**Министерство Образования Российской Федерации**

**Северо-Кавказский Государственный Технологический Университет**

**Кафедра физики**

Реферат на тему:

«Ядерная энергетика».

**Выполнил: ст. гр. ЭА-98-1**

**Саватеев А. В.**

**Проверила: пр. Старосельцева С. П.**

**Владикавказ**

**2000**

В истории человечества не было научного события, более выдающегося по своим последствиям, чем открытие деления ядер урана и овладения ядерной энергией. Человек получил в свое распоряжение огромную, ни с чем не сравнимую силу, новый могучий источник энергии, заложенный в ядрах атомов.

История атомного века началась, конечно, раньше августа 1945 г. когда весть о трагедии Хиросимы потрясла мир. В развитие ядерной физики, овладение тайнами ядерной энергии внесли свой вклад такие учёные, как Альберт Эйнштейн, Нильс Бор, Макс Планк, Эрнест Резерфорд и другие, заложившие прочный фундамент науки об атомах. Целая плеяда выдающихся ученых из разных стран мира создала стройное учение об атоме. Если расположить в хронологическом порядке все важнейшие открытия и работы, приведшие к расщеплению ядра атома, то история овладения ядерной энергией будет выглядеть следующим образом.

Начало ядерной физике положила опубликованная в декабре 1895 работа В. Рентгена «О новом роде лучей». Он назвал их Х - лучами, впоследствии они получили название рентгеновских.

В 1896 г. А. Беккерель открыл, что урановая руда испускает невидимые лучи, обладающие большой проникающей способностью. Позднее это явление было названо радиоактивностью.

В 1898 г. М. Склодовская и П. Кюри выделили несколько сотых грамм нового вещества — элемента, который излучал - частицы. Они назвали его полонием. В декабре этого же года они открыли новый элемент - радий

В 1911 г. Э. Резерфорд предложил планетарную модель атома. Ондоказал, что почти вся масса атома сосредоточена в его ядре.

В 1913 г. Н. Бор создал модель атома водорода и теорию строения атома. С этого времени началось быстрое развитие квантовой теории фактическое рождение атомной физики.

В 1932 г. Дж. Чедвик обнаружил не имеющую электрического заряда нейтральную ядерную частицу - нейтрон, сыгравший впоследствии роль ключа к большой ядерной энергетике.

В 1932 г. Д. Д. Иваненко предложил гипотезу строения атомного ядра из протонов и нейтронов.

В 1933 г. И. и Ф. Жолио - Кюри открыли новый вид радиоактивности искусственную радиоактивность. Это сыграло исключительную роль в издании новых радиоактивных элементов.

В 1934 г. Э. Ферми обнаружил, что при бомбардировке урана нейтронами образуются радиоактивные элементы. Итальянские исследователи приняли их за элементы более тяжелые, чем уран, и назвали трансура­новыми.

В 1934 г. С. И. Вавилов и П. А. Черенков открыли одно из фундамен­тальных физических явлений — свечение жидкости при движении в ней электронов со скоростью, превышающей фазовую.

В 1935 г. И. В. Курчатов с группой сотрудников открыли явление ядерной изомерии искусственных радиоактивных атомных ядер и разра­ботали теорию этого явления.

В 1936 г. Я. И. Френкель предложил капельную модель ядра и ввел термодинамические понятия в ядерную физику, выдвинул первую теорию ядерного деления.

В 1938 г. О. Ган и Ф. Штрассман, повторяя опыты Ферми, обнаружи­ли, что в облученном нейтронами уране появляются элементы, стоящие в середине периодической системы элементов Менделеева и что при попа­дании нейтрона в ядро урана ядро разваливается — делится па два мень­ших ядра.

В 1939 г. Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович теоретически показали возможность осуществления цепной реакции деления ядер урана-235. Ока­залось, что энергия, выделяющаяся при расщеплении 1 кг урана, равна той, которая получается при сжигании 2 500 000 кг самого лучшего камен­ного угля.

В 1940 г. Г. Н. Флеров и К. А. Петржак открыли спонтанное деление ядер урана, т. е. доказали, что ядра урана могут самопроизвольно распа­даться.

В 1940 г. Ю. Б. Харитон и Я. Б. Зельдович предложили расчет цепной реакции деления ядер урана, установив, таким образом, принципиальную возможность ее осуществления. В статье «Кинетика цепного распада ура­на» (Экспериментальная и теоретическая физика, 1940, т. 10) они писали: «. . . смешивая уран с веществами, обладающими малым сечением захвата (например с тяжелой водой), либо обогащая уран изотопом U, которому приписывается распад под действием медленных нейтронов, окажется возможным создание условий цепного распада урана посредством раз­ветвляющихся цепей, при котором сколь угодно слабое облучение нейт­ронами приведет к мощному развитию ядерной реакции. . . ». И далее «. . . мо­лярная теплота ядерной реакции деления урана в 5-Ю7 раз превышает теплотворную способность угля. . . ». Проблемы ядерной физики давно за­нимали умы советских ученых. Еще в 1920 г. в стране была создана так называемая Атомная комиссия. В 1932 г. в Ленинградском физико-техни­ческом институте была образована специальная группа по ядру. Руково­дителем группы стал А. Ф. Иоффе, его заместителем — И. В. Курчатов.

В сентябре 1937 г. в Москве состоялась Вторая всесоюзная конфе­ренция по атомному ядру, затем последовали совещания в 1938, 1939 и в 1940 гг. Непременным организатором и участником этих совещаний был И. В. Курчатов. На совещании по атомному ядру в ноябре 1940 г. Курча­тов обсуждал конкретные пути осуществления цепной ядерной реакции, опираясь, в частности, на теоретические расчеты Ю. Б. Харитона и Я. Б. Зельдовича. Речь шла о создании уранового котла.

Начиная с 1935 г. советские ученые смогли приступить к научно-ис­следовательской работе в области ядерной физики на крупных физиче­ских установках. Так, в 1935 г. в Ленинграде был пущен в эксплуатацию первый на европейском континенте электромагнитный резонансный уско­ритель заряженных частиц — циклотрон на энергию 6 млн. электрон-вольт. В электромагнитных полях циклотрона искусственно увеличивается ско­рость движения частиц (электронов, протонов и др.) и соответственно возрастает их кинетическая энергия. Различают циклические ускорители, в которых частицы движутся по траектории, близкой к окружности — циклотроны, синхротроны, фазотроны, и линейные ускорители, в которых движение частиц осуществляется по траекториям, близким к прямой ли­нии. Затем по инициативе И. В. Курчатова началось проектирование, а потом и сооружение более крупного циклотрона на 12 МэВ. Но закон­чить его не удалось, введен в действие он был уже после Великой Оте­чественной войны.

Перечень научных открытий в области ядерной физики можно было бы продолжить и дальше, но все это можно найти в других научных и научно-популярных книгах. Здесь же хочется подчеркнуть, что период с 1932 по 1940 г. был очень плодотворным для советских физиков. Работы И. В. Курчатова, Я. И. Френкеля, Ю. Б. Харитона, Я. Б. Зельдовича, Д. Д. Иваненко, Г. Н. Флерова, К. А. Петржака, о которых говорилось выше, а также А. И. Алиханова. А. И. Алиханяна, Л. А. Арцимовича, Д. В. Скобельцына, В. Г. Хлопина, Л. В. Мысовского, а также работы Н. Н. Семенова по исследованию механизма химических реакций и теории разветвленных цепных химических реакций и многих других отечественных ученых приблизили практическое осуществление цепной реакции деления ядер урана. В этот период советские ученые опублико­вали более 100 работ по ядерной физике. Коллективы институтов в Ленин­граде, Москве, Харькове, Свердловске выполнили много интересных работ, приоткрывших тайну цепной реакции деления ядер атомов.

До 1940 г. все работы по ядерной физике широко публиковались, уче­ные разных стран обменивались результатами своих исследований на страницах многих научных журналов и на конференциях. С началом второй мировой войны вся информация и обмен новыми данными были прекращены.

Первый ядерный реактор был пущен в США 2 декабря 1942 г. под руководством итальянского ученого Энрико Ферми. Атомная бомба была создана усилиями ученых многих стран мира, эмигрировавших в США во время второй мировой войны. Ее испытание было проведено 16 июля 1945 г. в пустынной местности штата Нью - Мексико, а в августе 1945 г. две атомные бомбы были сброшены на японские города Хиросима и На­гасаки.

В Советском Союзе все работы, связанные с расщеплением атомного ядра, были прерваны с началом войны и вновь возобновились лишь в се­редине 1943 г. , но уже в декабре 1946 г. в Москве на территории Инсти­тута атомной энергии (носящего сейчас имя его основателя И. В. Курча­това) был введен в действие первый в Европе и Азии исследовательский ядерный реактор. В августе 1949 г. было проведено испытание атомной бомбы, а в августе 1953 г. — водородной. Советские ученые овладели тай­нами ядерной энергии, лишив США монополии на ядерное оружие.

Но создавая ядерное оружие, советские специалисты думали об исполь­зовании ядерной энергии в интересах народного хозяйства, промышлен­ности, науки, медицины и других областей человеческой деятельности. В декабре 1946 г. в СССР был пущен первый в Европе ядерный реактор. В июне 1954 г. вошла в строй первая в мире атомная электростанция в подмосковном городе Обнинске. В 1959 г. спущен на воду первый в мире атомный ледокол «Ленин». Таким образом, ядерная физика создала научную основу атомной тех­нике, а атомная техника в свою очередь явилась фундаментом ядерной энергетики, которая, опираясь на ядерную науку и технику, стала в на­стоящее время развитой отраслью электроэнергетического производства.

Исторические решения XXVI съезда КПСС определили пути развития народного хозяйства страны на ближайшие годы и на дальнюю перспек­тиву. Был также намечен ход развития ядерной науки и техники, в том числе ядерной энергетики как вполне определившейся самостоятельной отрасли электроэнергетического производства.

Ядерная энергетика — очень молодая отрасль науки и техники. Первая в мире атомная электростанция (АЭС) в г. Обнинске Калужской области вошла в строй всего четверть века назад: 27 июня 1954 г. она выдала электрическую энергию в Московскую энергосеть. За это время ядерная энергетика выросла, возмужала и вышла на широкую дорогу промышлен­ного производства электрической энергии во многих странах мира — Со­ветском Союзе, США, Англии, Франции, Канаде, Италии, ФРГ, Японии, Швеции, Чехословакии, ГДР, Болгарии, Швейцарии, Испании, Индии, Пакистане, Аргентине и др. |На январь 1981 г. во всем мире введено бо­лее 250 атомных электростанций (блоков) установленной мощностью около 140 млн. кВт. Ни одна отрасль техники не развивалась так быстро, как ядерная энергетика. Обычным электростанциям понадобилось 100 лет, чтобы достичь такого уровня инженерной техники и эксплуатации, какого достигла уже к 1975 г. ядерная энергетика.

Ученые-атомщики, руководители соответствующих фирм и ведомств по-разному представляют развитие ядерной энергетики, но в одном они сходятся: у нее хорошие перспективы и в недалеком будущем на какое-то время она станет одним из основных источников получения энергии, в том числе электрической. Предполагается, что уже в 1985 г. рост атомно-энергетических мощностей в мире достигнет 300 млн. кВт (некоторые экспер­ты считают эту цифру завышенной, учитывая энергетический кризис и некоторые политические обстоятельства). На Х конгрессе Международной энергетической конференции в Стамбуле в сентябре 1977 г. суммарная мощность АЭС в мире к 2000 г. определялась в 1300—1650 млн. кВт. По новым прогнозам зарубежных ученых, удельный вес мировой ядерной энергетики к 2000 г. достигнет 25—30% (и даже 40%) общей выработки электрической энергии в мире. .Такому росту ядерной энергетики способствует ряд обстоятельств:

с одной стороны — уменьшение природных запасов органического топлива (газа, нефти, а во многих экономических районах и угля), их повышенная сернистость, зольность, вызывающая загрязнение окружающей среды при сжигании этих видов топлива, резкое удорожание и сложность их добычи и т. д., с другой — постоянный рост потребности человечества в топливе и электроэнергии. При истощении запасов органического топлива исполь­зование ядерного топлива (урана, тория и плутония) — пока единствен­ный реальный путь надежного обеспечения человечества так необходимой ему энергией. Как известно, при делении ядер урана и плутония выделяет­ся огромное количество энергии, использование которой позволяет созда­вать крупные АЭС промышленного типа.

Уран широко распространен в природе, но богатых по содержанию залежей урановых руд (как, скажем, железа или угля) нет. Промышлен­ные урансодержащие руды имеют очень небольшую концентрацию: 0,1-0,5% и даже меньше 0,08-0,05%. Правда, встречаются богатые, уни­кальные месторождения с содержанием до 10%, но их очень мало и за­пасы урана в них сравнительно невелики. В земной коре урана много, но он почти весь находится в рассеянном состоянии и не в собственно урановых, а в урансодержащих минералах, где он изоморфно замещает торий, цирконий, редкоземельные элементы. Уран содержится и в гранитах, и в базальтах, но концентрация его там настолько мала (4-10~4 и 1-10~\*% соответственно), что извлечение станет возможным только в очень отдаленном будущем. Однако эти микроколичества представляют собой грандиозную цифру: 300 тыс. *Q* (=3-1014 кВт-ч). По некоторым прогно­зам, запасы урана и тория в земной коре могут обеспечить челове­чество энергией на протяжении 3 млрд. лет при ежегодном потреблении З-Юккал.

Поиск урана, и, главное, определение его запасов как очень ценного и важного стратегического сырья проводится во многих странах мира. В капиталистических странах первые три места по запасам и содержанию урана в рудах занимают Канада, ЮАР и США. По добыче первое место занимают США, второе Канада, третье ЮАР. В природе есть один-единственный изотоп урана, который может под­держивать цепную реакцию деления ядра урана — это уран-235. В одном акте деления ядра урана выделяется энергия на один атом в 200 млн. раз большая, чем при любой химической реакции. Если бы все изотопы в 1 г урана подверглись делению, то выделилась бы энергия в 20 млн. ккал, что соответствует 23 тыс. кВт-ч тепловой энергии. Однако в природном Уране очень трудно получить самоподдерживающуюся цепную реакцию деления, так как делящийся изотоп уран-235 в нем содержится в незна­чительном количестве—всего 0, 71%, а остальные 99, 29% составляет не­делящийся изотоп уран-238. Поэтому создаются специальные устройства — ядерные котлы, реакторы, в которых при определенных контролируемых условиях происходит самоподдерживающаяся цепная реакция деления ядер тяжелых элементов. Такие реакторы, имеющие в своем составе ядер­ное топливо (горючее), специальные виды замедлителя нейтронов, отра­жатель и охладитель, позволяют из неделящихся изотопов урана-238 или тория-232 получать делящиеся изотопы урана-233 и новый вид ядерного топлива — плутоний-239, которые затем могут быть использованы в ка­честве ядерного горючего.

Именно в образовании новых дополнительных количеств делящихся изотопов (а не только в израсходовании загруженного в реактор топлива) заключается исключительная ценность и специфическая особенность ядер­ного горючего. Кроме обычного воспроизводства, возможно так называе­мое расширенное, при котором образующегося ядерного горючего полу­чается больше, чем его потребляется (отношение числа получающихся атомов делящегося вещества к числу потребленных называется коэффи­циентом воспроизводства). С помощью процесса воспроизводства ядер­ного горючего (за счет неделящихся изотопов урана или тория) можно во многораз увеличить мировые запасы ядерного горючего, что и пыта­ются осуществить введением в эксплуатацию реакторов на быстрых нейтронах.

Чтобы в системе, в данном случае в ядерном реакторе, содержащей делящиеся изотопы, например уран-235, могла поддерживаться цепная реакция, необходимо выполнение ряда условий. Во-первых, масса деля­щегося вещества должна быть не меньше критической, т. е. система должна содержать уран-235 в количестве, достаточном для того, чтобы в среднем один нейтрон из числа получающихся при каждом акте деления ядра смог бы вызвать следующий акт деления, прежде чем он покинет систему. Во-вторых, система, содержащая ядерное топливо, должна быть окружена материалом, который как бы улавливает выходящие из нее нейтроны и возвращает их обратно, т. е. отражает. Вообще в природе не существует материала, отражающего нейтроны непосредственно в обратном направ­лении. Механизм работы отражателя состоит в том, что попадающие в него нейтроны беспорядочно движутся по искривленным траекториям и, не испытывая захвата со стороны атомов отражателя, в конце концов частич­но (в идеальном случае до 50%) попадают обратно в активную зону. Третье условие — это снижение вредного захвата нейтронов в неделящих­ся материалах системы, которые непосредственно не участвуют в цепной реакции, но их ядерные характеристики таковы, что требуют оптималь­ного решения в выборе соответствующих материалов с точки зрения сохра­нения нейтронов.

И,наконец, одним из важнейших условий осуществления полностью контролируемой цепной реакции деления ядер атомов служит наличие средств управления ею, т. е. регулирования ее хода и скорости про­хождения.

Природа размножения нейтронов и короткое время их жизни (немно­гим больше 10 мин) обусловливают практически мгновенное изменение скорости реакции даже при ничтожном изменении одного из параметров. Проблема регулирования процесса, происходящего в ядерном реакторе, сводится к оперативному управлению ходом физической реакции, к мерам по поддержанию реактора возможно дольше в рабочем состоянии и к ме­рам аварийной защиты реакторной системы. При этом необходимо под­держивать реактивность реактора на заданном уровне. Если число воз­никающих нейтронов превышает число поглощаемых, то мощность реак­тора растет, т. е. реактивность положительна. Если число возникающих нейтронов меньше числа поглощаемых, мощность реактора падает, т. е. ре­активность отрицательна. Если число возникающих и поглощающих нейт­ронов одинаково, реактивность реактора равна нулю, т. е. реактор работа­ет в стационарном установившемся режиме и его мощность неизменна. "Особое значение в энергетических реакторах имеет теплоноситель как средство охлаждения реактора и переноса тепла из его активной зоны, которое в конечном итоге превращается в генерируемую реакторной систе­мой энергию.

С теплоносителем связаны особые проблемы, поскольку это единствен­ный элемент в реакторе, который постоянно присутствует в движении как внутри активной зоны реактора, так и вне его. Контактируя с актив­ной зоной, теплоноситель сам становится радиоактивным, поэтому боль­шинство систем энергетических реакторов имеет два или даже три замкну­тых циркуляционных контура. Например, при двухконтурной тепловой схеме первичный теплоноситель забирает тепло от реактора и через паро­генератор передает его вторичному теплоносителю, будучи связанным с жидкостью второго контура не прямо, а только через так называемое трубное пространство. Таким образом радиоактивная жидкость первого контура полностью изолируется от второго, передающего тепло (пар не­обходимых параметров) турбинам. Исключение составляют реакторные системы с замкнутым контуром, у которых первичный теплоноситель (газ или водяной пар) непосредственно приводит в действие турбины

Для защиты от нейтронов, гамма-излучений и высокой температуры в системе используются специальные материалы, такие, как сталь (в том числе нержавеющая), свинец, обычный бетон или бетон с содержанием окислов железа (тяжелый) и т. д. , которыми окружают реактор. Интен­сивность гамма-излучения ядерного реактора настолько высока, что ох­лаждение «защиты», поглощающей это излучение, вызывает серьезные затруднения. Расположенные ближе к центру реактора защитные средства для отвода тепла часто снабжаются каналами, по которым протекает теплоноситель. Во внешней части защиты часто применяют тепловой экран. Последний слой защиты предусматривает снижение уровня излуче­ния до величины, не приносящей вреда здоровью человека, — это так на­зываемая биологическая защита

Все внутренние конструктивные элементы реактора (в том числе активная зона) заключены в прочно - плотный стальной корпус, который должен выдерживать внутреннее давление более 100 ат., чтобы при взрыве системы не произошло разрыва и выброса радиоактивных продуктов деле­ния во внешнюю среду.

В настоящее время в мире существует большое количество реакторных систем. Теория и практика ядерных реакторов движется по линии усо­вершенствования, улучшения уже освоенных типов и создания новых ви­дов ядерных энергетических реакторов, применения новых видов тепло­носителей, замедлителей нейтронов, новых видов материалов для оболочек тепловыделяющих элементов (твэлов) и т. д.

Классификация ядерных реакторов, имея в виду их разнообразие, уже достаточно ясно вырисовывается. По размещению ядерного топлива различаются реакторы гетерогенного и гомогенного типов. В гетерогенных реакторах, получивших наибольшее распространение, ядерное горючее расположено в замедлителе в виде отдельных блоков. В гомогенных ядер­ное топливо находится в виде жидкости, раствора или мелко размельчен­ного порошка, которые полностью смешиваются с твердым или жидким замедлителем. Ядерные реакторы также различаются по спектру нейтро­нов (тепловые, быстрые и промежуточные), по видам замедлителей (тя­желая вода, обычная вода, графит, органика, гидрид циркония), по видам теплоносителей (тяжелая вода, обычная вода, органика, газ, жидкий ме­талл, в том числе натрий, и т. д.). Возможны также различные комбина­ции между ними.

В настоящее время в разных странах мира для получения электроэнер­гии преимущественно используются энергетические реакторы на тепловых нейтронах как более простые и освоенные. В перспективном плане ядер­ной энергетики и строительства АЭС основное внимание отводится реак­торам на быстрых нейтронах, которые не только обеспечивают себя ядер­ным топливом, но и накапливают его. Источниками нейтронов могут быть ускорители заряженных частиц, различные генераторы, ядерные реакторы и др. В ядерной энергетике используются реакторы — один из мощнейших источников нейтронов.

**Использованная литература:**

1. «Ядерная энергетика», А. М. Петросянц.
2. Большая советская энциклопедия.