

Отчет международной комиссии об испытании высокотемпературного теплогенератора Росси

А.Г. Пархомов¹

Аннотация—Дано изложение отчета международной группы экспертов, наблюдавших за 32-суточной работой высокотемпературного теплогенератора, разработанного Андреа Росси. Описаны внешний вид теплогенератора, применявшаяся измерительная аппаратура и процедура испытаний. Показан ход мощности потребляемой электроэнергии, мощности тепловыделения реактора и отношения мощности тепловыделения к потребляемой мощности на протяжении всего испытания. Приведены результаты анализа топлива до и после работы теплогенератора.

В октябре 2014 г. опубликован долгожданный детальный отчет международной группы экспертов, наблюдавших за работой нового устройства, разработанного Андреа Росси – высокотемпературного реактора, использующего в качестве топлива никель с небольшими добавками [1].

Представленные результаты поразительны. Устройство весом 450 г, содержащее 1 г топлива, непрерывно работало в течение месяца, произведя 1,6 МВт-час тепловой энергии, причем температура на его поверхности достигала 1400 °С. Чтобы выделить столько энергии, необходимо сжечь более чем 100 кг нефти, т.е. в сотни тысяч раз больше массы загруженного в реактор топлива. Другими словами, на единицу массы топлива производится энергии примерно столько же, сколько на ядерных электростанциях. А топливом является дешевое вещество, запасы которого на Земле практически неограниченны. Причем, признаков губительной ионизирующей радиации не обнаружено.

Очевидно, что если произойдет широкое внедрение такого рода устройств, человечество получит компактные источники очень дешевой, экологически чистой, практически неисчерпаемой энергии. Ненужными станут опасные атомные электростанции и экологически вредные станции, сжигающие органическое топливо. Личный и общественный транспорт будет проезжать много тысяч километров без дозаправки топливом. Это повлечет большие изменения в экономике, политике, в социальной жизни. Коренным образом изменятся финансовые потоки, разорятся страны, благополучие которых основано на добыче углеводородов. Возможно, что октябрьский обвал цен на нефть связан имен-

но с осознанием в финансовых кругах возможности грядущего резкого сокращения объемов нефтедобычи.

Надо признать, что отсутствие убедительных объяснений ядерных изменений при низких энергиях без ионизирующей радиации [2] дает пищу скептикам и основания для обвинений Росси и экспертов в преднамеренной фальсификации результатов. Утверждается даже, что отчет [1] написан международной группой авантюристов [3]. Время рассудит. А пока ознакомимся с кратким изложением этого сенсационного документа.

Исследования были выполнены в Барбенго (Лугано, Швейцария) с использованием оборудования, которое, по утверждению экспертов, никоим образом не связано с Андреа Росси или его партнерами. В работе принимали участие Giuseppe Levi (Bologna University, Bologna, Italy), Evelyn Foschi (Bologna, Italy), Bo Höistad, Roland Pettersson и Lars Tegnér (Uppsala University, Uppsala, Sweden), Hanno Essén (Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden), David Bianchini (expert in radiation detection).

I. РЕАКТОР И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА



Рис. 1. Реактор во время испытаний. С каждой стороны расположено по три керамических трубы с проводами, по которым подводится электропитание, необходимое для предварительного разогрева реактора.

Исследованный в марте 2014 г. реактор сильно отличается от реакторов Росси, демонстрировавшихся ранее [4], [5]. Внутреннее устройство реактора автор не

¹ alexparh@mail.ru.

раскрывает. Внешний вид - цилиндр из керамики на основе Al_2O_3 диаметром 2 см длиной 20 см с выступами, улучшающими конвективный теплообмен (рис. 1). С обеих сторон этот цилиндр заканчивается двумя цилиндрическими наконечниками из такой же керамики диаметром 4 см длиной 4 см. На наконечниках находятся выводы трех нагревателей из жаростойкого сплава "инконель". В одном из наконечников имеется отверстие диаметром 4 мм. В отверстие вставляется керамическая пробка, в которую вмонтирован термопарный зонд. Через это отверстие осуществляется загрузка топлива. После загрузки отверстие закрывается пробкой и запечатывается глиноземным цементом.

Трехфазное электропитание нагревателей подается с двух сторон по медным проводам, расположенным в керамических трубах диаметром 3 см. Для регулировки электрической мощности использован программируемый трехфазный источник питания, использующий для поддержания заданного режима сигнал с термопарного зонда.

Для определения потребляемой энергии использованы измерители мощности и анализаторы спектра, а также цифровые мультиметры. Производимая энергия определялась путем измерения температуры поверхности при помощи тепловизоров и расчета на этой основе потерь энергии за счет излучения и конвекции. Для реализации этого метода были проведены специальные калибровочные измерения реактора без топлива, нагреваемого электрическим током. Применение обычной методики калориметрии с охлаждающей жидкостью на данной установке невозможно из-за высокой температуры.

Для регистрации возможного ионизирующего излучения были использованы сцинтилляционные и гейгеровские датчики, а также термомлюминесцентные дозиметры, что позволило регистрировать альфа, бета, гамма излучение и нейтроны около работающего реактора. Помимо этого, измерялась радиоактивность топлива до засыпки в реактор и после окончания работы.

Вся использованная измерительная аппаратура была проверена на предприятиях-изготовителях и перепроверена на месте применения. Информация, поступающая со всех датчиков, регистрировалась в памяти компьютеров для последующего тщательного анализа.

II. ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ИСПЫТАНИЙ

На первом этапе был исследован реактор на "холостом ходу" (без топлива). В этом случае тепловая энергия, рассеиваемая реактором, равна подводимой электроэнергии, что позволило сделать калибровочные измерения, используя результаты которых можно определить энерговыделение реактора в рабочем режиме.

Реактор без топлива Андреа Росси включил в 12:20 24 февраля 2014 г. и постепенно поднял мощность нагрева до заданного уровня. Далее, Росси участвовал в выключении "холостого" реактора, в загрузке топлива,

включении реактора для работы с топливом, остановке реактора и извлечении отработавшего топлива. Во время работы реактора никакого вмешательства Росси не было. Все стадии испытаний были под непрерывным наблюдением экспертов.

После 23-часовой работы без топлива реактор был выключен и отсоединен от электрических кабелей, что позволило загрузить топливо массой около 1 г, имеющего вид мелкого порошка. Перед этим загружаемый порошок был насыпан в специальный контейнер, и его радиоактивность была измерена в низкофоновой свинцовой камере. После загрузки топлива отверстие было закрыто керамической пробкой, содержащей термопарный зонд, и запечатано глиноземным цементом. Были подключены электрические кабели и включен постепенно нарастающий нагрев. Увеличение мощности нагрева продолжалось до тех пор, пока средняя температура поверхности реактора не достигла $1260\text{ }^{\circ}\text{C}$ при потребляемой нагревателем мощности 810 Вт. Хотя реактор допускал работу и при более высокой температуре, эксперты решили сначала исследовать этот режим работы. Работа в этом режиме продолжалась почти 10 суток. В конце этого периода было замечено, что мощность электронагревателя снизилась до 790 Вт. Эксперты решили увеличить мощность, и подняли ее до 900 Вт. В результате, за несколько минут температура реактора возросла до $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). Такому росту температуры соответствует увеличение тепловыделения на 700 Вт, хотя мощность электронагрева возросла немногим больше 100 Вт. Дальнейшая работа происходила при мощности электронагрева около 900 Вт вплоть до заранее намеченного срока выключения (32 суток после включения реактора с топливом). Реактор был выключен в 11:40 29 марта 2014 г. в результате постепенного снижения мощности электронагрева. До этого времени работа реактора происходила без заметного снижения мощности тепловыделения, что свидетельствует о том, что ресурс работы реактора после 32-суточной работы не был исчерпан.

После охлаждения реактора было вскрыто отверстие на наконечнике, извлечено отработавшее топливо, насыпано в контейнер и проверено на радиоактивность аналогично проверке топлива перед загрузкой. После этого отработавшее топливо было подвергнуто разнообразным анализом, результаты которых будут представлены далее.

III. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ТЕПЛА, РАССЕЙВАЕМОГО РЕАКТОРОМ

Надежное определение мощности тепловыделения – наиболее ответственная задача экспертизы, от решения которой зависит признание или опровержение претензии на необычайно высокую эффективность предъявленного устройства. Поэтому детальному описанию способа решения этой задачи в отчете уделено особое внимание. Оно занимает 19 страниц отчета и не может быть полноценно представлено в кратком изложении.

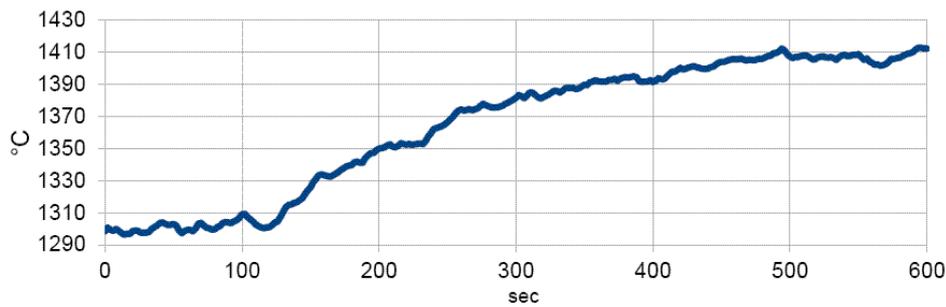


Рис. 2. Изменение температуры реактора после увеличения мощности электронагрева с 790 Вт до 900 Вт.

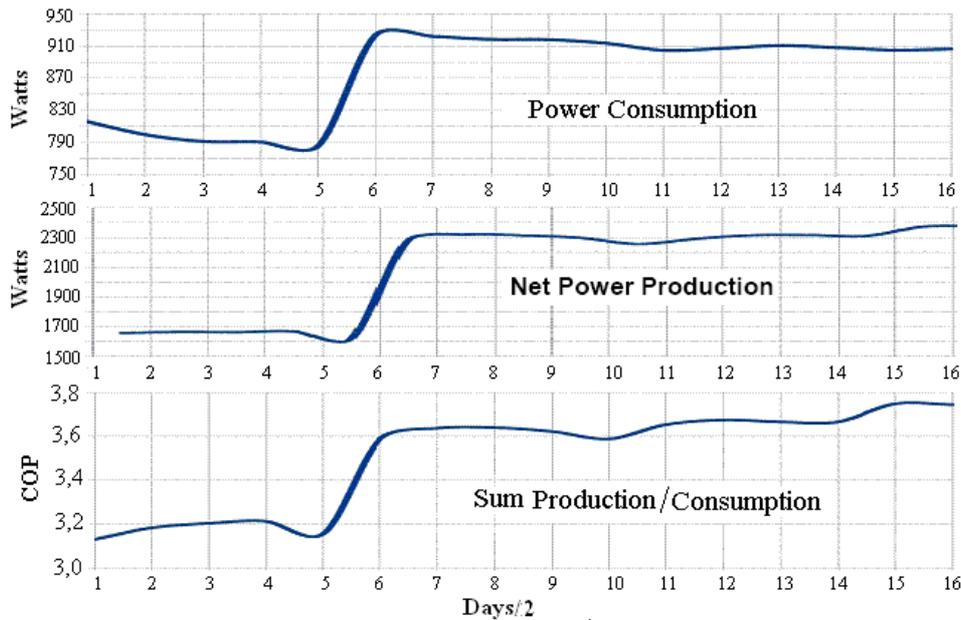


Рис. 3. Усредненная за 2 суток мощность потребляемой реактором электроэнергии (вверху), мощность тепловыделения реактора сверх потребляемой электроэнергии (в середине) и отношение мощности суммарного тепловыделения к мощности потребляемой электроэнергии (внизу).

Особо вездливые читатели могут изучить примененную методику непосредственно по отчету [1]. Мы ограничимся результатами сделанного экспертами анализа данных и проведенных на этой основе расчетов.

На рис. 3 показано, как менялась в ходе исследования мощность потребляемой электроэнергии, мощность тепловыделения реактора сверх потребляемой электроэнергии и отношение мощности тепловыделения реактора, включая электронагрев, к мощности потребляемой электроэнергии COP. Видно, что тепловыделение намного больше потребленной электроэнергии. При потребляемой мощности 790 Вт в первые 10 суток работы реактора COP $\approx 3,2$ (добавка к потреблявшейся мощности, в среднем, 1650 Вт). После увеличения потребляемой мощности до 900 Вт величина COP $\approx 3,7$ (добавка, в среднем, 2300 Вт).

В отчете сделан расчет энергии, произведенной за все время работы реактора сверх потребленной электроэнергии: 1618194 Вт·ч или 5825 МДж. Отнеся эту величину к массе топлива 1 г, получим плотность энер-

говыведения $1,6 \cdot 10^9$ Вт·ч/кг = $5,8 \cdot 10^6$ МДж/кг. Это в сотни тысяч раз больше того, что можно получить при сжигании нефтепродуктов.

Мощность, выделяемая на единицу массы топлива ($2,1 \cdot 10^6$ Вт/кг), тоже сильно превосходит возможности современной техники. Даже если отнести выделяемую мощность к массе всего реактора, получим величину $4,7 \cdot 10^3$ Вт/кг, намного превосходящую показатели, характерные для двигателей внутреннего сгорания или электрохимических источников тока. По энергии и мощности, производимой на единицу объема, исследуемое устройство тоже вне конкуренции.

IV. АНАЛИЗ ТОПЛИВА

Анализ элементного и изотопного состава топлива сделан тремя независимыми группами исследователей, специализирующихся в применении различных методик. Был использован сканирующий электронный микроскоп (SEM) для изучения поверхностной морфологии топливного порошка. Применялся метод рентгенов-

ской фотоэлектронной спектроскопии (*XPS*), дисперсионной рентгеновской спектроскопии (*EDS*), время-пролетная масс-спектрометрия вторичных ионов (*ToF-SIMS*), масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (*ICP-MS*) и атомно-эмиссионная спектроскопия (*ICP-AES*). *XPS* дает информацию об элементах, содержащихся в топливе, а *ToF-SIMS* и *ICP-MS* позволяют определить изотопный состав. *ICP-AES* дает информацию о массовом проценте искомым элементов. *XPS* и *SIMS* дают информацию об элементах, присутствующих в поверхностном слое гранул порошка до глубины несколько нанометров. *ICP-MS* является интегральным методом, дающим средний изотопный состав всего исследуемого образца. *ICP-AES* определяет соотношение элементов во всем образце. Применение комплекса перечисленных методов позволяет дать довольно обширную информацию о свойствах топлива до и после работы реактора. Следует отметить, что лишь малая часть топлива (10 мг из 1 г) была использована для анализов. Отбор порошка до и после работы реактора был сделан очень аккуратно во избежание внесения в образцы загрязнений.

Проведенные анализы позволили сделать следующие заключения.

Исходное топливо в основном состоит из порошка никеля в виде гранул размером несколько микрон, имеющего естественный изотопный состав. Помимо никеля, в топливе обнаружена примесь *Li*, *Al*, *Fe* и *H*. *ICP-AES* показал, что соотношение содержания *Li* и *Al* соответствует молекуле алюмогидрида лития $Li[AlH_4]$. Этот компонент, вероятно, используется для производства свободного водорода при нагревании. Кроме того, *EDS* и *XPS* анализы обнаружили присутствие *O* и *C*. *ToF-SIMS* показал наличие протия, но не заметил присутствие дейтерия. Важно отметить, что количество большинства элементов существенно отличается в разных гранулах.

Отработавшее топливо имеет гранулы иного вида, чем топливо исходное. Элементный и изотопный состав гранул различен, тем не менее, очевидно, что изотопный состав *Li* и *Ni* в отработавшем топливе радикально отличается от измеренного изотопного состава исходного топлива.

Таблица I

Изотопный состав лития и никеля в исходном и отработавшем топливе (%), измеренный методами *ToF-SIMS* и *ICP-MS*, а также природное соотношение изотопов в этих элементах.

	Исходное топливо		Отработавшее топливо		Природа
	<i>ToF-SIMS</i>	<i>ICP-MS</i>	<i>ToF-SIMS</i>	<i>ICP-MS</i>	
6Li	8,6	5,9	92,1	57,5	7,5
7Li	91,4	94,1	7,9	42,5	92,5
^{58}Ni	67	65,9	0,8	0,3	68,1
^{60}Ni	26,3	27,6	0,5	0,3	26,2
^{61}Ni	1,9	1,3	0,0	0,0	1,8
^{62}Ni	3,9	4,2	98,7	99,3	3,6
^{64}Ni	1		0		0,9

Хотя результаты измерений изотопного состава дву-

мя методами не вполне совпадают, можно сделать следующие выводы:

1. Соотношение изотопов лития и никеля в исходном топливе практически не отличается от природного.

2. В отработавшем топливе существенно возросло относительное содержание 6Li и снизилось содержание 7Li .

3. В отработавшем топливе очень сильно снизилось содержание всех изотопов никеля, кроме ^{62}Ni . Содержание этого изотопа возросло с 3,6% до 99%.

V. ИЗМЕРЕНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ

Для измерения ионизирующей радиации были использованы следующие приборы:

1. Гамма-радиометр на базе *LUDLUM 2241*. Детектор - сцинтиллятор $NaI(Tl)$ 2,5x2,5 см. Диапазон энергий 50 кэВ - 2 МэВ.

2. Нейтронный радиометр на базе *LUDLUM 2221*. Детектор - сцинтиллятор, регистрирующий ядра отдачи.

3. Альфа-бета-гамма радиометр на базе *LUDLUM 2241*. Детектор - счетчик Гейгера *LUDLUM 44-9* с тонким слюдяным окном площадью 15 см².

4. Термолюминесцентные дозиметры LiF со считывающим устройством *Vinteen Toledo654*. Способны регистрировать бета и гамма излучение, а также тепловые нейтроны.

Ни один из этих приборов не зарегистрировал отличие от фона ни во время работы реактора, ни при исследовании исходного и отработавшего топлива.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершая отчет, авторы пишут, что 32-дневное испытание представленного Росси устройства показало, что оно, действительно, производит тепло в результате неизвестной реакции, инициируемой нагревом, а также электромагнитной стимуляцией. Устройство работало устойчиво и контролируемо. Исследование не ставило целью определение максимально возможного ресурса работы. Тем не менее, понятно, что 32-суточная работа, в результате которой было произведено 1,6 МВт·ч тепловой энергии, не исчерпала потенциала представленного устройства. Оценка энергии, производимой на единицу массы и объема показывает весьма значительное превосходство исследованного устройства над любыми преобразователями энергии, известными в настоящее время.

Анализ изотопного соотношения в литии и никеле, содержащихся в топливе, показал сильное изменение после 32-суточной работы. Это свидетельствует о том, что зарегистрированное аномально большое энерговыделение связано с изменениями на ядерном уровне. Однако, такие преобразования, по существующим научным представлениям, неизбежно должны сопровождаться ионизирующим излучением. Но следов такого излучения не обнаружено. Авторы не берутся дать этому объяснение. Тем более что, хотя удалось многое узнать о составе топлива и изучить внешний вид

реактора, его внутреннее устройство остается секретом автора.

Конечно, нас не может удовлетворить отсутствие теоретического объяснения, но столь яркие экспериментальные результаты, чреватые важными практическими приложениями, нельзя запретить или игнорировать даже при отсутствии объяснений. Нужны дальнейшие исследования для получения детальных знаний о работе такого рода устройств. Работа в этом направлении будет продолжена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] G. Levi, E. Foschi, B. Höistad, R. Pettersson, L. Tegnér, H. Essén. Observation of abundant heat production from a reactor device and of isotopic changes in the fuel. <http://www.sifferkoll.se/sifferkoll/wp-content/uploads/2014/10/LuganoReportSubmit.pdf>.
- [2] А.Г. Пархомов. Холодная трансмутация ядер: странные результаты и попытки их объяснений. *ЖФНН*, 1(1):71–77, 2013.
- [3] Е.Б. Александров, В. Лебедев. Шарлатаны в Америке. <http://lebed.com/2014/art6579.htm>.
- [4] G. Levi et al, Indication of anomalous heat energy production in a reactor device containing hydrogen loaded nickel powder. <http://arxiv.org/abs/1305.3913>.
- [5] Ю.Н. Бажутов. Теплогенератор Росси и Фокарди и его теоретическая интерпретация. *Изобретательство*, 12(1):49–59, 2012.