

Марина Молчанова



Фриц Габер в 1891 году
(Fritz Haber)
9.12.1868 – 29.01.1934

Невозможно сказать, кто был величайшим химиком XX века. Разные люди дают разные ответы на этот вопрос. Лайнус Полинг, который отметился крупными открытиями в самых разных областях химии¹? Фредерик Сенгер, без которого невозможно представить себе современную биохимию²? Мария Кюри, стоявшая у истоков радиохимии? Уотсон и Крик, открывшие двойную спираль ДНК?

А вот на вопрос о химике, работа которого сильнее всего повлияла на жизнь людей в XX веке, ответить легче. Многие скажут, что это Фриц Габер, немецкий химик, про которого говорили: «Он накормил миллиарды людей и убил десятки тысяч».

РАННИЕ ГОДЫ

Фриц Якоб Габер родился в городе Бреслау, который тогда входил в состав Германии – сейчас это польский город Вроцлав. Он был выходцем из состоятельной еврейской семьи, которая, однако, была включена в жизнь окружающего немецкого общества, и сам Габер всю жизнь считал себя в первую

¹ «Квантик», 2020, № 1.

² «Квантик», 2019, № 9.



Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie

Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie
und Elektrochemie

Институт, где Габер работал много лет. 1912 г.

ЧЕЛОВЕК ПЕРЕД СУДОМ ИСТОРИИ

ВЕЛИКИЕ УМЫ

очередь немцем. Вплоть до прихода нацистов к власти в 1933 году, когда внезапно оказалось, что важно именно происхождение, а не то, кем человек себя считает...

Отец хотел, чтобы Фриц участвовал в семейном бизнесе, но сам Габер хотел учиться химии. И действительно учился в различных немецких университетах у знаменитых химиков, включая Роберта Бунзена (в честь которого, в частности, названа бунзеновская горелка – может быть, кто-нибудь из вас видел её в лаборатории). Потом, защитив диплом и приобретя химические знания, он всё же попытался поучаствовать в работе отцовской компании по производству красителей. Но из этого ничего не вышло, отец и сын окончательно переругались, и Габер полностью переключился на научную карьеру.

В ту пору Германия была мировым центром химической науки, так что Габер, многообещающий молодой учёный, с самого начала работал над важными и интересными темами. Химия углеводов, электрохимия, химия красителей и тканей. Статьи, книги, лекции. Некоторые работы Габера конца XIX и самого начала XX века и сейчас считаются классическими.

Но самое главное было впереди.

УКРОЩЕНИЕ АЗОТА

Азот – один из основных химических элементов в живой природе. Но и один из главных в химической промышленности – и можно выделить две ключевые её отрасли, где нужно очень масштабное производство и где без азота никак. Одна из них выходит на первый план в мирное время. Это производство минеральных удобрений. Другая – в военное время. Это производство взрывчатых веществ.

Казалось бы, нет никаких проблем с доступностью азота для промышленности. Воздух вокруг нас состоит из него почти на 80 процентов. Выделить из воздуха чистый азот тоже не проблема. Но...



Фриц Габер в 1918 году



Установка Габера для синтеза аммиака

ВЕЛИКИЕ УМЫ

Азотные бактерии учат нас, что природа, со своими сложными формами химии живых организмов, всё ещё понимает и использует методы, которым мы пока не научились подражать.

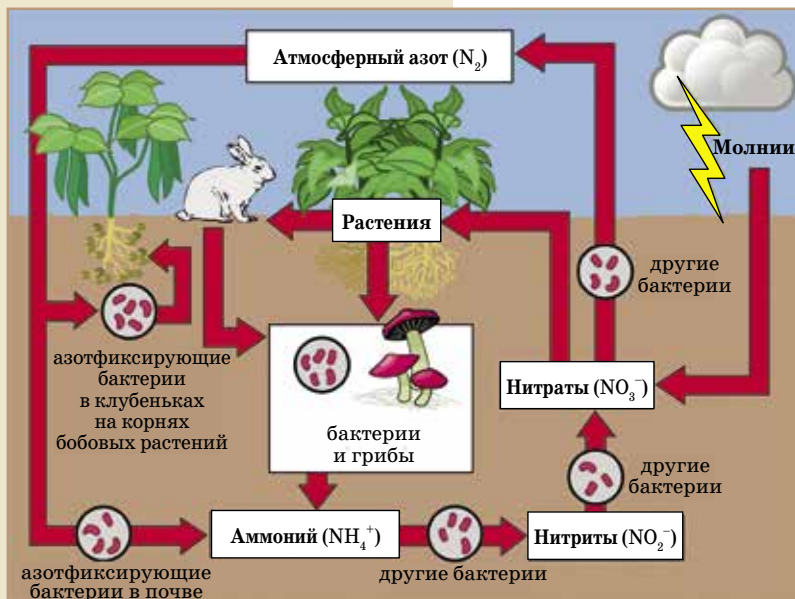
Ф. ГАБЕР



Азотфиксирующие бактерии поселяются в клубеньках на корнях бобовых растений



Реклама чилийской селитры (Португалия)



Круговорот азота,
Wikimedia Commons, с изменениями

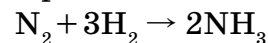
Дело в том, что газообразный азот вокруг нас состоит из двухатомных молекул, N_2 . Чтобы получить из него нужные химические соединения (это называется *фиксацией азота*), нужно сперва разорвать связь между двумя атомами азота в молекуле. А это непросто: связь очень крепкая. В живой природе над этим работают многочисленные маленькие трудяги – азотфиксирующие бактерии. В неживой природе небольшая часть азота фиксируется благодаря молниям. А вот людям предстояло самостоятельно придумать какой-то способ, который годился бы для промышленности.

Долгое время такого способа не было. Небольшие количества азота люди научились связывать (скажем, молнию можно смоделировать и в лаборатории – мощный электрический разряд!), но всё это не годилось для большого производства. Поэтому человечество использовало уже готовые месторождения соединений азота. И прежде всего это были залежи селитры в Чили, в пустыне Атакама. Корабли под разными флагами развозили селитру из Чили по

всему миру. И специалисты уже в конце XIX века начинали волноваться: что будет, когда месторождения истощатся? Где брать минеральные удобрения? А если нигде, то как прокормить растущее население Земли?

Поэтому задача промышленной фиксации азота была, наверное, самой важной для химиков на рубеже XIX и XX веков. И именно ей занялся Габер с сотрудниками в первом десятилетии XX века.

Вот формальное уравнение химической реакции, которую изучал Габер:



ЧЕЛОВЕК ПЕРЕД СУДОМ ИСТОРИИ

ВЕЛИКИЕ УМЫ

Если выразить то же самое словами – берём одну часть азота (выделенного из воздуха), три части водорода (к этому времени уже были известны эффективные способы получения водорода, прежде всего из воды), на выходе имеем две части аммиака.

Само по себе это химическое уравнение очень простое. Но нужно было подобрать условия, при которых процесс будет идти в нужном направлении и с нужной скоростью. Разработать схему промышленной установки, найти оптимальные температуру, давление, скорость потока газов, а главное – *катализатор*.

Катализатором называют вещество, которое само не расходуется во время химического процесса, но существенно его ускоряет. Как можно достичь ускорения для реакции, приведённой выше? Нужно взять какой-то твёрдый катализатор, который будет на своей поверхности собирать (как говорят химики, адсорбировать) молекулы азота N_2 и водорода H_2 и «растаскивать» их на отдельные атомы. А из отдельных атомов N и H уже может легко «собраться» молекула аммиака NH_3 .

Сперва Габер сумел придумать такой катализатор на основе металла осмия. Правда, осмий очень редок и дорог, но ведь, с другой стороны, катализатор не расходуется во время реакции, так что на первое время этот вариант годился. Потом стало ясно, что можно использовать и другие материалы, и постепенно другим исследователям удалось найти более дешёвые и доступные варианты. Так, в достаточно скором времени Алвин Митташ разработал катализатор на основе железа, который используется и поныне.

В 1909 году был достигнут первый явный успех: Габер смог продемонстрировать лабораторную установку, которая производила 250 миллилитров сжиженного аммиака за два часа. Конечно, совсем мало, но большая дорога начинается с одного шага. Эта установка демонстрировала возможность синтезировать аммиак именно так – а значит, открывала перспективы для создания промышленного производ-



Алвин Митташ (1869–1953), открывший катализатор синтеза аммиака на основе железа



Упрощённая схема происходящего на катализаторе



Карл Бош (1874 – 1940)



Вильгельм Оствальд
(1853 – 1932)



Заброшенное здание
в Атакаме



Заброшенный город

ства. И эти перспективы увидел Карл Бош, сотрудник химического концерна BASF.

Преобразование лабораторного процесса в промышленный, которое осуществил Бош, было отдельной нелёгкой задачей. Нужно было создать установки, способные работать при высоком давлении (сотни атмосфер!) и высокой температуре, нужно было усовершенствовать катализатор. Тем не менее Бош сказал: «Думаю, что это сработает. Риснём». И уже в 1913 году в немецком городе Оппау был запущен завод, производящий аммиак. Соответствующий технологический процесс и поныне носит имена сразу двух человек: Габера, который придумал подходящую технологию, и Боша, который смог реализовать её на промышленной основе.

Правда, сам по себе аммиак используется ограниченно. Но из него уже можно получать другие соединения азота. Как раз примерно в то же самое время, незадолго до изобретения процесса Габера–Боша, великий немецкий химик Вильгельм Оствальд усовершенствовал способ, который позволяет получать из аммиака азотную кислоту. А азотная кислота – это уже основа химической промышленности. Как в части удобрений, так и – мы уже об этом упоминали – в части производства взрывчатых веществ.

Зависимость от чилийской селитры стала снижаться и в первой половине XX века постепенно сошла на нет. И сейчас те места в пустыне Атакама, где когда-то вокруг мест добычи селитры выросли целые посёлки, в основном заброшены. Только остатки старых построек напоминают о том, что когда-то в этой местности кипела жизнь и именно отсюда получал минеральные удобрения весь мир.

Окончание в следующем номере