



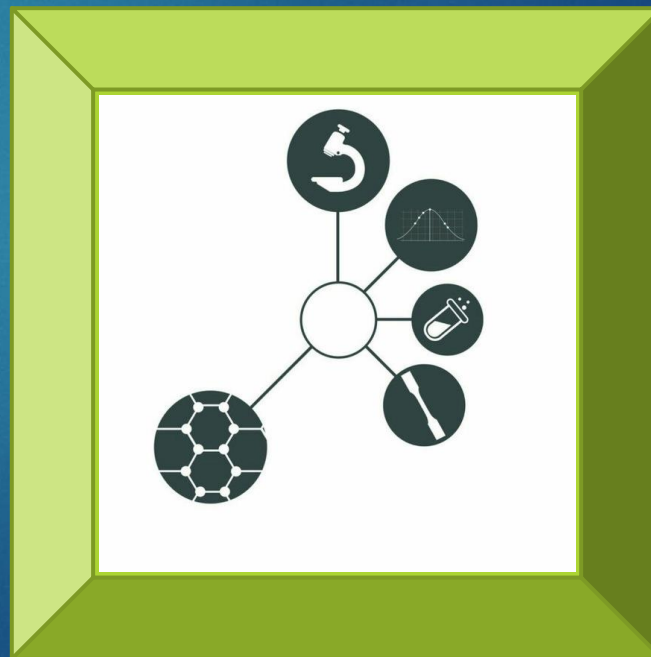
Наиболее значимые достижения на разных этапах развития материаловедения

Кузнецов Сергей
Сергеевич

3342202/01201

Материаловедение

Материаловедение-это прикладная наука, изучающая взаимосвязи между составом, строением и свойствами металлов и сплавов в различных условиях. Изучение этой дисциплины позволяет осуществить рациональный выбор материалов для конкретного применения.



Цель данного выступления

Выделить наиболее значительные достижения развития материаловедения на разных этапах развития

Кратко познакомиться с тем как эти достижения повлияли на время и дальнейшее развитие

Наука «материаловедение» существует около 200 лет

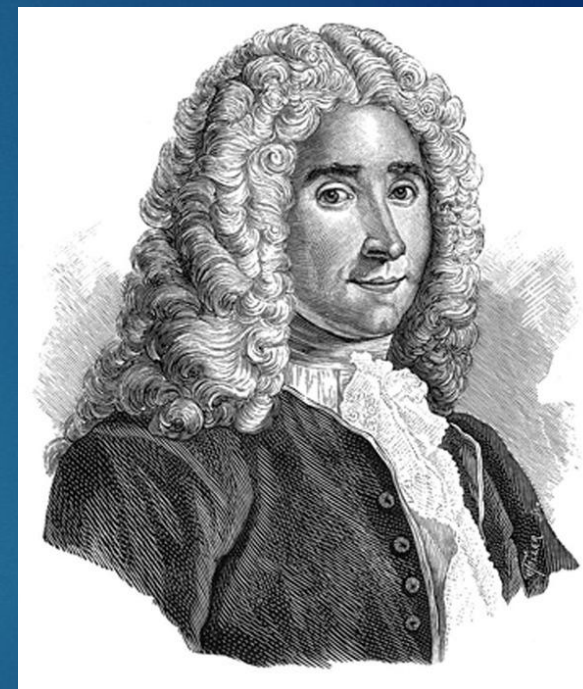
Только в 18 веке появились отдельные научные результаты, что позволили говорить о начале осмысленного изучения всех накопленных знаний человечества за все время использования металлов.

Металловедение-это постоянно развивающаяся наука, непрерывно обогащающаяся за счет разработки новых сталей и сплавов, стимулирующих прогресс во всех областях науки и техники.

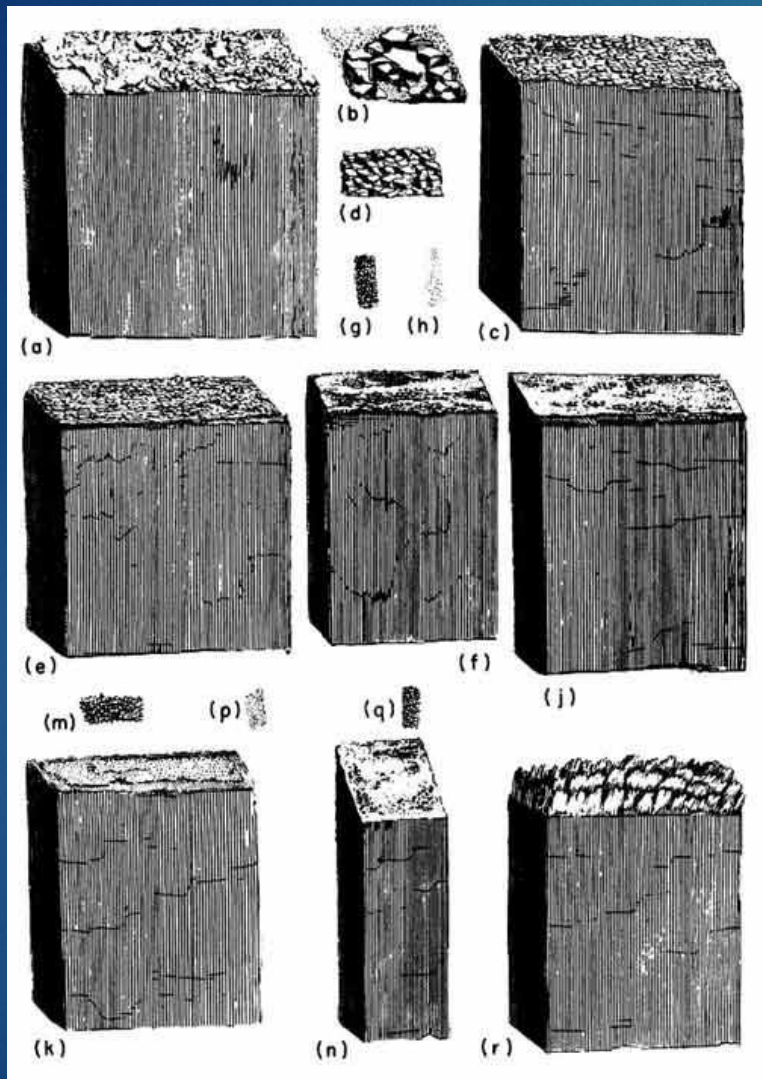
Рене Антуан Реомюр

Провел исследование строения зерен в металлах еще в далеком 1722

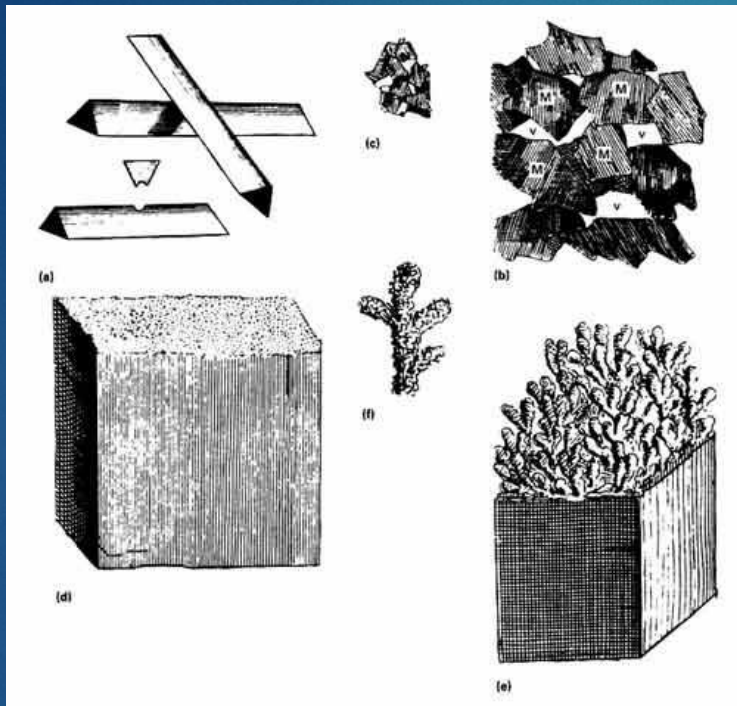
При изучении свойств исходного железа и производимой цементованной стали, Реомюр сделал важнейший вывод о взаимосвязи качества железа, стали, чугуна с их внутренней структурой, которую Реомюр оценивал по виду излома.



1683 - 1757

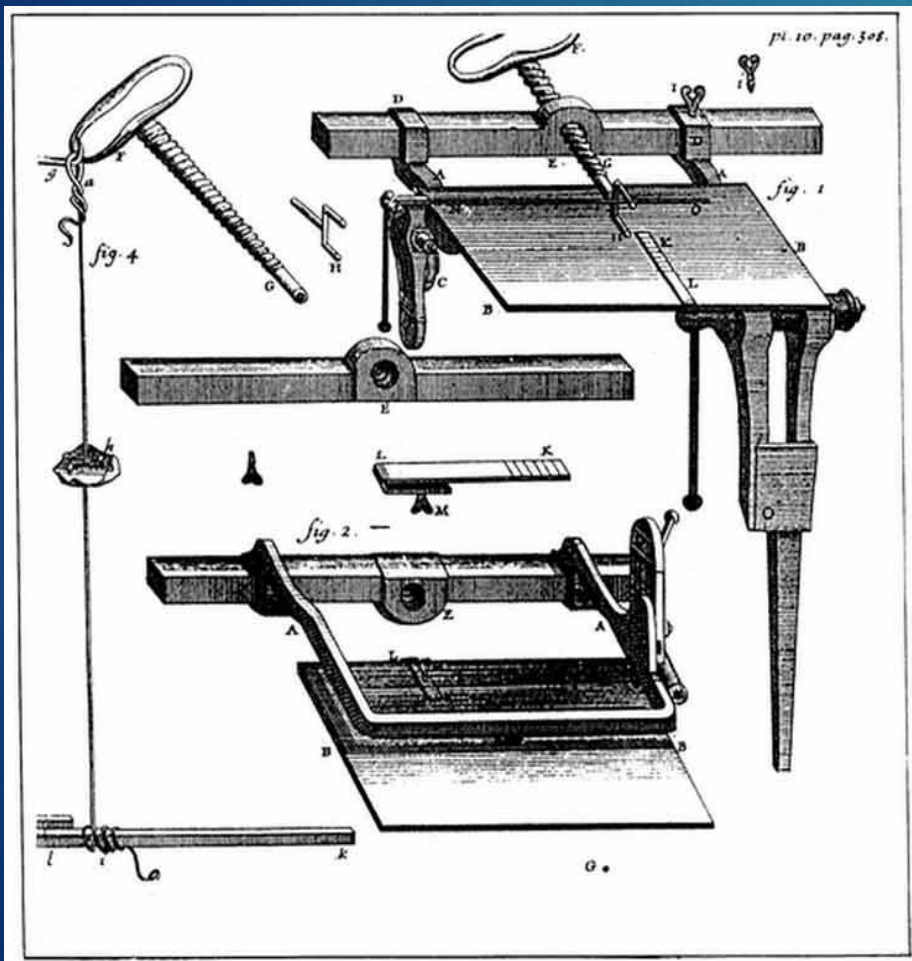


- Изломы железа и стали (по Реомюру):
детальные виды через увеличительное
стекло



- ▶ Зарисовки элементов микроструктуры металла при большом увеличении (по Реомюру)

Лабораторная установка для испытания на изгиб



Для корректного сравнения необходимо было соблюсти следующие два условия:

- ▶ образцы должны были иметь идентичные размеры, что достигалось путем пропускания их через одну и ту же волоку;
- ▶ образцы должны быть закалены при одинаковой температуре, что реализовывалось путем их совместного нагрева в ванночке с жидким свинцом – предшественнице печей с солевой ванной.



Эксперименты Реомюра в области металлургии были посвящены, главным образом, производству стали с применением технологии цементации ковкого железа.

Цементация стали – это высокотемпературный процесс, сопровождающийся насыщением поверхности атомарным углеродом. В результате повышаются качественные характеристики верхнего слоя изделия, в частности крепость, что увеличивает стойкость к различным нагрузкам.

Английский инженер Августин Григنون

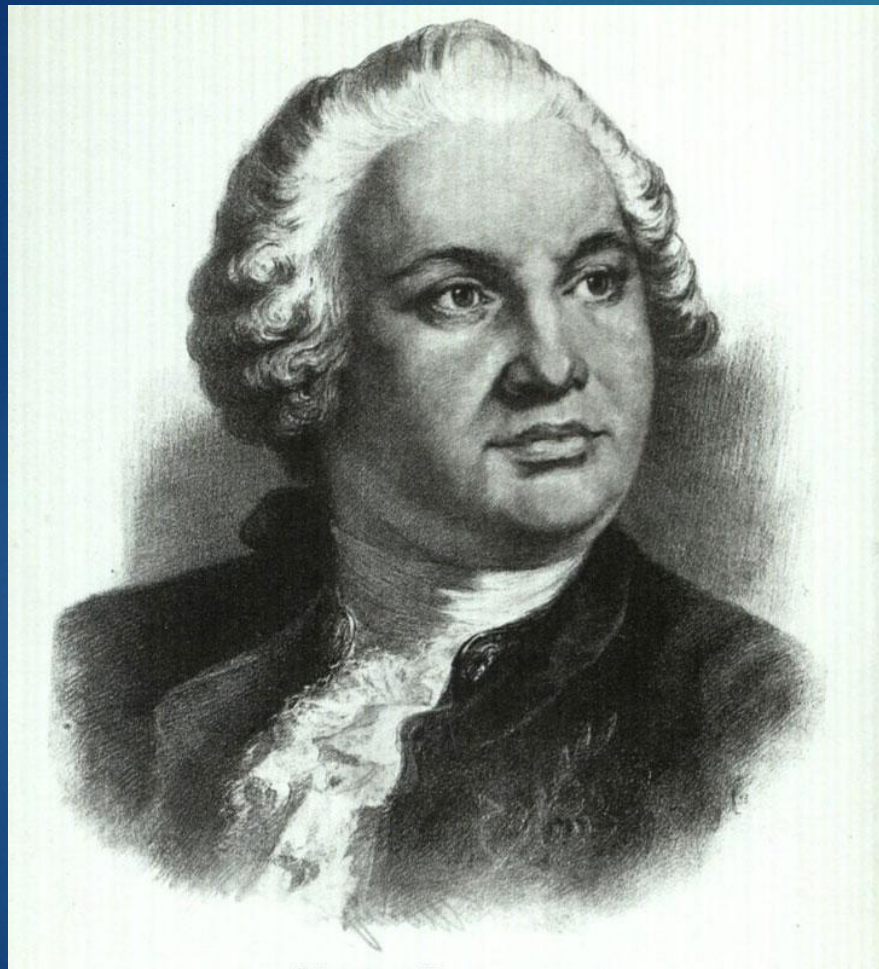


При затвердевании железа иногда образуется столбчатая структура

Металлы являются агрегатами, состоящими из мелких кристалликов.

Принадлежит широко известный рисунок дендрита, полученного при медленном затвердевании литого железа.

Ломоносов Михаил Васильевич



1711-1765



Павел Петрович Аносов

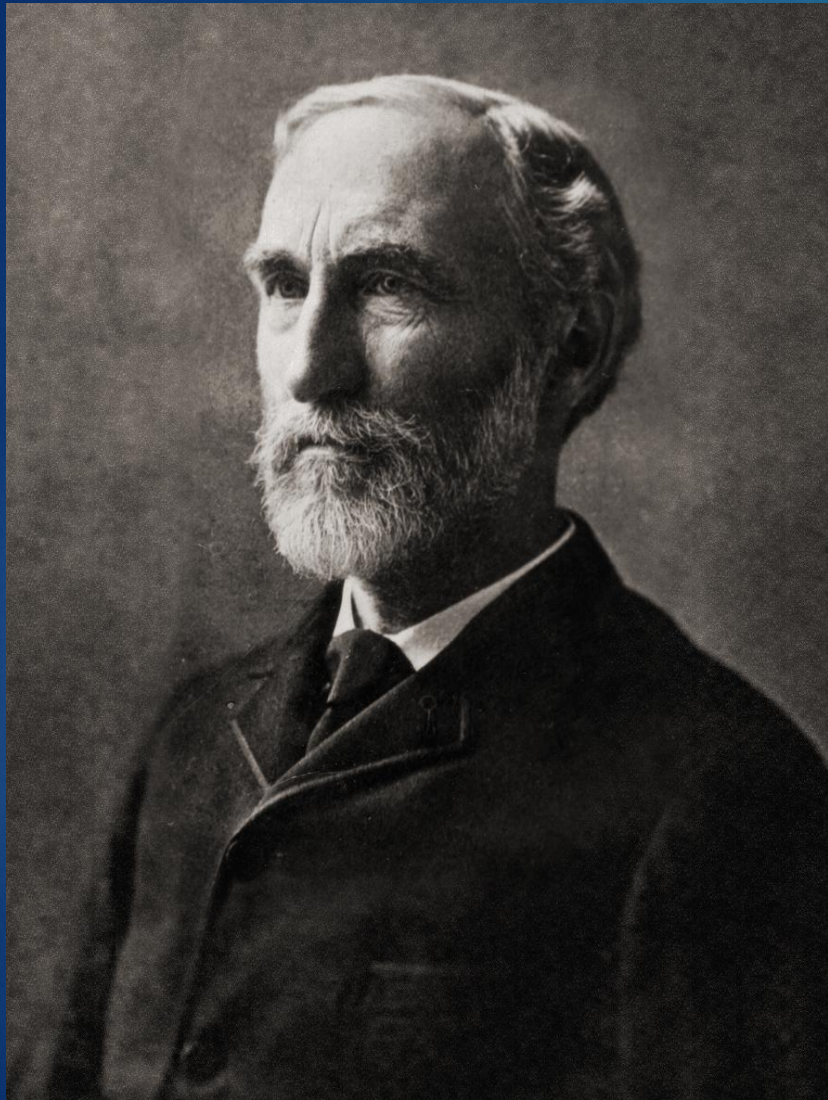


1799-1851

В 1831 году П.П. Аносов (1799-1851) провел исследование металла на полированных и протравленных шлифах, где впервые применил микроскоп для исследования стали.

Научно обосновал положение, что углерод является необходимым элементом в химическом составе стали, но форма, в которой он присаживается, не играет роли

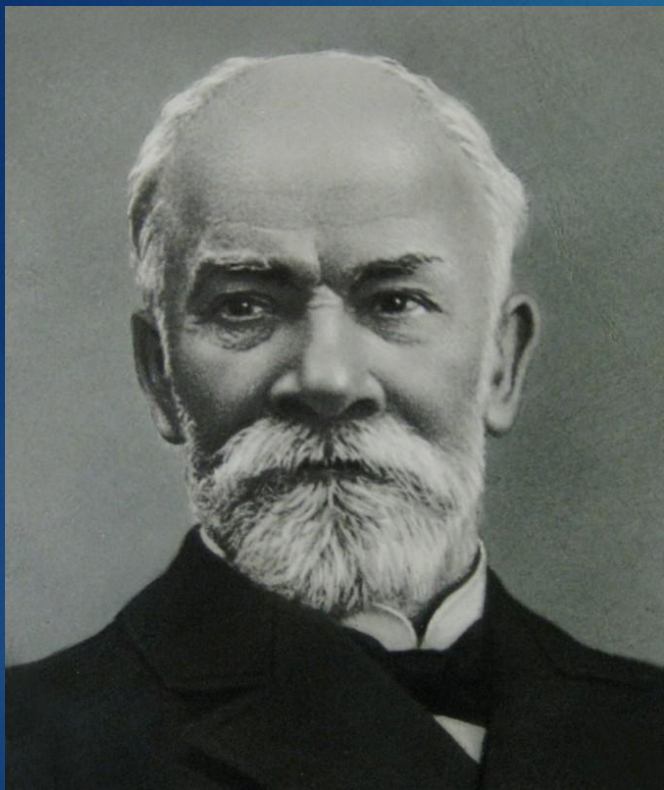
Джозайя Уиллард Гиббс



В 1873-1876 году Д.У. Гиббс изложил основные законы фазового равновесия, в частности — правило фаз, основываясь на законах термодинамики. Для решения практических задач необходимо знание фазового равновесия в той или иной системе, но его недостаточно для определения состава и относительного количества фаз.

1839 - 1903

Дмитрий Константинович Чернов



1839 - 1903

Установил критические температуры фазовых превращений в сталях и их связь с количеством углерода в составе сталей.

Своим открытием аллотропических превращений в стали, заложил фундамент термической обработки стали.

В своих работах по кристаллизации стали и строению слитка, изложил все основные положения теории литья, что не утратили свое научное и практическое значение и в настоящее время.

Самозакаливающаяся сталь

- ▶ С начала промышленной революции инструментальным материалом, пригодным для обработки металлов, была углеродистая инструментальная сталь; до появления быстрорежущей стали единственным существенным нововведением явилась «самозакаливающаяся» сталь, предложенная Робертом Мушкетом в Англии в 1860 г.
- ▶ Углеродистые стали, применявшиеся для обработки металлов резанием, подвергались закалке при температуре в пределах 750 и 835° С (вишнево-красное каление) с охлаждением в воде и последующим отпуском при температуре от 200 до 350° С.
- ▶ «Самозакаливающиеся» стали подвергались нагреву до той же температуры для закалки, однако не требовали охлаждения в воде, а достаточно было охлаждения на воздухе, что давало преимущество, особенно для режущих инструментов больших размеров.
- ▶ Предложенное Мушкетом усовершенствование термической обработки было достигнуто за счет легирования стали вольфрамом и марганцем. Впоследствии было показано, что добавки хрома улучшают способность закалки при охлаждении на воздухе. Инструменты из самозакаливающейся стали дают небольшое повышение скорости обработки стали резанием по сравнению с инструментами из углеродистой стали (например, повышение с 5 до 8 м/мин).

Быстрорежущая сталь

Эта группа инструментальных сталей была разработана перед 1900 г.; побудительным мотивом послужила необходимость повышения производительности металлообработки. Разработка американскими учёными Ф. Тейлором и М. Уайтом быстрорежущей стали.

О том, как революционные изменения свойств и характеристик легированных инструментальных сталей были завершены путем изменения традиционной термической обработки, сообщалось Фредом У. Тейлором в его президентском послании в 1906 г. к AIME «On The Art of Cutting Metals».

В процессе всесторонних испытаний режущих инструментов был разработан состав стали, позволяющий полностью использовать преимущества новой термической обработки. К 1906 г. был определен оптимальный состав стали (%): C—0,67; W—18,91; Cr—5,47; Mn—0,11; V—0,29; Fe — остальное.

Оптимальная термическая обработка состояла:

- ▶ Нагрев до температуры непосредственно ниже линии солидуса (температура, при которой в структуре появляется жидкость, выше $1250\text{—}1290^{\circ}\text{C}$).
- ▶ Охлаждение в ванне с расплавленным свинцом до температуры 620°C .
- ▶ Затем остывание до комнатной температуры.
- ▶ За этим следовал отпуск с охлаждением от температуры непосредственно ниже 600°C .

Прошедшие такую термическую обработку инструменты были способны обрабатывать сталь со скоростью 30 м/мин при стандартных испытаниях. Это было примерно в 4 раза быстрее, чем при применении самозакаливающихся сталей, и в 6 раз превышало скорости резания инструментами из углеродистой стали.

Дюралюминий

Дюралюминий был открыт случайно. Открытие принадлежит технологю Альфреду Вильмону. В 1903 году, работая инженером на заводе, химик заметил закономерность: сплав алюминия и 4% меди, полученный при температуре 500 С, закаленный путем резкого охлаждения с последующей выдержкой в несколько дней при комнатной температуре, получается с более высокими характеристиками прочности. А остальные технические параметры, в том числе пластичность, полностью сохраняются теми, как у чистого алюминия.

Сегодня под дюралюминием предполагают высокопрочный сплав алюминия с добавками меди, магния, кремния или цинка.



Пьер Бертье



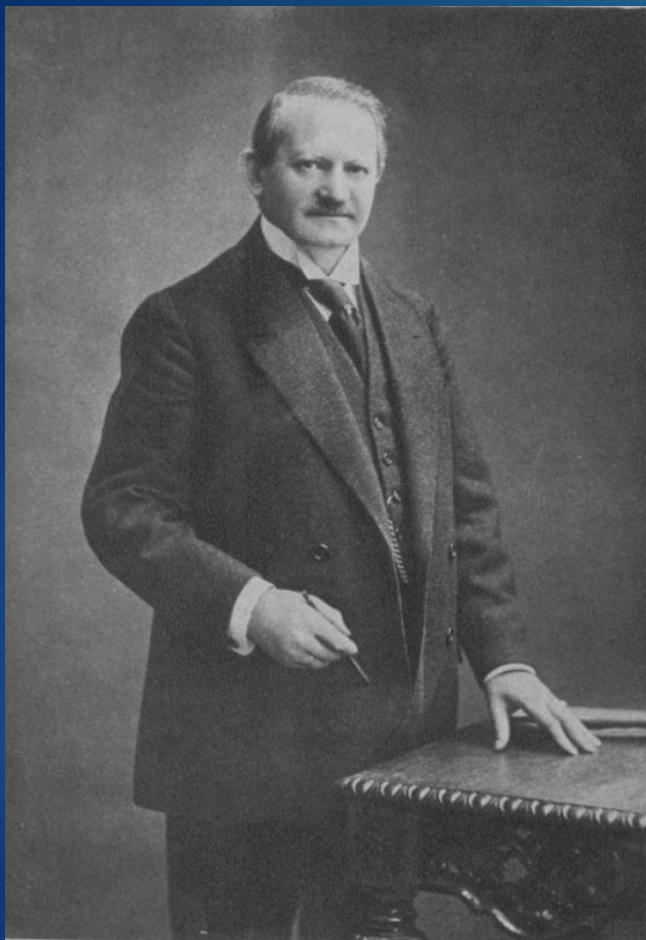
Пьер Бертье

Французский ученый металлург Пьер Бертье еще в 1821 году заметил особые свойства железо-хромистых сплавов. Среди прочих они отличаются повышенной стойкостью к воздействию ряда кислот и окружающего воздуха.

Благодаря обнаруженным свойствам французский металлург предложил изготавливать из хромистых сплавов железа столовые приборы. Однако он не смог объяснить: ни природу коррозионной стойкости получаемых сплавов, ни избавить их от излишней хрупкости.

Идея Пьера Бертье не могла быть реализована по той причине, что металлургия 19-го века не обладала достаточными технологиями для производства сталей с малым содержанием углерода.

Ганс Гольдшмидт



Hans Goldschmidt S.

Для получения низкоуглеродистого хрома немецкий ученый Ганс Гольдшмидт предложил использовать алюминотермию.

Алюминотермия - способ получения металлов, неметаллов (а также сплавов) восстановлением их оксидов металлическим алюминием.

Он запатентовал эту технологию в 1885, а в 1898 году освоил алюминотермические процессы в промышленном масштабе. В следствие чего алюминотермию в Европе и многих других странах мира до сих пор принято называть «Реакцией или Процессом Гольдшмидта». Что позволило многим ученым металлургам и химикам в начале прошлого века проводить эксперименты со сплавами железа и хрома при низком содержании углерода.

Филипп Моннарцы

В 1911 году в Германии ученый Филипп Моннарц публикует ряд статей в журнале «Metallurgie», основанных на его исследованиях с 1908 года. Статьи содержали:

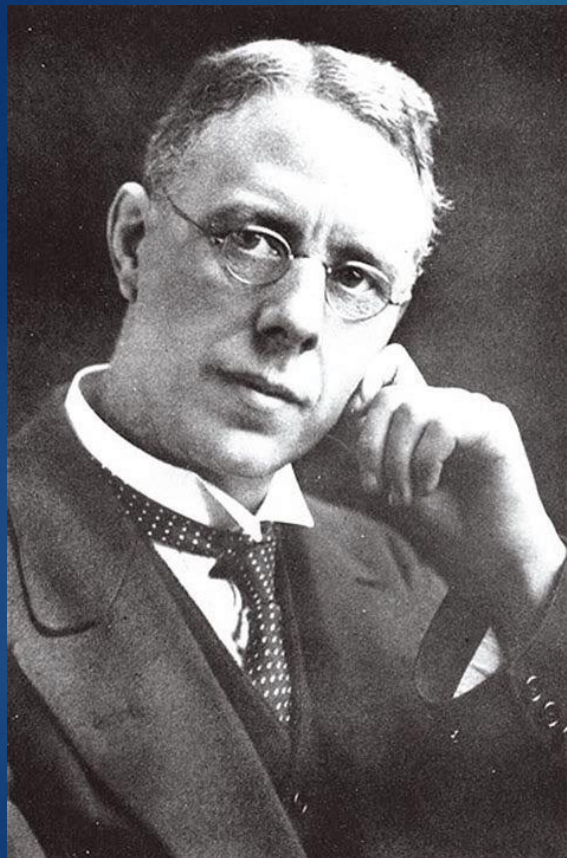
- ▶ Во-первых, он указал на тот факт, что стали с содержанием хрома 12% оказывают сопротивление азотной кислоте и не корродируют под воздействием окружающего воздуха.
- ▶ Во-вторых, объяснил коррозионную стойкость хромистых сталей наличием защитного от коррозии слоя оксида хрома Cr_2O_3 , который образуется на поверхности изделий под воздействием окисления воздухом (в большой мере-содержащимся в нем кислородом). Этот слой по все своей природе является самовосстанавливающимся. Поэтому. Как указал ученый, метизы из сталей с содержанием хрома не менее 12% сохраняют свои «нержавеющий» свойства даже после механического повреждения поверхности.
- ▶ В третьих, отметил необходимости малого содержания углерода для предотвращения образования карбидов хрома при производстве этих сплавов. Для чего он предлагал легировать стали таким и элементами как: титаном, колумбием, ванадием, вольфрамом или молибденом. Последнему Филипп Моннарц отдавал наибольшее предпочтение. Он отметил, что содержание 2-3% молибдена в сталях с 12% хрома значительно увеличивает их коррозионную стойкость.

Бенно Штраус



В германии, уже в 1912 году, Бенно Штраус, директор научно-исследовательского института концерна «Krupp Iron Works» совместно с инженером Эдуардом Маурером запатентовали первую аустенитную хромоникелевую сталь, легированную хромом (21% Cr) и никелем (7% Ni).

Гарри Бреарли



Упорно и методично он исследовал влияние различных добавок на прочность и жароустойчивость низкоуглеродистых сталей с содержанием хрома (Cr) от 6 до 15%. Тем временем в углу скопилось уже груда ржавых несостоявшихся образцов.

Он обратил внимание, что некоторые из них сохранили свой первоначальный вид. И это при том, что в ходе своих исследований он травил отполированные образцы спиртовым раствором азотной кислоты - они все равно не покрывались следами коррозии, а оставались блестящими, как и прежде.

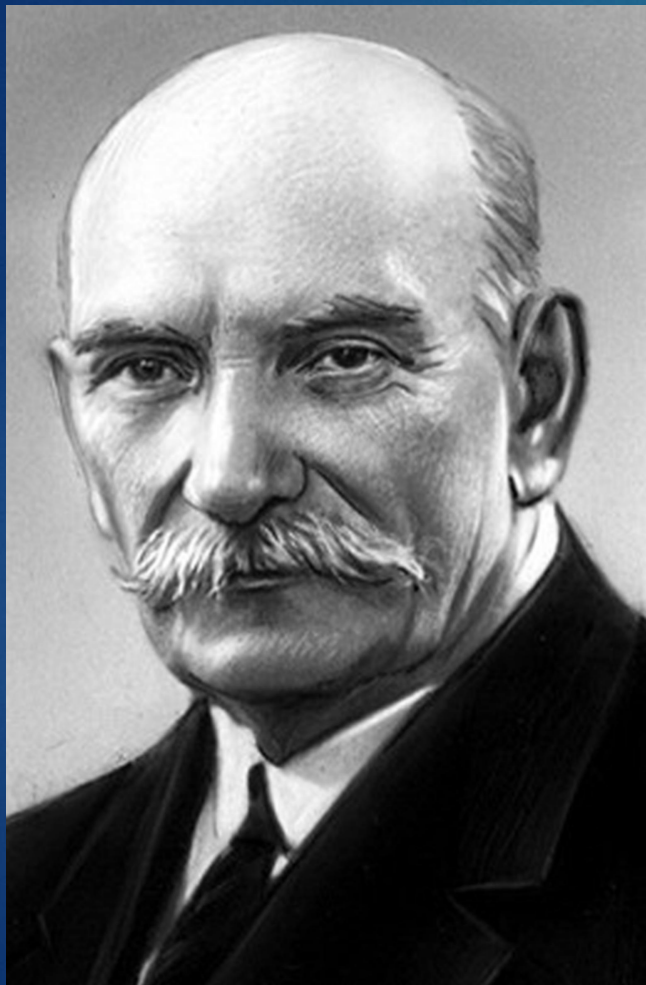
Это была сталь с содержанием углерода (C) 0,24%, легированная: хромом (12,8% Cr), марганцем (0,44% Mn), кремнием (0,2% Si) и др. Сплав того образца в итоге лег в основу патента Гарри Бреарли в 1913 году.

В настоящий момент эта сталь имеет номер А420 по AISI и относится к мартенситным нержавеющей сталям.



XX век ознаменовался весьма крупными достижениями в теории и практики материаловедения: созданы высокопрочные материалы для деталей и инструментов; разработаны композиционные материалы; открыты сверхпроводники и полупроводники. Одновременно совершенствовались способы упрочнения деталей термической и химикотермической обработкой. Огромное значения имели работы А.А. Бочарова, Г.В. Курдюмова, В.Д. Садовского и В.А. Каргина для развития отечественного материаловедения.

Николай Семёнович Курнаков



В начале XX в. Н. С. Курнаков применил для исследования металлов методы физико-химического анализа (электрический, магнитный, дилатометрический и др.).

Н. С. Курнаков и его ученики изучили большое количество металлических сплавов, построили диаграммы состояния и установили зависимость изменения свойств сплавов от их состава в связи типом диаграммы состояния. Это предполагало, что поведение того или иного материала можно предсказать заранее, если тщательно изучить его внутреннюю архитектуру.



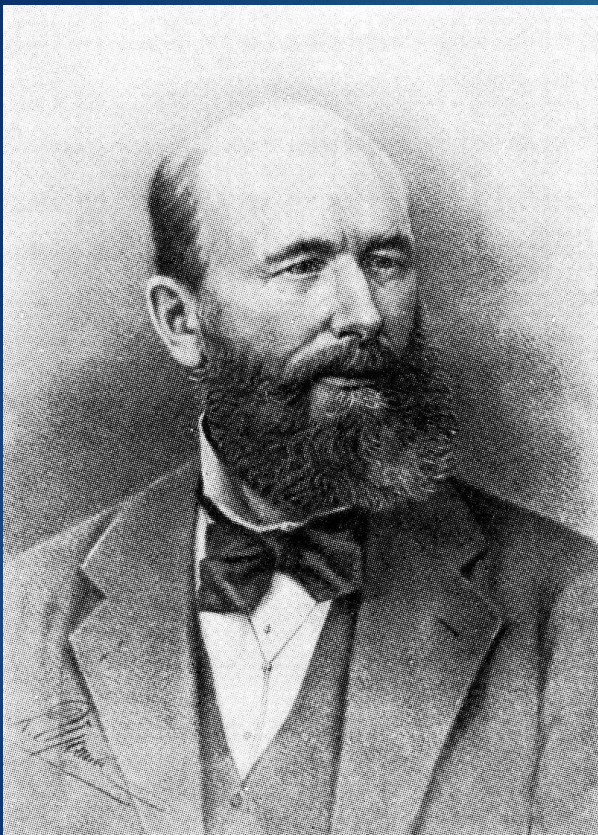
Объединение знаний, полученных теоретическим и опытным путем, позволило не только разработать более эффективные методы обработки природных материалов, но и создать огромное количество новых искусственных материалов, таких как,

- ▶ синтетические волокна и пластмассы;
- ▶ высоконапряженные и жаропрочные металлические сплавы;
- ▶ стеклянные волокна, используемые в качестве оптических волноводов;
- ▶ магниты, изготовленные из редкоземельных элементов;
- ▶ различные виды высоконапряженной керамики;
- ▶ композиты и полупроводники, составляющие основу современной микроэлектроники.



Среди зарубежных ученых большой вклад в изучение железоуглеродистых сплавов внесли А. Ле-Шателье (Франция), Р. Аустен (Англия), Ф. Осмонд (Франция) и др. Широко известны работы Э. Бейна, Р. Мейла (США) и Велера (Германия) в области теории фазовых превращений в сплавах.

Александр Михайлович Бутлеров



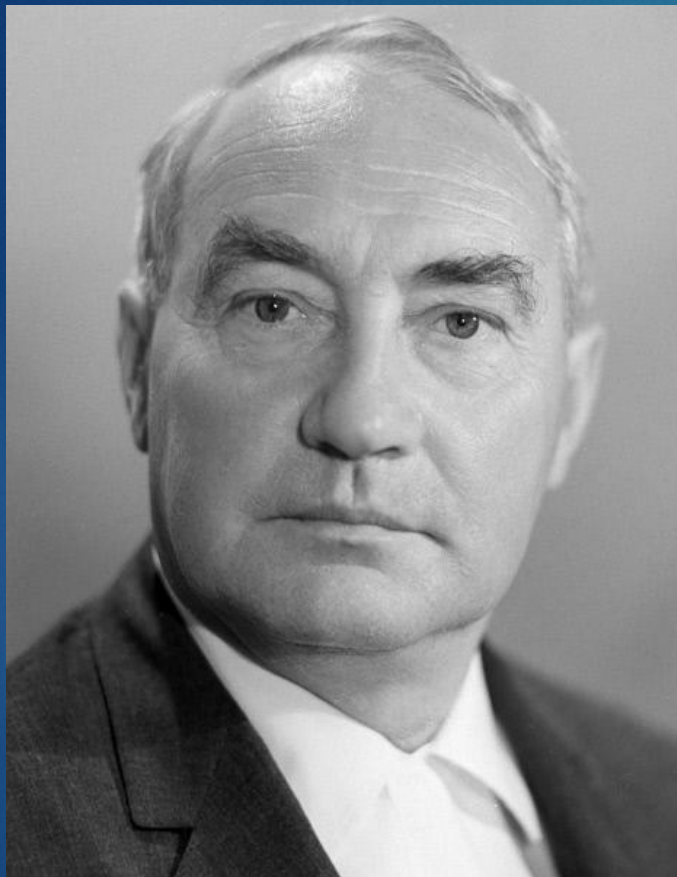
Работы русского химика А. М. Бутлерова, создавшего теорию химического строения органических соединений, создали научную основу для получения синтетических полимерных материалов.

Сергей Васильевич Лебедев



На основе работ С. В. Лебедева впервые в мире было создано промышленное производство синтетического каучука.

Валентин Алексеевич Каргин



Большое значение для развития полимерных материалов имели структурные исследования В. А. Каргина и его учеников.



Таким образом, в XX веке были достигнуты крупные достижения в теории и практике материаловедения, созданы высокопрочные материалы для инструментов, разработаны композиционные материалы, открыты и использованы свойства полупроводников, совершенствовались способы упрочнения деталей термической и химико-термической обработкой.