

## ПЕРСОНАЛИИ

### Виталий Федорович Алексин – один из основоположников магнитного удержания плазмы: идеолог стеллараторных исследований в ХФТИ

(к 85-летию со дня рождения)



1929-2000

6 февраля 2014 года исполнилось бы 85 лет Виталию Федоровичу Алексину, выдающемуся физико-теоретику, который работал в различных областях теоретической физики. Вопросы квантовой электродинамики, физической статистики и квантовой теории твердого тела были предметом его исследований.

Тридцать лет своей жизни В.Ф. Алексин посвятил работе в области теории плазмы. Именно он предложил в 1961 году новый тип магнитной ловушки, которую в 1968 году назвали торсастроном. На основе торсастрома в настоящее время в Японии проектируется термоядерный реактор.

Виталий Федорович Алексин родился 6 февраля 1929 года на станции Поповка Октябрьской железной дороги. Его родители – выходцы из крестьян Новгородской губернии. Отец, Федор Яковлевич – работник связи, мать, Ольга Федотовна, работала шлифовщиком-инструментальщиком на Ижорском заводе в г. Колпино.

В 1947 г. Алексин окончил среднюю школу, получил аттестат зрелости и поступил на первый курс физического факультета Ленинградского государственного университета. В октябре 1951 года он был переведен на пятый курс ядерного отделения физико-математического факультета Харьковского государственного университета (закончил в 1952 году). Дипломная работа Виталия Федоровича была опубликована в Докладах АН СССР (А.И. Ахиезер, В.Ф. Алексин. Время релаксации слабого раствора HeI в HeII // *ДАН СССР*, 1953, т. 92, с. 259).

По окончании университета В.Ф. Алексин получил рекомендацию для поступления и был зачислен в аспирантуру ХГУ к Александру Ильичу Ахиезеру. В 1957 г. он представил диссертацию «Поляризация вакуума заряженных скалярных частиц», которую защитил в 1958 г. После аспирантуры в 1955 г. он был принят в УФТИ АН УССР на должность научного сотрудника в теоретический отдел, руководимый А.И. Ахиезером. В дальнейшем вся его научная деятельность была связана с институтом, который теперь называют Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт».

Александр Ильич предложил Виталию Федоровичу заниматься физикой плазмы и проблемой управляемого термоядерного синтеза. В то время во ФТИ АН УССР, по предложению И.В. Курчатова и К.Д. Синельникова, были развернуты работы по физическому обоснованию, проектированию и созданию экспериментальных плазменных установок стеллараторного типа, исследованию нагрева и удержания плазмы в таких установках: проект «Украина».

По проекту «Украина» предполагалось создать стелларатор с магнитным полем 7 Тесла и диаметром плазмы 1 метр. Необходимо было провести предварительные теоретические и инженерные расчеты проектируемой установки. К выполнению теоретических расчетов и был привлечен В.Ф. Алексин.

То, что сделал В.Ф. Алексин, заметно отличается по своему значению от того, что было сделано в Москве и других институтах СССР и от того, что делалось за рубежом. Выведенные В.Ф. Алексиним формулы для компонентов магнитного поля и магнитных поверхностей были такими и исходили из таких предпосылок, которые нужны были для инженерной практики – расчета винтовых проводников для реальных токовых обмоток и для анализа физических механизмов удержания плазмы в магнитном объеме удержания. Разработанные В.Ф. Алексиним аналитические подходы задолго до появления численных работ позволили описать многие важные явления и оказались плодотворными в последующих исследованиях.

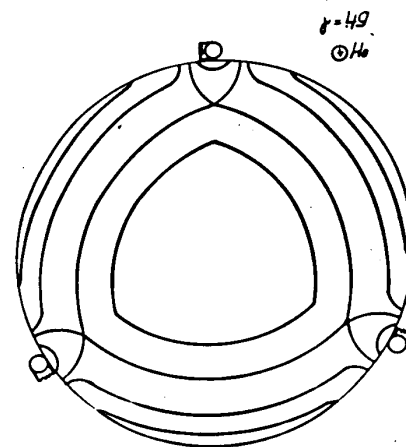
Для магнитного удержания плазмы необходимо, чтобы магнитные силовые линии непрерывно обвивали кольцевую тороидальную ось (магнитную ось) и с большой точностью ложились на вложенные тороидальные поверхности (магнитные поверхности). В токамаках эта ситуация реализуется комбинацией тороидального поля катушек и полоидального поля от тороидального тока текущего по плазме (идея предложена И.Е. Таммом и А.Д. Сахаровым). В классических стеллараторах стационарная магнитная конфигурация обеспечивается комбинацией тороидального поля катушек и поля от одной или нескольких пар винтовых обмоток. В каждой паре текут равные по величине, но противоположные по направлению токи (идея Л. Спитцера). В.Ф. Алексин показал, что магнитные поверхности можно получить, используя лишь винтовые обмотки с однонаправленными токами.

Именно в отчете по проекту «Украина» в 1961 г. В.Ф. Алексиним предложена идея прямого торсастрома. Виталий Федорович сделал вывод, что «при проектировании стелларатора надо иметь в виду, что замкнутые магнитные поверхности могут существовать и в случае винтовых токов, текущих в одном направлении». Только в 1968 году в работах С. Gourdon с соавторами и К. Уо с соавторами было показано, что в тороидальной ловушке с однонаправленными винтовыми токами, применяя дополнительное поперечное магнитное поле для компенсации поперечной составляющей от винтовой обмотки, навитой на тороидальной

поверхности, можно создать замкнутые магнитные поверхности (С. Gourdon, D. Marty, E. Maschke, J. Dumont. *Configurations du type stellarator avec puits moyen et cisaillement des lignes magnetiques*; К. Uo, R. Itatani, A. Mohri, et al. *Behaviour of ohmically heated plasma in a heliotron magnetic field. Plasma physics and controlled nuclear fusion research 1968: Proc. 3rd International conference, Novosibirsk, 1968. Vienna, 1969, v. 1*). Появилось название торсатрон (в Японии такую ловушку назвали гелиотроном).

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ – В.Т. Толок, В.А. Супруненко.....	1
2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ – Л.А. Душин.....	12
Описание методов диагностики.....	13
3. К РАСЧЕТУ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СИСТЕМЫ КАТУШЕК В ЦИЛИНДРЕ И ТОРЕ – В.Ф. Алексин.....	19
Магнитное поле коаксиальных катушек.....	21
Магнитное поле в торе.....	26
4. РАСЧЕТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СТЕЛЛАРАТОРА – В.Ф. Алексин.....	40
Магнитное поле соленоида с большим шагом намотки.....	40
Магнитное поле системы спиралей.....	43
Уравнение магнитных поверхностей.....	45
Магнитное поле системы спиралей из проводников с конечными размерами.....	52
Магнитное поле и магнитные поверхности от спиралей с различным током.....	59
Магнитное поле винтовых токов, текущих по поверхности тора.....	70



Страница и рисунок магнитных поверхностей от винтовых обмоток с однонаправленными токами:  
Проект «Украина». Физическое обоснование сооружения установок «У-1» и «У-2», г. Харьков, 1961  
(под общей редакцией В.Ф. Алексина, В.А. Супруненко и В.Т. Толока).

В.Ф. Алексиным обнаружено расщепление магнитной оси (появившееся из-за тороидальности) в центре объема удержания стелларатора с трехполюсной винтовой обмоткой (В.Ф. Алексин. Магнитное поле винтовых токов, текущих по поверхности тора // *Физика плазмы и проблемы управляемого синтеза*. 1963, в. 3, с. 216, рис. 2). Спустя пять лет А. Gibson и С. Gourdon при численном решении дифференциальных уравнений силовых линий магнитного поля также обнаружили этот эффект и назвали это явление оси Алексина (Aleksin's axes) (А. Gibson. Trajectories of magnetic field lines in toroidal stellarator // *Phys. Fluids*. 1967, v. 10, № 7, p. 1553; С. Gourdon, D. Marty, E. Maschke, J. Dumont. Configurations du type stellarator avec puits moyen et cisaillement des lignes magnetiques // *Plasma physics and controlled nuclear fusion research 1968: Proc. 3rd International conference, Novosibirsk, 1968*).

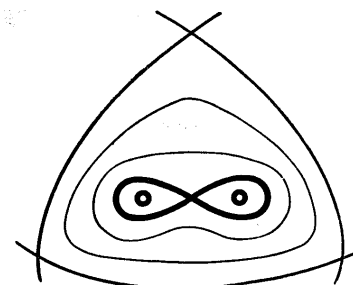


Рис. 2.

Кроме этих фундаментальных результатов В.Ф. Алексиным рассчитаны магнитные конфигурации первых стеллараторных установок "Сириус" и "Ураган-1", созданных в Украине; предложены ловушки стеллараторного типа с винтовой магнитной осью; проведены исследования по теории МГД-устойчивости плазмы на основе обобщенного энергетического принципа (критерий устойчивости Алексина-Яшина); вместе с экспериментаторами разработан метод измерения электронной температуры плазмы на основе анализа спектров ее рентгеновского излучения. Им выполнены работы по теории электромагнитных флуктуаций в высокотемпературной плазме, по теории возбуждения электромагнитных волн в магнитоактивной плазме и дрейфовых неустойчивостей в стеллараторах, по теории электростатических зондов в магнитном поле, по проникновению квазистационарных магнитных полей через проводящие оболочки, внесен существенный вклад в развитие теории нелинейного взаимодействия МГД-волн в слаботурбулентной плазме.

Виталий Федорович любил науку и любил работу, свою работу физика-теоретика. Он имел прямой характер, не терпел карьеризма, в особенности, в научной среде, явлений клановости среди физиков, проявлял максимальную объективность при цитировании работ. В то же время это был обаятельный, доброжелательный и отзывчивый человек. Талантливый педагог В.Ф. Алексин воспитал плеяду учеников, которые успешно продолжают и развивают его исследования по физике плазмы и УТС.

И нельзя не вспомнить шахматную школу, в которой Виталий Федорович был избран Учителем. В ней проводились незабываемые шахматные турниры. При встрече «школьники» шуточно приветствовали друг друга: «Слава Учителю!». В ответ Учитель рекомендовал откликаться: «Долой чванство!».

Светлая память о Виталии Федоровиче Алексине навсегда сохранится в наших сердцах.

Редколлегия