**Фрост Андрей Владимирович**

**08.IХ.1906, г. Орел – 04.VIII.1952, г. Баку**



Свою трудовую деятельность начал с 13 лет в должности препаратора на заводе медикаментов в г. Орле. Затем работал в лаборатории Орловского губернского совета народного хозяйства. Одновременно получил среднее образование на рабфаке. В 1922 г., сдав экстерном экзамены на аттестат средней школы, поступил на химическое отделение Московского государственного университета, который окончил в 1927 г.

Параллельно с учебой работал в Институте чистых химических реактивов. Еще студентом провел под руководством своих учителей – известных специалистов в области физической и аналитической химии А.В.Раковского и Е.С.Пржевальского – первые изыскания по разработке методов анализа реактивов и препаратов. В результате уже к окончанию университета были опубликованы его первые статьи.

В 1926–1928 гг. он провел интересные исследования по измерению удельных масс водно-спиртовых смесей в широких интервалах концентраций и температур. В этих исследованиях, по отзывам его учителей, проявился незаурядный талант Фроста как экспериментатора.

В 1928 г. молодой ученый переехал в Ленинград, где поступил на работу в лабораторию высоких давлений Государственного института прикладной химии (в 1929 г. – реорганизован в Институт высоких давлений); был старшим химиком, затем научным руководителем и заведующим сектором в этом институте до 1936 г.

В 1932–1936 гг. одновременно был консультантом завода «Химгаз»; в 1934–1935 гг. заведовал отделом пирогенетических процессов Ленинградского института химической физики. В эти же годы он начал свою преподавательскую деятельность в Ленинградском государственном университете (1929–1930) и Ленинградском технологическом институте (1930–1934), читая лекции по физической химии и химической термодинамике.

В 1936 г. Фросту была присвоена степень доктора химических наук без защиты диссертации, а в 1940 г. он утвержден в звании профессора.

В 1936 г. ученый перешел на постоянную работу на завод «Химгаз», где руководил лабораторией и опытным цехом (до 1941 г.). Много сил им было отдано проектированию технологических установок и заводов по химической переработке нефти, консультационной деятельности, связанной с развитием нефтеперерабатывающей отрасли промышленности Азербайджанской ССР.

С 1937 г. Фрост по совместительству начал работать в Институте горючих ископаемых АН СССР (Москва). В 1941 г. он уехал из Ленинграда и перешел на работу в этот институт (руководил лабораторией моторного топлива).

В 1942 г. ученый получил предложение возглавить кафедру физической химии химического факультета Московского государственного университета (МГУ). В этой должности он проработал последние 10 лет своей жизни. Одновременно возглавлял лабораторию кинетики и катализа в Институте нефти АН СССР.

Научные исследования Фроста положили начало разработке теоретических основ современных процессов переработки нефти и нефтехимических синтезов.

В конце 1920-х гг. в Институте высоких давлений ученый осуществил ряд изысканий в области химии фосфора и его соединений. Были изучены процессы окисления водой различных модификаций фосфора, фосфина и фосфористой кислоты при высоких температурах и давлениях. Тематика этих работ определялась главным образом необходимостью разрешения технологической проблемы получения фосфорной кислоты. В последующие годы тематика его исследований изменилась, ученый сосредоточился на двух основных проблемах: **термодинамика реакций углеводородов и каталитических превращений органических соединений**. И в результате добился значительных результатов.

В 1930 г. Фрост первым в Советском Союзе приступил к исследованиям в области термодинамики органических реакций. Ученый занялся комплексным изучением технологических процессов переработки топлив. Развивая это направление, он исследовал равновесные превращения углеводородов различного типа (парафины, олефины, ароматические и нафтеновые углеводороды) в реакциях распада, изомеризации, гидрогенизации, дегидрирования и гидратации олефинов.

В начале 1930-х гг., изучая кинетику и механизм гомогенного распада углеводородов, Фростом совместно с А.И.Динцесом впервые был отмечен эффект торможения расщепления сырья с углублением крекинга (торможение распада парафинов этиленовыми углеводородами). В 1936 г. Фрост разработал теоретическое обоснование этого важного явления пиролиза, отмечая, что оно может быть результатом инактивирования свободных радикалов этиленовыми углеводородами за счет образования комплексов с блокированной свободной связью. Следует отметить важное значение открытия этого явления, т. к. непредельные соединения являются неизбежным и естественным продуктом всякого пиролиза.

При изучении термодинамики органических реакций ученый широко применял спектроскопические методы, разрабатывал статистические методы расчета термодинамических величин. Так, им были проведены спектроскопические расчеты гидрирования этилена, синтеза спиртов из олефинов, синтеза метанола, реакций крекинга метана, изомеризации бутана и бутилена и пр.

Большое значение имели также его экспериментальные работы по термодинамике гидрогенизации бензола, гидрирования и галогенирования этилена, гидратации пропилена и других соединений, сыгравшие важную роль для составления термодинамического прогноза химических процессов.

Работы по кинетике и механизму реакций каталитического гидрирования углеводородов были начаты в 1934 г. после опубликования Фростом с коллегами статьи, посвященной исследованию кинетики реакций гидрирования бензола и толуола на палладиевых катализаторах при различных давлениях. В результате последующих изысканий ученый пришел к важному выводу: реакция протекает между адсорбированными на поверхности катализатора молекулами бензола и растворенным в катализаторе водородом. Уже в 1944–1950-х гг., исследуя кинетику гидрирования бензола на тех же катализаторах, но с различным содержанием палладия, было установлено, что характер кинетических закономерностей не изменяется при уменьшении содержания палладия.

Следует отметить, что всесторонние исследования реакций гидро- и дегидрогенизации на палладиевых катализаторах были предприняты Фростом с целью выяснения основных закономерностей протекания более сложных промышленных процессов, реализуемых на оксидных или смешанных катализаторах. В связи с этим он изучал различные неметаллические катализаторы. Было показано, что окисленные поверхности типа Al2O3, SiO2, Cr2O3 вызывают различные каталитические явления – от реакций полимеризации через изомеризационные превращения и до процессов крекинга.

Так, в 1936 г. им была исследована дегидрогенизация циклогексана на оксиде хрома, обработанном различными способами. В 1942 г. совместно с А.Ф.Николаевой он обратился к изучению превращения циклогексана в гексаны на сульфиде молибдена.

Важным направлением работ ученого являются исследования превращений углеводородов на алюмосиликатах. Запросы отечественной промышленности – потребность в высококачественных бензинах – побудили его заняться этой проблемой. Первые работы относятся к 1930-м гг. В это время им было показано, что такие природные алюмосиликаты, как глуховская глина и каолин, ведут одновременно с реакцией полимеризации также и реакцию скелетной изомеризации нормальных бутиленов (1936).

Открытие этой реакции имело большой теоретический интерес, поскольку она представляет особый случай каталитической перестройки углеродного скелета.

В 1942–1945 гг. выполненные совместно с сотрудниками А.А.Михновской и А.Ф.Николаевой исследования привели ученого к открытию реакции перераспределения (диспропорционирования) на алюмосиликатах. Было установлено, что насыщение непредельных соединений водородом и реакция облагораживания бензинов происходят за счет высвобождения водорода при уплотнении полимеров. Эта реакция, как оказалось, полностью отличалась от известной реакции перераспределения водорода при необратимом катализе Н.Д.Зелинского (катализ на металлах). Как было дальше показано Фростом, открытая им реакция обусловливала высокую насыщенность и стабильность бензинов, получаемых при каталитическом крекинге.

Изучению механизма перераспределения водорода был посвящен цикл работ Фроста с А.А.Петровым (1949–1952). Было показано, что при температуре 250 °С способность к насыщению увеличивается в ряду:*н*-олефины, олефины с двойной связью у третичных атомов углерода, шести- и пятичленные циклены. Рассмотрено влияние на выход продуктов таких факторов как объемная скорость, количество катализатора, строение углеводорода и др. Также отмечалось, что предельные углеводороды, образовавшиеся из *н*-олефинов за счет реакции перераспределения водорода, почти всегда имеют разветвленную структуру.

Необходимо сказать, что до середины 1940-х гг. ничего не было известно о механизме действия алюмосиликатных катализаторов и работы, проводимые Фростом с сотрудниками в этом направлении, были первыми как в Советском Союзе, так и за рубежом.

Впоследствии широко известные данные о неактивности оксида алюминия и диоксида кремния также были получены впервые в лаборатории кинетики и катализа, возглавляемой Фростом в МГУ.

Работы в области каталитических превращений углеводородов Фрост проводил всегда в тесном контакте со многими отраслевыми институтами. В результате таких совместных работ разрабатывались оригинальные рецептуры приготовления синтетических и активации природных алюмосиликатов.

Важными разработками в области изучения кинетики крекинга над алюмосиликатами стали графоаналитические способы решения практических задач с использованием кинетических кривых (на основе применения «пучка кинетических изотерм»). С их помощью оказалось возможным решение такой повседневной практической задачи, как определение изменения соотношений выходов бензина, газа и топливного остатка при различных режимах процесса. Предложенное же Фростом кинетическое уравнение для каталитического крекинга (составленное на основе использования уравнения гетерогенной каталитической реакции первого порядка) использовалось в отраслевых НИИ при обработке опытных данных. Совместно с академическими и отраслевыми институтами под руководством ученого также разработан кинетический метод определения активности катализаторов в различных процессах производства моторного топлива.

Работы по алюмосиликатному катализу способствовали созданию новой теории происхождения нефти, предложенной Фростом в 1942 г. В ней он развил идею о возможной геохимической роли алюмосиликатного катализа в происхождении нефти за счет каталитического воздействия глин на растительные остатки.

Как уже было отмечено, Фрост показал, что алюмосиликаты, дающие возможность осуществить полимеризацию олефинов при низких температурах, с повышением температуры содействуют протеканию реакций изомеризации и диспропорционирования водорода с образованием предельных углеводородов из непредельных. При повышенных температурах происходит крекинг предельных углеводородов. «Алюмосиликаты дают возможность осуществить катализ в тех условиях, которые могли иметь место в земной коре во время процесса нефтеобразования. При температуре 100–250 °С протекают реакции диспропорционирования, сопровождающиеся гидрированием олефинов и обеднением водородом тяжелой части, дегидратации спиртов, декарбоксилирования кислот, отщепления воды от кетонов, превращения кетонов в кислоты и олефины, полимеризации и проч. Способность алюмосиликатов катализировать реакции органических веществ с превращением их в углеводороды уже при низких температурах делает вероятным их участие при образовании нефти в земной коре из продуктов бактериального разрушения растительных и животных остатков» – так отзывалась об этой теории К.В.Топчиева.

Исследования Фроста в области теории происхождения нефти дали ключ к объяснению причин различного химического состава нефтей разных месторождений, поэтому оказались важными для проведения геологических изысканий.

В последние годы жизни ученым было дано математическое описание кинетики реакций в струе. Это имело важное значение для осуществления каталитических и пирогенетических процессов.

Помимо исследовательской работы ученый много сил уделял подготовке научных кадров, находясь на должности заведующего кафедрой физической химии МГУ. Из школы Фроста вышло более 20 кандидатов и докторов наук. Помимо этого он принимал активное участие в научно-производственной работе институтов, заводов, вел работу в химической экспертной комиссии Высшей аттестационной комиссии (ВАК).

Награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями.

**Библиография**:

***Фрост А.В***. **Избранные научные труды.** М.: Изд-во Московского университета, 1960, 512 с.;  
**Андрей Владимирович Фрост (некролог)**. Успехи химии, 1952, т. 21, вып. 10, с. 1272–1278;  
***Орочко Д.И***. **Значение работ проф. А.В.Фроста в развитии нефтеперерабатывающей промышленности.** Азерб. хим. ж., 1962, № 6, с. 31–35.