

ЭФФЕКТ УШЕРЕНКО В РЯДУ НОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

А.В. Косарев, д.т.н., г.Оренбург

Аннотация

В статье рассмотрены эксперименты Ушеренко С.М. и его коллег по сверх глубокому проникновению (СГП) пучков порошковых частиц высокой энергии. Задача данной статьи попытаться объяснить эффекты Ушеренко С.М. в рамках известных знаний ядерной физики, показать их сходную природу с новыми явлениями ядерной физики, сведёнными сегодня в научное направление - низкоэнергетические ядерные реакции (НЭЯР).

Введение

К 70-ым годам прошлого века была закончена теория атома и атомного ядра в общепризнанном сегодня понимании. В основание этой теории положены многочисленные эксперименты и десятилетия практики. Были выявлены три основных типа ядерных превращений, ядерных реакций. Это синтез, слияние лёгких ядер. Деление тяжёлых трансурановых элементов. И реакции ядерного распада, свойственные практически всем элементам таблицы Менделеева. Основные усилия исследователей были направлены на ядерный синтез и ядерное деление. Эти реакции сопровождалась выделением невиданных до сих пор энергий, что сулило энергетическое изобилие. Реакции распада, энергетически более слабые, тоже получили широкое развитие главным образом в технологиях диагностики. Все ядерные реакции сопровождалась вредными, в том числе интенсивными излучениями. Технологии ядерной отрасли были на грани возможностей, так как зачастую сопровождалась чрезвычайно высокими температурами и давлениями. Предъявили жёсткие требования к материаловедению. Требовали затратных сооружений для защиты от излучений. Всё это и сформировало особое мнение и отношение к ядерной физике и ядерным технологиям. Поэтому сообщение Флейшмана и Понса в 1989 году об открытии ими холодного ядерного синтеза, сулившего изобилие энергии при низких технологических параметрах, да ещё и без вредного излучения, было воспринято профессиональными ядерщиками с недоумением, сменившимся враждебностью. Но после опубликования, идеи Флейшмана и Понса обрели крылья и жили самостоятельной жизнью, привлекая исследователей. А уровень развития технологий, экспериментальной и измерительной техники достигли такого развития, что новые, ранее неизвестные явления ядерной физики буквально проглядывали со всех сторон. В том же 1989 году появились сообщения об экспериментах Пиантелли. Затем эксперименты Фоккарди и А.Росси, Корниловой А.А., Вачаева А.В., Фоминского Л. П., Бажутова Ю.Н., Пархомова А.Г., большой группы японских исследователей, Климова А.И., Талейархана Р., Урпина К., и многих других. А ведь были и более ранние исследования, например Клеврана. Да и Ушеренко С.М. начал свои исследования ещё в 1974 году. [27]. Отмахнуться от явно новых явлений ядерной физики стало уже невозможным. Но тут проявилась другая крайность. Теперь уже устоявшаяся ядерная физика исследователями холодного ядерного синтеза (ХЯС) не воспринималась как основа для объяснения новых ядерных явлений. Для объяснения огромного экспериментального материала по низкоэнергетическим ядерным реакциям (НЭЯР) было выдвинуто столь же огромное количество экзотических (по признанию самих авторов) идей и гипотез, которые противоречили устоявшейся ядерной физике и друг другу.

Статья посвящена эффекту Ушеренко. Однако, показывая его единство с физикой новых явлений ядерной физики, коснёмся и всей совокупности НЭЯР известных к настоящему времени. Покажем, что вся совокупность НЭЯР проявляется в новых для известной ядерной физики условиях возможного течения реакций синтеза и нейтронных реакций.

Экспериментальные факты и идеи Ушеренко С.М.

Главной особенностью экспериментов Ушеренко С.М. и его коллег является получение пучков порошковых частиц высокой энергии с помощью кумулятивного взрыва и последующее столкновение этих пучков с металлической поверхностью. В результате экспериментов выявлено:

- а) сверх глубокое проникновение (СГП) пучков порошковых частиц в металлические поверхности,
- б) образование плотной плазмы,
- в) образование новых химических элементов, сопровождавшееся интенсивным излучением,
- г) генерация дополнительной энергии, превышающей энергию удара в тысячи раз.

Приведём выдержки с фактами и численными значениями из работ автора.

По пункту а): “Новизна эффекта проникания порошковых частиц состоит в том, что частицы, разогнанные с помощью энергии взрыва и ударной волны, проникают в материал преграды на глубины, превышающие на два-три порядка величины диаметра ускоренных частиц, причем осуществляется объемное насыщение металлической матрицы материалом внедренных частиц”.

“Глубина проникания порошковых частиц достигает десятков миллиметров. Экспериментально зарегистрирована глубина проникания в Al_2O_3 – 20 мм, SiO_2 – 25 мм, сталь – 50 мм, медь – 40 мм, алюминий – 60 мм.”.

“Перемещение частиц на глубину, превосходящую их размер в сотни и тысячи раз, характеризует аномальность процесса проникания частиц, т.к. по существующим баллистическим теориям при метании тел макроскопических размеров, глубина проникания не может превышать нескольких диаметров (в пределах 10) ударяющего тела”.

“Процесс проникания частиц реализуется лишь при нагружении металлической преграды потоком высокой плотности ($\rho_1 > 10^3$ кг/м³). Многочисленные экспериментальные и теоретические исследования столкновения с преградами одиночных высокоскоростных (>1 км/с) тел не реализуют процесс проникания, обеспеченного прониканием частиц на большие глубины”.

“Проникание порошковых частиц в преграду сопровождается микроканализованием материала преграды. Такие каналы видны при рассечении преграды вдоль движения частицы при металлографических и электроннооптических методах исследования. Канал, по которому проходит частица, на всем протяжении оказывается почти схлопнувшимся и имеет искривленный вид. Лишь в зоне торможения частицы образуется полость, которая может иметь различный вид от формы типа полости от внутреннего взрыва до щели в виде трещины. При ударном воздействии происходит взаимодействие дисперсных частиц с металлической преградой, где в локальных участках реализуются давления, достигающие **десятков килобар** (выделено мной). Вероятно, в связи с этим взаимодействие частицы с преградой сопровождается интенсивной пластической деформацией в области, непосредственно прилегающей к траектории движения частицы”. (Из [19]).

“В случае реализации явления СГП микрочастицы со средним размером в поперечнике $8 \cdot 10^{-5}$ м проникают в металлические мишени на глубины 0.2 м и более. Однако и здесь ни одна из известных физических моделей ... , не дает убедительного механизма, объясняющего процесс проникания частицы на расстояние, которое в $10^2 - 10^4$ раз превышает ее поперечный размер”.

“Главным условием реализации эффекта СГП является коллективное перемещение частиц в сгустке, что обеспечивает интенсивное механическое взаимодействие их поверхностей, при ограниченных размерах и скоростях соударения с металлическими мишенями. Если разогнать отдельные частицы, то в результате их удара на поверхности мишеней образуются лишь классические формы кратеров”.

“Следует полагать, что СГП обусловлено не внешними причинами, а отражает внутренние закономерности данного процесса”. (Из [15]).

По пункту б):

“Установлено, что в случае ударно-волнового сжатия в полостях возникновение **плотной плазмы** (выделено мной), обусловлено перераспределением энергии среды при ее движении. Расчетное время жизни плазмы ограничено 1 μ s. В случае СГП микрочастиц время жизни плазмы достигает 200 μ s, при этом основными факторами ее возникновения являются электрические и тепловые эффекты на границе частица - мишень”.

“Наблюдаемое в экспериментах СГП принципиально не должно было бы проявляться, поскольку простой анализ и оценочные расчеты свидетельствуют о нарушении закона сохранения энергии. В связи с этим предполагается существование неучтенного источника дополнительной энергии, который возникает только в режиме СГП и является независимым от внешних воздействий. Таким источником энергии может быть **плотная плазма** (*выделено мной*), которая образуется в границах раздела частица–мишень (рис. 5, (*Рис.1 в данной статье, прим. автора*))”.

“Большой интерес вызывают случаи, когда кумуляция происходит не за счет неограниченного роста внешнего воздействия, а путем перераспределения энергии среды при ее движении, т.е. уплотнения собственной энергии течения. К такому классу гидродинамических течений относятся известные эффекты образования высокоэнергетических плазменных струй в генераторах А.Е. Войтенко, закрытых конических полостях и в процессе СГП твердых микрочастиц в металлические мишени”.

“Интерес, который вызывают перечисленные явления, связан с возможностью создания плазмы с начальной температурой около 1 eV и выше до значений, необходимых для инициирования термоядерного синтеза, ... ”. (Из [15]).

По пункту в):

“В результате исследований специальных режимов сверхглубокого проникания в канальных зонах удалось обнаружить новые химические элементы. Эти элементы отсутствовали во вводимом и матричном материалах. Были получены долгоживущие изотопы железа (Fe^{55}), концентрация которых в упрочняющем волокне достигала 45%”. (Из [21]).

“Процесс СГП сопровождается по оси каналов в зоне микровзрыва синтезом новых химических элементов (галлий, медь и железо), доля которых достигала 25%”. (Из [20]).

“Процесс образования каналов с относительными глубинами поперечного размера частиц сопровождается целым рядом любопытных физических эффектов, например интенсивным излучением, При исходном содержании марганца в мишени до 0.2% увеличение его концентрации в канальной зоне зафиксировано в пределах 40%, алюминия – 14%, свинца – 18%. Увеличение времени действия динамической нагрузки на мишень приводит к устойчивым проявлениям вышеперечисленных эффектов”.

“За счет значительно большего времени протекания процесса СГП появилась возможность зафиксировать электромагнитное излучение. На основании трековых картин пленочных детекторов энергия элементарных носителей излучения по различным оценкам специалистов составляла от десятков до сотен мегаэлектрон-вольт. Источник этого излучения, по-видимому, находится в точке 2 (рис. 5 (*Рис.1 в данной статье, прим. автора*)). Вышеназванные физические эффекты являются дополнительными аргументами в пользу гипотезы о протекании в случаях кумулятивного плазменного процесса реакций термоядерного синтеза”. (Из [15]).

По пункту г):

“Получены экспериментальные доказательства, что энергия генерируемого электрического поля превышает энергию удара в тысячи раз. Наличие в условиях сверхглубокого проникания большого количества высокоэнергетических эффектов; локального плавления, интенсивной деформации, синтеза метастабильных соединений, осадки массивной заготовки, макрократеров, интенсивного электромагнитного и ионного излучения, синтез новых химических элементов, например, изотопов на наш взгляд доказывает наличие высокоэнергетического источника дополнительной энергии”. (Из [21]).

“Явление СГП твердых микрочастиц в металлические мишени, вызванное разрушением ее структуры перед проникающей частицей, обусловлено возникновением плазмы как дополнительного внутреннего источника энергии в границах раздела частица–матрица”.

“Достоинства обсуждаемого метода заключаются в использовании обычных бризантных ВВ в качестве первичного источника энергии вначале для создания течения плазмы с температурой до ~ 2 eV, а в дальнейшем для повышения значения температуры до термоядерной плазмы. К сожалению, нет экспериментального подтверждения, которое однозначно свидетельствовало бы о достижении температур порядка 1 keV и более. Таким подтверждением мог бы стать, например, зарегистрированный выход термоядерных нейтронов”. (Из [15]).

Прошивка технически чистого металла (99,7% Al) в режиме сверхглубокого проникновения позволила получить прямое доказательство генерации энергии (Из [20]).

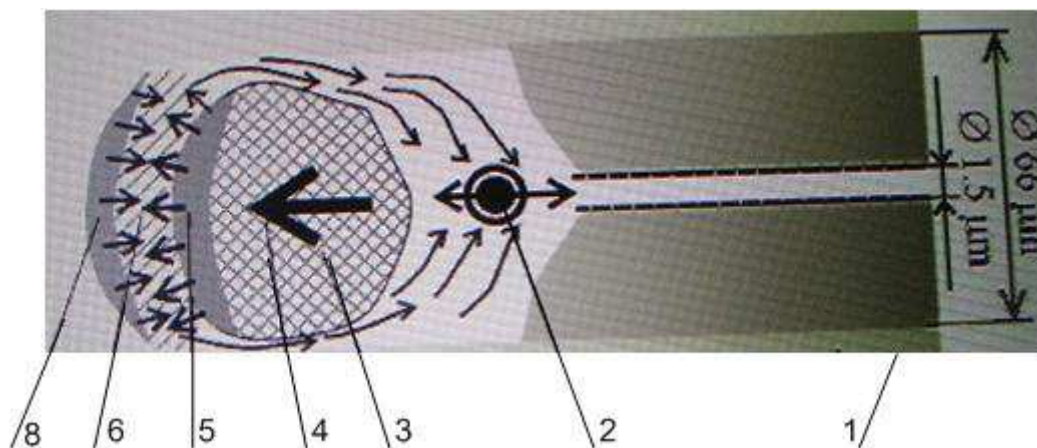


Рис. 1 (Рисунок взят из [15], где обозначен под №5). Рисунок имеет следующие обозначения: 1 – зона канала, не содержащая новых соединений и фаз, не нарушенная область мишени; 2 – область соударения потоков плазмы; 3 – частица-ударник; 4 – направление движения частицы; 5 – разогретая поверхность частицы (зоны дестабилизированной структуры); 6 – плазма (выделено мной); 8 – дестабилизированная структура мишени.

1. Эффект Ушеренко в свете устоявшихся знаний ядерной физики

Покажем, что приведённые выше экспериментальные факты из работ Ушеренко С.М., как и все новые эффекты ядерной физики, выявленные в последнее время (синтез в условиях кавитации (гидродинамической и акустической), синтез в дейтерированных металлах, нейтронные реакции в условиях наводороженных поверхностей (в том числе биологическая трансмутация)) объяснимы в рамках устоявшихся к 70-ым годам прошлого века знаний ядерной физики.

Выпишем известные положения и факты теории атома и атомного ядра, теплофизики, гидродинамики, теории твёрдого тела, на которые мы будем опираться ниже в статье.

а). Каналы ядерных реакций.

Существуют только два канала проникновения **вещественной** частицы в зону сильного взаимодействия, ведущие к ядерным превращениям. Первый, это преодоление кулоновского барьера для заряженных частиц и второй, для нейтрального нейтрона вход в ядро всегда открыт. Если речь идёт о холодной трансмутации ядер, при которой энергии взаимодействия недостаточны для преодоления кулоновского барьера, то остаётся только нейтронный канал.

б). Реакции ядерного синтеза.

Ядерная физика для осуществления реакции синтеза лёгких ядер требует выполнения двух условий: наличие у лёгкого ядра энергии достаточной для преодоления кулоновского барьера и плотности обеспечивающей вероятность попадания высокоэнергетичного лёгкого ядра в сечение сил ядерного взаимодействия, радиус действия которых имеет порядок 10^{-15} метра.

в). Туннельный эффект.

Туннельный эффект является типично квантовым явлением и объясняется в рамках соотношения неопределённости Гейзенберга. Зависимость волновой функции от координат при прохождении потенциального барьера становится аperiодической и появляется конечная

вероятность преодоления частицей потенциального барьера, превышающего кинетическую энергию налетающей частицы. [25]. При этом вероятность преодоления барьера возрастает с увеличением энергии частицы. Именно это по мнению физиков ядерщиков и позволяет реакциям синтеза на Солнце протекать при температурах в $15 \cdot 10^6$ °К при высоте кулоновского барьера, требующего энергии эквивалентной температуре в 10^8 °К. [26].

г). **Нейтронный захват и ядерный распад.**

Для вхождения в ядро нейтрону необходимо лишь попасть в сечение взаимодействия с ядром. Реакции, связанные с захватом нейтронов, возможны на всех ядрах элементов таблицы Менделеева, начиная с водорода и до самых тяжёлых. При этом захват нейтрона вызывает рождение новых изотопов. При насыщении ядра нейтронами, наступает нестабильное состояние, сопровождающееся бета-распадом. Бета-распад вызывает трансмутацию элемента (переход его на следующий номер в таблице Менделеева). Этот процесс сопровождается выделением тепла. На некоторых тяжёлых ядрах захват нейтрона вызывает цепную реакцию деления, что связано с избыточным выделением нейтронов в результате деления ядра.

д). **Сечение захвата в ядерной реакции.**

Сечение захвата, или микроскопическое сечение это величина характеризующая вероятность взаимодействия элементарной частицы с ядром или двух ядер. Образно сечение представляет площадку вокруг ядра, попадая в которую налетающая частица вступает во взаимодействие. Для ядерного синтеза сечение реакции мало и сопоставимо с размерами ядра.

Сечение взаимодействия нейтрона с ядром зависит от скорости нейтрона по закону $1/v$. Чем ниже скорость, тем вероятнее захват нейтрона ядром.

Макросечение реакции зависит от свойств среды, в первую очередь от плотности частиц в единице объёма. Вероятность макросечения равна сумме вероятностей микросечений. Она повышается с ростом плотности частиц, достигая при определённой плотности единицы.

ж). **Электронный захват.**

В ядерной физике обнаружен и изучен канал образования нейтронов в результате захвата электрона с орбиты одним из протонов ядра. Альварес в 1937 году экспериментально открыл электронный захват в много электронном атоме, названный К - захватом, так как захват электрона происходил из самой близкой к ядру электронной оболочки.

з). **Максвелловское распределение по скоростям.**

В системе свободных частиц (газ, плазма) реализуется Максвелловское распределение частиц по скоростям и энергиям. Особенностью этого распределения является наличие частиц высокой энергии при любой температуре.

и). **Кавитация (гидродинамическая и акустическая).**

В жидких средах при гидродинамическом и акустическом воздействии наблюдается явление кавитации. В среде жидкости возникают пузырьки пара. При адиабатном схлопывании пузырьков пара в процессе кавитации его температура резко повышается до 1000 °С и более.

к). **Флуктуации электронов проводимости в металлах.**

Подсистема свободных электронов в металле интенсивно флуктуирует. Ступки электронов образуют экраны отрицательных потенциалов. Как показывает эксперимент величина их составляет тысячи электрон - вольт. Под влиянием такого экрана кулоновский барьер дейтона в дейтерированных металлах снижается на 40 порядков.

л). **Эффект наводороживаемости поверхности.**

При наводороживании твёрдых тел обнаружен поверхностный эффект. Он заключается в том, что в тонком слое металла у поверхности образца возникает аномально высокая концентрация водорода, превышающая внутреннюю концентрацию в сотни раз. [13].

1.1. Причина и механизм СГП. Образование плотной плазмы.

По нашим представлением важнейшим условием течения реакций синтеза в экспериментах Ушеренко С.М. является образование **плотной** плазмы. По экспериментальным данным в результате удара о поверхность металла пучка, разогнанных до высоких скоростей порошковых частиц, в образующемся канале возникает температура 1 - 2 eV. В градусах это соответствует

температуре 11000 - 23000°K . [2]. При таких температурах вещество находится с состоянием плазмы. Это состояние вещества некоторыми своими свойствами напоминает газовое состояние. [17]. При этом плотность, образующейся в экспериментах Ушеренко С.М., плазмы высокая, практически равна плотности частиц твёрдого тела мишени и налетающей частицы. Область плазмы образуется в переднем фронте тела налетающей частицы и в прилегающей области мишени (см. Рис. 1). В такой ситуации частица движется в облаке плазмы, создающей несопоставимо меньшее сопротивление движению чем среда твёрдого тела. Именно это обеспечивает сверхглубокое проникновение частицы в тело металла и время жизни плазменного облака в 200 мкс. При полной передаче кинетической энергии частицы в процессе движения, она останавливается. В работах Ушеренко С.М. отмечается, что при ударном взаимодействии дисперсных частиц с металлической преградой, в локальных участках реализуются давления, достигающие десятков килобар. Под воздействием давления, в окружающей канал области металлической матрицы, возникает поле напряжений упруго сжатия. При остывании области канала из-за хорошей теплопроводности металла, возникшее напряжение вокруг канала сдавливает канал. То, что канал после сдавливания оказывается почти схлопнувшимся и имеет искривленный вид есть следствие анизотропии кристаллической решётки металла и как следствие свойства упругости.

1.2. Ядерный синтез в экспериментах Ушеренко С.М.

Предварительно рассмотрим требования ядерной физики для реакций ядерного синтеза и способы их реализации. Выше уже отмечалось, что ядерная физика для осуществления реакции синтеза лёгких ядер требует выполнения двух условий: наличие у лёгкого ядра энергии достаточной для преодоления кулоновского барьера и плотности обеспечивающей вероятность попадания высокоэнергетического лёгкого ядра в сечение сил ядерного взаимодействия.

1.2.1. Термоядерный синтез.

Идея термоядерного синтеза была очевидной для преодоления кулоновского барьера отталкивания и достаточно быстро воплотилась при создании водородной бомбы. Однако проблема управляемого термоядерного синтеза не решена до сих пор. Проблема упирается в неустойчивость плазмы. В водородной бомбе необходимая начальная устойчивость плазмы обеспечивается силами инерции. На Солнце устойчивость обеспечивается силами гравитации. Существует много предложений по обеспечению устойчивости плазмы и достижения параметров обеспечивающих ядерный синтез в земных условиях. Больше всего усилий приложено к изучению поведения горячей плазмы в магнитной камере токамака. Работы в этом направлении ведутся много десятилетий и направлены в основном на увеличение температуры разогрева плазмы. С увеличением температуры плазмы доля высокоэнергетических ядер увеличивается и соответственно должна увеличиваться вероятность положительного ядерного взаимодействия. Однако здесь тоже возникают трудности. Увеличение температуры при постоянной плотности плазмы приводит к соответствующему увеличению давления плазмы в камере токамака в соответствии с формулой: $p = nkT$ (1). Где: p - давление плазмы; n - концентрация частиц плазмы; k - постоянная Больцмана; T - температура. Увеличение температуры вдвое (например, с $50 \cdot 10^6$ °K до $100 \cdot 10^6$ °K) увеличивает вдвое давление плазмы и тем самым резко возрастают флуктуации, порождающие нестабильность плазменного шнура. Так как обеспечить рост давления гораздо проблематичнее чем разогревать плазму, то в реальности дополнительный разогрев приводит к снижению концентрации, что нивелирует эффект повышения температуры и увеличивает габариты и стоимость установки. На ITER поставлена цель достичь $400 \cdot 10^6$ °K.

1.2.2. Холодный ядерный синтез - ядерный синтез в физических условиях кавитации.

При холодном ядерном синтезе лёгким ядрам так же нужна соответствующая величина кинетической энергии как и в термоядерном синтезе. Потенциальный барьер кулоновских сил никуда не делся и его необходимо преодолеть для сближения ядер на расстояния, на которых действует сильное взаимодействие. Холодная среда на первый взгляд с очевидностью не может

обеспечить лёгкие ядра подобной энергией. Это и стало причиной неприятия термоядерщиками, а вслед за ними и всей официальной наукой самого понятия холодный ядерный синтез. Однако это только на первый взгляд. Теплофизика [5, 10, 11] подсказывает возможность осуществления ядерного синтеза и в условиях относительно холодной среды, при этом не противореча требованиям ядерной физики. Рассмотрим график функции Максвелловского распределения по скоростям частиц многомолекулярной системы, изображённый на рисунке - 2. Функция распределения молекул по скоростям изображена для разных температур. Рисунок взят из [11].

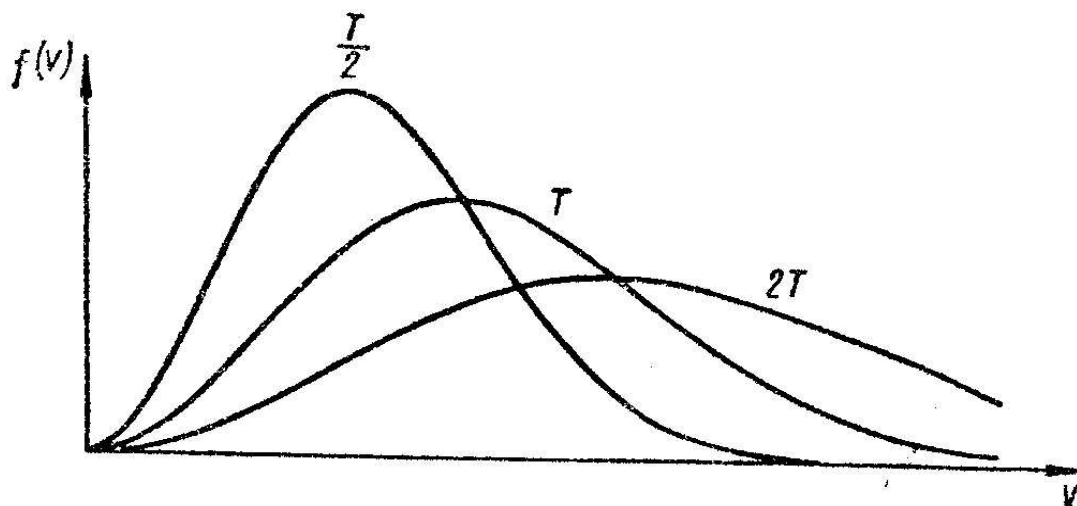


Рис. 2. Распределение Максвелла по скоростям

Функция распределения имеет следующий аналитический вид:

$$f(v) = \frac{dn}{n \cdot dv} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2kT} \right)^{3/2} \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \quad (2)$$

где: n - количество частиц газа в единице объёма, T -температура газа в состоянии равновесия, k - постоянная Больцмана, m - масса частиц газа, v - скорость частиц газа, dn - число частиц скорости которых лежат в интервале от v до $v + dv$.

Функция распределения “определяет долю молекул единицы объёма газа, скорости которых заключены в интервале скоростей, равном единице, включающем данную скорость”. [5]. Функция распределения нормируется на единицу.

$\int_0^{\infty} f(v)dv = 1$ (3). Зависимость (3) даёт площадь под графиком функции равную единице. Это

означает с одной стороны, что вероятность застать данную частицу во всем интервале значений скорости от 0 до ∞ равна единице, с другой площадь графика в интервале скоростей $v + dv$ означает вероятность нахождения частицы в этом интервале или долю частиц системы находящихся в интервале заданных скоростей. Из графика на рисунке - 2 видно, что всегда в равновесной термодинамической системе имеется вероятность нахождения частиц обладающих большой скоростью и соответственно кинетической энергией. Концентрация частиц, обладающих энергией для преодоления кулоновского барьера и превышающих её, находится из формулы:

$n_a = n \cdot \int_{v(E_a)}^{\infty} f(v)dv$ (4). В (4) E_a - кинетическая энергия активации ядерного синтеза,

необходимая частице (ядру) для преодоления кулоновского барьера. Для преодоления

потенциального барьера сталкивающимся протонам (ядрам водорода) должна быть сообщена энергия $E_a \geq 10 \text{кэВ}$, что соответствует температуре $\geq 10^8 \text{°К}$. [26].

Наглядно место энергии активации и место частиц, обладающих энергией активации, изображено на рисунке - 3.

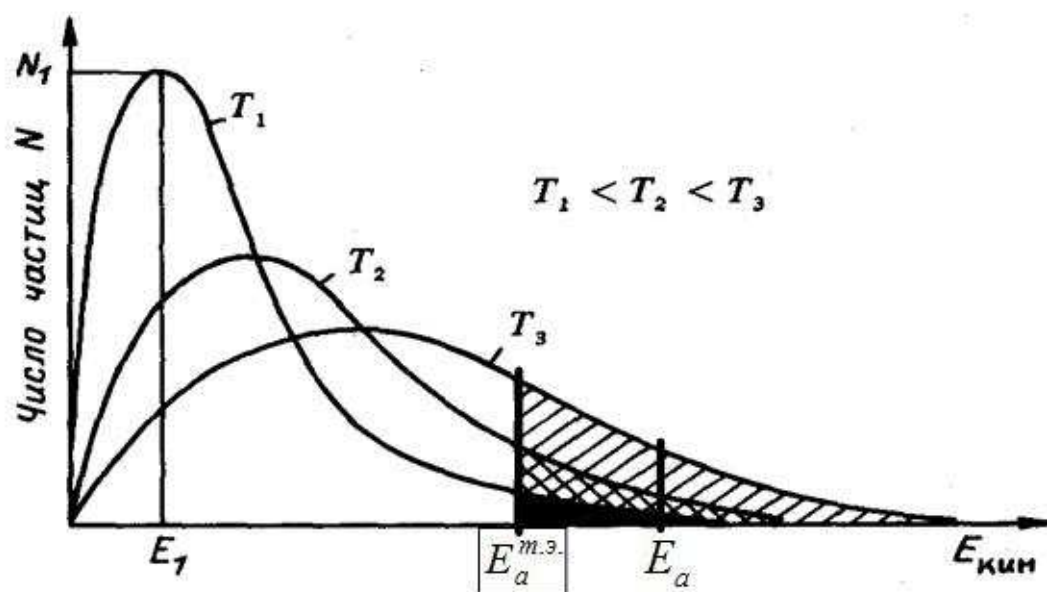


Рис. 3. Распределение Максвелла по энергиям частиц. График распределения по скоростям частиц имеет аналогичный вид.

Из графиков (Рис. 2 и 3) так же видно, что с ростом температуры системы график распределения вытягивается вправо, в сторону больших скоростей (энергий). Количество частиц системы обладающих большой скоростью и соответственно кинетической энергией растёт с ростом температуры и находятся они в хвосте Максвелловского распределения.

Отсюда следует основная идея механизма холодного ядерного синтеза. **В системе большого числа свободных частиц всегда имеются, с отличной от нуля вероятностью, высокоэнергетичные частицы способные преодолеть кулоновский барьер отталкивания и инициировать реакцию ядерного синтеза.** Необходимо заметить, что и в горячей (термоядерной) плазме реализуется Максвелловское распределение по скоростям и в реакцию синтеза вступают наиболее быстрые ядра. Даже в горячей плазме имеются частицы со скоростью близкой к нулю и естественно они не участвуют в реакциях синтеза.

Эта идея снимает противоречие между холодным ядерным синтезом и термоядерным синтезом.

Теперь остановимся на влиянии туннельного эффекта на реакцию синтеза, который снижает температуру протекания ядерного синтеза как, например в ядре Солнца с 10^8°К до $15 \cdot 10^6 \text{°К}$.

Для действия туннельного эффекта быстрой частице необходимо войти в зону сечения сильного взаимодействия и тогда появляется вероятность реакции синтеза уже при энергиях ниже кулоновского барьера. Например в ядре Солнца эта энергия соответствует температуре $T \geq 15 \cdot 10^6 \text{°К}$. А для вхождения в зону сечения сильного взаимодействия гораздо важнее плотность ядер - мишеней, а не энергия быстрых частиц. Туннельный эффект носит вероятностный характер. В разреженной плазме мала вероятность попадания частиц, в том числе и быстрых, в микросечение реакции. А для частиц с энергией ниже кулоновского барьера ещё и накладывается вероятность туннельного эффекта. Отсюда вероятность туннелирования в разреженной плазме равна произведению вероятностей попадания в микросечение и вероятности туннельного эффекта. Поэтому вероятность туннельного эффекта в разреженной плазме практически равна нулю. В этом и сказывается преимущество для ядерного синтеза в условиях, например кавитирующей воды в

сравнении с горячей плазмой в токамаке, имеющей очень низкую плотность. Выход энергии синтеза в результате отдельного акта взаимодействия не зависит ни от туннельного эффекта, ни от плотности ядер - мишеней. Однако с увеличением плотности последних туннельный эффект сказывается всё сильнее. Это связано с тем, что если у нас много частиц - мишеней (высока их концентрация) то вероятность макросечения среды стремится к единице. И синтез в этих условиях определяется только вероятностью туннелирования. В плотной среде, в том числе и в плотной плазме, дополнительно вступает в реакцию синтеза относительно большое число частиц способных преодолеть кулоновский барьер благодаря туннельному эффекту.

Дополнительное количество частиц в единице объёма, способных вступить в реакцию синтеза благодаря туннельному эффекту определится из формулы:

$$\Delta n_a = n \cdot \int_{E_1}^{E_2} f(E) dE \quad (5). \text{ Где: } E_1 - \text{ энергия быстрой частицы, при которой вероятность}$$

туннельного эффекта становится существенно отличной от нуля; $E_2 = 10^8 \text{ }^\circ\text{K}$, энергия кулоновского барьера.

Число таких дополнительных частиц велико в сравнении с суммой частиц с энергией $E_a \geq 100 \cdot 10^6 \text{ }^\circ\text{K}$ из-за экспоненциального закона распределения по скоростям. Отметим ещё такой момент. Обратимся к рисунку - 3. Из рисунка видно, что с увеличением температуры график вытягивается вправо а его высота снижается. Отсюда при высокой температуре плазмы (как в токамаке) общее количество частиц высокой энергии много выше чем при низкой температуре (как например, в кавитационных пузырьках). Следовательно относительная величина дополнительного увеличения частиц с энергией от E_1 до энергии соответствующей температуре $10^8 \text{ }^\circ\text{K}$, способных инициировать ядерный синтез по причине туннельного эффекта в условиях низких температур (кавитационный пузырёк) значительно выше чем в условиях высокотемпературной плазмы (токамак). То есть относительный рост высокоэнергетичных частиц и вклад туннельного эффекта с ростом температуры снижаются.

Отметим, что температура $15 \cdot 10^6 \text{ }^\circ\text{K}$ в ядре Солнца вовсе не означает, что именно при такой температуре вклад туннельного эффекта становится заметным. Эта температура не является физической константой в отличие от температуры $10^8 \text{ }^\circ\text{K}$, соответствующей высоте кулоновского барьера для ядер водорода. Температура в ядре Солнца - это температура среды в которой протекает реакция синтеза. Температура среды является функцией многих факторов: плотности частиц высокой энергии и плотности ядер - мишеней, размеров области течения реакции синтеза, условий тепло отвода из области реакции, элементного состава среды протекания реакции и др.

При достижении необходимой величины макросечения реакции синтеза, каждая быстрая частица попадает в сечение реакции синтеза (в сечение сильного взаимодействия). Согласно физике туннельного эффекта каждая быстрая частица попавшая в сечение реакции имеет вероятность положительного исхода даже при энергии меньше чем $T \leq 10^8 \text{ }^\circ\text{K}$. При $T = 10^8 \text{ }^\circ\text{K}$ вероятность равна единице и снижается до нуля при снижении энергии быстрых частиц. Но если число быстрых частиц попадающих в сечение реакции достаточно велико, то вероятность положительного исхода реакции равна сумме вероятностей всех быстрых частиц.

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \quad (6) \text{ Где: } V - \text{ вероятность положительного исхода реакции в системе; } V_i - \text{ вероятность}$$

положительного исхода для отдельной частицы. Из равенства $\sum_{i=1}^n V_i = 1$ находится минимальное число быстрых частиц из хвоста распределения Максвелла, при котором реакция холодного синтеза становится устойчивой. Дальнейшее увеличение объёма области (камеры) кавитации и интенсивности параметров процесса кавитации приводит к увеличению производства энергии холодного ядерного синтеза и сверхединичности.

Отметим, что высокая плотность воды (концентрация ядер водорода и кислорода) обеспечивает необходимую величину макросечения реакций синтеза. Оценки показывают, что в 1-ом литре кавитирующей воды создаются необходимые условия для течения реакции синтеза, что и демонстрируют вихревые теплогенераторы. [18].

Какой смысл повышать в токамаке температуру (в ITER ставится задача достичь температуры в $400 \cdot 10^6$ °К) если при низкой плотности вероятность реакции очень низка и отсюда нивелируется действие туннельного эффекта, благодаря которому на Солнце реакция синтеза идёт при температуре $15 \cdot 10^6$ °К и соответствующей плотности ядер - мишеней. Ещё одним серьёзным недостатком технологии токамаков является шнуровая форма плазмы. В этих условиях макросечение реакции синтеза только снижается. Оно пропорционально размеру сечения шнура, а не его длине и соответственно объёму плазмы. Напротив в технологии кавитирующей жидкости мы достаточно просто добиваемся необходимой величины макросечения, увеличивая общий объём кавитации.

Из данного пункта следует вывод, что холодный ядерный синтез не противоречит термоядерному синтезу. Здесь так же необходимо преодоление кулоновского барьера положительно заряженными лёгкими ядрами для их сближения на радиус действия ядерных сил. Разница заключается в способах обеспечения инициирования ядерной реакции синтеза. В горячей плазме больше концентрация частиц, обладающих энергией активации, а, например, в кавитирующей жидкости больше плотность ядер - мишеней, сопоставимая с плотностью ядер мишеней в момент взрыва водородной бомбы. В отличие от водородной бомбы, при холодном ядерном синтезе реакция не принимает взрывного характера по той причине, что мала концентрация ядер достаточно высокой энергии (даже с учётом туннелирования) и ею можно управлять.

1.2.3. Ядерный синтез в физических условиях СГП.

На основании изложенного в пункте 1.2.2. становится понятной физика проявления ядерных эффектов в эффекте СГП Ушеренко С.М. При СГП возникают параметры плотной плазмы с давлением в десятки килобар и с температурой в 11000 - 23000°К . Это на порядок выше параметров среды пузырьков в кавитирующей жидкости. Здесь распределение Максвелла и туннельный эффект в совокупности создают даже лучшие физические условия для реакций синтеза чем условия кавитирующей жидкости. Эффект Ушеренко скорее можно отнести к ХЯС чем к термоядерному синтезу, как предполагается в работах Ушеренко С.М..

Так как в реакциях синтеза участвуют лёгкие элементы, рассмотрим совокупность элементов в опытах Ушеренко С.М., которые могут участвовать в реакциях синтеза. При взрывном воздействии порошковыми частицами SiC на поверхности из алюминия и железа участие в реакциях синтеза возможно для ядер кремния, углерода, алюминия. Ядра железа в реакции синтеза не вступает, т.к. железо находится в самом центре стабильных элементов (см. Рис. 6). Железо может участвовать только в ядерных реакциях связанных с захватом свободных нейтронов и последующего бета - распада. В подобных цепочках могут участвовать все элементы и образовываться любые элементы. Но во всех материалах имеется ещё достаточно примесей. На поверхностях всегда возникает окисная плёнка с присутствием кислорода.

По данным из работ Ушеренко С.М., прошивка технически чистого алюминия (99,7% Al) порошковыми частицами SiC сопровождается по оси каналов в зоне микровзрыва синтезом новых химических элементов (галлий, медь и железо), доля которых достигала 25%. Время существования плазмы и соответственно реакции синтеза в эффекте СГП составляет всего 200 μs., а процент возникновения новых элементов (галлий, медь и железо) достигает 25%. Из этого следует, что в реакциях синтеза участвуют главным образом элементы составляющие основу участвующих в процессе СГП материалов. Это ядра кремния, углерода, алюминия и возможно кислорода. Синтез двух ядер ${}_{27}\text{Al}^{13}$ может дать ${}_{56}\text{Fe}^{26}$. А вот галлия и меди при синтезе ядер алюминия не получится. При синтезе ядер кремния, углерода и кислорода в любой комбинации ядер галлия, меди и железа не получается. Отсюда для получения ядер галлия и меди дополнительно к реакциям синтеза необходимо течение реакций распада, связанных с

предварительным захватом свободных нейтронов. Свободные нейтроны в реакциях синтеза образуются и инициируют реакции бета - распада с возникновением новых элементов.

Таким образом ядерные превращения в эффекте Ушеренко связаны с реакциями синтеза и распада.

Пархомов А.Г. в комментарии к моему докладу на РКХШЯиШМ-26 [6] отметил: “Что касается части статьи, посвящённой кавитации, то здесь с А.В. во многом можно согласиться. Вполне вероятно, что при схлопывании кавитационных пузырьков кратковременно и локально возникают столь высокие температуры и давления, что становится возможным термоядерный синтез. Об этом свидетельствует достоверно регистрируемое излучение нейтронов. Но это уже не "холодный", а тот самый "горячий", классический синтез”.

Здесь Александр Георгиевич прав лишь отчасти. Это не тот самый "горячий", классический синтез, а просто классический синтез. Между термоядерным синтезом и ХЯС нет принципиального различия. Классикой синтеза является необходимость преодоления кулоновского барьера. А преодоление кулоновского барьера возможно в двух вариантах:

а) частица имеет энергию превышающую кулоновский барьер и заметную вероятность попадания в сечение реакции синтеза (это условия термоядерной плазмы, например в токамаке),

б) частица имеет энергию ниже кулоновского барьера, но вероятность её попадания в сечение реакции синтеза близка к единице. В этом случае интенсивно действует туннельный эффект (это например, условия ХЯС в кавитирующей жидкости).

Одновременное выполнение условий а) и б) осуществляется при взрыве водородной бомбы.

1.2.4. Ядерный синтез в физических условиях дейтерированных металлов.

Кратко коснёмся ядерного синтеза в физических условиях дейтерированных металлов. Более подробное изложение можно найти, например в [7].

В дейтерированных металлах действует третий механизм преодоления кулоновского барьера, связанный со снижением кулоновского барьера на много порядков. Этот механизм тоже носит вероятностный характер и вызван флуктуациями свободных электронов проводимости.

Кристаллическая решётка металлов состоит из двух относительно самостоятельных подсистем, находящихся в активном взаимодействии. [3]. Подсистема свободных электронов в металле интенсивно флуктуирует. Сгустки флуктуации электронов образуют экраны отрицательных потенциалов. Как показывает эксперимент величина их составляет тысячи электрон - вольт. Под влиянием такого экрана кулоновский барьер дейтона в дейтерированных металлах снижается на 40 порядков. В этих физических условиях дейтоны дейтерированных металлов активно вступают в реакцию синтеза.

1.2.5. Электронный захват на наводороженных поверхностях и нейтронные реакции.

Теперь для понимания общей картины новых явлений ядерной физики, кратко рассмотрим принципиально иную физику НЭЯР, физику нейтронных реакций в физических условиях наводороженных поверхностей.

Всё многообразие данных, полученных в экспериментах с LENR-реакторами на основе насыщенных водородом поверхностных структур, просто объясняются в рамках хорошо изученной нейтронной физики. Это и выделение тепла и возникновение большого количества новых изотопов и элементов [Росси, Пархомов, Климов, Евдокимов, Савватимова и др.]. Но для этого необходимы свободные нейтроны. Захват ядром свободного нейтрона приводит к появлению нового изотопа данного элемента. Последовательный захват нейтронов данным элементом порождает цепочку всё более тяжёлых изотопов и заканчивается бета - распадом. В результате бета - распада возникает новый элемент с порядковым номером на единицу больше чем у исходного элемента. При этом выделяется тепло. Так как в реакторе изначально имеется множество различных веществ (элементов), то и возникает то многообразие изотопов и элементов, которые фиксируются в экспериментах.

Единственный элемент в котором электронный захват приводит к появлению свободного электрона - это лёгкий водород (ядро состоит из протона). Это принципиальный момент.

Ядерная физика предлагает несколько каналов образования свободных нейтронов. Это:

- Образование нейтронов в результате воздействия на ядро жёсткого гамма излучения или удары по ядру вещественными частицами высоких энергий. В обоих случаях ядро раскалывается на части, в том числе и с выделением нейтронов.
- Образование свободных нейтронов в реакциях деления трансураниевых элементов.
- Образование свободных нейтронов в реакциях синтеза лёгких ядер.

В LENR-реакторах с наводороженными поверхностями этих процессов нет.

В ядерной физике обнаружен и изучен канал образования нейтронов в результате электронного захвата одним из протонов ядра. Альварес в 1937 году экспериментально открыл электронный захват в много электронном атоме, названный К - захватом, так как захват электрона происходил из самой близкой к ядру электронной оболочки. В 1949 году Понтекорво впервые наблюдал электронный захват с L - оболочки. В 1961 году Доган наблюдал электронный захват с M - оболочки. [1]. Силы и энергии приводящие к электронному захвату орбитального электрона одним из протонов ядра присущи системе самого атома, а не привносятся извне. В [16] показано, что системе самого атома присущи энергии, согласно которым **“захват электрона возможен с любой оболочки”** (выделено автором данной статьи). Электронный захват ядром орбитального электрона процесс вероятностный, но самопроизвольный. Для самопроизвольного процесса не требуется подвод энергии к системе извне.

Но если захват электрона в принципе возможен с любой оболочки много электронного атома, то почему он может быть запрещён для атома водорода? Единственный из всех элементов вариант с электронным захватом в атоме водорода порождает свободный нейтрон и даёт ход нейтронным реакциям. Этот, подчёркиваю ещё раз, принципиальный момент и реализуется в физических условиях наводороженных поверхностей.

Известно, что вероятность электронного захвата меняется в зависимости от химических связей, давления, внешних электрических и магнитных полей, ионизации". [1, 16]. На вебинарах Климова - Зателепина отмечалась экспериментально установленная зависимость интенсивности НЭЯР в никель - водородных реакторах под воздействием магнитов (Зателепин В.Н и Баранов Д.С., Чижов В.А.). И я пишу о влиянии поверхностного отрицательного заряда на интенсивность электронного захвата в атоме водорода закрепившегося на поверхности. К энергетике самого электронного захвата это не имеет отношения.

Просвирнов А.А. [14] первым акцентировал внимание исследователей на значение поверхностных явлений в физических условиях присущих никель - водородным реакторам и на пороговый характер температуры иницирования НЭЯР в этих условиях. Возникновение устойчивого водородного слоя на поверхности при наводороживании подтверждены экспериментально (см., например, [13]). Анализ показывает, что во всех экспериментах с никель - водородными реакторами, наводороженность поверхностей - главное условие успешных экспериментов. При этом плотность поверхностной наводороженности играет решающую роль для процессов НЭЯР в LENR - реакторах. Рассмотрим эксперименты МакКубри (McKubre). МакКубри изучал зависимость выхода дополнительной энергии в зависимости от насыщенности поверхности палладия дейтерием. Эта зависимость изображена на Рис. 4. [Вебинар Климова-Зателепина от 18.11.2020 года]. Из графика видно, что чем выше насыщенность поверхности тем выше дополнительный выход энергии. Максимум дополнительного выделения энергии наблюдается при насыщенности в 94%.

МакКубри экспериментировал с дейтерием. При этом профессор Климов отмечает, что водород работает не хуже дейтерия. Это подтверждается экспериментами Зателепин В.Н., Баранова Д.С. и Пархомова А.Г., когда в никель - водородных генераторах для наводороживания использовался технический (баллонный) водород.

Температурный порог иницирования НЭЯР в LENR-реакторах связан с резонансным характером взаимодействия между частотой вращения орбитального электрона и температурными

осцилляциями протона, связанного с ионом поверхности. Это приводит к спин - спиновому взаимодействию, обеспечивающему электронный захват. Более подробно это изложено в [8].

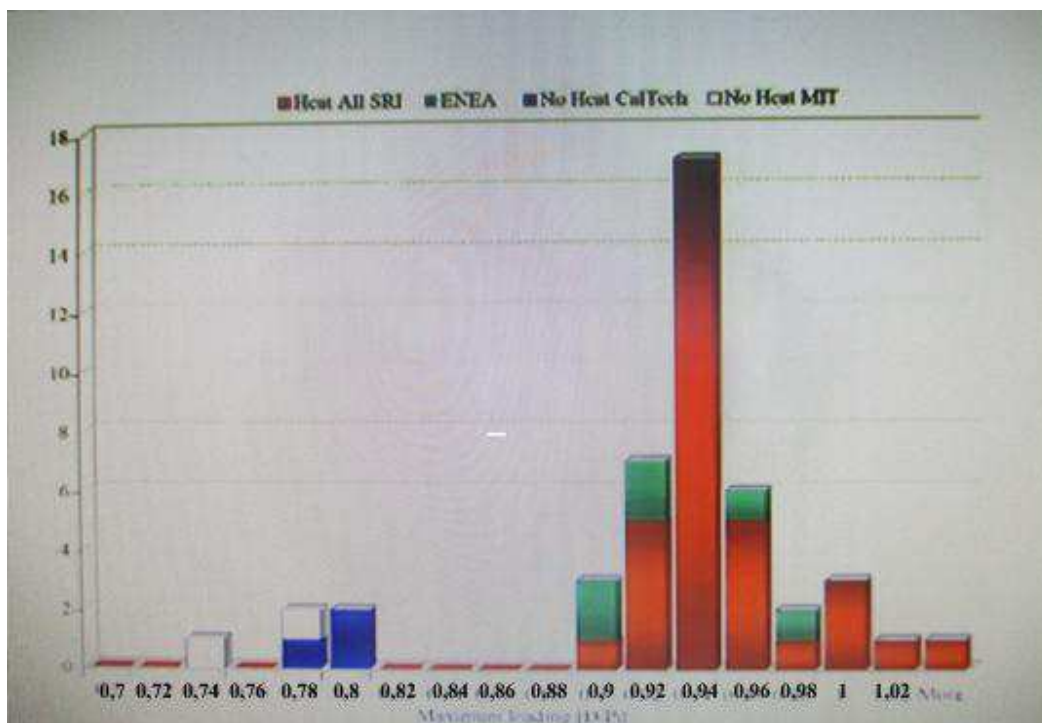


Рис. 4. Максимальное соотношение D/Pd как фактор успеха.

В завершение данного пункта выскажем мнение по докладу Пархомова А.Г. «Ядерные трансмутации и избыточное тепло в реакторах с лампами накаливания» на вебинаре Климова - Зателепина 11.05.2022 года.

Целью экспериментов с установкой изображённой на рисунке - 5, было подтверждение гипотезы Александра Георгиевича о связи НЭЯР с тепловыми нейтрино, которые по представлениям автора в огромных количествах образуются в раскалённом металле. В эксперименте источником таких тепловых нейтрино были лампы накаливания.



Рис. 5. Принципиальная схема реактора с лампами накаливания. [12].

Тепловые нейтрино, обладая длинноволновыми свойствами, охватывают множество атомов вещества, вызывая их коллективное взаимодействие следствием чего происходят трансмутации. Так как его гипотеза не получила широкой поддержки у коллег, то Пархомов А.Г. в докладе говорит не о тепловых нейтрино, а о некоем агенте. Под этим он подразумевает и другие подобные гипотезы, например нейтроноподобные частицы, на которых настаивает профессор Климов А.И.

По нашему мнению все те эффекты и факты, которые наблюдаются в экспериментах Пархомова А.Г. с установкой изображённой на рисунке - 5, гораздо проще и правдоподобнее объяснимы с помощью известных знаний о нейтронных реакциях.

Факт - 1. Лампы накаливания являются не источниками тепловых нейтрино, а вызывают температурную диссоциацию молекул воды. Образующиеся атомы водорода наводороживают алюминиевую поверхность. На наводороженной поверхности алюминия при пороговой температуре, создаваемой лампами накаливания, происходит электронный захват в атоме водорода. Образуется холодный нейтрон с большим сечением захвата окружающими ядрами и начинаются хорошо изученные нейтронные реакции.

Факт - 2. Тепловыделение не зависит от того находится исследуемое вещество в состоянии микропорошка или монолита. Это и понятно. Нейтронам всё равно в каком состоянии они захватываются веществом. Важно, что нейтрон захватывается ядром с последующим бета - распадом.

Факт - 3. Обнаружено богатое разнообразие нуклидов в алюминиевой фольге. При нейтронных реакциях это естественно.

Факт - 4. Процессы тепловыделения и трансмутации протекают эффективнее в лёгких элементах (водород, литий, бериллий, бор и в химических соединениях их содержащих). В ядрах лёгких элементах мало нейтронов. Отсюда мало изотопов и для наступления реакции бета - распада требуется меньше времени. Более частые реакции бета - распада и вызывают более эффективное тепловыделение и трансмутации.

2. Анализ кратких докладов на вебинаре Климова - Зателепина от 13.04.2022 года по объяснению эффекта Ушеренко

Рассмотрим краткие доклады на круглом столе исходя из известных знаний. Укажем на слабые места докладов, по нашим представлениям противоречащие устоявшимся знаниям и исторически сложившейся методологии познания.

2.1. Шишкин А.Л. Оболочечная модель атома.

Шишкин А.Л. излагает свои гипотетические представления, отталкиваясь от гипотезы Дубовика В.М. и Куролеса В.К., утверждающих, что около ядер атомов существуют уплотнённые вихревые оболочки из частиц праматерии - фоновых холодных нейтрино. [23]. Такой подход к решению проблемы всегда вызывает скептицизм и сомнения. Получается как умножение вероятностей. От этого вероятность истинной картины резко снижается. Рождается очередная экзотика. А за 30-ть лет исследований НЭЯР бесплодной экзотики и так предостаточно.

2.2. Профессор Климов А.И. Обзорный доклад и полемика.

Профессор Климов на протяжении длительного времени является убеждённым сторонником существования гипотетических нейтроноподобных частиц, ответственных за НЭЯР. Все его теоретические представления опираются на эту гипотезу, но что собой представляют сами эти объекты умалчивает. В отличие от например, Зателепина В.Н., Баранова Д.С., Чижова В.А. При этом профессор Климов, будучи одним из безусловных лидеров в российском научном сообществе сторонников НЭЯР, порой делает странные и сомнительные заявления. Рассмотрим их на примере его выступлений на круглом столе, посвящённом эффекту Ушеренко. Выдержки из его выступлений взяты из [24].

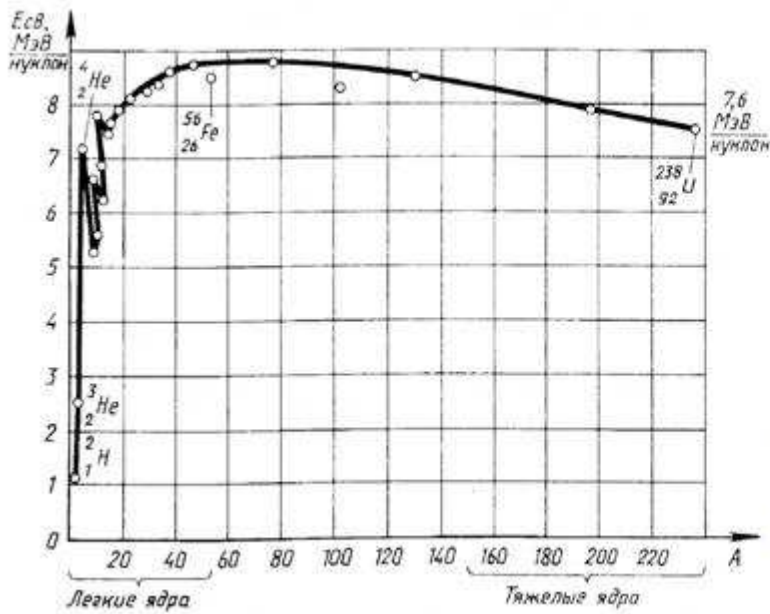


Рис. 6

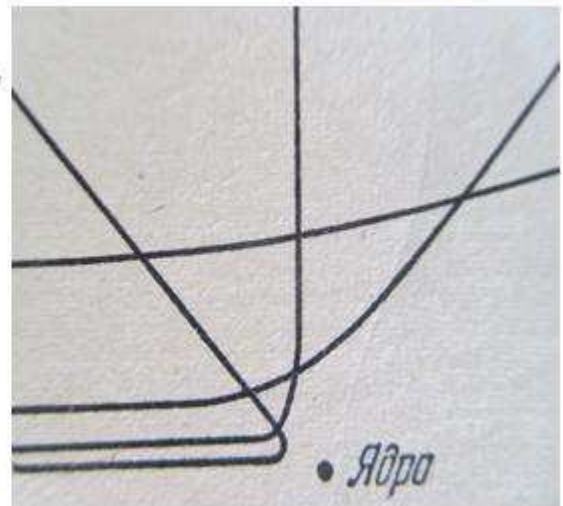


Рис. 7

Рассматривая фотографии импульсного плазмотрона Климов А.И. обращает внимание слушателей на поведение иногда вылетающих эрозионных частиц. Они имеют трассирующий след и он сравнивает их со странными частицами, которые впервые наблюдал Уруцкоев Л.И.



Рис. 8а

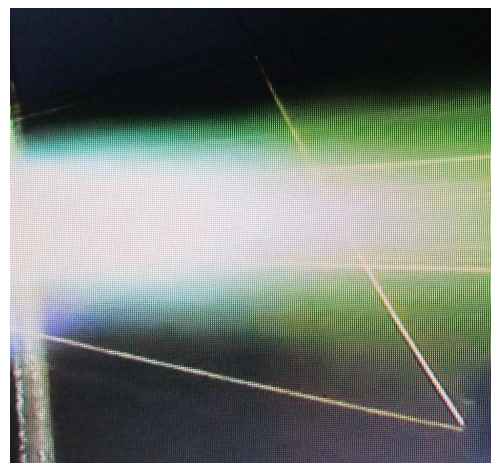


Рис. 8б



Рис. 9а

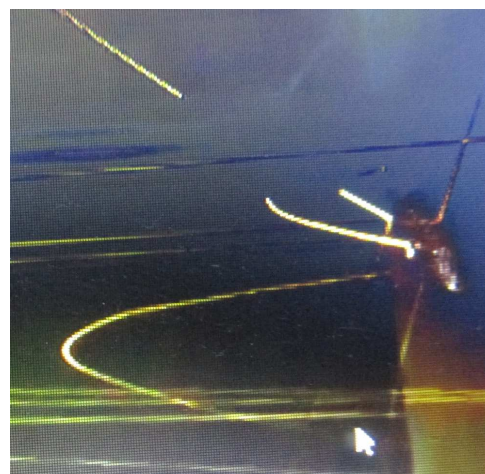


Рис. 9б

Климов А.И. заостряет внимание на том, что частицы без видимых причин неожиданно резко изменяют направление своего движения. Так на рисунках 8а и 8б частицы двигаясь линейно резко изменяют направление движения и дальше опять движутся линейно. А на рисунках 9а и 9б частицы вдруг начинают двигаться по криволинейной траектории. Особенно удивило Климова А.И. то, что частицы, наблюдаемые Уруцкоевым Л.И. движутся в среде, а частицы вылетающие из плазмотрона движутся в пустом пространстве. А удивляться особенно и нечему. Достаточно взглянуть на рисунок - 7. На рисунке изображены траектории альфа частиц в знаменитом опыте Резерфорда по доказательству присутствия ядра в центре атома. Альфа частицы тоже движутся в пустоте и меняют направление при сближении с массивным ядром. Причём рисунок конкретной траектории зависит от параметров сближения альфа частицы с ядром.

Или вот такое странное явление. Оно касается экспериментов в Брянске по методике Ушеренко С.М. Группой исследователей производилась бомбардировка стальной плиты мелкодисперсным песком (SiO_2). При этом в стальной плите наблюдались прожилки золота. По мнению профессора Климова это происходит потому, что три (как он выразился) железа объединяются в одно и получается золото. Он продолжил: "Факт экспериментальный налицо". Но экспериментальные факты говорят о том, что железо не способно на участие в реакциях синтеза. Этот важнейший экспериментальный факт отображён на рисунке - 6. Подчеркну, что это важнейший экспериментальный факт о свойствах ядер. Так же как и туннельный эффект. Железо может превратиться в золото только в результате последовательности реакций распада при обязательном участии в этом процессе свободных нейтронов.

Остановлюсь подробнее на главной странности профессора Климова. Его непоколебимой приверженности идеи нейтроноподобных частиц.

Рассмотрим доклад профессора Климова А.И.: "Измерение потоков холодных нейтронов и мягкого рентгеновского излучения в плазма - химическом реакторе", в котором представлена оригинальная экспериментальная установка и подробные результаты измерений. [9]. В экспериментальной установке на никелевом электроде создаётся электрическая дуга (плазма), в результате которой возникают и разбрызгиваются вокруг микрочастицы никеля. Через облако микрочастиц никеля прогоняется со скоростью 10 м/сек водяной пар. При высокой температуре водяной пар диссоциирует, происходит наработка водорода, который взаимодействует с nano частицами никеля, получающихся при взрыве микро капелек никеля. Возникают наводороженные нанокластеры никеля, на которых протекают lenp - реакции. Экспериментальная установка была оснащена двумя различными типами нейтронных датчиков, которые фиксировали при зажигании плазмы нейтронный поток в $10^5 - 10^6 \text{ нейтрон/сек}$. При отключении плазмы поток нейтронов быстро спадал. При этом если после отключения плазмы подавалась вода (водяной пар), то ещё несколько секунд наблюдались мелкие всплески нейтронов, которых не было при подаче аргона. Вот эти мелкие всплески профессора Климова А.И. смутили. Он делает вывод, что приборы фиксируют нейтронный поток и тут же заявляет: "Но мы считаем, что это не совсем нейтронный поток, а *neutron like particles*" (нейтроноподобные частицы, прим. автора).

Экспериментальная установка Климова А.И. была оснащена также спектрометром, который показал присутствие в экспериментальной установке атомов кислорода и фтора. Как отмечает Климов А.И. "казалось бы просто предположить: кислород + водород (протон) = фтор. Но нет". Профессор Климов А.И. всегда с уважением относился к кулоновскому барьеру. Поэтому он ищет иное объяснение экспериментальным данным. Он, ни как не желая признать очевидное, т.е. возникновение свободных нейтронов на наводороженных поверхностях никеля как результат электронного захвата в атоме водорода, говорит о k - захвате в некоей 2-х ядерной молекуле, которая образуется на нанокластерах. "Один шаг до холодного синтеза в ядре. В этих молекулах велика вероятность k - захвата и происходят ядерные реакции". [9]. Но при k - захвате в многоуровневых системах не будет того многообразия эффектов нейтронной физики, которые наблюдаются в опытах А. Росси, А.Г. Пархомова, А.А. Корниловой, с образованием множества новых изотопов, элементов и выделением тепла.

А вот если признать нейтроны фиксируемые двумя видами приборов за реальные **свободные** нейтроны то образование фтора из кислорода становится естественным в рамках нейтронной физики. ${}_{16}^8O + 3n = {}_{19}^8O \rightarrow \text{бета_распад} = {}_{19}^9F$

Как видим ни каких «экстравагантностей». Всё в рамках хорошо изученной нейтронной физики. На вопрос Баранова Д.С.: “Что это за нейтроны, которые немножко другие?” профессор Климов А.И. ответил: “По форме сигналов безусловно очень похожи на нейтроны, а мелочь идущая в хвосте - это нейтроны или нет нужно убедиться”. Вот так. Видим, что доминантная идея о “нейтроноподобной частице” завладела сознанием профессора Климова А.И. и не позволяет ему верить глазам своим. Проведя замечательный эксперимент, обеспечивающий убедительную воспроизводимость результата, убедительное доказательство нейтронной физики ХТЯ, и тем самым внося решающий вклад в доказательство реальности явления холодной трансмутации ядер, профессор Климов так и остался в плену своих заблуждений.

Но на этом история с производством свободных нейтронов на установке Климова А.И. не закончилась. Уже в этом 2022 году датчик из Дубны другого (**уже третьего**) типа по словам Климова А.И. показал зашкаливающую интенсивность нейтронов и альфа частиц. И опять всё сводится к нейтроноподобным частицам.

Есть эксперименты Бажутова Ю.Н. и Пархомова А.Г., которые убедительно показывают производство нейтронов в условиях наводороженных поверхностей. Александр Гергиевич в переписке отмечает: "... в экспериментах, проведенных в 2011- 2012 г. мною совместно с Ю.Н.Бажутовым, нейтроны возникали. Мы нагревали порошок никеля в водороде при давлении до 90 атмосфер. Нейтроны появлялись при температурах 200-300°C, когда происходило интенсивное поглощение водорода. Быть может, это результат e-захватов. Но при более высоких температурах никаких нейтронов нет. Не образуются они и в никель-водородных реакторах, когда наблюдается избыточное энерговыделение".

А ведь ещё имеется отмеченная выше масса экспериментальных результатов в LENR-реакторах, свидетельствующая о присутствии нейтронов. Это и выделение тепла и возникновение большого количества новых изотопов и элементов [Росси, Пархомов, Климов, Евдокимов, Савватимова и др.].

Что ещё нужно, какие ещё эксперименты нужны для доказательства производства свободных нейтронов в LENR-реакторах?

Профессор Климов А.И. квалифицировал мои знания ядерной физики, на основе которых я попытался истолковать эффект Ушеренко как «детский сад». [24]. А ведь я опирался на твёрдо установленные условия протекания реакции ядерного синтеза и на очевидное усиление туннельного эффекта в условиях плотной плазмы. По меркам истории ядерной физики это действительно «детский сад», хотя Анатолий Иванович вкладывает совсем иной смысл. Не берусь квалифицировать по шкале проф. Климова заблуждения самого профессора, когда у него сливаются три ядра железа и получается золото? Или когда за очевидными изменениями траектории частиц, он не видит их столкновения с массивными препятствиями? Когда теперь уже три типа датчиков нейтронов и масс спектрометр указывают на нейтронный характер реакции в установке самого Климова А.И., а он продолжает настаивать на нейтроноподобных частицах. Ну ладно бы идея нейтроноподобных частиц была его идеей. А ведь это чужая, не плодотворная идея высказана задолго до принятия её профессором Климовым.

2.3. Чижов В.А. Об эффекте Ушеренко и LENR.

Чижов В. А. утверждает, что обязательным условием LENR является наличие водорода. Это справедливо только для условий наводороженных поверхностей. К эффекту Ушеренко это не имеет отношения. Чижов В.А. отрицает ядерный синтез в условиях СГП и объясняет эффекты образования новых элементов и выделение больших значений дополнительной энергии, отталкиваясь от своих представлений о процессах в области двойниковых границ.

2.4. Никитин А.И.

Никитин А. И. заключил свой доклад об эффекте Ушеренко словами, что "задача простая", но то что он предлагал - и отрыв электронов при соударении частицы с мишенью в результате чего частица якобы заряжается положительно и упоминание о микро шаровых молниях не внесли для меня ни какой ясности. Его сообщение скорее было постановкой задач для других.

2.5. Шестопалов А.В.

Шестопалов А.В. сравнивает эффект Ушеренко с бронебойным снарядом. По его представлениям на острие растущих трещин происходит ХЯС само сборки (синтез из эфира).

2.6. Мышинский Г.В.

По мнению Мышинского Г.В. трансмутация химических элементов происходит в условиях сильного магнитного поля и наличия потока электронов, что приводит к спариванию электронов и образованию гипотетических ортобозонов. Отталкиваясь от своих гипотетических представлений Мышинский Г.В. объясняет СГП и ядерные эффекты при этом возникающие. Видим, что и здесь проявился типичный подход при объяснении эффектов ХЯС и ХТЯ. При игнорировании устоявшихся знаний ядерной физики предлагаются новые гипотезы, которые сами требуют своего доказательства.

2.7. Зателепин В.Н.

Зателепин В.Н. объяснил СГП основываясь на разрабатываемом им и Барановым Д.С. новом направлении динамики вращения. Частица перед проникновением в матрицу получает сильное вращение и попадая в мишень ведёт себя как сверло, что и вызывает сверх глубокое проникновение и большое выделение тепловой энергии.

При всём моём уважении и интересе к достижениям Зателепина В.Н. и Баранова Д.С. по новому направлению динамики вращения, объяснение СГП в рамках устоявшейся тепло- и ядерной физики выглядят для меня убедительнее.

Все доклады на круглом столе, за исключением доклада Климова А.И., касались не столько экспериментов и идей Ушеренко С.М. сколько продвижению собственных исследований авторов докладов.

Заключение

За более 30-ти летний период исследований, открытого экспериментально Флейшманом и Понсом явления, убедительно установлен его ядерный характер. Это и дополнительное выделение в системе внутренней энергии, соответствующей мощности ядерных реакций. Это и появление в системе новых изотопов и элементов, которых не было в системе до проявления наблюдаемых реакций. Это и наблюдение излучений, соответствующих ядерным превращениям (γ , β , α - излучения и нейтроны). Однако низкая воспроизводимость экспериментов на начальном этапе исследования, низкий уровень температурных условий течения реакций, слабый уровень излучения реакций создавали впечатление совершенно нового явления, не соответствующего достигнутым знаниям в области ядерной физики. В стремлении за новизной, такой взгляд на явление, породил лавину экзотических идей. Исследователей захватил дух соревнования в экзотичности, который проявился и при обсуждении эффекта Ушеренко на круглом столе.

Анализ новых явлений ядерной физики на основе накопленных к 70-ым годам прошлого века знаний показывает их полное соответствие этим знаниям. Вся новизна связана со вскрывшимися в процессе развития практики новых физических условий, при которых ранее слабые эффекты получили усиление и известные ядерные реакции стали проявляться интенсивно. В физических условиях кавитации, эффекта СГП и дейтерированных металлов возникли условия достаточные для реакций синтеза. В физических условиях наводороженных поверхностей возникли условия достаточные для интенсивного электронного захвата в атоме водорода. Это привело к интенсивному производству свободных нейтронов и многообразию нейтронных реакций.

Физика наука экспериментальная. К устоявшимся знаниям время относит те, что многократно подтверждены экспериментально или вошли в практику новыми технологиями. К этим знаниям необходимо относиться бережно. Конечно и эксперимент и практика имеют свои границы. Но даже когда возникает необходимость выхода за границы устоявшихся знаний, что естественно для развития науки, необходимо включать старые экспериментально добытые знания в новое учение как частный случай. Это одна из аксиом современной методологии познания.

Хочу ещё раз обратить внимание читателя, что при изложении видения механизмов ХТЯ и ХЯС мною применяются общеизвестные положения тепло- и ядерной физики, теории твёрдого тела и биологии. Не предложено ни одного объекта, механизма или состояния, которые были бы новыми для читателя. Я лишь акцентирую внимание на том, что уровень развития сегодняшних технологий и практики привёл к формированию и проявлению физических условий, при которых резко возросла эффективность электронного захвата и вероятность преодоления кулоновского барьера.

Литература

1. Бекман И.Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующее излучение. – М.: «ЮРАЙТ», 2016г., 398с.
2. Вихман Э. Берклиевский курс физики. Том 4. Квантовая физика.–М.: «Наука», 1977г.– 416с.
3. Вонсовский С.В., Кацнельсон М.И. Квантовая физика твёрдого тела. – М.: «Наука», 1983г., 336с.
4. Зателепин В.Н. Закон Зателепина-Баранова: если тело движется с ускорением, то оно обязательно закручивается. Эксперимент. - Доклад на семинаре в РУДН 25.04.2019г. "Холодный ядерный синтез и шаровая молния" (руководитель Самсоненко Н.В.). Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=M2aPZZbhr7M>
5. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. – М: Наука, 1976, 480с.
6. Косарев А.В. Холодная трансмутация и холодный синтез в свете известных законов ядерной физики. Материалы РКХТЯиШМ-26 «Проблемы холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии». – М.: «ДеЛибри», 2020г., С. 316 - 336.
7. Косарев А.В. Физические условия и механизмы низкоэнергетических ядерных реакций. // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.27156, 20.05.2021г. Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001h/4705-ks.pdf>
8. Косарев А.В. Энергетика электронного захвата в атоме водорода. // Сайт «ХТЯ и ШМ». Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru/>. Дата публ. 08.06. 2021г.
9. Климов А.И. Презентация доклада «Измерение потоков холодных нейтронов и мягкого рентгеновского излучения в плазме - химическом реакторе». // РКХТЯ и ШМ-26, видео заседаний. 29.09.20г. Утренняя сессия. Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru/konferentsii/rkkhtyaishm-26-video-zasedanii>
10. Морс Ф. Теплофизика. – М.: «Наука», 1968г., 416с.
11. Ноздрёв В.Ф., Сенкевич А.А. Курс статистической физики.- М.: «Высшая школа», 1969г., 288с.
12. Пархомов А.Г. Ядерные трансмутации и избыточное тепло в реакторах с лампами накаливания. // Сайт «ХТЯ и ШМ». Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru/>. Дата публ. 9.05. 2022г.
13. Полянский В. и др. Поверхностный эффект «преградил» путь водороду в металлах. // Журнал Continuum Mechanics and Thermodynamics. Режим доступа: <https://news.rambler.ru/other/43291975-poverhnostnyy-effekt-pregradil-put-vodorodu-v-metallah/>
14. Просвирнов А.А. Эволюция никель - водородных теплогенераторов. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=7403>
15. Соболев В.В., Ушеренко С.М. Образование плазмы в ударно-волновых процессах. Режим доступа: https://disk.yandex.ru/d/_AosbvIQVKpflA
16. Титов О.А. Теоретическое исследование электронного захвата в атомах и ионах с приложениями к физике нейтрино. Диссертация на соискание учёной степени кандидата физико - математических наук. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Москва. 2018 год. Режим доступа: http://www.nrcki.ru/files/pdf/Diss_TOA.pdf
17. Трубников Б.А. Теория плазмы. – М.: «Энергоиздат», 1996г., 464с.

18. Урпин К.В. О возможности создания «сверхединичных» теплогенераторов.
Режим доступа: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0023/001a/00231090.htm>
19. Ушеренко С.М. Эффекты, возникающие в металлах в результате удара потока микрочастиц, разогнанных взрывом. Режим доступа: https://disk.yandex.ru/d/_AosbvIQVKpfLA
20. Ушеренко Ю.С., Ушеренко С.М., Шарифзянов В.Г. Генерация энергии при прошивке алюминия сгустками частиц карбида кремния. Режим доступа:
https://disk.yandex.ru/d/_AosbvIQVKpfLA
21. Ушеренко С.М., Ушеренко Ю.С. Особенность сверхглубокого проникновения микрочастиц в преграды. Режим доступа: https://disk.yandex.ru/d/_AosbvIQVKpfLA
22. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: “Наука”, 1972г. - 672с.
23. Шишкин А.Л., Куролес В.К. Объяснение эффекта С.М. Ушеренко на основе оболочечной модели атома. // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ. 27772, 11.04.2022г.
24. Круглый стол «Эффект Ушеренко». Видео и презентации вебинара №11 сессии зима - весна 2022 семинара Климова-Зателепина 13 апреля 2022 (среда). // Сайт «ХТЯ и ШМ». Режим доступа: <http://lenr.seplm.ru/>. Дата публ. 10.04. 2022г.
25. Физика микромира. М-я энциклопедия. [Гл. ред. Д.В. Ширков]. - М.: "Советская энциклопедия", 1980г. - 528с.
26. Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983г. – 945с.
27. LENRwiki. Режим доступа: <https://wikilenr.miraheze.org/wiki>