие потери тепла с уходящими выхлопными газами и потери тепла при охлаждении цилиндров двигателя.

Суть изобретения: «Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель и способ его работы» состоит в том, чтобы выходные дымовые газы котельной имели температуру ниже температуры атмосферного воздуха, а температура конденсации паров аммиака в контуре аммиачного теплового насоса была использована на нагрев атмосферного воздуха, поступающего в поддувало котельной.

Технический результат: повышение КПД и увеличение срока службы двигателя.

Технический результат достигается тем, что:

1. Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель, состоящий из котельной воздуходувки, аммиачного компрессора, теплообменников, радиаторов, жидкостного аммиачного насоса высокого давления, аммиачной турбины, генератора электрического тока, отличающийся тем, что выход из воздуходувки (4) связан с входом в воздушно-аммиачный теплообменник (5), выход из которого связан трубопроводом (6) с поддувалом топки котельной (1); далее выход из аммиачного компрессора (7) связан с входом в аммиачно-воздушный радиатор (8), выход из которого связан с редукционным клапаном (10), выход из которого связан с аммиачно-аммиачным теплообменником (11), выход из которого связан с входом в аммиачный компрессор (7); далее выход из жидкостного аммиачного насоса высокого давления (12) связан с входом в газо-аммиачный радиатор (13), выход из которого связан с входом в аммиачную турбину (14), выход из которой связан с входом в аммиачно-аммиачный радиатор (15), выход из которого связан с входом в жидкостный аммиачный насос высокого давления (12); далее аммиачная турбина (14), аммиачный компрессор (7), жидкостный аммиачный насос высокого давления (12) воздуходувка (4), генератор электрического тока (17) установлены на одном валу.

2. Способ работы аммиачного низкотемпературного экономичного двигателя состоит в использовании оптимального значения удельной теплоемкости паров аммиака на входе в аммиачную турбину при параметрах $T_3=423\text{K}$;

$P_3 = 150 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$;

$c_{p3} = 4,87 \frac{\text{кК}}{\text{кг}^\circ}$ и параметрах на выходе $T_4=260\text{K}$; $P_4 = 2,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ в использовании

аммиачного теплового насоса, для целей регенерации (возврата) тепла конденсации паров аммиака при $T'_3=350\text{K}$ и тепла охлаждения жидкого аммиака от $T'_3=350\text{K}$ до $T'_4=270\text{K}$, а также в использовании атмосферного воздуха для переноса тепла конденсации и охлаждения аммиака в аммиачном тепловом насосе в поддувало топки

котельной (1).

На фиг.1 изображена кинематическая схема изобретения: «Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель и способ его работы», где:

1 - котельная

2 - устройство и способ приготовления и подачи любого углеводородного топлива в топку котельной

3 - заборник атмосферного воздуха

4 - воздуходувка

5 - воздушно-аммиачный теплообменник

6 - трубопровод, соединяющий выход из воздуходувки с входом в поддувало топки котельной

7 - аммиачный компрессор (АК)

8 - аммиачно-воздушный радиатор

9 - ресивер (сборник) жидкого аммиака в контуре аммиачного теплового насоса

10 - редукционный клапан (дроссель)

11 - аммиачно-аммиачный теплообменник

12 - жидкостный аммиачный насос высокого давления

13 - газо-аммиачный радиатор

14 - аммиачная турбина (АТ)

15 - аммиачно-аммиачный радиатор

16 - ресивер (сборник) жидкого аммиака в контуре аммиачной турбины

17 - генератор электрического тока

На фиг.2 изображены термодинамические циклы аммиачной турбины в координатах абсолютная температура в функции энтропии $T_0^k = F\left(S \frac{Kk}{K\Gamma^a}\right)$ и

аммиачного компрессора в координатах абсолютная температура в функции энтропии $T_0^k = \Phi\left(S \frac{Kk}{K\Gamma^a}\right)$

где

Линия а - к - линия начала кипения аммиака

Точка «к» - точка критических параметров NH_3

$T_{кр} = 405,4K$; $P_{кр} = 113 \frac{K\Gamma}{CM^2}$;

Линия к - б - линия конца кипения аммиака (NH_3).

Термодинамический цикл аммиачного теплового насоса (АТН)

Линия 1' - 2' - адиабата сжатия паров NH_3

Линия 2' - 3' - изотерма (изобара) конденсации паров NH_3

Линия 3' - 4' - изобара охлаждения жидкого NH_3

Линия 4' - 5' - адиабата расширения NH_3

Линия 5' - 1' - изотерма (изобара) кипения аммиака

Термодинамический цикл аммиачной турбины АТ

Линия 1 - 2 - изотерма сжатия жидкого NH_3

Линия 2 - 3 - изобара подогрева аммиака (NH_3)

Линия 3 - 4 - адиабата расширения NH_3

Линия 4 - 1 - изотерма (изобара) конденсации паров аммиака.

Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель (АНЭД) состоит из: котельной установки, аммиачного теплового насоса, воздуходувки, аммиачной

турбины, генератора электрического тока.

Работа АНЭД

Подогретый в котельной аммиачный газ с давлением 150 кг/см и температурой 423К поступает в аммиачную турбину, где срабатывается давление NH_3 от

$P_3=150 \text{ кг/см}^2$ и температура от $T_3=423\text{К}$ до давления $P_4=2,5 \text{ кг/см}^2$ и температуры $T_4=260\text{К}$ (-13°C), вырабатываемая АТ мощность расходуется на привод аммиачного теплового насоса (АТН), который возвращает часть тепла конденсации и охлаждения паров NH_3 в поддувало котельной. Вырабатываемая АТ мощность расходуется также на привод жидкостного аммиачного насоса высокого давления (12) воздухоудовки и на привод генератора электрического тока (17).

Особенностью работы АТ является и то, что используются параметры NH_3 на входе в АТ $P_3=150 \text{ кг/см}^2$; $T_3=423\text{К}$, которые обеспечивают высокое значение удельной теплоемкости $c_p \frac{\text{кк}}{\text{кг}^\circ}$ аммиака при постоянном давлении равно $84,7 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}^\circ\text{C}}$ или при молекулярном весе $\text{NH}_3 \mu=17$, $c_p = 4,97 \frac{\text{кк}}{\text{кг}^\circ}$.

(см. Таблицу 2-95 на стр.65 справочника «Теплофизические свойства веществ» под редакцией проф. Н.Б.Варгафтика, Государственное энергетическое издательство, - М.-Л., 1956 год).

Аммиачный тепловой насос (АТН) при кипении аммиака в аммиачно-аммиачном теплообменнике (11) отнимает тепло конденсации аммиака в аммиачно-аммиачном радиаторе (15), при этом температура кипения аммиака $T'_1=250\text{К}$ (-23°C) и давление

$P'_1 = 1,62 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; при конденсации аммиака в радиаторе (8) нагревается атмосферный

воздух в теплообменнике (5), при этом температура конденсации аммиака $T'_2=350\text{К}$ ($+77^\circ\text{C}$) и давление $P'_2 = 37,9 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$. Атмосферный воздух поступает в

воздушно-аммиачный теплообменник (5) с температурой $T_H=288\text{К}$ ($+15^\circ\text{C}$) и

нагревается до температуры воздуха, поступающего в котельную (1) $T''_B=340\text{К}$ ($+67^\circ\text{C}$). Таким образом имеет место регенерация тепла.

Максимальная температура в котельной $T_{\text{max}}=543\text{К}$ ($+270^\circ\text{C}$).

Возможность изготовления АНЭД определяется действующими: котельными, газовыми турбинами, компрессорами, теплообменниками и радиаторами.

Возможность изготовления АНЭД подтверждается элементарным термодинамическим расчетом. Расчет производим в удельных параметрах по абсолютным температурам и энтальпиям (теплосодержаниям) с учетом изменения удельного теплосодержания газов (воздуха и NH_3) при постоянном давлении (c_p кк/кг $^\circ$) с изменением температуры $c_p=F(TK)$.

Параметры кипения и конденсации аммиака в контуре аммиачной турбины и в контуре аммиачного теплового насоса берутся из опытных теплофизических таблиц (см. Таблица 29 стр.235 «Сборника задач по технической термодинамике», авторы: Т.Н.Андрианова, В.В.Дзампов, В.Н.Зубарев, С.А.Ремизов, - М.: Энергоиздат, 1981 год).

Элементарный термодинамический расчет аммиачной турбины (АТ)

Принимаем η_c – КПД сжатия = 0,85, η_p – КПД расширения = 0,92.

Известно, что $T_4 = T_3 \left(1 - \eta_p \frac{\ell - 1}{\ell}\right)$. (2)

С другой стороны $T_3 = T_4 \left(1 + \frac{\ell - 1}{\eta_c}\right)$. (1)

где $\ell = \left(\frac{P_3}{P_4}\right)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}}$. Нам известно $P_3 = 150 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; $T_3 = 423$ К. Необходимо рассчитать

значения $P_4 = ?$ и $T_3 = ?$

Так как $\frac{T_3}{T_4} = 1 + \frac{\ell - 1}{\eta_c}$ из уравнения (1),

$\frac{T_3}{T_4} = \frac{1}{1 - \eta_p \frac{\ell - 1}{\ell}}$ из уравнения (2),

тогда $1 + \frac{\ell - 1}{\eta_c} = \frac{1}{1 - \eta_p \frac{\ell - 1}{\ell}}$ (3). Решая уравнение (3) относительно ℓ , получаем $\ell =$

1,725.

$T_4 = 423 \left(1 - 0,92 \frac{1,725 - 1}{1,725}\right) = 423 \times 0,6133 = 260$ К;

Из таблиц $P_4 = 2,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; $C_{p_3} = 4,97 \frac{\text{кк}}{\text{кг}^0}$.

$T_4 = T_1 = 260$ К, $\gamma_1 = 656,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $C_{p_4} = 0,4824 \frac{\text{кк}}{\text{кг}^0}$.

Q_{NH_3} - тепло эквивалентное мощности развиваемой аммиачной турбиной.

$Q_{NH_3} = C_{p_3} T_3 - C_{p_4} T_4 = 4,97 \times 423 - 0,4824 \times 260 = 2102,31 - 125,424 = 1976,886$ кк.

Q_{260} – тепло конденсации паров NH_3 при $T_4 = T_1$; $T_4 = T_1 = 260$ К.

$Q_{260} = 260 \frac{10,992 - 5,465}{4,1868} = 260 \times 1,2006 = 312,1763$ кк.

Q_n - тепло потребное для работы АТ.

$Q_n = Q_{NH_3} + Q_{260} = 1976,886 + 312,1763 = 2289,0623$ кк.

$Q_{сж}$ – тепло эквивалентное мощности потребной для сжатия жидкого аммиака от давления $P_4 = 2,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ до $P_3 = 150 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.

$$Q_{\text{сж}} = \frac{(P_3 - P_4)10^4}{427 \times \gamma_1} = \frac{(150 - 2,5)10^4}{427 \times 656,6} = 5,2609 \text{ кк.}$$

ΔQ_{NH_3} - тепло эквивалентное полезной мощности вырабатываемой аммиачной турбиной $\Delta Q_{\text{NH}_3} = Q_{\text{NH}_3} - Q_{\text{сж}} = 1976,886 - 5,2609 = 1971,625 \text{ кк.}$

Элементарный термодинамический расчет аммиачного компрессора (АК)

Принимаем: (см. фиг. 2) $T'_1 = 250 \text{ К } (-23 \text{ }^\circ\text{C})$; $P'_1 = 1,62 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; $T'_2 = 350 \text{ К}$;

$P'_2 = 37,9 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; $T'_4 = 270 \text{ }^\circ\text{K}$; $T'_2 = T'_3$ из теплофизических свойств аммиака.

Q_{350} - тепло конденсации паров NH_3 ;

$$Q_{350} = 214,746 \text{ кк.}$$

s'_2 - энтропия точки 2' = $9,459 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ}$;

s'_3 - энтропия точки 3' = $6,893 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ}$;

s'_4 - энтропия точки 4' = $5,637 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ}$;

Q_{250}^0 - тепло кипения аммиака. $Q_{250}^0 = 250 \frac{9,459 - 5,637}{4,1868} 250 \times 0,91286 = 228,2171 \text{ кк.}$

ΔQ_2 - тепло охлаждения жидкого аммиака от $T'_3 = 350 \text{ К}$ до $T'_4 = 270 \text{ К}$.

$$\Delta Q_2 = \frac{350 + 270}{2} \times \frac{6,893 - 5,637}{4,1868} = 310 \times 0,2999 = 92,969 \text{ кк.}$$

ΣQ_2 - суммарное тепло конденсации и охлаждения аммиака в контуре АТН.

$$\Sigma Q_2 = Q_{350} + \Delta Q_2 = 214,746 + 92,969 = 307,715 \text{ кк.}$$

$Q_{\text{ап}}$ - тепло, эквивалентное мощности потребной для привода АК.

$$Q_{\text{ап}} = \Sigma Q_2 - Q_{250}^0 = 307,715 - 228,2172 = 79,4978 \text{ кк.}$$

β - коэффициент теплопроизводительности аммиачного теплового насоса (АТН).

$$\beta = \frac{\Sigma Q_2}{Q_{\text{ап}}} = \frac{307,715}{79,4978} = 3,87.$$

$Q_{\text{воз}}$ - тепло, эквивалентное мощности потребной для привода воздуходувки.

Принимаем V м/сек - скорость потока воздуха после воздуходувки, тогда:

$$Q_{\text{воз}} = G_{\text{воз}} \frac{V^2}{2g \times 427 \eta_{\kappa}} \text{ (кк); } \eta_{\kappa} - \text{КПД воздуходувки.}$$

Расчет АНЭД

Принимаем $G_{ак}$ – секундное количество аммиака в контуре АТН. $G_{ак} = 1,0$ кг/сек.

Согласно закона сохранения энергии (см. фиг. 1)

$$5 \quad Q_{11} = Q_{15}; \quad G_{ак} Q_{250}^0 = G_{ат} Q_{260}; \quad G_{ат} = G_{ак} \frac{Q_{250}^0}{Q_{260}} = 1,0 \frac{288,2172}{312,1763} = 0,731 \text{ кг/сек.}$$

$G_{ат} = 0,731$ кг/сек – секундный расход аммиака в контуре АТ.

10 Согласно закона сохранения энергии (см. фиг. 1)

$$Q_8 = Q_6; \quad Q_8 = \sum Q_2 = 307,715 \text{ кк.}$$

$Q_6 = G_{воз} (T_г^* C_p^* - T_n C_{pn})$; Принимаем $T_г^* = 340$ К; $T_n = 288$ К; $T_0 = 270$ °К;

$$15 \quad G_{воз} = \frac{Q_6}{T_г^* C_p^* - T_n C_{pn}} = \frac{307,715}{340 \times 0,241 - 288 \times 0,2402} =$$

$$= \frac{307,715}{81,94 - 69,1776} = \frac{307,715}{12,7624} = 24,111 \text{ кг/сек.}$$

20 Рассчитываем T_{max} из условия, что (см. фиг. 1)

$$Q_{13} = G_{воз} (T_{max} C_{p_{max}} - T_0 C_{p_0}), \text{ откуда } T_{max} = \left(\frac{Q_{13}}{G_{воз}} + T_0 C_{p_0} \right) C_{p_{max}}^{-1}; \quad Q_{13} = Q_n';$$

в нашем случае $Q_n' = Q_n G_{ад} = 2289,0632 \times 0,731 = 1673,305$ кк.

25

$$30 \quad T_{max} = \frac{\frac{Q_{13}}{G_{воз}} + C_{p_0} T_0}{C_{p_{max}}} = \frac{\frac{Q_n'}{G_{воз}} + C_{p_0} T_0}{C_{p_{max}}};$$

30

$$35 \quad T_{max} = \frac{\frac{1673,305}{24,111} + 0,2398 \times 270}{0,241} = \frac{134,146}{0,241} = 557 \text{ К,}$$

$G_{см}$ – потребное количество топлива воздушной смеси для работы АНЭД.

$$Q_{см} = G_{воз} (Q_{max} - Q_л) - \sum Q_2,$$

40 $Q_л$ - тепло, уходящее в атмосферу с дымовыми газами.

$$Q_{см} = 24,111 (557 \times 0,247 - 0,2398 \times 270) - 307,715 = 1448,36134 \text{ кк.}$$

$\sum Q_2$ - тепло эквивалентное мощности вырабатываемой АНЭД.

$$\sum Q_2 = G_{NH_3} Q_{NH_3} - G_{ан} Q_{ан} - Q_{вент}.$$

45

$Q_{вент}$ – тепло эквивалентное мощности потребной для привода вентилятора.

$$Q_{вент} = \frac{G_v V^2}{2g 427 \eta_k}. \text{ Принимаем } V = 30 \text{ м/сек, } \eta_k = 0,70.$$

50

$$Q_{\text{вент}} = \frac{24,111 \times 30^2}{29,81 \times 427 \times 0,70} = 3,7 \text{ кк.}$$

$$\Sigma Q_3 = 0,731 \times 1971,625 - 1,0 \times 79,4978 - 3,7 =$$

$$= 1441,2578 - 79,4978 - 3,7 = 1338,06 \text{ кк.}$$

$\eta_3 = \text{КПД; АНЭД.}$

$$\eta_3 = \frac{\Sigma Q_3}{Q_{\text{см}}} = \frac{1358,06}{1448,3614} = 0,937.$$

10

Формула изобретения

1. Аммиачный низкотемпературный экономичный двигатель, состоящий из котельной воздуходувки, аммиачного компрессора, теплообменников, радиаторов, жидкостного аммиачного насоса высокого давления, аммиачной турбины, генератора электрического тока, отличающийся тем, что выход из воздуходувки (4) связан с входом в воздушно-аммиачный теплообменник (5), выход из которого связан трубопроводом (6) с поддувалом топки котельной (1); далее выход из аммиачного компрессора (7) связан с входом в аммиачно-воздушный радиатор (8), выход из которого связан с редукционным клапаном (10), выход из которого связан с аммиачно-аммиачным теплообменником (11), выход из которого связан с входом в аммиачный компрессор (7); далее выход из жидкостного аммиачного насоса высокого давления (12) связан с входом в газоаммиачный радиатор (13), выход из которого связан с входом в аммиачную турбину (14), выход из которой связан с входом в аммиачно-аммиачный радиатор (15), выход из которого связан с входом в жидкостный аммиачный насос высокого давления (12); далее аммиачная турбина (14), аммиачный компрессор (7), жидкостный аммиачный насос высокого давления (12), воздуходувка (4), генератор электрического тока (17) все установлены на одном валу.

2. Способ работы аммиачного низкотемпературного экономичного двигателя состоит в использовании оптимального значения удельной теплоемкости паров аммиака на входе в аммиачную турбину при параметрах $T_3=423\text{К}$;

$$P_3 = 150 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}; \quad c_{P_3} = 4,87 \frac{\text{кк}}{\text{кГ}^\circ}$$

35

и параметрах на выходе $T_4=260\text{К}$; $P_4 = 2,5 \frac{\text{кГ}}{\text{см}^2}$ в использовании аммиачного

теплого насоса, для целей регенерации (возврата) тепла конденсации паров аммиака при $T'_3=350\text{К}$ и тепла охлаждения жидкого аммиака от $T'_3=350\text{К}$ до $T'_4=270\text{К}$, а также в использовании атмосферного воздуха для переноса тепла конденсации и охлаждения аммиака в аммиачном тепловом насосе в поддувало топки котельной (1).

45

50

