

Space Solar Power Systems of Gyroscopic and Cyclic Functioning with Element Compatibility of Components and New Algorithm of Conversion of Thermal Radiation

Yu.M. Mar'yinskykh

Gyroscopic Solar Power Satellite with the New Thermal Conversion System and Superconductive Generator

DOI: 10.3103/ S0003701X19060070

New Generation Thermodynamic Autonomously Managed Space Solar Power Plant DOI:10.1134/S1810232814040109

The Material of the Working Fluid of the Solar Energy Heat Converter for Space Application

DOI: 10.2412/mmse.90.3.605



機械翻訳については、あらかじめ
お詫び申し上げます。

熱変換システムの宇宙太陽光発電所のプロジェクトの開発と実施における問題

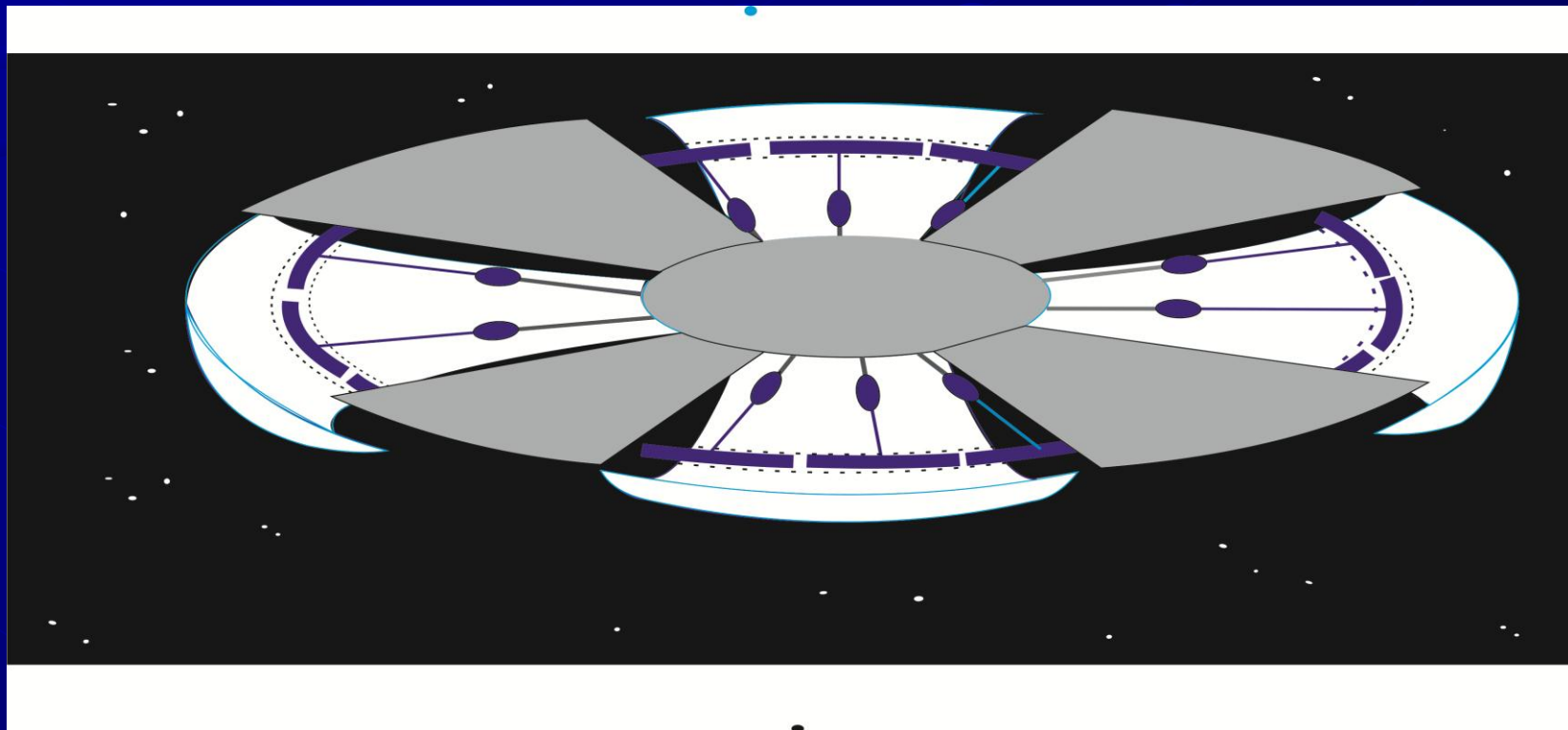
- ジャイロスコープおよび周期的機能の宇宙太陽光発電システムの開発されたプロジェクトの科学的および実用的な重要性は、ノーベル賞受賞者の参加を得て、NASAプログラムの下で以前に開発された企業ボーイング、ロックウェルIntとの簡単な知り合いの文脈で提示されるべきですP.グレイザー。
- 宇宙太陽光発電プロジェクトの開発における主な問題は、熱または太陽光発電変換システムの選択でした。
- すべての利点にもかかわらず：熱変換システムの高効率（最大39%）、開発された産業基盤を備えたタービン発電機の生産技術が習得され、その影響に耐性のある希少ではない材料の使用宇宙放射線、これらのプロジェクトの実施を妨げる要因があります。これらには、平均 $3.4\text{kg} \cdot \text{kW}^{-1}$ に等しい変換システムの大きな比重が含まれます。太陽光発電衛星（SPS）表を参照）。

要素	重量、トン
放熱システム	10769
基本構造	6254
作業体(カリウム)	6085
発電機付きPTP(1.15 GW)	1933
ファセット	1837
放射線レシーバー	1000
二次コンデンサ	324
合計:	48175

SPS の設計者(著者の仮定)は、宇宙産業の将来の発展のための戦略に依存していました。この戦略では、ロケットは必要な重量とサイズの特性を備えたペイロードを静止軌道に打ち上げることができます。そのため、レクテナを受け取る地上の出力電気バスで10 GWの電力を受け取るように設計されたガスタービン変換システムを使用するプロジェクトは、熱システムの観点から変更される可能性があります。その結果、受信機開口部への入口の上の反射放射を封じ込めるための誘導システムの必要性が生じた。ガイダンスシステムが開発されました。このシステムはガイダンスの問題の解決策ではありません。GSPSの動作中に、可能な限り共振に近い機械的振動が発生し、期待される効果がゼロになるためです。機械的振動は変換システムを介して伝達され、個々の共振ユニットおよびGSPSの一部が破壊される可能性があります。この問題はプロジェクトでは考慮されていません。

しかし、それから必要な量の光変換材料と作動要素を製造するコストを計算することは困難です。宇宙の太陽電池の資源を考慮に入れると、軌道SPSによって生成される1キロワットの電力のコストに明確なものはありません。これらの要因、および太陽熱火力発電所のプロジェクトの実施の問題は、太陽熱発電所によって太陽熱エネルギーを変換する従来の方法を再考する根拠を与えます。

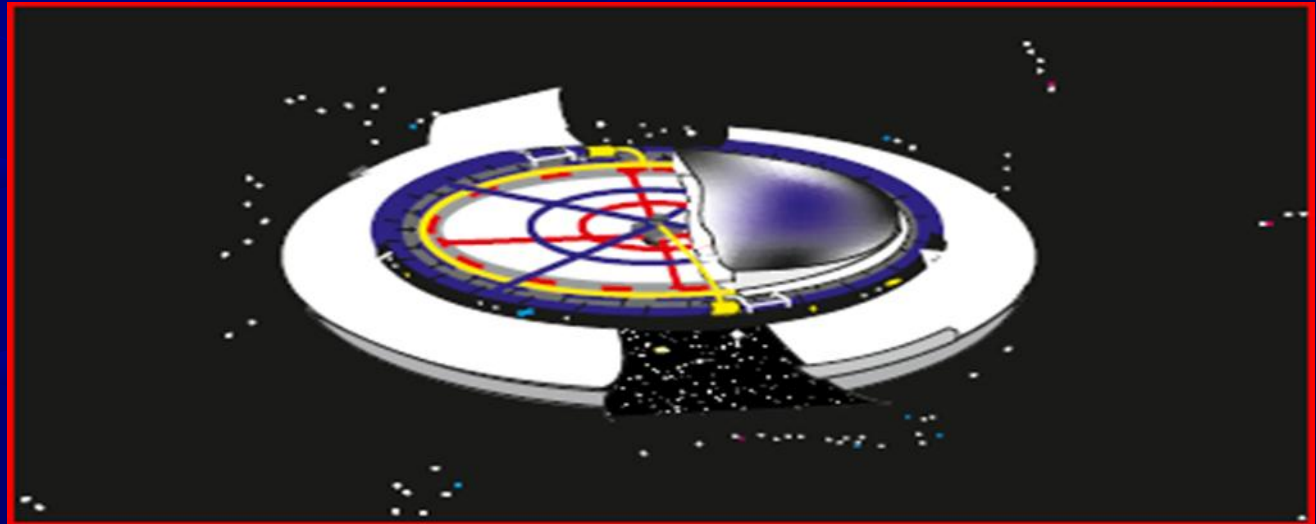
現段階では、宇宙用の動力システムのフレームと耐荷重要素の製造に、炭素-炭素複合材料で作られた超強力で軽量の構造材料を使用する可能性が生じています。それに基づいて作成された高温超伝導体と超伝導発電機を使用すると、熱変換システムの超伝導SPSの重量とサイズのパラメータを大幅に削減できます。



新しい熱変換システム(TCS)と超伝導発電機を備えたジャイロスコープ宇宙太陽光発電所(GSPS)のユニークな機能

提案されたプロジェクトの主な特徴は、太陽エネルギーを必要な比率で機械的および電氣的エネルギーに変換する能力を持っていることです。このプロジェクトは、人工重力を制御して発電所にハイテク生産を配置および作成する可能性を提供します。これがその名前の説明です。

GSPSの特性には、 $\text{Cu}(\text{InGa})\text{Se}_2$ に基づくヘテロ構造(多層)フレキシブル太陽電池CIGSが適していると考えられる光変換SPSと比較して、比較的安価なコンポーネントを作成する際の低コストが含まれます。しかし、独自の機器の技術プロセスは複雑であるため、さまざまなメーカーが製造する場合、結果としてコストが非常に高くなることがわかります。このような高価な光変換器の大きな表面は、電子、陽子、流星群の破壊的な作用から保護することはできません。



新しい熱変換システム（TCS）と超伝導発電機を備えたジャイロスコピック宇宙太陽光発電所（GSPS）の作成されたプロジェクトの特徴は、太陽放射の全スペクトルのエネルギーを機械的および電氣的に変換するための根本的に異なるアプローチです。宇宙エネルギーの分野で以前に開発されたものよりも必要な比率。発電所の設計は、制御された重力によるハイテク生産の作成と展開を提供します。この設計により、蒸気タービンとガスタービンの設備、誘導システム、およびラジエーター冷凍機を使用しないことが可能になります。ラジエーター冷凍機の質量は、総質量の約半分になります。それらの役割は、「ヒートトラップ」の円形トンネルキャビティ内を移動する熱変換モジュールによって果たされます。このキャビティは、低放射コーティングを施した透明な表面を備えています。GSPSでの高温超伝導体の使用、および炭素含有複合材料で作られた耐熱性と軽量の構造材料は、そのエネルギーと重量および寸法を大幅に改善します。これは、光変換SPSと比較して比較的安価なコンポーネントで作成されている場合、安価になる可能性があります。発電所の動作原理は、同様のコンバーターを天体に基づく可能性を実現します。

Gyroscopic Solar Power Satellite with the New Thermal Conversion System and Superconductive Generator

Yu. M. Mar'yinskykh*

*Department of System Engineering and Informational Technology, Sumy State University, Shostka Institute,
Shostka, Sumskaya oblast, 41100 Ukraine*

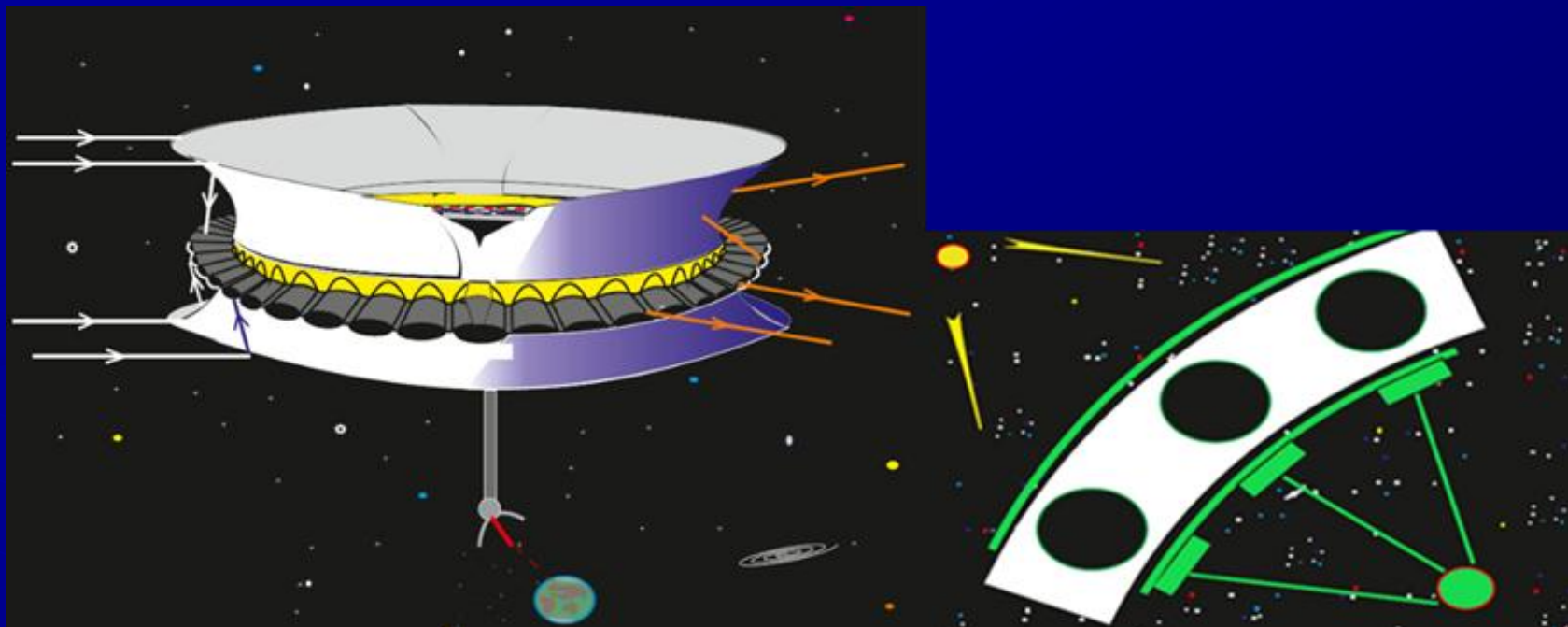
**e-mail: mymth44@gmail.com*

Received February 7, 2019; revised June 12, 2019; accepted August 15, 2019

Abstract—The analysis of solar energy conversion methods in the projects of solar power satellites (SPS) has been conducted and the problems restraining their implementation analysed. Therefore, the article provides grounds for using promising heat-resistant materials of carbonic nanocomposite and low-temperature superconductors in the scheme of solar energy conversion with the purpose of creating SPS projects of a new type with improved weight and size parameters and physical and technical characteristics. The difference between the gyroscopic solar power satellites (GSPSs) with the new thermal conversion system (TCS) and superconductive generator projects and the previous ones lies in the absence of steam and gas turbine plants, a thermal radiator and a system of direction to the sun. The results of assessment of their energy and weight and size parameters have been presented: the thermal efficiency of conversion by the helium as working fluid at concentration of the solar energy of 74 and by the water steam at 38 has made 85% and 62.7% respectively; the specific weight of the entire thermal conversion system has made 2.17 kg/kW and 2.61 kg/kW; its specific capacity — 12.3 and 6.79 kW/m², the specific weight of the GSPS with the new TCS and superconductive generator has made 0.46 and 0.38 kW/kg. The suggested principle of functioning may be used in space power plants, being based on planets and the Moon.

Keywords: gyroscopic solar power satellite, heat conversion module, load-bearing frame, superconducting generator, thermal conversion system

DOI: 10.3103/S0003701X19060070



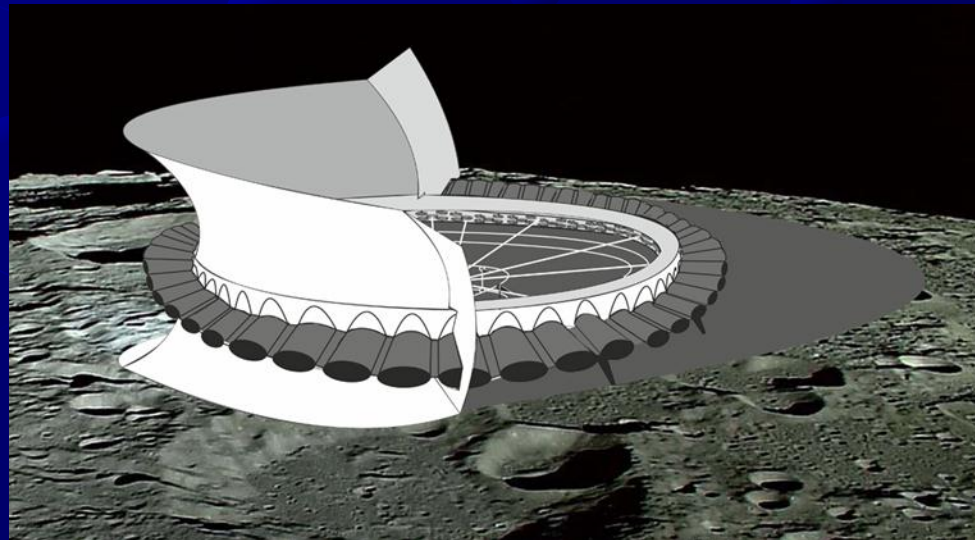
すでに生産がマスターされている発電所での第2世代の高温超伝導体（HTSC）と、カーボンコンポジットからの耐熱性と軽量の構造材料の使用により、エネルギー、重量、寸法が大幅に向上します。。熱シールドの後ろの影の領域に配置された発電機の高温ヒートシンクと低温超伝導回路の組み合わせにより、ライフサイクル全体を通して宇宙で必要な温度レジームを設定することができます。

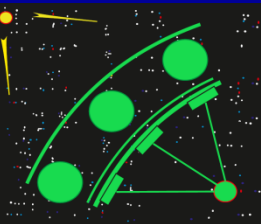
ジャイロスコープ宇宙太陽光発電所 新しい熱変換システムと超伝導 発生器

DOI : 10.3103 / S0003701X19060070

注釈

宇宙太陽光発電所のプロジェクトにおける太陽エネルギーの変換方法の分析と、その実施を妨げる問題の分析。その機能の効率は、その設計上の特徴、炭素複合材料で作られた超強力な材料の使用、円形トンネルキャビティ「ヒートトラップ」の透明な低排出マグネトロンコーティング、および高温超伝導体によって説明されます。発電所の装置と動作原理を詳細に検討します。エネルギーと重量およびサイズのパラメータの評価が行われ、太陽熱の集中度と作動流体の種類に応じて、動作中の特定の指標の計算が実行されます。以下の評価結果が示されています。太陽エネルギー74の濃度でのヘリウムと38の水蒸気の濃度での作動媒体としての変換の熱効率はそれぞれ85%と62.7%でした。熱変換システム全体の比重は $2.17\text{kg} \cdot \text{kW}^{-1}$ と $2.61\text{kg} \cdot \text{kW}^{-1}$ でした。比重は $12.3\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $6.79\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$ 、発電所の比重は $0.46\text{kW} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $0.38\text{kW} \cdot \text{kg}^{-1}$ でした。提案された動作原理は、惑星と月に基づく宇宙電力システムで使用できます。





GSPS設計の主要部分

開発されたプロジェクトの設計では、構造の同じ部分による機能プロセスの実装の組み合わせを使用して、太陽放射の全スペクトルのエネルギーを必要な比率で機械的および電氣的に変換します。

発電所の設計は、4つの部分で構成される技術構造の統合アーキテクチャです。

1つ目は、熱変換モジュールを備えた円形システムです。

2つ目は、同期電気機械である超電導発電機です。

3つ目は、不完全な円形の放物線状の円筒形の集光器の形をした太陽光集光システムです。

4つ目は、GSPSのパワーフレームの上の密閉スペースで、生産室、技術室、サービス室があります。



コンセントレータを使用したGSPSスキーム

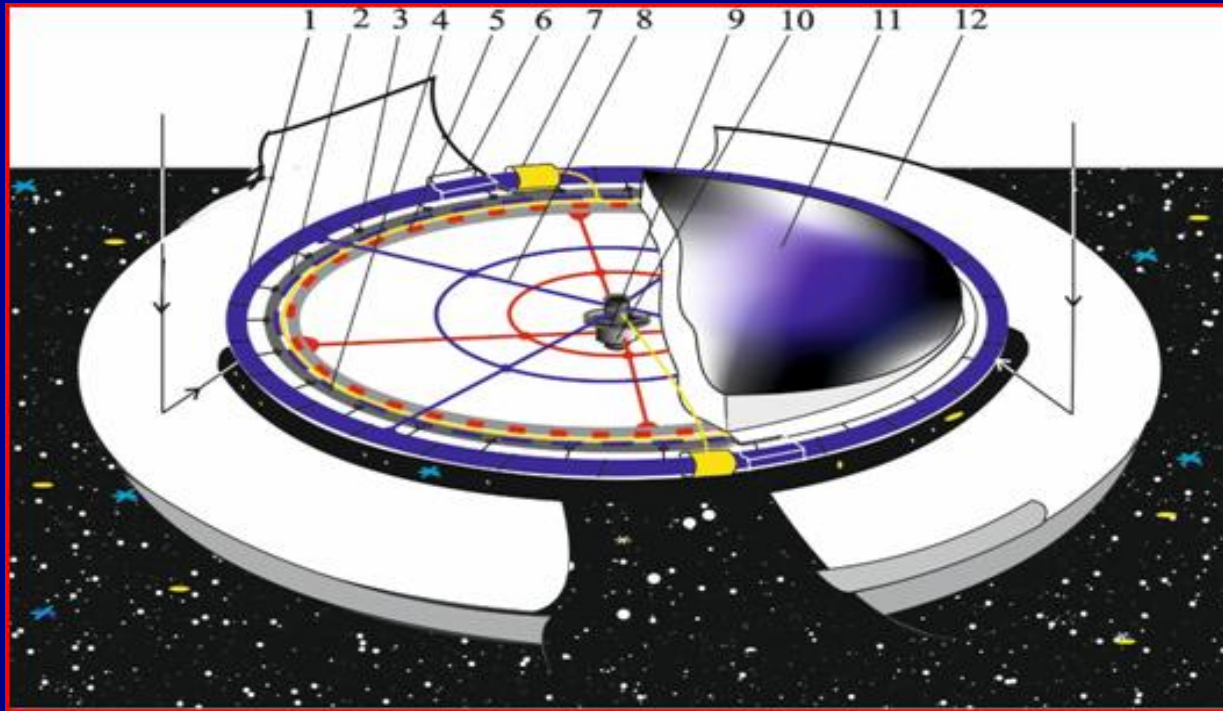
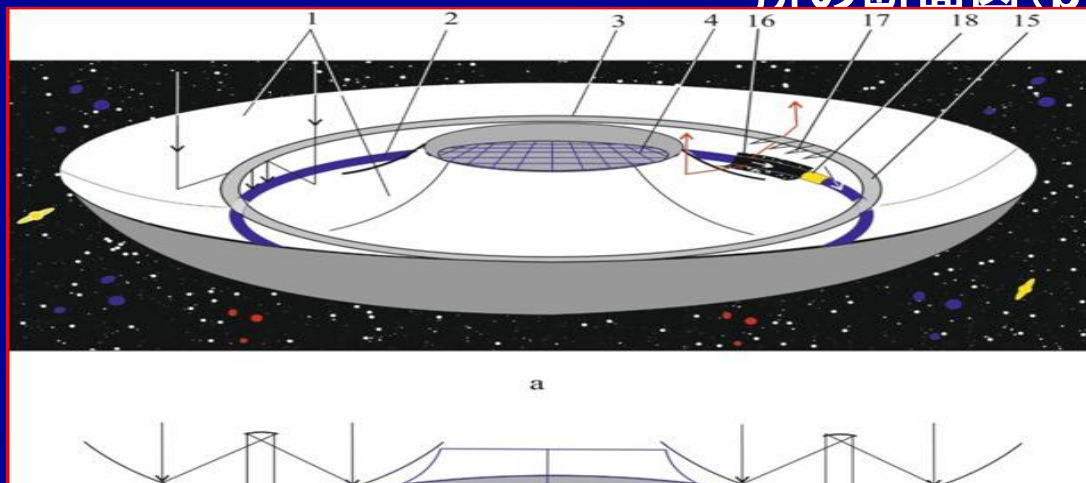


図2。 ロッドの並進運動から発電所の支持フレームの回転運動への変換の概略図

GPSと、受熱器の上の太陽放射の複合フィルム濃縮器(a)、発電所の断面図(b)



図： 3. GPSと、受熱器の上の太陽放射の複合フィルム集光器 (a)、発電所の断面図 (b)

1-円形放物面コンセンレーター； 2-熱変換モジュールの回路。 3-集光された太陽放射の放物面反射板； 4-太陽電池； 5-熱変換モジュール。 6-キネマティック接続ドッキングユニット。 7-保護フイル熱シールド。 8-固定子巻線； 9-技術室； 10-クライオスタット； 11.12-ステーターとローターのパワーフレームのシャフト。 13-フロン循環の等高線。 14-超伝導ローターコイル； 15-3のカウンターデフレクター。 16-熱放出ゾーンのモジュール（発電所のサイズに応じて、そのようなゾーンがいくつかある場合があります） 17-クライオスタット18。 ...

熱変換器のサイクル: 作動媒体としてのヘリウム(A)、作動媒体としての水蒸気(B)

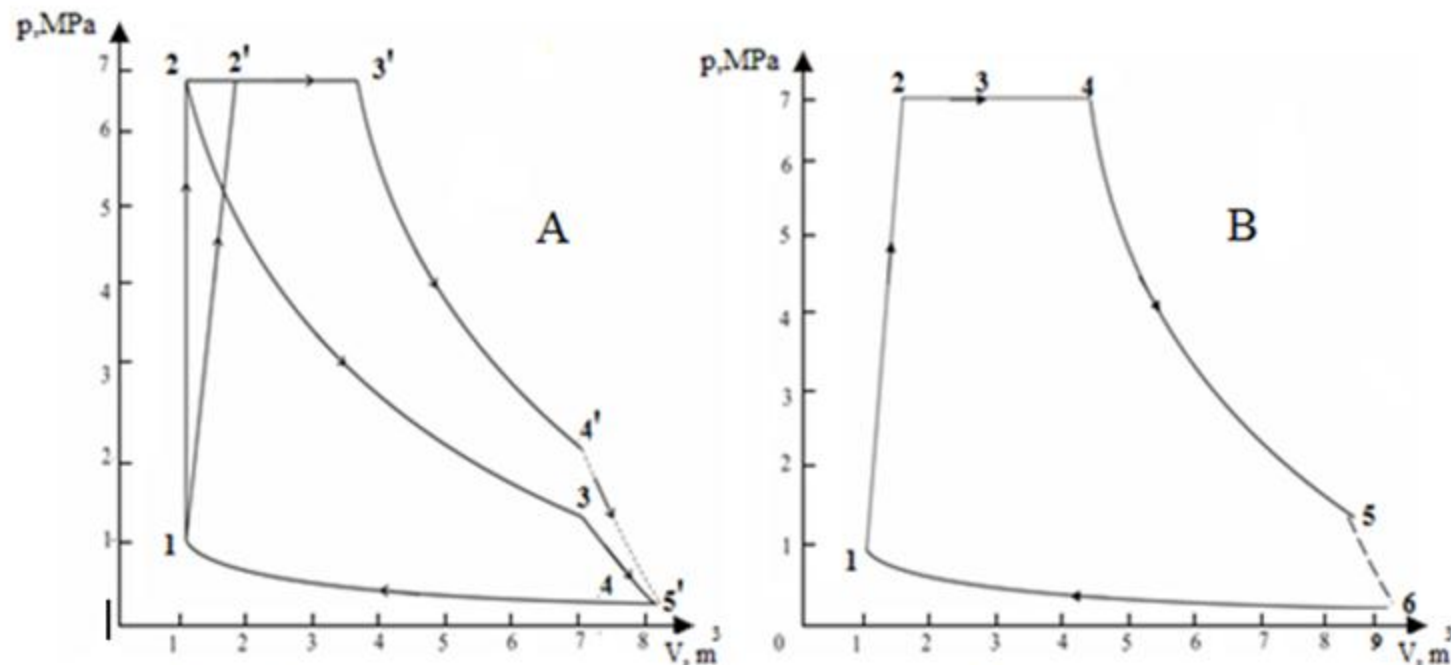


図4.熱変換器のサイクル: 作動媒体のヘリウム (A) 、作動媒体の水蒸気 (B)

図4.熱変換器のサイクル: 作動媒体としてのヘリウム (A) 、作動媒体としての水蒸気 (B)

1-2'-3'-4'-5'-高度な太陽光集中での熱変換器の動作サイクルの変形、勾配1-2'は、負荷値と太陽光集中の比率に依存します (A)

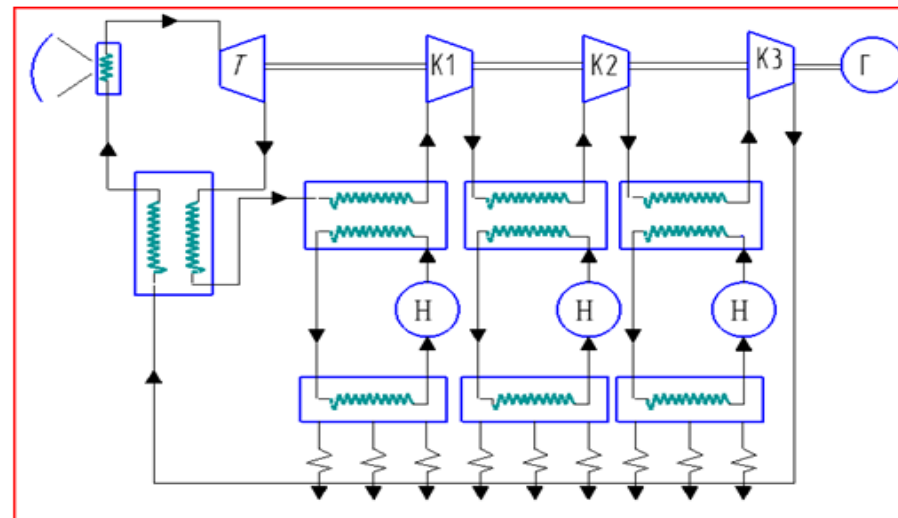
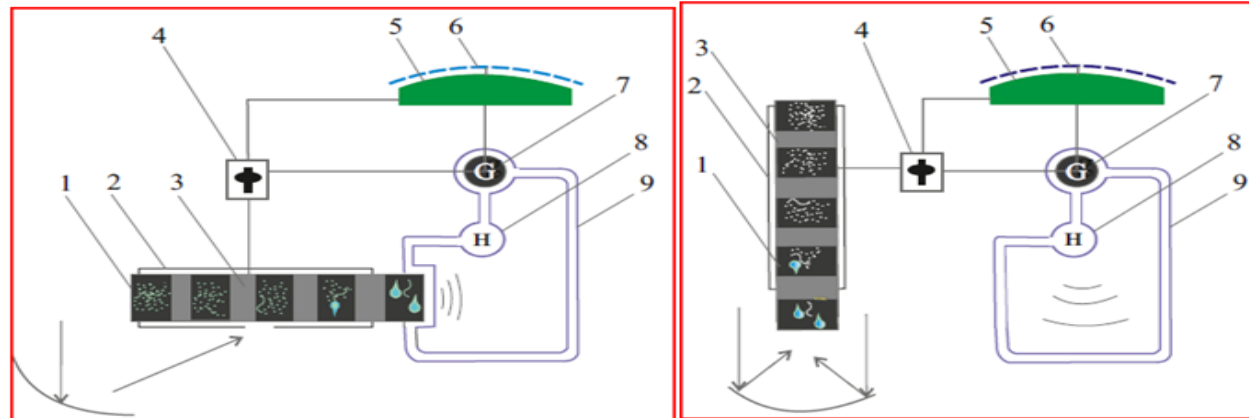
1-2-ポイント2の沸点まで水を加熱します。 2-3-等圧-等温プロセス中の沸騰; 3-4-蒸気の過熱; 4-5-作動流体を使用したチャンバー本体の高温での初期セクションでの激しい熱放出

5-6-冷蔵庫内の蒸気凝縮の完了。 6-1-ピストンと凝縮液を初期位置に移動し、

状態 (B)

GSPS熱変換スキーム（2つのバリエーションの熱ヒートシンクのスキャンを使用）とKSESの比較

1. 作動流体を備えた熱レシーバーモジュール。 2. サーマルトラップのフレーム。 3. モジュールの接続要素。 4. 回転における並進運動の運動変換器。 5. 産業および技術目的の場合。
6. 光変換面； 7. 超伝導ジェネレーター； 8. ポンプ； 9. 冷媒回路



KSES熱変換システムでは、総質量の半分以上の重量による熱放散。

新しいTCSと超伝導発電機を備えたGSPSのエネルギーとサイズの指標

太陽放射熱変換器の効率 $Wt.c.$ 、超伝導発電機の電力効率 Wg 。太陽濃度値に基づくその特定の性能

n	30	32	34	36	38	40	42	44	72
容量, kW	60	67	73	79.4	85.5	91.5	97.4	103	158
容量g, kW	57	63.6	69.4	74.6	82.2	87.8	93.5	99	152
比容量, kW/kg	0.24	0.28	0.3	0.33	0.36	0.38	0.4	0.43	0.66

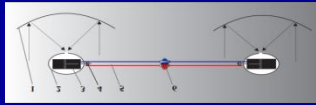
新しいTCSと超伝導ジェネレーターを備えたGSPSのエネルギー特性、重量、寸法

作動流体			
太陽の集中	74		38
発電所の太陽熱変換システムの直径, m	150		150
数と/すべてのエネルギーモジュールの容量, MW	205/11.4		145/12.8
作動流体および/モジュール重量, kg	$\frac{3}{118}$		$\frac{66}{165}$
最高および/最低サイクル温度, K	$\frac{1300}{200}$		$\frac{1000}{373}$
サイクルの時間, s	276		662
作動流体によるエネルギー変換の効率, %	54	With phase change 13	Without phase change 17
熱サイクル効率, %	85		62.7
太陽熱変換システムの重量対電力比, kg/kW	2.17		2.61
太陽熱変換システムの表面電力密度, kW / m ²	12.3		6.79
発電所の太陽熱変換システムの重量対電力比 kW / kg	0.46		0.38

熱変換システムのSPSとGSPSの質量の比較特性

1.1GWの発電機出力を持つ要素	重量、トン	GSPS重量、トン 1.1GWで
放熱システム	30960	-
放射線レシーバー	9070	876-890
復熱装置と熱交換器	4380	-
発電機	4320	993
ファセット	4200	Hub 109
設計	2730	78
ターボチャージャー	1950	-
発電機冷却システム	820	32
合計	58430	2102

現段階では、SPSのフレームと耐荷重要素の製造に、炭素-炭素複合材料からの超強力で軽量の構造材料を使用する可能性が生じています。それに基づいて作成された高温超伝導体と超伝導発電機を使用すると、熱変換システムの超伝導SPSの重量とサイズのパラメーターを大幅に削減できます。



陸軌道GPSへの出発の輸送問題の解決

1、2-輸送位置から展開するための弾性要素を備えたフィルムタイプのコンセンレータおよびヒートトラップ。 3-受熱モジュール; 4-モーショントランスデューサ; 5-耐荷重パワーグラス; 6-発電機。

直径6.36m、長さ13 mのロケットの有効容積にGKSE部品を配置するために開発された方法により、次のパラメータを使用して軌道上で動作状態に展開できます。モジュール間の直径距離 $L = 70 \text{ m}$ 、円形放物線円筒集光器の外径 $D = 120 \text{ m}$ 、内径 $d = 10 \text{ m}$ 、放熱ゾーン「窓」での損失 $W = 3.2 \text{ MW}$ 、熱変換システムによる太陽放射の消費電力 $W = 11.74 \text{ MW}$

自律的に管理された新世代の熱力学的

表2.エネルギー特性の太陽電池のための使用にスペースと熱力学一部の自律的管理スペースソーラーパワープラント

主な特徴	半導体太陽電池			自律的に管理された宇宙太陽光発電所の熱力学的部分による太陽エネルギーの電力への変換
	ガリウム砒素	単結晶	まとまりのない	
具体用のFiC電源、キロワット/メートル ²	0.37 - 0.38	0.23	0.10	4.30 - 4.33
具体のFi回線C電源、キロワット/キロ	0.1 - 0.3	0.09 - 0.16	0.09	0.76 - 0.77
具体用のFiCの重量、キログラム/ m ²	2 - 2.5	1.7 - 1.85	0.3 - 0.4	5.5 - 5.6
	他の太陽電池セル4 - 6			
具体のFi回線Cの重量、キログラム/キロワット	4 - 6			1.32 - 1.33
具体Fi回線宇宙発電所の重量、キログラム/キロワット	10まで			8.9
現在のオペレーティングdegradation - ションの率を上げ、動作寿命、% (5 - 10年)	15 - 25	20 - 30	7	劣化しません

宇宙用の熱太陽エネルギー変換器の作業体の材料



DOI 10.2412/mmse.90.3.605

研究の成果は、機能性材料(作動流体)を熱吸収ゾーンで太陽放射により加熱し、熱放出ゾーンで冷却する過程で、有用な機械的エネルギーを連続的に生成する方法の開発です。最適な設計温度範囲。宇宙目的の熱太陽エネルギー変換器(TPCE)の動作中に、熱変換パネルの作動流体の役割でセグメントの電力を定量化するために、理論的研究が実施されました。

セグメントのエネルギー材料の物理的および技術的特性を改善することにより、TSECの効率を大幅に向上させることを可能にするソリューションが提案されています。いくつかのパラメータが最適に組み合わせられている場合、セグメント材料を特徴付ける一連のパラメータの100分の1で変更することが有望であり、光変換システムと効率的に競合する可能性があることが示されています。

活性媒体による継続的な有用な作業を実行するためのメカニズム

ヒートトラップ内にあるエネルギー物質(熱弾性金属板)の活性媒体による継続的な有用な作業を実施するためのメカニズムは、その表面に入射する太陽放射の周期的な変換にあります。ヒートトラップを出る際の影付きゾーンでの冷却中の熱膨張と収縮のため、完全に黒いボディ。セグメントの材料は、その主な機能目的の実装に対応している必要があります: 機械的作業を継続的に実行するには、最小の比熱と密度を持ち、熱膨張係数、物理的応力下の弾性率の最大値を持ちます(圧縮-張力)、およびプレートの表面の黒さの程度は1に近く、ヒートトラップの熱吸収ゾーンとその外側のシェーディングゾーンに配置される可能性があります。

セグメントを加熱するプロセスで実行される作業と、このプロセスに費やされる時間との比率によって決定される電力は、次の式によって決定されます。

$$P = \frac{\int_0^T 2VE\alpha^2 TdT}{\int_{T_0}^T \frac{h(cp+2E\alpha^2 T)}{nG-\varepsilon\sigma T^4} dT}$$

図1は、濃度n = 1およびn = 2で、それぞれ350Kから530Kのより高い温度範囲で250Kから430Ciの温度値に加熱する際のセグメントの電力の依存性のグラフを示しています。

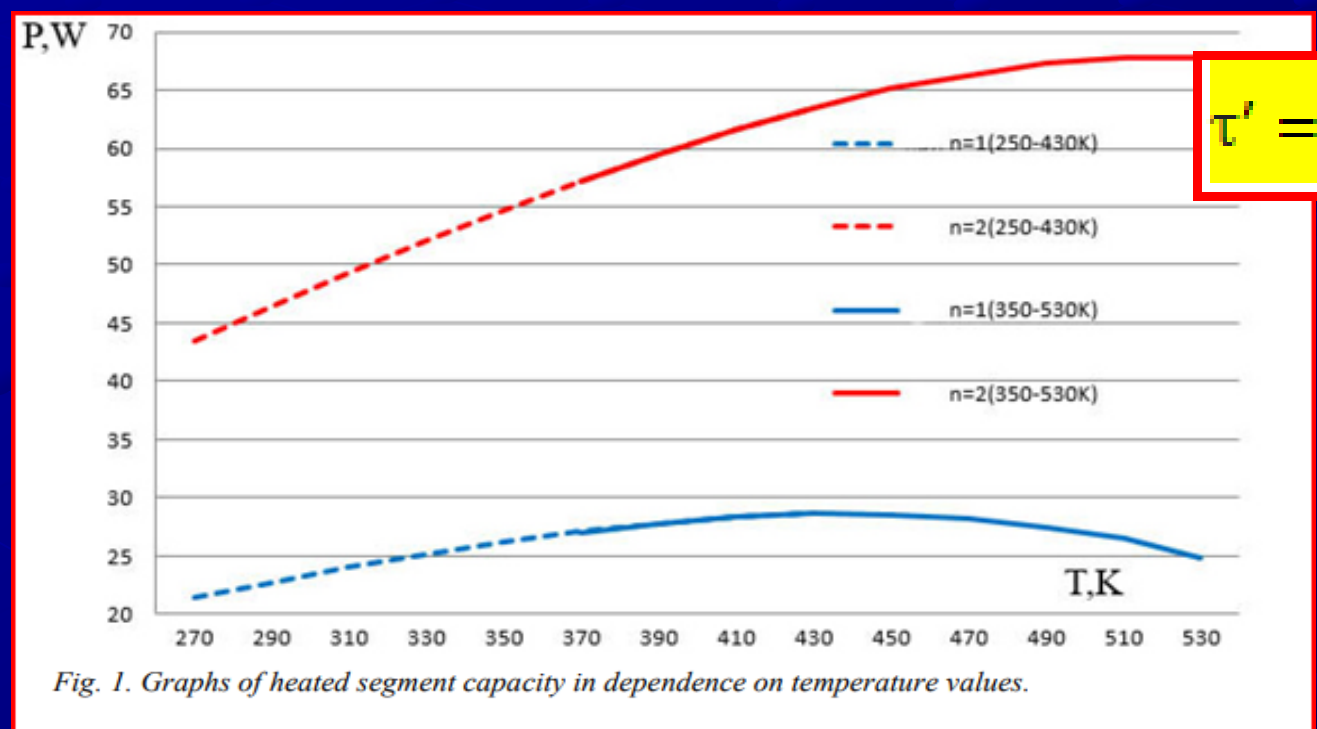
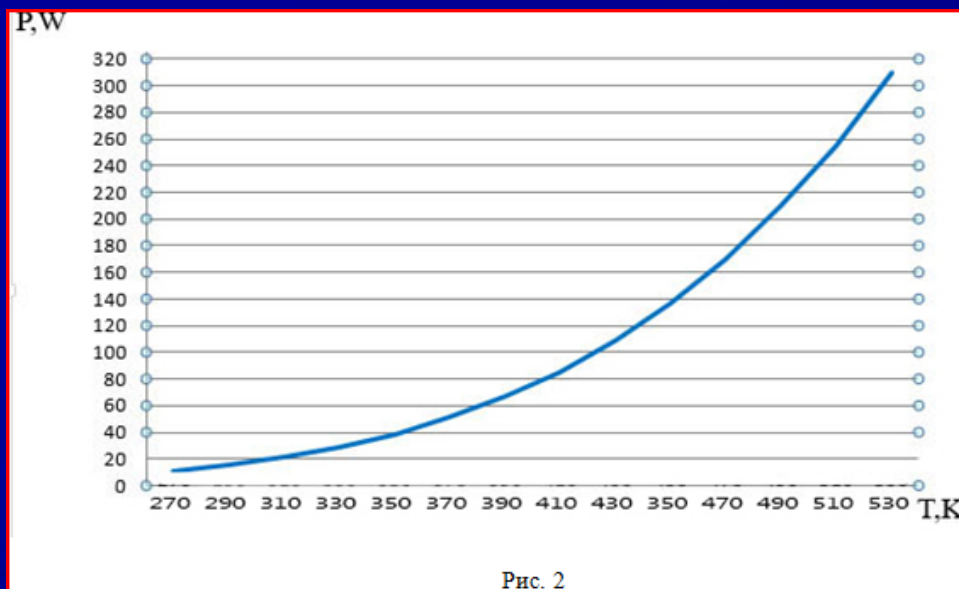


Fig. 1. Graphs of heated segment capacity in dependence on temperature values.

$$\tau' = \int_T^{T_0} \frac{h(cp - 2E\alpha^2 T)}{2\varepsilon\sigma T^4} dT.$$

パネルセグメントの冷却時間を決定するための式 (5) の分母では、係数2は、影の熱トラップを超えて、熱放射面の面積が2倍に増加することを示します。

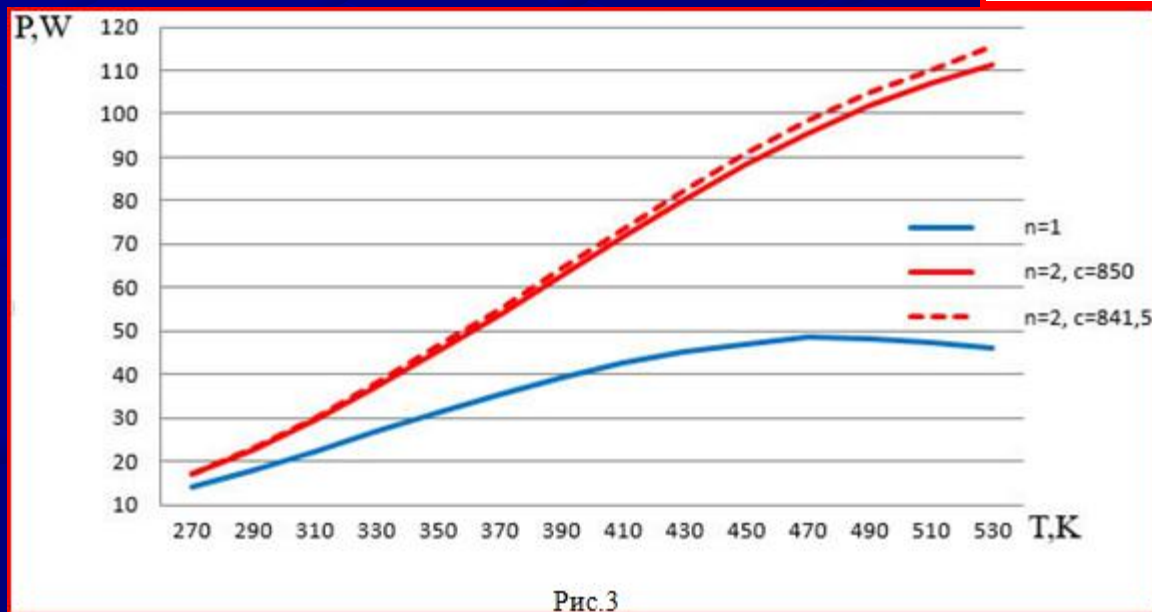
関係式(6)によって決定される熱放射(冷却)の過程におけるセグメントのパワーを図2に示します。



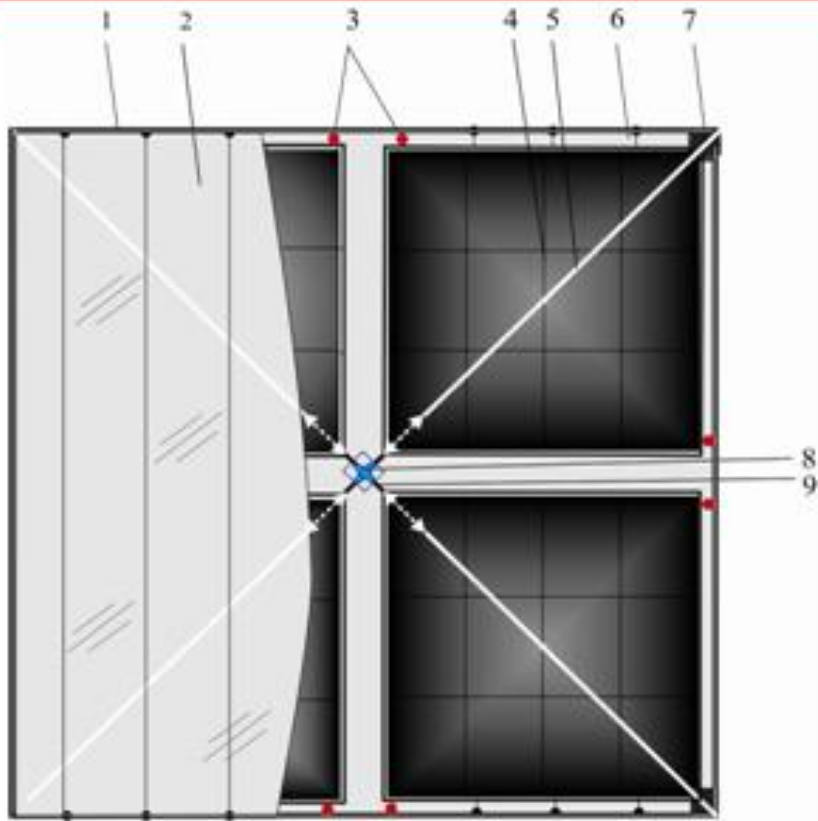
$$P' = \frac{\int_{T_0}^T 2VE\alpha^2 T dT}{\int_{T_0}^T \frac{h(cp - 2E\alpha^2 T)}{2\varepsilon\sigma T^4} dT}$$

セグメントによる熱吸収と熱放出のプロセスの1サイクルの電力は、式(7)によって決定され、対応する依存関係を図3に示します。

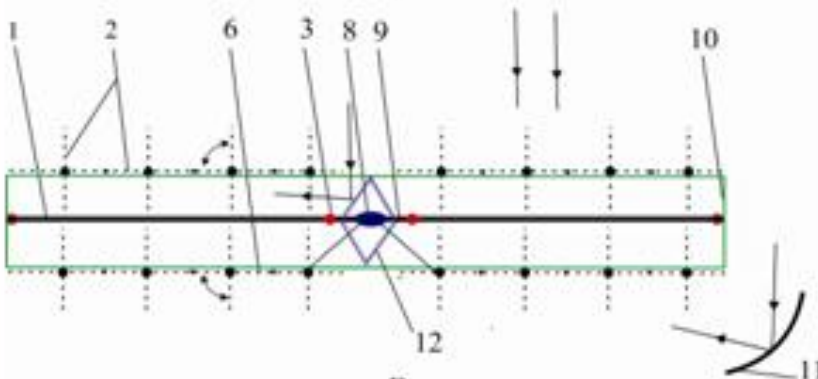
$$P'' = \frac{\int_{T_0}^T 4VE\alpha^2 T dT}{\int_{T_0}^T \frac{hcp + 2Eh\alpha^2 T}{nG - \varepsilon\delta T^4} dT + \int_T^{T_0} \left(\frac{hcp - 2hE\alpha^2 T}{2\varepsilon\delta T^4} \right) dT}$$



連続機能のエネルギーシステムの全体的な概要



A



B

1-5-剛性のあるカーボンフレーム、その側面と反射コーティングが施された対角線は、側面の端をそれらに沿って移動するためのガイドとして機能します。3-平面; 4-活物質の熱変換セグメント。2.6-フレーム10のヒートトラップの反対側の表面。7-固定接続; 8-二軸発電機; 9-発電機ロッド; 11-ソーラーコンцентрレーター; 12-放射線反射板。



ありがとうございました!