

April 18, 1951

Review of Andrei Sakharov about Oleg Lavrentiev's Paper

Citation:

"Review of Andrei Sakharov about Oleg Lavrentiev's Paper," April 18, 1951, History and Public Policy Program Digital Archive, O. A. Lavrentiev, Toward a History of Thermonuclear Fission in USSR, Odessa (2008), p. 63. Obtained and translated for NPIHP by Oleksandr Cheban.
<http://digitalarchive.wilsoncenter.org/document/121641>

Summary:

In this document, Andrei Sakharov, "father" of the Soviet thermonuclear bomb program, positively assesses Oleg Lavrentiev's ideas about the Soviet thermonuclear program, which were expressed in Lavrentiev's previously-written letters to Soviet leaders.

Credits:

This document was made possible with support from Carnegie Corporation.

Original Language:

Russian

Contents:

- English Translation
- Russian Transcription

Review of the Comrade Lavrentiev O. A. Research Paper.

There are two ideas in the reviewed research paper:

1) Using the nuclear chain reactions $\text{Li}^7 + \text{H}^1 \rightarrow 2 \text{He}^4$ and $\text{Li}^6 + \text{H}^2 \rightarrow 2 \text{He}^4$ (1) in conditions of thermal explosion (during the explosion of the nuclear bomb) and in conditions of the controlled primary thermal combustion.

2) Conducting the controlled nuclear reaction in a large vacuum enclosure, it is proposed to concentrate energy using an electrostatic field. This field should keep the nuclear atoms in the reaction area.

Regarding point 1) it is necessary to note the reactions (1) are not the best things in the conditions of the thermal explosion because their fusion cross-section is too small at the temperatures that occur in the conditions of a nuclear explosion.

Regarding point 2) I think that the author raises an important and realistic issue. This is that the thermonuclear reaction takes place at high temperature (millions degrees) in low-density gas. The gas density should be so low that the existing materials can withstand the resulting pressure.

In this kind of system, gas must be maintained for a rather long time without coming into contact with the walls [of the vacuum enclosure]. Reaching this is most difficult for inventions in this direction. The author proposes to separate gas from the walls by a grid which could create a deceleration field. This field will prevent the nuclear atoms from reaching the walls. It is supposed that the electrons will be accelerated in the deceleration field and leave the vacuum enclosure. After this, a big positive charge will remain in the center of the enclosure. The fastest nuclear atoms which leave the vacuum enclosure during the nuclear reaction do work against the field. Therefore, system is able to work as a high-tension direct-current generator. The high temperature in the center of the enclosure is maintained by the thermonuclear reaction.

I will note some difficulties.

1) The used gas density is limited because of the creation of large electrical charges and electrostatic forces which exert influence on the net.

2) Because of the low density of gas, nuclear atoms travel a long way, longer by tens and hundreds of times than the size of the enclosure. Therefore, we need a very good net with big gaps and a thin current-carrying part, which should reflect back to the reactor almost all the nuclear atoms which face with it. It is very likely that it is impossible to combine this with the necessary physical integrity and stability in conditions of electron emission.

However, we can't exclude some changes of the project which would remove this difficulty. I think that detailed discussion of the project of Comrade Lavrentiev is necessary. Notwithstanding results of the future discussions, it is necessary to note the author's creative initiative.

A. Sakharov

Отзыв А.Д. Сахарова на работу О.А. Лаврентьева

В рассматриваемой работе намечены две идеи:

1) Использование ядерных реакций

$Li^7 + H^1 \rightarrow 2He^4$ и $Li^6 + H^2 \rightarrow 2He^4$ (1) в условиях теплового взрыва (под действием взрыва атомной бомбы) и в условиях управляемого медленного теплового горения.

2) Осуществление управляемой ядерной реакции в большом вакуумном сосуде, причем предполагается возможность отбирать энергию при помощи электростатического поля. Это же поле предназначено для того, чтобы удерживать ядра в зоне реакции.

По п.1) необходимо отметить, что реакции (1) не являются наиболее подходящими в условиях теплового взрыва, т.к. их эффективное сечение при тех температурах, которые осуществляются в условиях атомного взрыва, слишком малы.

По п.2) я считаю, что автор ставит весьма важную и не являющуюся безнадежной проблему. Речь идет о термоядерной реакции в газе высокой температуры (миллиарды градусов) и такой низкой плотности, что существующие материалы могут выдержать получающееся давление.

В такой системе газ должен поддерживаться сравнительно длительное время, не попадая на стенки. Это обстоятельство представляет наибольшие трудности для изобретательства в данном направлении. Автор предлагает отделить газ от стенки сеткой, с помощью которой создать тормозящее поле, не дающее ядрам долетать до стенки. Предполагается, что электроны, ускоряясь в приложенном поле, уходят из сосуда, оставляя в центре сосуда одни ядра и, тем самым, объемный положительный заряд. Наиболее быстрые ядра, уходящие из сосуда во время ядерной реакции, совершают работу против поля, благодаря чему система может работать как генератор постоянного тока высокого напряжения. Высокая температура в центре сосуда поддерживается за счет энергии термоядерной реакции.

Отмечу ряд трудностей.

1) Применяемая плотность газа лимитируется возникновением объемных зарядов и электростатических сил, действующих на сетку.

2) Благодаря низкой плотности газа пробег ядер по отношению к ядерной реакции очень велик, в десятки и сотни раз превосходя размеры сосуда. Поэтому требуется очень

хорошо отражающая сетка, с большими зазорами и тонкой токонесущей частью, которая должна отражать обратно в реактор почти все падающие на нее ядра. По всей вероятности это требование не может быть совмещено с требованиями прочности (механической и по отношению к электронной эмиссии).

Однако не исключены какие-либо изменения проекта, которые исправят эту трудность.

Я считаю необходимым детальное обсуждение проекта тов. Лаврентьева. Независимо от результатов обсуждения необходимо уже сейчас отметить творческую инициативу автора.