



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100827** (13) **C2**  
(51) МПК (2013.01)  
**F02C 3/28** (2006.01)  
**F02B 27/00**  
**F02G 5/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

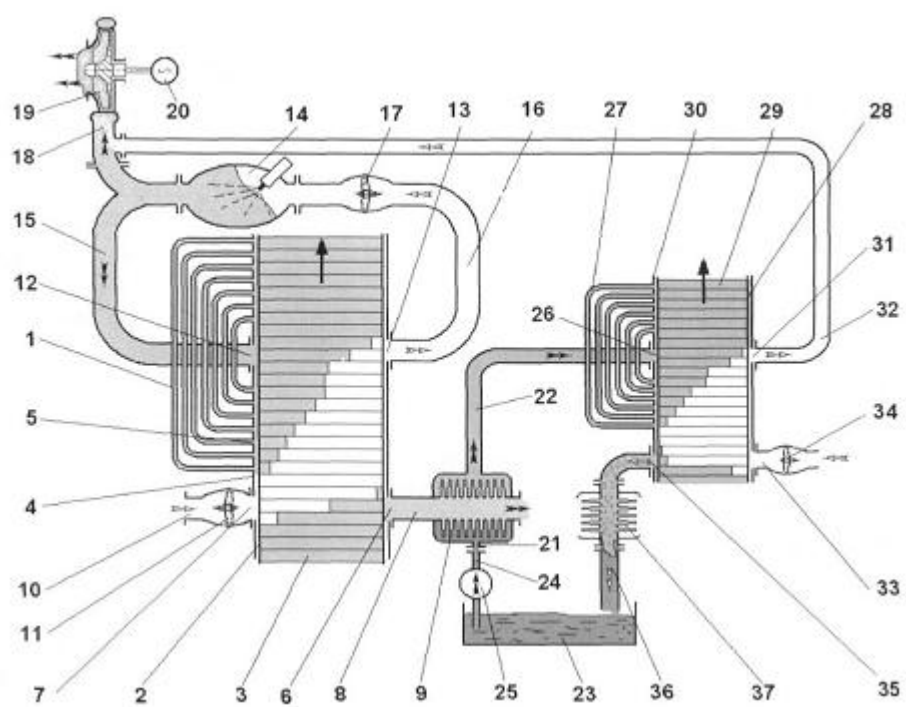
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2012 00059</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Крайнюк Олександр Іванович (UA),</b> <b>Крайнюк Андрій Олександрович (UA),</b> <b>Данілейченко Олександр Анатолійович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>03.01.2012</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.01.2013</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.10.2012, Бюл.№ 19</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ,</b> квартал Молодіжний, 20-а, м. Луганськ, 91034 (UA)
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.01.2013, Бюл.№ 2</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 181449, 15.04.1966 GB 792857, 02.04.1958 GB 792858, 02.04.1958 GB 872576, 12.07.1961 UA 30336, 25.02.2008 UA 96696, 25.11.2011 SU 1703842, 07.01.1992

**(54) ГАЗОТУРБІННА УСТАНОВКА З КАСКАДНИМ ОБМІННИКОМ ТИСКУ**

**(57) Реферат:**

Газотурбінна установка має каскадний обмінник тиску з каналом для відводу стискаючого газу і каналом для підводу стискаючого газу, сполученим з камерою згоряння і газовпускним патрубком турбіни. У каналі для відводу стискаючого газу розміщений теплообмінник, вхідний патрубок якого за допомогою трубопроводу з встановленим у ньому насосом сполучений з резервуаром води, а вихідний патрубок підключений до вікна для підводу стискаючого середовища утилізаційного каскадного обмінника тиску, вікно для відводу стисненого повітря якого сполучено повітряною магістраллю з газовпускним патрубком турбіни, а вікно для відведення стискаючого середовища трубопроводом з розміщеним у ньому конденсатором з'єднано з резервуаром води.

UA 100827 C2



Винахід стосується енергетичного машинобудування, зокрема газотурбінних установок, і може бути використаний для привода різних механізмів.

Відомо газотурбінну установку, що містить лопатковий агрегат стискування повітря, підключений до турбіни за допомогою газової магістралі з розміщеною в ній камерою згоряння (див. А. с. СРСР № 181449, кл. Р02С 07/26, опубл. 15.4.1986, бюл. № 9).

Недоліком відомої установки є властива лопатковим машинам висока чутливість до зміни практично всіх режимних параметрів установки, що проявляється у погіршенні тягових і економічних показників навіть при незначному відхиленні її роботи від номінального. У зв'язку з високою частотою обертання ротора турбоагрегати мають обмежений ресурс і потребують високого рівня технічного обслуговування. Крім того, у силу великої інерції обертання робочих коліс робота установки характеризується низькою якістю перехідних процесів.

За прототип вибрано газотурбінну установку з каскадним обмінником тиску (ГТУ КОТ), що містить каскадний обмінник тиску з каналом для відведення стискаючого газу і каналом для підведення стискаючого середовища, сполученим з камерою згоряння і газопускним патрубком турбіни. Стискування повітря в установці здійснюється за рахунок прямого перетворення енергії частини генерованих камерою згоряння гарячих газів у каскадно-статичному процесі стискування повітря у напірообмінних комірках каскадного обмінника тиску (КОТ). Енергія іншої частини генерованих камерою згоряння гарячих газів відводиться до турбіни, де перетворюється у механічну енергію, передану споживачеві (див. Krajniuk A. I., Klyus Oleh, Organization principles of the operating process of the cascade compression units and some directions of their application // Journals of Polish Cimac. Diagnosis, reliability and safety. Gdansk University of technology. Faculty of Ocean Engineering and Ship Technology Department of Ship Power Plants.-2009. - Gdansk № 2.-103-109.).

Недоліком відомого пристрою є відносно невисокий ККД і потужність установки завдяки високим втратам теплової енергії з відведеними у атмосферу відпрацьованими стискаючими газами. Іншим недоліком є висока теплонавантаженість робочого колеса турбіни, що знижує ресурс всієї установки. Необхідність використання дорогих жароміцних матеріалів елементів турбіни спричиняє збільшення вартості установки. Обмеження максимальної температури умовами термічної міцності застосовуваних у турбобудуванні матеріалів не дозволяє реалізувати високоефективний робочий процес ГТУ, через відносно невисокі граничні температури циклу.

Технічним результатом винаходу є підвищення ККД і потужності ГТУ за рахунок збільшення витрати робочого тіла через турбіну, шляхом організації додаткового робочого циклу у додатковому утилізаційному каскадному обміннику тиску, що стискає середовищем, у якому є водяна пара, отримана перегрівом рідини теплою відпрацьованих стискаючих газів, що дозволить зменшити непродуктивний викид тепла у атмосферу з відпрацьованими стискаючими газами.

Поставлена задача досягається тим, що у газотурбінній установці з каскадним обмінником тиску, що містить каскадний обмінник тиску з каналом для відведення стискаючого газу і каналом для підведення стискаючого газу, сполученим з камерою згоряння і газопускним патрубком турбіни, згідно винаходу, у каналі для відведення стискаючого газу розміщений теплообмінник, вхідний патрубок якого за допомогою трубопроводу з встановленим у ньому насосом сполучений з резервуаром води, а вихідний патрубок підключений до вікна для підведення стискаючого середовища утилізаційного каскадного обмінника тиску, вікно для відведення стисненого повітря якого сполучено повітряною магістраллю з газопускним патрубком турбіни, а вікно для відведення стискаючого середовища трубопроводом з розміщеним у ньому конденсатором також з'єднано із резервуаром води.

Розміщення у каналі для відведення стискаючого газу теплообмінника, вхідний патрубок якого за допомогою трубопроводу з встановленим у ньому насосом сполучений з резервуаром води, а вихідний патрубок підключений до вікна для підведення стискаючого середовища утилізаційного каскадного обмінника тиску дозволить перетворити частину "непридатної" теплової енергії відпрацьованих стискаючих газів, у потенційну енергію водяної пари, використовуюваної як стискаюче середовище у робочому циклі утилізаційного каскадного обмінника для генерування додаткового стисненого повітря, що дозволить збільшити витрату робочого тіла через турбіну і її потужність без залучення додаткових витрат теплової енергії у циклі ГТУ і, в решті решт, забезпечити підвищення ККД установки.

Завдяки сполученню вікна для відведення стисненого повітря утилізаційного КОТ повітряною магістраллю з газопускним патрубком турбіни знизиться температура робочого тіла перед турбіною, через розведення газів, які підводяться до турбіни стисненим повітрям, внаслідок чого знизиться теплонавантаженість і підвищиться ресурс турбіни, при цьому

реалізується можливість подальшого підвищення ККД за рахунок істотного підвищення максимальної температури циклу.

З'єднання вікна для відведення стискаючого середовища утилізаційного КОТ за допомогою трубопроводу з розміщеним у ньому конденсатором з резервуаром води, дозволить використовувати сконденсовану рідину повторно у новому робочому циклі установки для зниження втрат робочого тіла (води) у ГТУ.

Суть винаходу пояснюється схематичним зображенням газотурбінної установки, що містить каскадний обмінник тиску (КОТ) 1, що складається з ротора 2 з комірками 3 і статора 4 з напірообмінними каналами 5, постаченого вікнами 6 для відведення газів і 7 для підведення повітря, відповідно підключеними до каналу 8 для відведення стискаючого газу з розміщеним у ньому теплообмінником 9 і каналу 10 для підведення стисненого повітря з продувним вентилятором 11, вікнами 12 для підведення газу і 13 відведення повітря, підключеними до камери згоряння 14 відповідно каналом 15 для підведення стискаючого газу і каналом 16 для відведення стисненого повітря, що містить вентилятор 17. Камера згоряння 14 також сполучена з газовпускним патрубком 18 турбіни 19 споживача 20. Вхідний 21 і вихідний 22 патрубки теплообмінника 9 підключені відповідно до резервуара 23 за допомогою трубопроводу 24 з насосом 25 і до вікна 26 для підведення стискаючого середовища утилізаційного КОТ 27, що складається з ротора 28 з комірками 29 і статора 30, що включає вікно 31 для відведення стисненого повітря, сполучене повітряною магістраллю 32 з газовпускним патрубком 18, вікно 33 для підведення повітря з атмосфери з вентилятором 34 і вікно 35 для відведення стискаючого середовища, сполучене з резервуаром 23 трубопроводом 36, у якому розміщений конденсатор 37.

Газотурбінна установка з каскадним обмінником тиску працює наступним чином.

У процесі обертання ротора 2 кожна з комірок 3 з попередньо стисненим повітрям сполучається з вікном 12 для підведення газу і вікном 13 для відведення повітря, у результаті чого гарячий газ, який підводиться з каналу 15 для підведення стискаючого газу, дотискує попередньо стиснене повітря і витісняє його у канал 16 для відведення стисненого повітря. Далі, під дією вентилятора 17 стиснене повітря проштовхується у камеру згоряння 14, де відбувається згоряння паливо повітряної суміші. Частина продуктів згоряння, що утворилися, надходить через газовпускний патрубок 18 до турбіни 19, а інша частина - у канал 15 для підведення стискаючого газу, де використовується як стискаюче середовище у робочому циклі КОТ 1.

Потенційна енергія стискаючого гарячого газу, що заповнює комірку 3 після роз'єднання з вікном 12 для підведення газу і вікном 13 для відведення повітря, корисно витрачається на попереднє стиснення свіжого заряду у комірках 3 у процесах каскадного масообміну крізь напірообмінні канали 5, що періодично сполучають суміжні комірки 3 ділянок стискування і розширення, при цьому тиск газів у комірках 3 ділянки стискування підвищується, а комірках 3 ділянки розширення знижується.

При подальшому обертанні ротора 2, у період сполучення комірок 3 з вікном 7 для підведення повітря і вікном 6 відведення газів, здійснюється процес продувки комірок 3 атмосферним повітрям, що нагнітається продувним вентилятором 11 через канал 10 для підведення стисненого повітря, при цьому відпрацьовані гарячі гази витісняються у атмосферу через канал 8 для відведення стискаючих газів і, обмиваючи проточну частину теплообмінника 9, віддають свою теплову енергію воді, яка підводиться насосом 25 з резервуара 23 через трубопровід 24 і вхідний патрубок 21. У результаті процесу нагрівання здійснюється випан води і утворення пари, що по вихідному патрубку 22 підводиться до вікна 26 для підведення стискаючого середовища і надалі використовується як стискаюче середовище у робочому циклі КОТ 27.

Находячи у комірках 29 ротора 28 пара у процесі роботи КОТ 27 здійснює стискування атмосферного повітря, яке підводиться через вікно 33 для підведення атмосферного повітря і його витиснення у вікно 31 для відведення стисненого повітря аналогічно робочому процесу в КОТ 1. При цьому відпрацьована пара, у період підключення комірок 29 до вікна 33 для підведення повітря і вікна 35 для відведення стискаючого середовища, витискується свіжим повітрям, яке підводиться продувним вентилятором 34 з атмосфери, у конденсатор 37, у якому у результаті теплообміну з навколишнім середовищем водяна пара конденсується і вода, яка утворюється в конденсаторі 37 відводиться через трубопровід 38 у резервуар 23 для повторного використання у робочому циклі установки. Стиснуте у КОТ 27 повітря по повітряній магістралі 32 відводиться до газовпускного патрубка 18, де змішується з газами, які підводяться з камери згоряння 14, завдяки чому забезпечується збільшення витрати робочого тіла через турбіну 19 без додаткових витрат палива у циклі установки, що супроводжується підвищенням

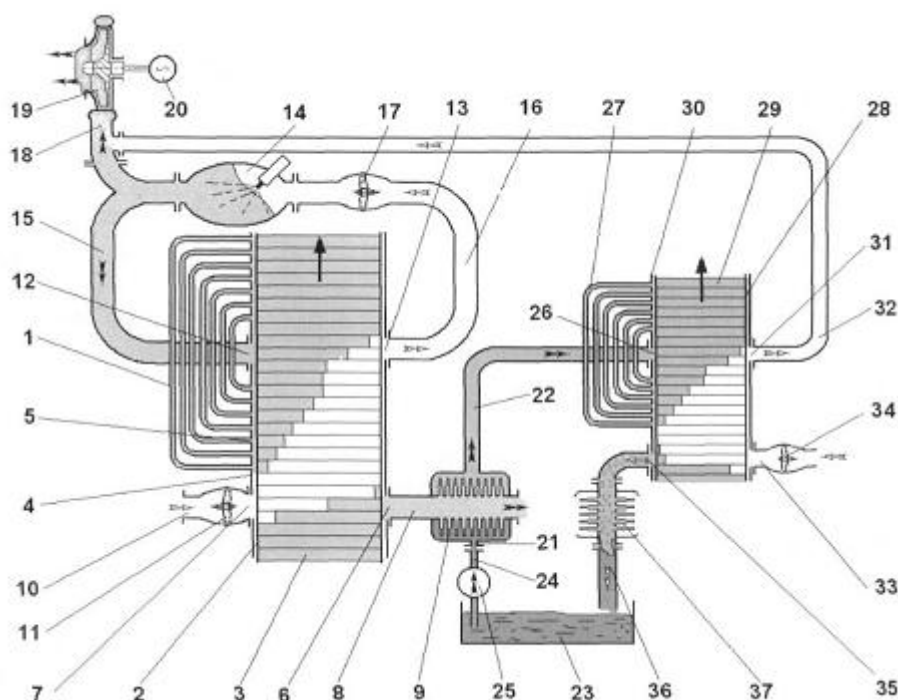
потужності і ККД ГТУ. Отримана в турбіні 19 механічна енергія передається споживачеві 20. Внаслідок розведення гарячих продуктів згоряння, що надходять у газопускний патрубок 18, стиснутим у КОТ 27 повітрям, знижується середня температура робочого тіла перед турбіною 19, що, у свою чергу, сприяє збільшення її ресурсу. При цьому реалізується можливість помітного підвищення ККД ГТУ за рахунок підвищення максимальної температури циклу при збереженні прийнятного температурного режиму турбіни у межах обмежень термостійкості застосовуваних матеріалів.

Перетворення частини "непридатної" теплової енергії відпрацьованих стискаючих газів у потенційну енергію водяної пари, використовуваної як стискаюче середовище у робочому циклі утилізаційного каскадного обмінника, що генерує додаткове стиснене повітря, яке підводиться до турбіни, дозволить збільшити потужність турбіни без збільшення у циклі кількості підведеної теплоти і, тим самим, підвищити ККД газотурбінної установки, а також знизити теплонавантаженість деталей турбіни, що збільшить ресурс всієї установки.

Форсування робочого циклу ГТУ КОТ по максимальній температурі циклу з одночасною оптимізацією температури газоповітряного середовища перед силовою турбіною дозволяє додатково підвищити показники потужності і економічності установки.

### ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Газотурбінна установка, що містить каскадний обмінник тиску з каналом для відводу стискаючого газу і каналом для підводу стискаючого газу, сполученим з камерою згоряння і газопускним патрубком турбіни, яка **відрізняється** тим, що у каналі для відводу стискаючого газу розміщений теплообмінник, вхідний патрубок якого за допомогою трубопроводу з встановленим у ньому насосом сполучений з резервуаром води, а вихідний патрубок підключений до вікна для підводу стискаючого середовища утилізаційного каскадного обмінника тиску, вікно для відводу стисненого повітря якого сполучено повітряною магістраллю з газопускним патрубком турбіни, а вікно для відведення стискаючого середовища трубопроводом з розміщеним у ньому конденсатором з'єднано з резервуаром води.



Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601