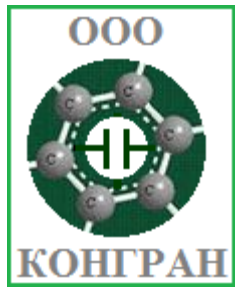




# КРИОГЕННЫЙ АККУМУЛЯТОР ЭНЕРГИИ

АА



# Функциональная схема криогенного аккумулятора энергии



Коэффициент отдачи аккумулятора:  $K_{от} = W_{вх} / W_{вых}$ .

$W_{вх}$  - энергия, затрачиваемая на сжижение газа;

$W_{вых}$  - работа расширения регенерированного газа.



# Уменьшение затрат энергии на сжижение газа

Затраты энергии на сжижение газов  $W_{вх}$  определяются энергией, расходуемой на их предварительное сжатие.

Существенное уменьшение величины  $W_{вх}$  дает переход от традиционного адиабатического процесса сжатия к изотермическому.

$W^*$  - внутренняя энергия газа в единицах величины внутренней энергии газа  $U_{вн} = mC_v T$  при температуре окружающей среды.

$W_a^*$  - работа адиабатического сжатия газа ( $W_a/U_{вн}$ ).

$W_i^*$  - работа изотермического сжатия газа ( $W_i/U_{вн}$ ).

$V_1$  и  $V_2$  - начальный и конечный объемы газа.

$V_1/V_2$  - степень сжатия.

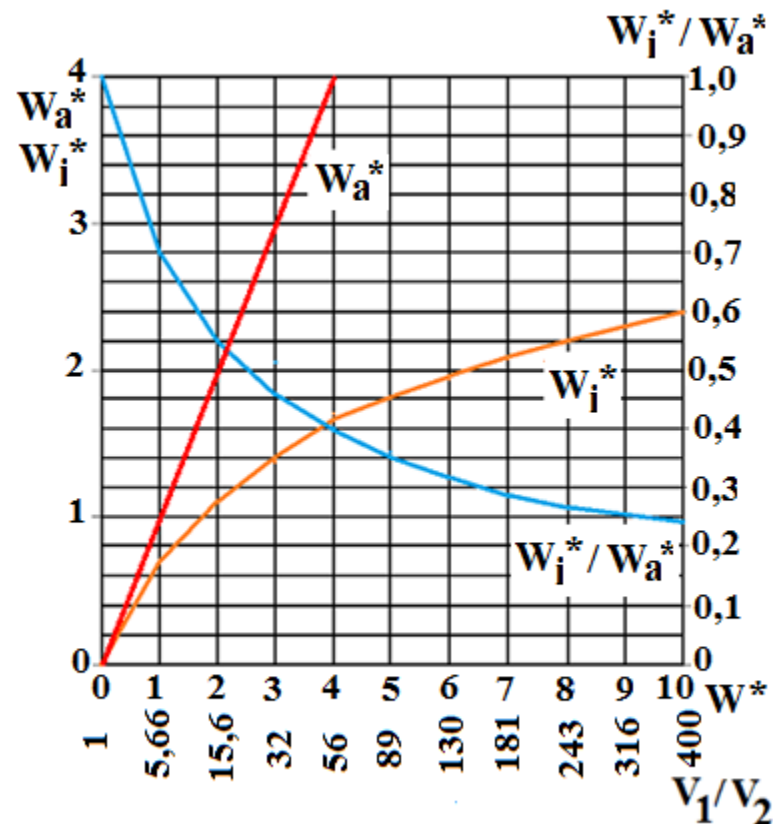
$W_i^*/W_a^* = 0,24$  при  $V_1/V_2 = 400$ .

$W_i = mRT \cdot \ln(V_1/V_2) = mRT \cdot \ln(p_2/p_1)$ .

При  $T = 0^\circ\text{C}$  (273K);  $p_2 = 5 \cdot 10^7$  Па:

$W_i/m = 504$  кДж/кг.

Это позволяет понизить величину  $W_{вх}/m$  до значений не более: **1000** кДж/кг





# Работа расширения сжатого азота

Работа расширения газа в адиабатическом процессе не зависимо от начального давления газа всегда меньше его внутренней энергии и определяется его критической температурой:  $W_a = U_{вн}(T_1 - T_{кр})$ .

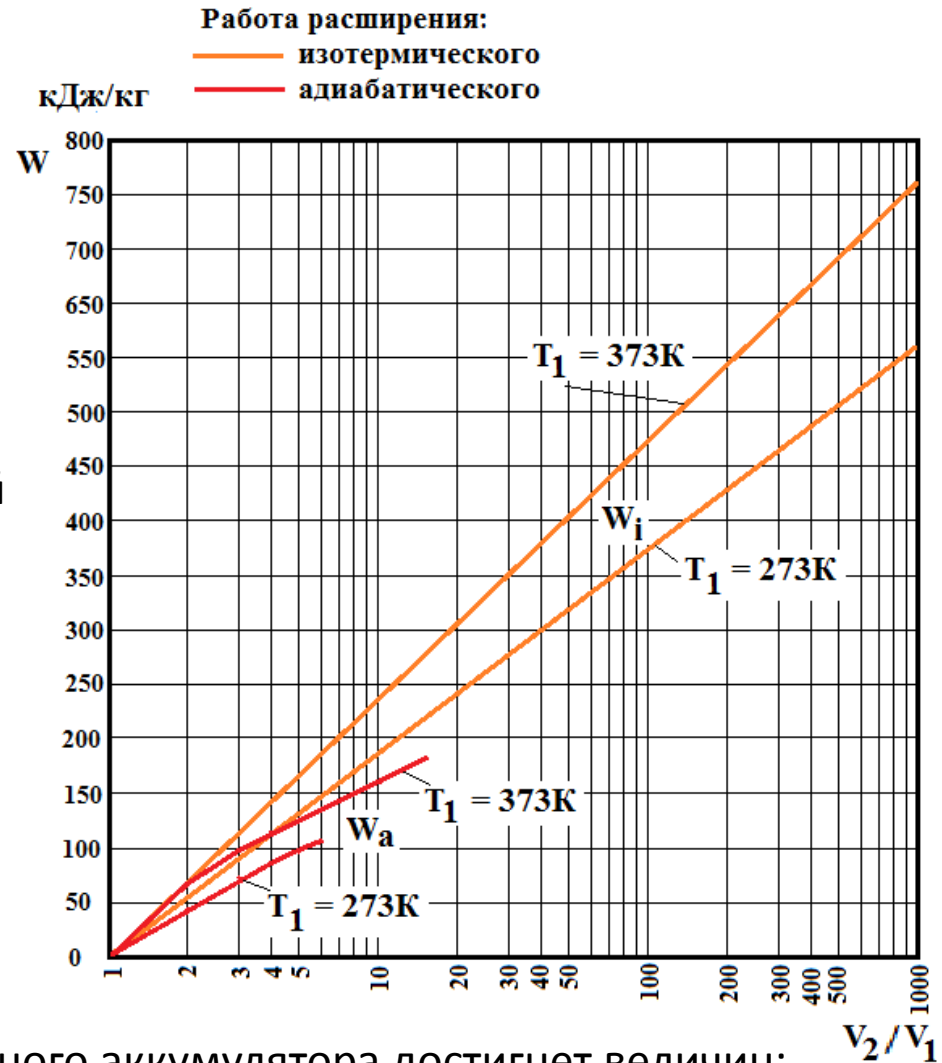
При изотермическом расширении газа величина совершенной им работы равна количеству тепловой энергии, поглощенной им из окружающей среды в процессе расширения, и для идеального газа определяется соотношением:

$$W_i = mRT \cdot \ln(p_1/p_2) = mRT \cdot \ln(V_2/V_1).$$

При начальном давлении 500 атм. и конечном 1 атм. и начальных температурах 0°C и 100°C один кг азота может совершить работу: 504 кДж/кг и 690 кДж/кг, соответственно.

В этом случае коэффициент отдачи криогенного аккумулятора достигнет величин:

$$K_{от} = 0,5 \text{ и } 0,69 \text{ соответственно.}$$

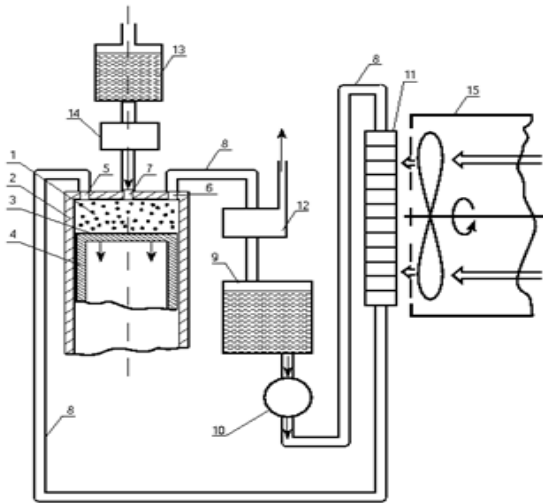




# Осуществимость изотермических процессов

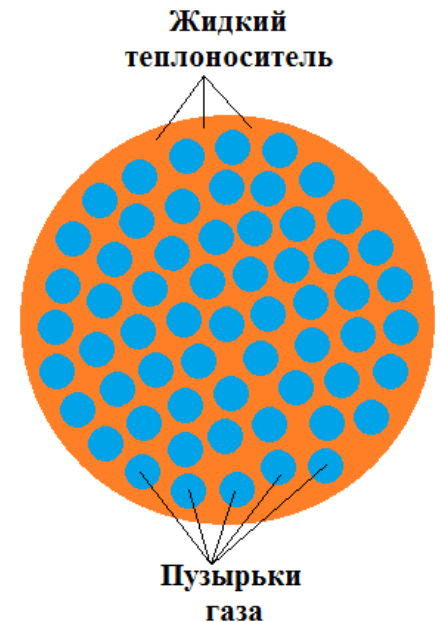
Передача тепловой энергии при изотермическом процессе сжатия от сжимаемого газа к окружающей среде должна осуществляться непосредственно в процессе сжатия, а при расширении - от окружающей среды к расширяющемуся газу. Для этого необходимо организовать тепловой контакт между газом и окружающей средой по возможно большей поверхности  $S$  их соприкосновения.

При этом мощность  $P_T$  теплопередачи (изотермической тепловой машины) будет определяться выражением:  $P_T = h_t \cdot \Delta T \cdot S$ , где  $h_t$  - коэффициент теплопередачи ( $\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$ ), а работа сжатия или расширения газа – соотношениями:



$$W_{ic} = mRT[1+(\Delta T/T)] \cdot \ln(p_2/p_1),$$

$$W_{ip} = mRT[1-(\Delta T/T)] \cdot \ln(p_1/p_2).$$

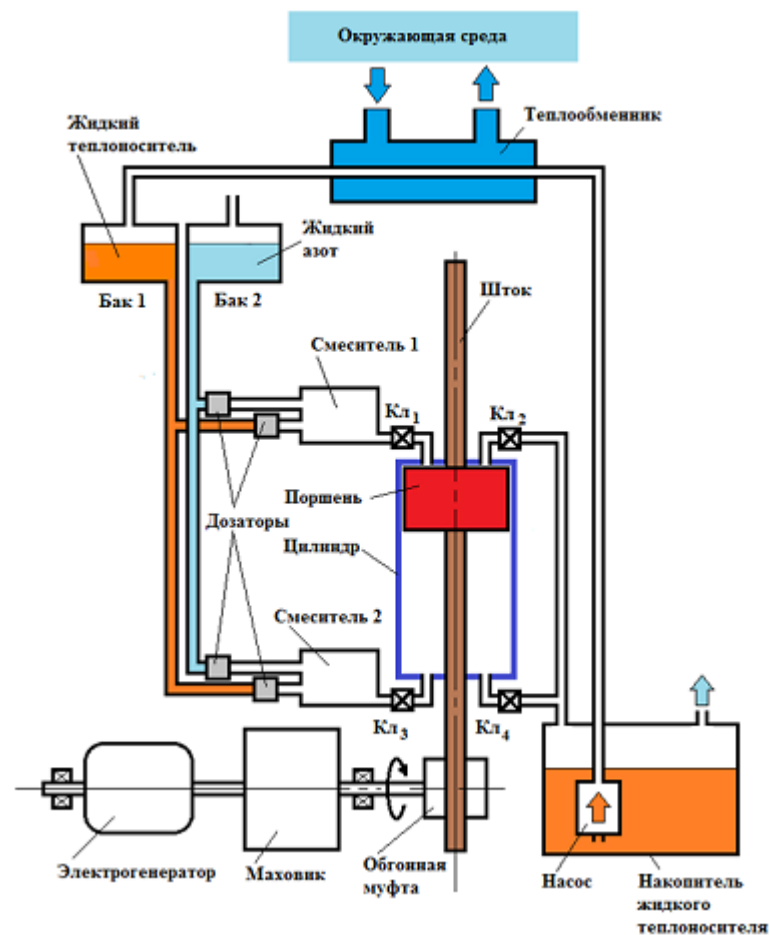




# Преобразователь тепловой энергии окружающей среды в электроэнергию

Давление расширяющегося газа через поршень, его шток и реечный механизм, кинематически соединенный с обгонной муфтой, раскручивает маховик, выполняющий функцию промежуточного накопителя механической энергии.

Энергоемкость маховика должна в десятки раз превышать работу одного хода поршня, что обеспечит возможность стабилизации скорости вращения маховика, если он вращает электрогенератор переменного напряжения.



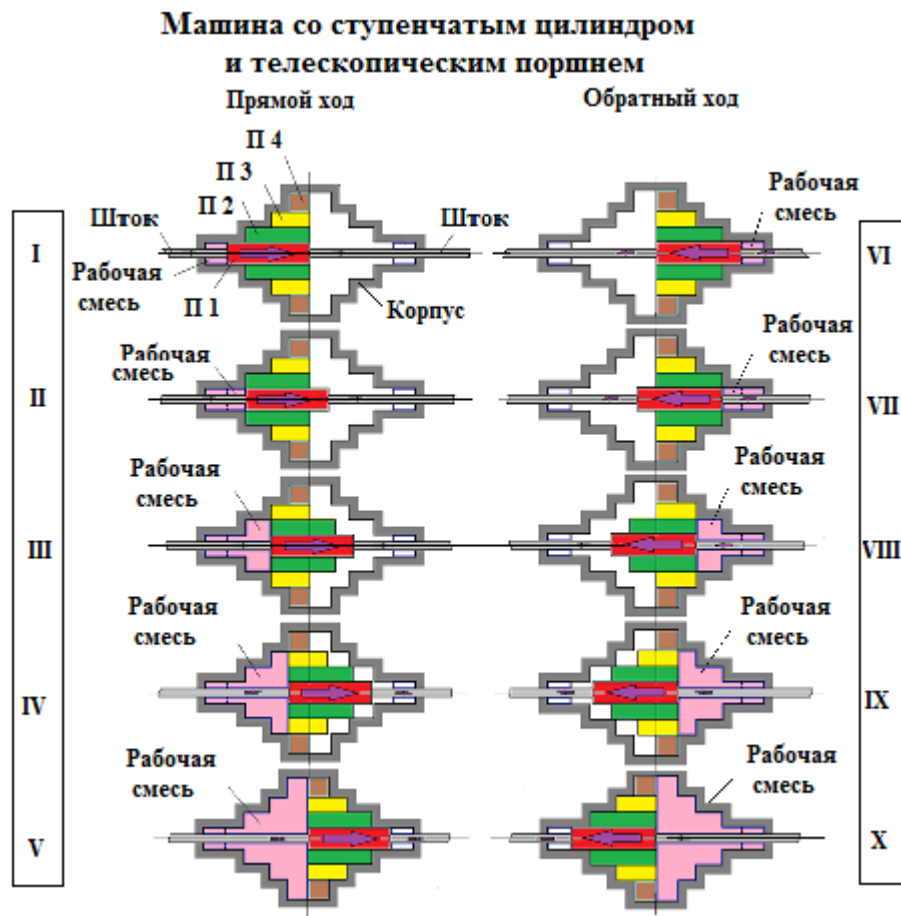


# Изотермическая поршневая машина с телескопической поршневой системой

При давлении газа, меняющемся от 500 атм. до 1 атм. , во столько же раз меняется усилие, передаваемое поршнем штоку, что усложняет требования к прочности сопряженных со штоком механизмов.

Предусмотрен вариант тепловой машины со ступенчатым цилиндром и телескопическим поршнем, позволяющий выровнять величины усилий на шток.

Он может быть применен и для сжатия газа перед его сжижением, и для теплового двигателя, для преобразования возвращенной тепловой энергии в механическую и затем – электрическую.





# Историческая справка

**КРИОМОБИЛЬ:  
НАДЕЖДЫ,  
СОМНЕНИЯ, ФАКТЫ**  
В ТОПЛИВНОМ БАКЕ... ВОЗДУХ

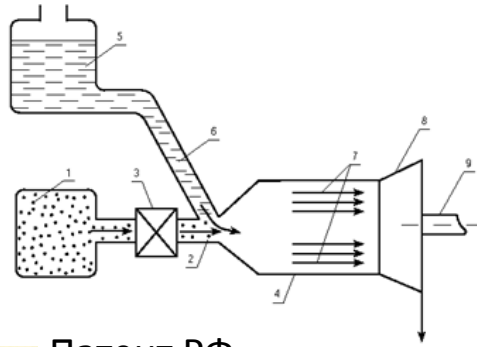
**АО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"**  
при поддержке  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
и  
КОМИТЕТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ

**ASM-Holding Joint Stock Company**  
with the support of  
MINISTRY FOR SCIENCE AND TECHNICAL POLICY OF RUSSIAN  
FEDERATION  
and  
COMMITTEE FOR ENGINEERING OF RUSSIAN FEDERATION

**Международный симпозиум  
"Альтернативная энергетика  
для автотранспортных средств"**  
**ХОЛДИНГ**  
International Symposium  
"Alternative fuels for vehicles"

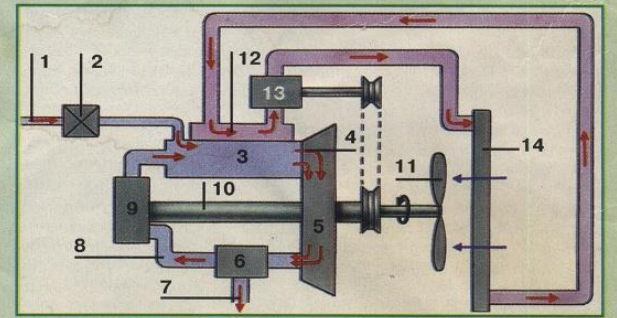
Программа  
Schedule

1995

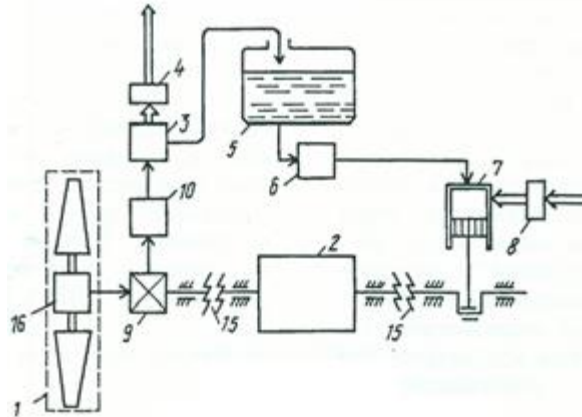


Патент РФ  
№2079728, 1997 г.

Предварительный вариант турбинного криодвигателя. Цифрами обозначены: 1 – сжатый газ (воздух или азот) из криосистемы; 2 – регулятор давления («педаля газа»); 3 – рабочая зона с соплами; 4 – газо-водяная смесь; 5 – турбина; 6 – сепаратор газо-водяной смеси; 7 – газовый выхлоп; 8 – вода; 9 – насос подачи воды в рабочую зону; 10 – вал турбины; 11 – вентилятор; 12 – рубашка водяного подогревателя рабочей зоны; 13 – насос водяного подогревателя; 14 – радиатор водяного подогревателя.



ТЕХНИКА – МОЛОДЕЖИ 7 '97  
10



Ветроэнергетическая установка  
Патент РФ 2133873, 1998 г.



ТЕХНИКА – МОЛОДЕЖИ 6 '99  
4

Международный Симпозиум

"Альтернативная энергетика для автотранспортных средств"

КРИОГЕННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

канд. физ.-мат. наук В.Ф. Романовский ГП ВНИИОФИ, РОССИЯ,  
П. Балеани "BENCO s.r.l." ITALY





# Последняя публикация



Издательский дом «Вся электротехника»

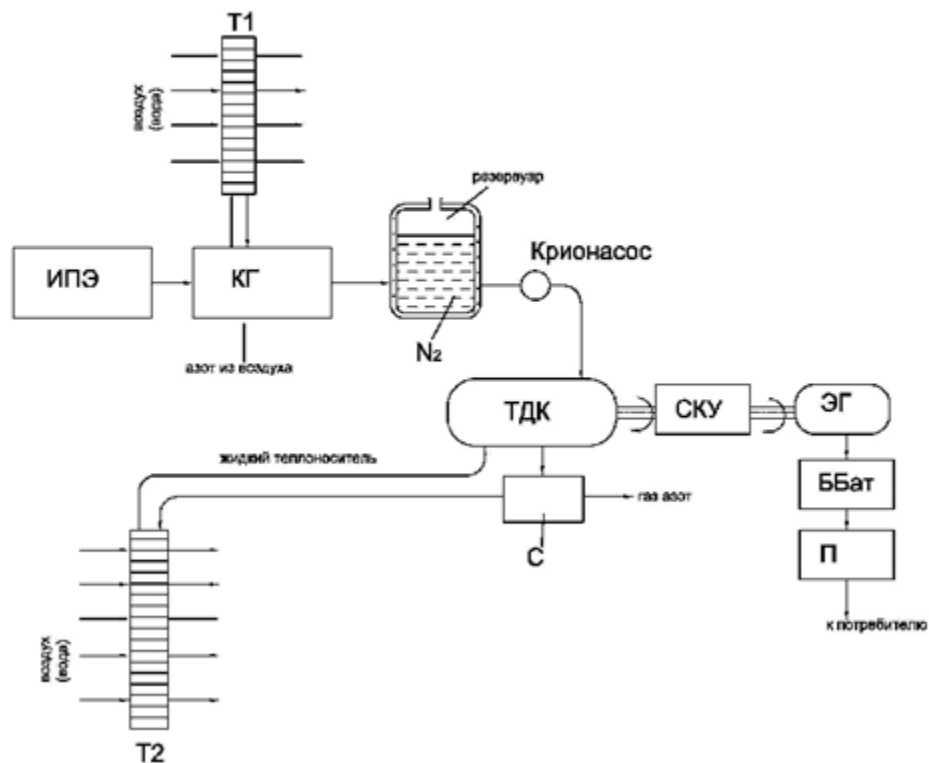
## ЭНЕРГОЭКСПЕРТ

№ 1 (30)

информационно-аналитический журнал 2012

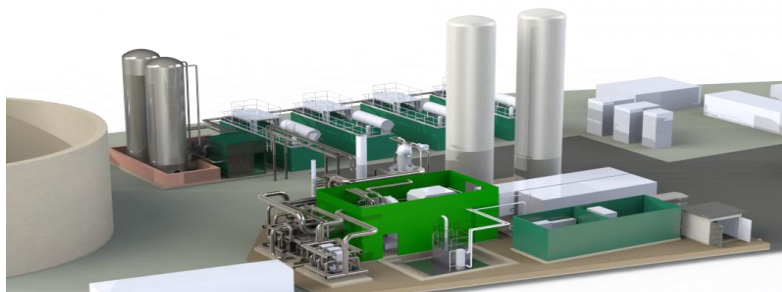
### 20 Десять проектов в электроэнергетике

#### Криогенная резервная электростанция





# Highview's 5MW Liquid Air Energy Storage



Высокоперспективный жидковоздушный накопитель энергии 5 МВт. Англия.  
Должен быть смонтирован до конца 2015 г.  
Работы начаты в 2011 г.  
На их осуществление правительством выделено около 10 млн. фунтов стерлингов.