

Современные проблемы наук о материалах и процессах

Лекция 1

КЛИМЕНОВ
Василий Александрович
профессор ИШНПТ ТПУ

Содержание курса

- **Лекция 1,2. Современное материаловедение. Задачи и содержание.**

Рассматриваются основные представления современного материаловедения, приводится обзор традиционных материалов. Обсуждаются проблемы разработки материалов с заданными свойствами и технологии их получения, информационные технологии в материаловедении.

- **Лекция 3,4. Основные представления физического материаловедения.**

Кристаллическое строение веществ. Термодинамика, кинетика, механизмы кристаллизации. Модифицирование. Силы связи в кристаллах. Силы межатомного взаимодействия и физические свойства.

- **Лекция 5,6. Основные виды материалов.**

В разделе рассматриваются следующие виды материалов: керамика, полимеры, композиционные материалы, наноструктурированные материалы. А также их классификации, структура, особенности физико-химических и механических свойств, применение и перспективы развития.

- **Лекция 7,8. Подходы к выбору материала для различных задач.**

Основы выбора материалов для конструкционных и функциональных приложений с учетом особенностей изготовления, обработки, выбора формы полуфабрикатов и сборки итоговой конструкции.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

- Мельников А.Г., Хворова И.А., Чинков Е.П. Материаловедение: учеб. пособие. Томск, ТПУ, 2016, 188 с.

<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m094.pdf>

- Егоров Ю.П., Лозинский Ю.М., Хворова И.А. Материаловедение: учебное пособие. 2-е изд., Томск, ТПУ, 2013.

www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m025.pdf

- Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов. Москва, Машиностроение, 2009.
- Дальский А.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов. Москва, Машиностроение, 2005.
- Гуляев А. П. Металловедение: учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва: Альянс, 2012. - 644 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5СТПУ%5Сbook%5С237275>

- Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 760 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5СТПУ%5Сbook%5С278271>

Учебно-методическое и информационное обеспечение

- Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов: учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов. Москва, Высшая школа, 2001.
- Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И. и др. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений. Москва, Машиностроение, 2005.
- Арзамасов В.Б., Черепяхин А.А. Материаловедение: машиностроение. Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. Akademia, 2013.
- Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов. Базовый курс. Юрайт, 2014.
- Давыдова И.С., Максина Е.Л. Материаловедение. Учебное пособие. ВПО: Бакалавриат. РИОР, 2013.
- Чинков Е.П., Багинский А.Г. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Томск, ТПУ, 2013.
- А.В. Панин, В.А. Клименов, О.Б. Перевалова и др. Ультразвуковая обработка сталей и сплавов / Учебное пособие/ Издательство Томского политехнического университета, 2019.
- Методы и средства измерений и контроля в машиностроении : учебное пособие / сост.: В.А. Литвинова, С.В. Мелентьев, В.А. Клименов и др. ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 77 с.

Дополнительная литература

- Michael F Ashby, David R H Jones Engineering Materials v.1, 2005, v.2 2006.
- А.М. Лидер, А.П. Мамонтов, В.А. Клименов, И.П. Чернов Физические основы современных технологических процессов //Монография, Томск: Дельтаплан, 2012.-175 с.
- Конструктивная прочность композиции основной металл- покрытие/ Л.И. Тушинский, А.В. Плохов, А.А. Столбов, В.И. Синдеев – Новосибирск: Наука, 1996.-296с.
- А.Г. Мельников, Ху Вэньсяо, Лю Битао, Материаловедение. Словарь терминов и определений. 2-е издание, переработанное и дополненное. Издательство Томского политехнического университета, 2019 г.

Информационное обеспечение

- Internet-ресурсы (в т. ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы)
- <http://ddgg.isc.tpu.ru:8900>
- Егоров Ю.П., Хворова И.А. Электронное учебное пособие «Материаловедение» в среде “ToolBook”, объем 250 Мб
- Научно-техническая и учебная литература
- <http://window.edu.ru>
- <http://techlibrary.ru>
- www.materialscience.ru/subjects/materialovedenie/knigi
- <http://nayilz.narod.ru/PorMet>
- <http://tm.msun.ru/div/kaf/tm/books/index.html>

Содержание лекции

- Введение
- Основные представления современного материаловедения
- Классификация традиционных материалов
- Основные свойства материалов
- Принципы и методы получения материалов и изделий



ВВЕДЕНИЕ

Панин Виктор Евгеньевич (10.11.1930-25.09.2020)

- доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, Почетный профессор ТГУ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Почетный гражданин города Томска.
- Под руководством ак. В. Е. Панина было создано и развивается новое научное направление - физическая мезомеханика материалов.



Образование и наука

- В 1952 году окончил с отличием физический факультет [ТГУ](#).
- С 1955 года работал в [СФТИ](#) при ТГУ, где с 1959 года старший научный сотрудник, с 1969 года заведующий отделом физики металлов. Ученик ак. Кузнецова В.Д. и профессора Большаниной М.А.
- С 1984 г. - основатель Института физики прочности и материаловедения СО РАН. Возглавлял его с 1984 по 2002 год, затем стал научным руководителем института.
- С 2002 и до конца жизни — советник РАН, заведующий лабораторией физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля Института физики прочности и материаловедения СО РАН.
- Основатель и главный редактор журнала «Физическая мезомеханика». (Квартиль Q2-Q3)



Основные научные направления

Возбуждённые состояния в твёрдом теле

Применение высокоэнергетических воздействий при получении новых материалов и покрытий

- А) Применение мощного ультразвука
- Б) Электронно-лучевые технологии
- В) Порошковая металлургия и покрытия
- Г) СВС-технологии

Физическая мезомеханика и многоуровневый подход

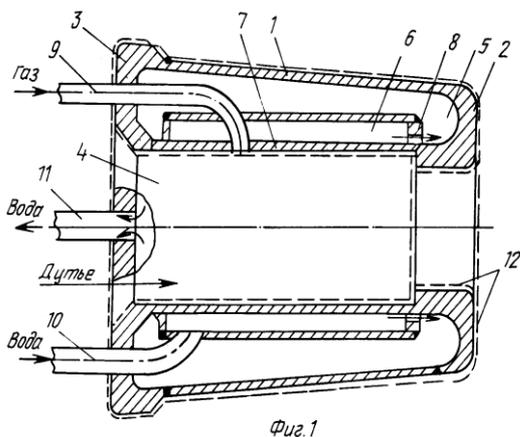
- А) Принципы создания материалов на металлической, полимерной и керамической основах с наперёд заданными свойствами.
- Б) Механизмы трения, износа и разрушения

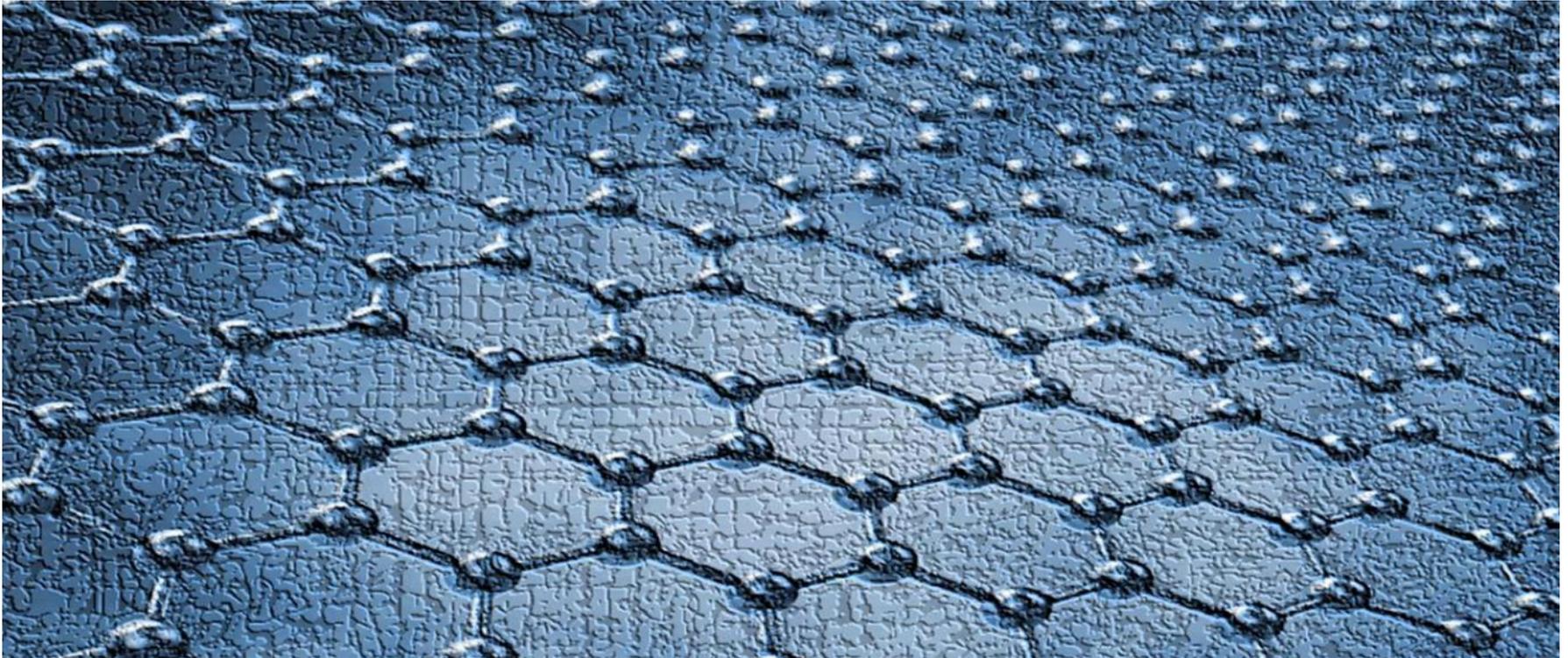
Разработка новых технологий и материалов

- Разработка технологий термообработки для традиционных материалов (шарошечные долота).
- Композиционные материалы на металлической и керамической основе технологии их изготовления для химических производств.
- Коленвалы, доменные фурмы и зубья кошей японских экскаваторов с электронно-лучевой наплавкой.



Восстановление фурм и упрочнение зубьев экскаваторов





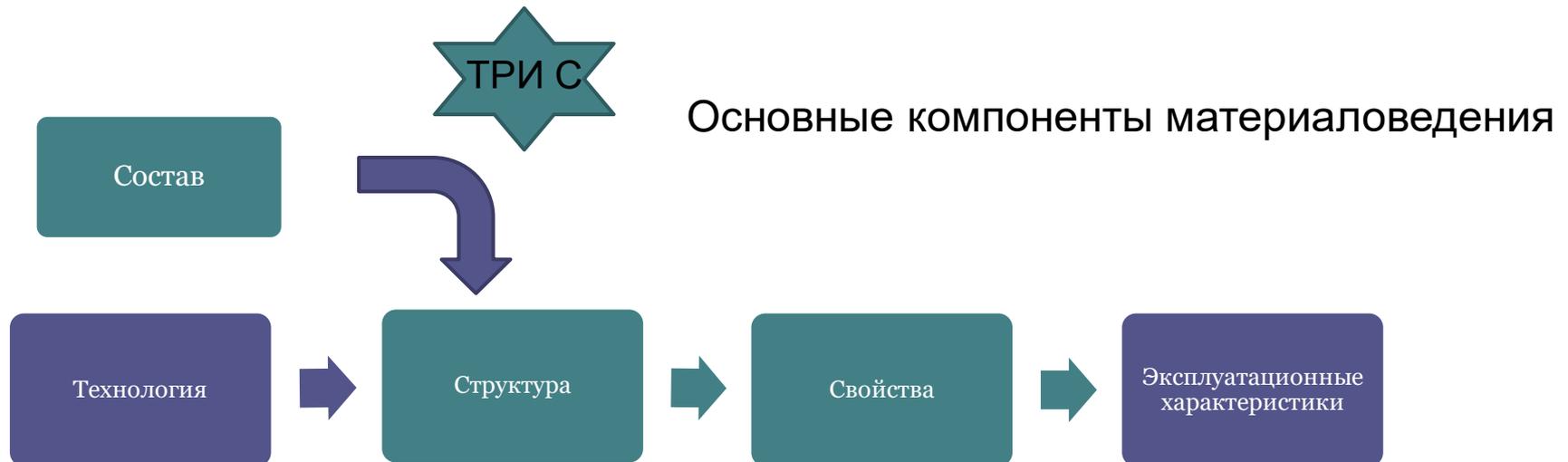
Основные представления
современного материаловедения

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Материаловедение – наука о структуре и свойствах материалов, их взаимосвязи и возможности изменения для рационального использования в технике

Материал – вещество/совокупность веществ, из которого состоит или может быть изготовлено техническое изделие, имеющее функциональное значение

Свойство – количественная /качественная характеристика материала, определяющая его общность или различие с другими материалами. Качество материала определяется его свойствами.



ТЕХНОЛОГИЯ: Как обработать материал, на чем обработать?

МАТЕРИАЛ → ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА → ДЕТАЛЬ → ИЗДЕЛИЕ

- НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ:
 - ЛИТЬЕ
 - ДЕФОРМИРОВАНИЕ (КОВКА, ШТАМПОВКА)
 - ТЕРМООБРАБОТКА (НАГРЕВ, ОХЛАЖДЕНИЕ)
 - РЕЗАНИЕ
 - СВАРКА
- ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА ПРИВОДИТ К ИЗМЕНЕНИЮ СТРУКТУРЫ → ИЗМЕНЕНИЮ СВОЙСТВ
- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА – способность материала подвергаться разным способам обработки

Разделы наук и методы исследования

Материаловедение базируется на разделах физики и химии

- Термодинамика
- Термогравиметрия
- Кинетика
- Химия твердого тела
- Физика твердого тела

Методы

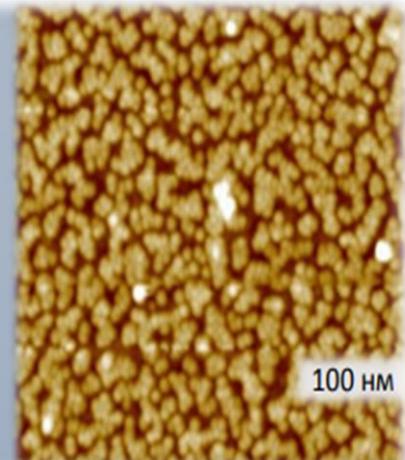
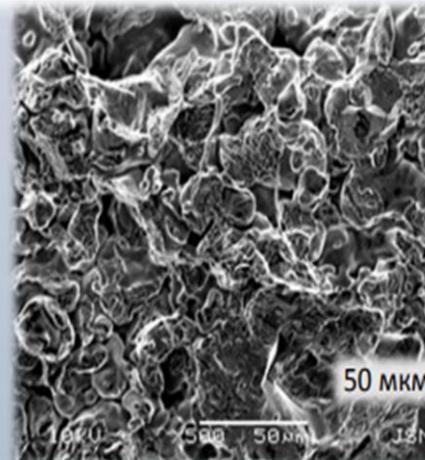
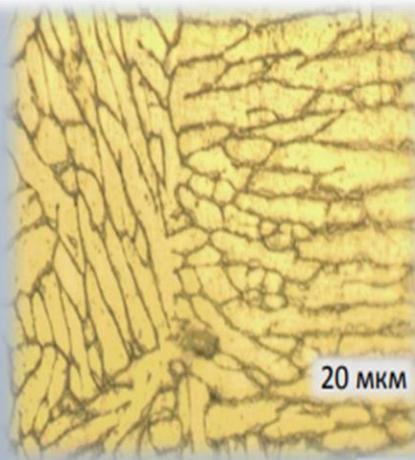
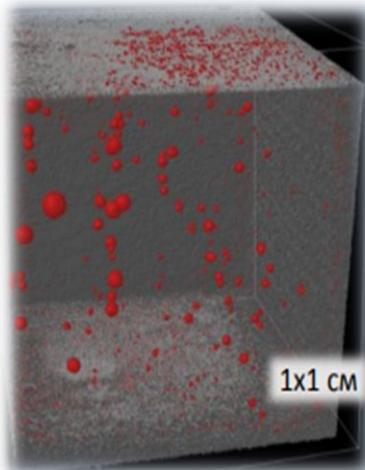
- Металлографический анализ
- Электронная микроскопия
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Рентгеноструктурный анализ
- Механические испытания
- Калориметрия
- Ядерный магнитный резонанс
- Шерография
- Термография
- Томография



Структура материалов

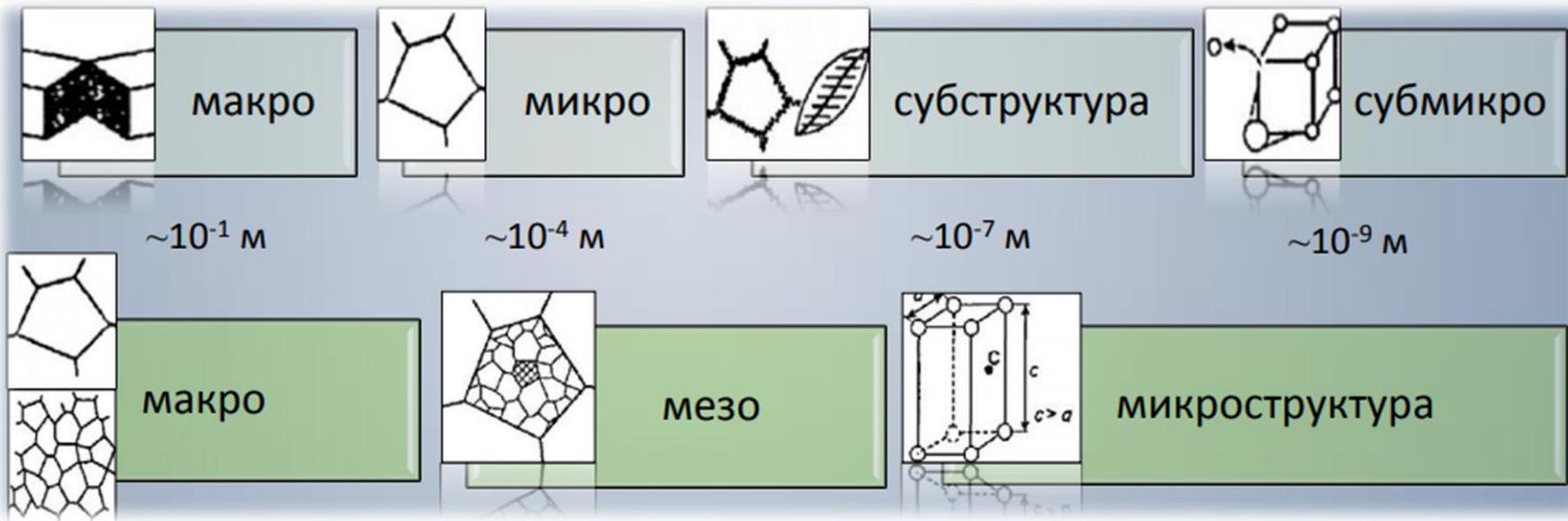
Структура (от лат. *structura* – строение, расположение, порядок) – пространственное расположение частиц, соединенных устойчивыми связями.

Томография ◊ Металлография ◊ Сканирующая электронная ◊ Атомно-силовая



Классификация реальных структур и их дефектов

Традиционная классификация



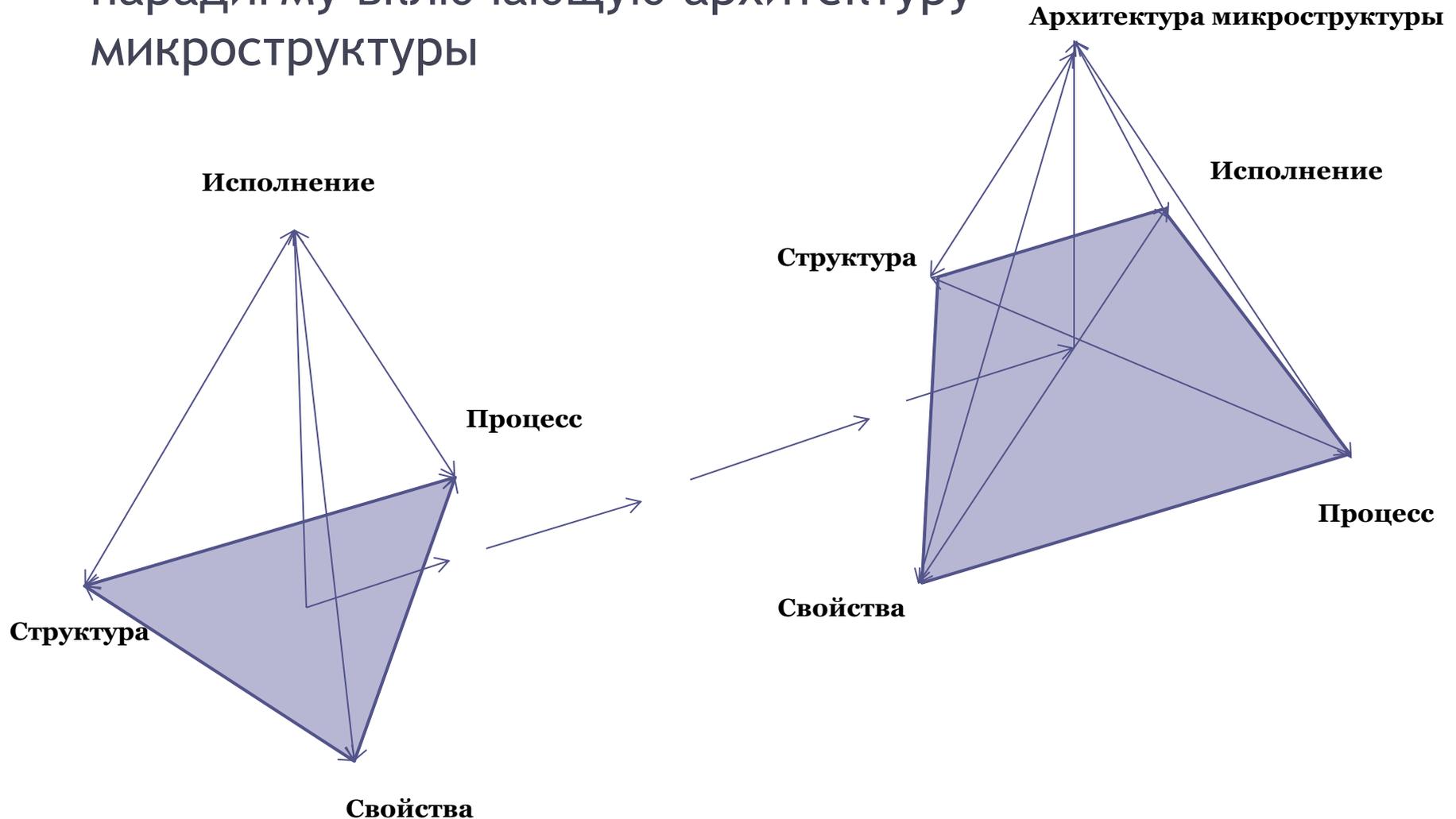
Классификация по результатам последних достижений

◇ Масштабные уровни ◇ Методы изучения структуры ◇ Степени увеличения

Масштаб	Макроуровень	Мезоуровень	Микроуровень	Наноуровень
Типичное увеличение	x1	x10 ²	x10 ⁴	x10 ⁶
Метод	Визуальный осмотр	Оптическая микроскопия	Растровая и просвечивающая микроскопия	Рентгеновская дифракция
	Рентгеновская радиография	Растровая электронная микроскопия	Атомно-силовая микроскопия	Сканирующая туннельная микроскопия
	Ультразвуковая диагностика			Просвечивающая электронная микроскопия
Типичные детали структуры	Производственные дефекты	Зерна и частицы	Структура субзерен	Кристаллическая и межзеренная структура
	Поры, трещины и включения	Морфология и анизотропия фаз	Зерна и границы фаз	Точечные дефекты и кластеры дефектов
			Выпадение кристаллов	

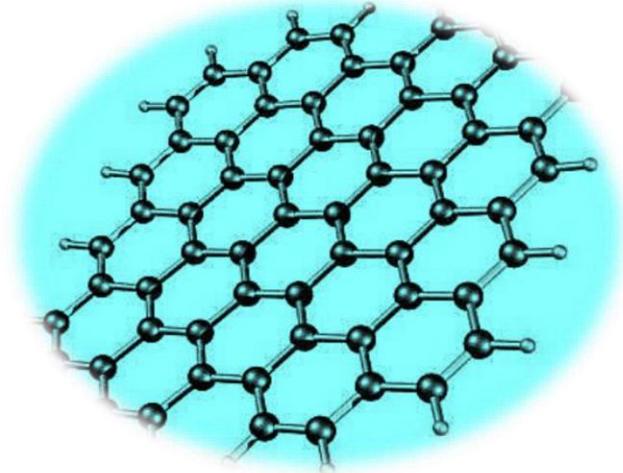
Источник: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tests/440-masshtabnye-urovni-struktury-materiala>

Преобразование парадигмы традиционного (обычного) материаловедения и технологий в парадигму включающую архитектуру микроструктуры



Двумерные материалы

- **Графен** - это двумерная аллотропная форма углерода, в которой объединённые в гексагональную кристаллическую решётку атомы образуют слой толщиной в один атом
 - Самый прочный материал на Земле
 - В **300 раз прочнее стали**
 - Лист графена площадью в **1 кв. м** и толщиной в **1 атом**, способен удерживать предмет массой **4 кг**



Новоселов
Константин Сергеевич

Нобелевские лауреаты **2010** по физике

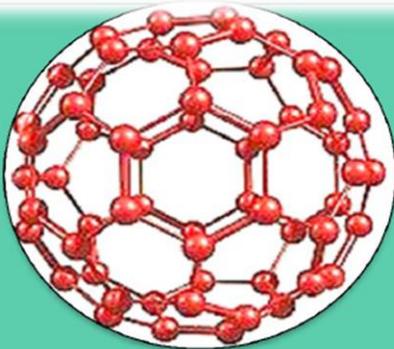


Гейм
Андрей Константинович

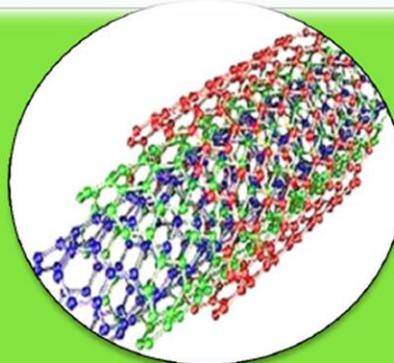
Двумерные материалы

- Российские ученые первыми в мире создали **двухмерное золото**
- Ученые-исследователи Центра фотоники и двумерных материалов Московского физико-технического института выяснили, что известный мягкий металл золото несложно превратить в практически «плоскую» двумерную структуру
- Для этого следует прикрепить атомы золота к специальной подложке, состоящей из соединений молибдена с серой
- Новую технологию можно использовать при создании прозрачной электроники (из журнала *Advanced Material Interfaces*)

Фуллерены и нанотрубки



Фуллерен - молекулярная форма углерода или аллотропная его модификация. Длинный ряд атомных кластеров C_n ($n > 20$), которые представляют собой выпуклые замкнутые многогранники, построенные из атомов углерода и имеющие пяти- или шестиугольные грани (здесь есть очень редкие исключения)

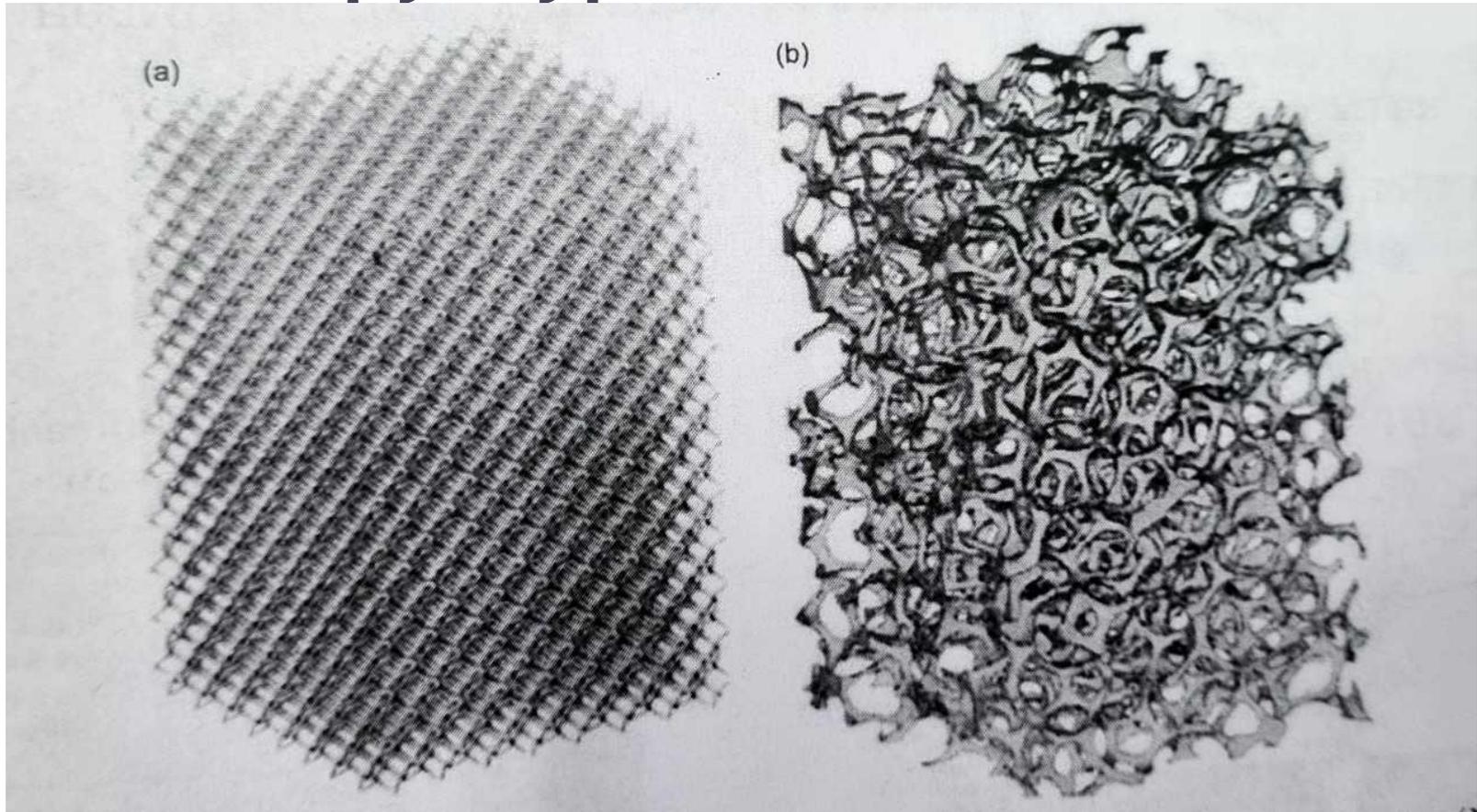


Углеродные нанотрубки – материал, которым грезят многие ученые. Высокий коэффициент прочности, превосходная тепло- и электропроводность. Огнестойкость и весовой коэффициент на порядок выше, чем у большинства известных материалов. Представляют собой свернутый в трубку лист графена



Новый материал **нафен** состоит из нановолокон оксида алюминия, сопоставимых по размеру с углеродными нанотрубками. Диаметр **10 нм**, что в **5 тыс. раз** тоньше человеческого волоса. Превосходит нанотрубки по однородности распределения в др. веществах после их смешивания

САD-модели формирования открытых сотовых структур

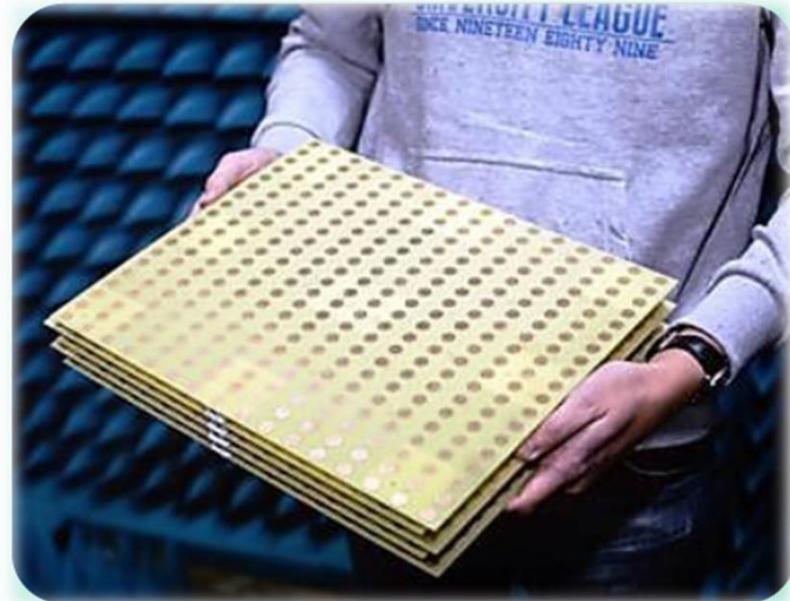


а) Компьютерное представление на основе элементов meshмодели

б) Стохастическая модель пены на основе микро- СТсканированных элементов

Метаматериалы

- Специальные композиционные материалы, которые получаются искусственной модификацией внедряемых в них элементов
- Изменение структуры осуществляется на наноуровне, что дает возможность менять размеры, формы и периоды решетки атома, а также иные параметры материала
- Благодаря искусственному преобразованию структуры, модифицированный объект приобретает совершенно новые свойства, которых нет у материалов природного происхождения



Метаматериалы

- **Гибридные наноструктурные материалы - новое направление в материаловедении**
- **Композиты особого типа, обладающие свойствами, не достижимыми при использовании их отдельных составляющих**
- **Архитектуру гибрида, определяемую формой и расположением «элементарных кирпичиков», из которых он составлен, можно рассматривать как дополнительную степень свободы, использование которой в разработке новых материалов может привести к радикально новым свойствам**

Слоистые материалы с МАХ- фазой

МАХ-фазы представляют собой новый класс термодинамически стабильных слоистых материалов, которые сочетают в себе преимущества керамики и металлов.

Максимальные фазы представляют собой слоистые гексагональные карбиды и нитриды, которые имеют общую формулу: $M_n + 1ax_n$, (МАХ), где $n = 1-4$, а М - ранний переходный металл, А - группа А (в основном IIIA и IVA или группы 13 и 14), а Х - либо углерод и/или азот. Слоистая структура состоит из разделяющих ребра искаженных октаэдров XM_6 , чередующихся одиночными плоскими слоями элемента А-группы.

Они устойчивы к механическому воздействию и высоким температурам, имеют хорошую электро- и теплопроводность, а также коррозионную стойкость. В своем исследовании ученые использовали МАХ-фазу с разным соотношением кремния и алюминия в составе. Они комбинировали прекерамические листы, укладывая их послойно, для получения различной архитектуры ламинированных композитов. После чего «запекли» эти слои методом искрового плазменного спекания..

Гибридные материалы



- Гибридные материалы (англ. hybrid materials) получают за счет взаимодействия химически различных составляющих (компонентов), органических и неорганических, формирующих определенную (кристаллическую, пространственную) структуру, отличающуюся от структур исходных реагентов, но часто наследующую определенные мотивы и функции исходных структур



КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ

Основные представления современного материаловедения

По свойствам



Прогрессивные материалы

Полупроводники

Биоматериалы

Умные материалы

Наноматериалы

Классификация материалов

Металлы и сплавы	Железо и стали Алюминий и его сплавы Медь и её сплавы Никель и его сплавы Титан и его сплавы
Полимеры	Полиэтилен (PE) Полиметилметакрилат (PMMA) Нейлон или полиамид (PA) Полиэстер (PS) Полиуретан (PU) Поливинилхлорид (PVC) Полиэтилентерефталат (PET) Полиэфирэфиркетон (PEEK) Эпоксидная смола (EP) Эластомеры или натуральная резина (NR) Полилактид (PLA)
Керамика и стекло	Магниева (MgO) Алюминиевая (Al ₂ O ₃) Силикаты и стекло (SiO) Карбид кремния (SiC) Нитрид кремния (Si ₃ N ₄) Цемент и бетоны
Композиты	Стекловолокно Армированные полимеры углеродным волокном Наполненные полимеры Керметы Композитная керамика
Натуральные материалы	Дерево Кожа Хлопок/шерсть/шёлк Кость Камень Песок

Конструкционные материалы

Изготовление деталей машин, конструкций,
работающих под нагрузкой

Металлы

Неметаллы

Композиты

Черные
Стали,
чугуны

Цветные
Титан, медь,
никель и др.

Пластмассы,
керамика,
стекло,
резина, дерево

На металлич.,
керамич.,
полимерной
основе

Инструментальные материалы

Изготовление режущего и измерительного инструмента

Инструментальные
стали

Твердые
сплавы

Абразивные

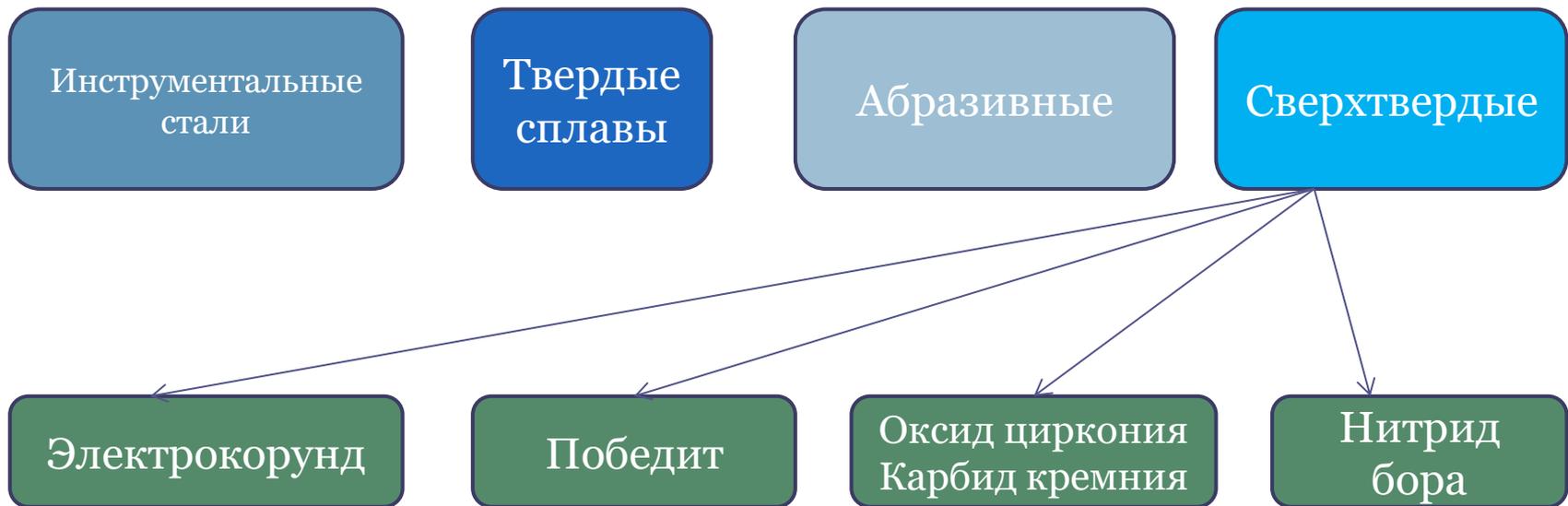
Сверхтвердые

Электрокорунд

Победит

Оксид циркония
Карбид кремния

Нитрид
бора



Определение функционального материала. Основные понятия.

Радиационная
стойкость

Биологическая
совместимость

Оптические
свойства

Функциональные материалы - это материалы, обладающие определенным уровнем физико-химических и механических свойств, которые в совокупности обеспечивают использование этих материалов в определенном устройстве, приборе или конструкции.

Электрофизи-
ческие
свойства

Магнитные
свойства

«Умные» материалы

- устроены таким образом, чтобы выполнить самоконтролируемое «умное» действие, подобное действию живого организма, способного «думать», принимать решение и совершать действие.

От суперсплавов к высокоэнтропийным

- **Суперсплавы** (1929 г. superalloys)

Жаропрочные сплавы на основе Ni, Co и Fe, предназначены для работы в экстремальных температурно-силовых режимах при одновременном воздействии агрессивной среды. Современные суперсплавы представляют сложно-легированные прецизионные сплавы, при выплавке и обработке которых используются наиболее прогрессивные методы. Основное назначение суперсплавов —

изготовление лопаток и других деталей авиационных газотурбинных двигателей с исключительно высоким отношением развиваемой тяги к собственной массе двигателя, суперсплавы также находят применение в промышленных газовых турбинах, атомных реакторах, подводных лодках и т. п.

От суперсплавов к высокоэнтропийным

- **Высокоэнтропийные сплавы (ВЭС)** — сплавы, которые содержат не менее 5 элементов, причём количество каждого из них не должно превышать 35 ат % и не должно быть меньше 5 ат. %. Для таких сплавов характерны повышенные, по сравнению с традиционными многокомпонентными сплавами, значения энтропии смешения S_{mix} , являющиеся основным фактором, обеспечивающим формирование однофазного твердого раствора, причем такой твердый раствор будет обладать высокими эксплуатационными характеристиками. Начиная с **2000-х годов** уникальные физико-механические свойства ВЭС являются предметом повышенного внимания исследователей
- **Высокоэнтропийные сплавы** выделены в особую группу, так как процессы структуро- и фазообразования в них, а также диффузионная подвижность атомов, механизм формирования механических свойств и термическая стабильность существенно отличаются от аналогичных процессов в традиционных сплавах. К последним относятся сплавы, в которых есть базовые элементы (Fe, Ni, Mo, Al и др.), определяющие кристаллическую решетку материала. Фазовый состав таких сплавов легко прогнозировать исходя из двойных или тройных диаграмм состояния, а введение легирующих добавок приводит либо к твердорастворному упрочнению исходной решетки, либо к выделению в ней дисперсных фаз.

От суперсплавов к высокоэнтروпийным

- В настоящее время изучено множество различных ВЭСов, и, несмотря на то, что исследования носят пока чисто научный характер и направлены на установление закономерностей влияния различных факторов (размер атомов, электроотрицательность, энтальпия смешения, электронная концентрация и т.д.) на свойства получаемых ВЭСов, среди исследованных сплавов есть материалы, которые по твердости, жаропрочности, жаростойкости, коррозионной стойкости, износостойкости и термостабильности уже могут конкурировать с лучшими традиционными сплавами специального назначения.

Умные материалы

- «Интеллектуальные» или «умные» материалы (англ. smart materials) – это материалы, свойства которых изменяются при воздействии каких-либо внешних факторов. Такими факторами могут быть: механические нагрузки, электрическое или магнитное поля, температура, свет, влажность, химические свойства среды и др.

КЛАССИФИКАЦИЯ УМНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Самовосстанавливающиеся материалы

Сплавы с «эффектом памяти формы»

Самосмазывающиеся материалы

Самоочищающиеся материалы

Магнитореологические жидкости

Пьезоэлектрики

Фотомеханические материалы

Электрохромные материалы

Пироэлектрики

«Умные» гели

Магнитострикционные и электрострикционные материалы

НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Вплоть до самого недавнего времени общепринятая процедура работ в области химии и физики материалов состояла в том, что вначале изучались весьма крупные и сложные структуры, а затем исследования переходили на анализ более мелких фундаментальных блоков, составляющих эти структуры. Этот подход иногда назывался «сверху - вниз». Однако с развитием техники сканирующей микроскопии, которая позволила наблюдать отдельные атомы и молекулы, оказалось возможным манипулировать атомами и молекулами с тем, чтобы создавать новые структуры, и тем самым получать новые материалы, которые строятся на основе элементов атомного уровня размеров (так называемый «дизайн материалов»). Эти возможности аккуратно собирать атомы открыли перспективы создавать материалы с механическими, электрическими, магнитными и другими свойствами, которые были бы недостижимы при использовании иных методов. Мы назовем этот подход «снизу - вверх», а изучением свойств таких новых материалов занимается нанотехнология, где приставка «нано» означает, что размеры структурных элементов составляют величины порядка нанометра (т.е. 10^{-9} м). Как правило, речь идет о структурных элементах с размерами меньше 100 нм, что эквивалентно примерно 500 диаметрам атома.

Одним из примеров материалов рассматриваемого типа являются углеродные нанотрубки.

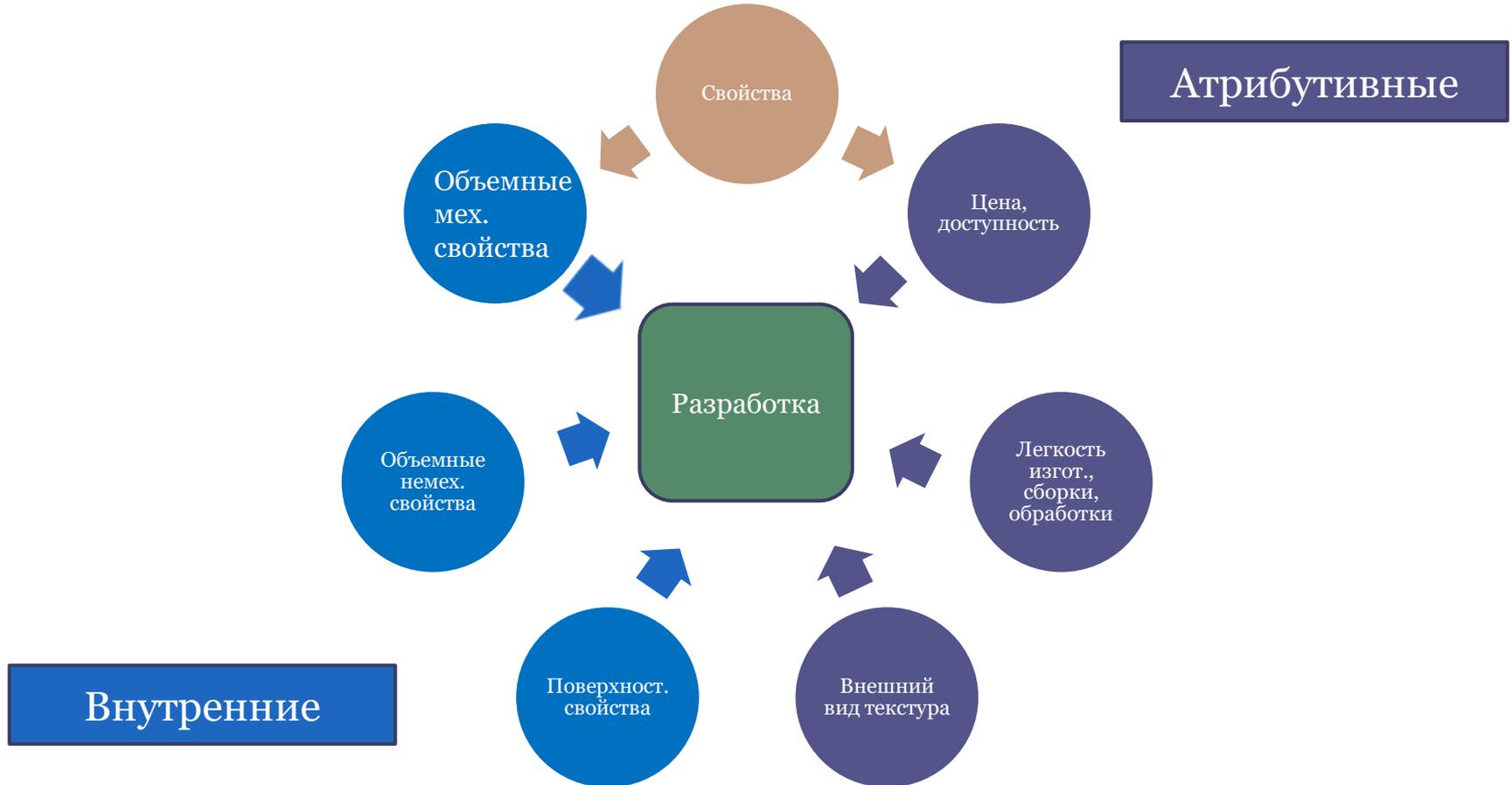


ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Требования к материалам

- Сохранение формы и целостности конструкции (прочность и устойчивость к внешним силовым воздействиям)
- Обеспечение несущей способности (способность конструкции выдерживать нагрузку, обеспечивая нормальное функционирование изделия – узлы трения)
- Устойчивость к внешним воздействиям окружающей среды (температура, влажность, химически агрессивная среда)
- Осуществление различных функций (перемещение, усилия на деталь или породу) при сверлении, бурении, точность при сварке и обработке
- Оптимальное соотношение веса и прочности (особенно для задач освоения космоса)
- Эстетичный вид
- Экологичность
- Приемлемая стоимость

Основные свойства материалов



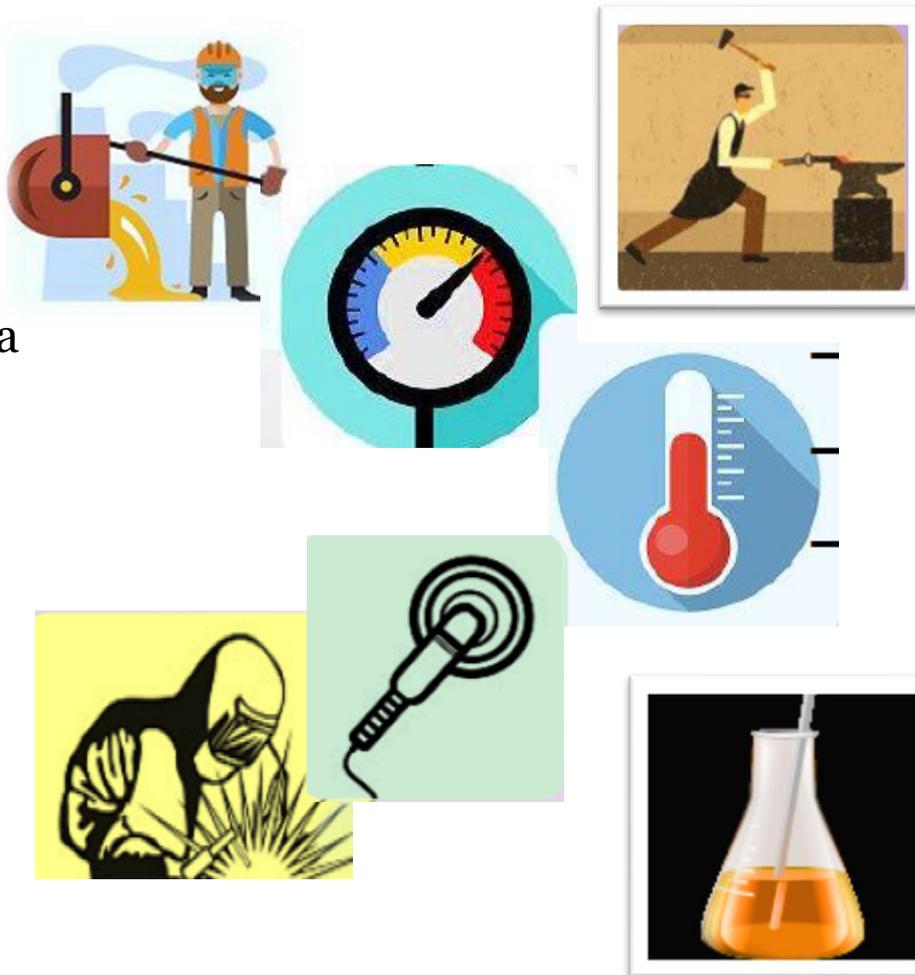
Классификация свойств материалов

- Свойства определяют количественные и качественные особенности
- **Физические** – поведение в магнитных, электрических, тепловых полях, а также под воздействием потоков частиц высокой энергии или радиации (электро-, теплопроводность, коэфф. термического расширения)
- **Химические** – поведение в агрессивных средах (коррозионная стойкость, окислительная стойкость, каталитические свойства)
- **Механические** – способность сопротивляться деформации и разрушению или оценивать возможность разрушения (прочность)
- **Технологические** – пригодность для изготовления деталей надлежащего качества с минимальными затратами (обрабатываемость, свариваемость)
- **Эксплуатационные** – способность выполнять функциональное назначение, обеспечивать работоспособность и силовые, скоростные и др. технико-эксплуатационные параметры (износостойкость)
- **Биологические** – аллергенная активность, токсичность, биосовместимость

Обработка материалов

Обработка материала - придание ему необходимых размеров, формы, свойств и включает широкий класс процессов

- Литьё
- Прокатка
- Сплавление
- Прессование
- Резание
- Термообработка
- Глубинное и поверхностное закаливание
- Шлифование
- Склеивание
- Пайка



- Сварка
- Оксидирование
- Ковка
- Травление
- Электролиз
- Обработка взрывом
- Водоструйная и пескоструйная обработка
- Растворение
- Окрашивание

- **Литейные свойства** – определяются способностью материала к получению качественных отливок (без трещин, раковин и других дефектов).

Литейное производство – заливка жидкого металла в литейные формы и его остывание (твердение)

Для литья пригодны лишь сплавы с хорошими литейными свойствами.

Основные показатели:

- **жидкотекучесть** – способность жидкого металла заполнять полость литейной формы
 - **усадка** (линейная, объемная) – уменьшение объема материала при затвердевании и охлаждении
 - **ликвация** – неоднородность химического состава отливки по объему.
- **Способность к обработке давлением** – способность материала поддаваться пластической деформации в холодном и нагретом состоянии под действием внешних нагрузок без разрушения.
 - **Свариваемость** – способность материала образовывать неразъемные соединения. Оценивается по качеству и прочности сварного шва.
 - **Способность к обработке резанием** – способность материала поддаваться обработке режущим инструментом. Оценивается по качеству обработанной поверхности.

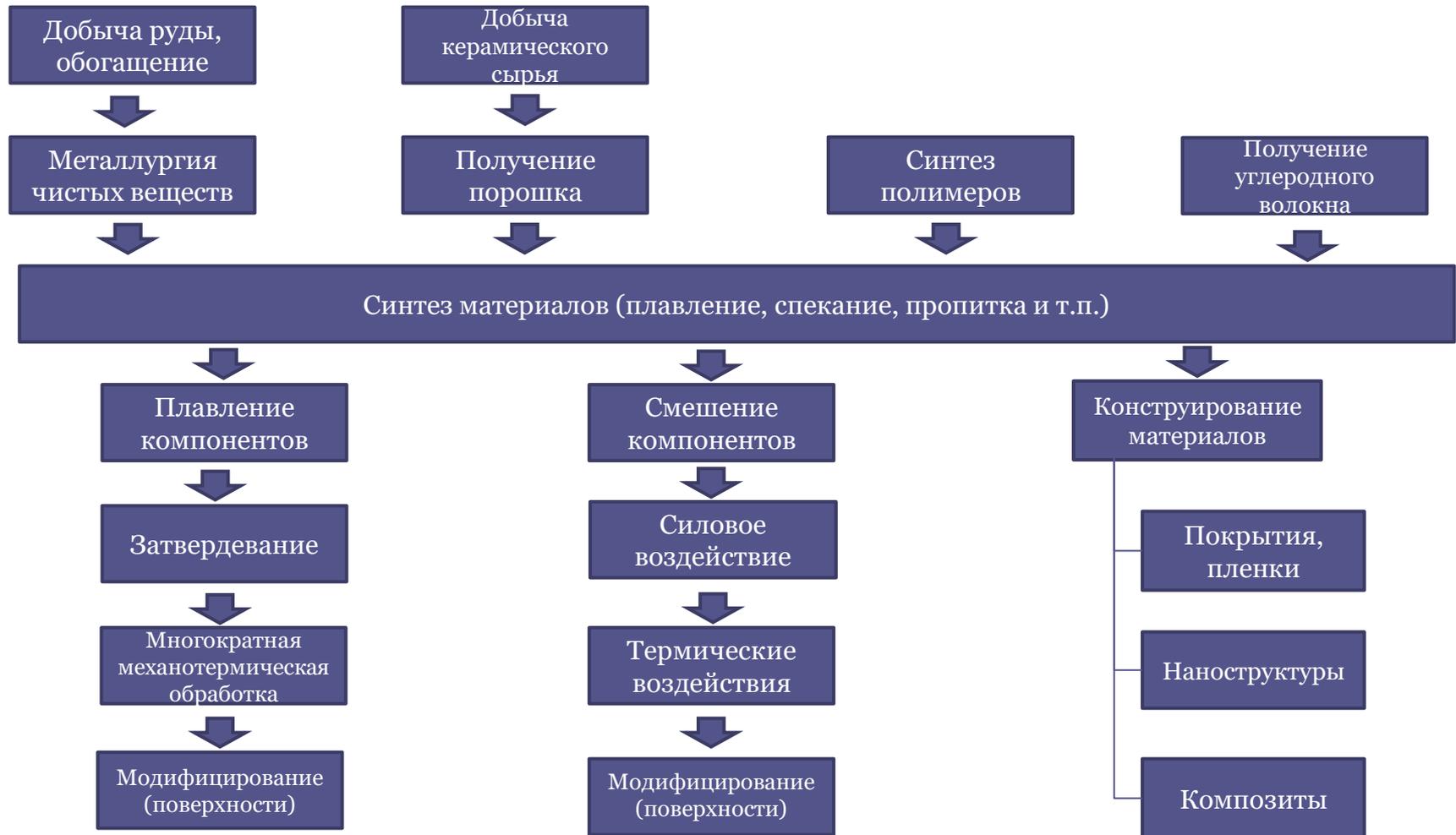


ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

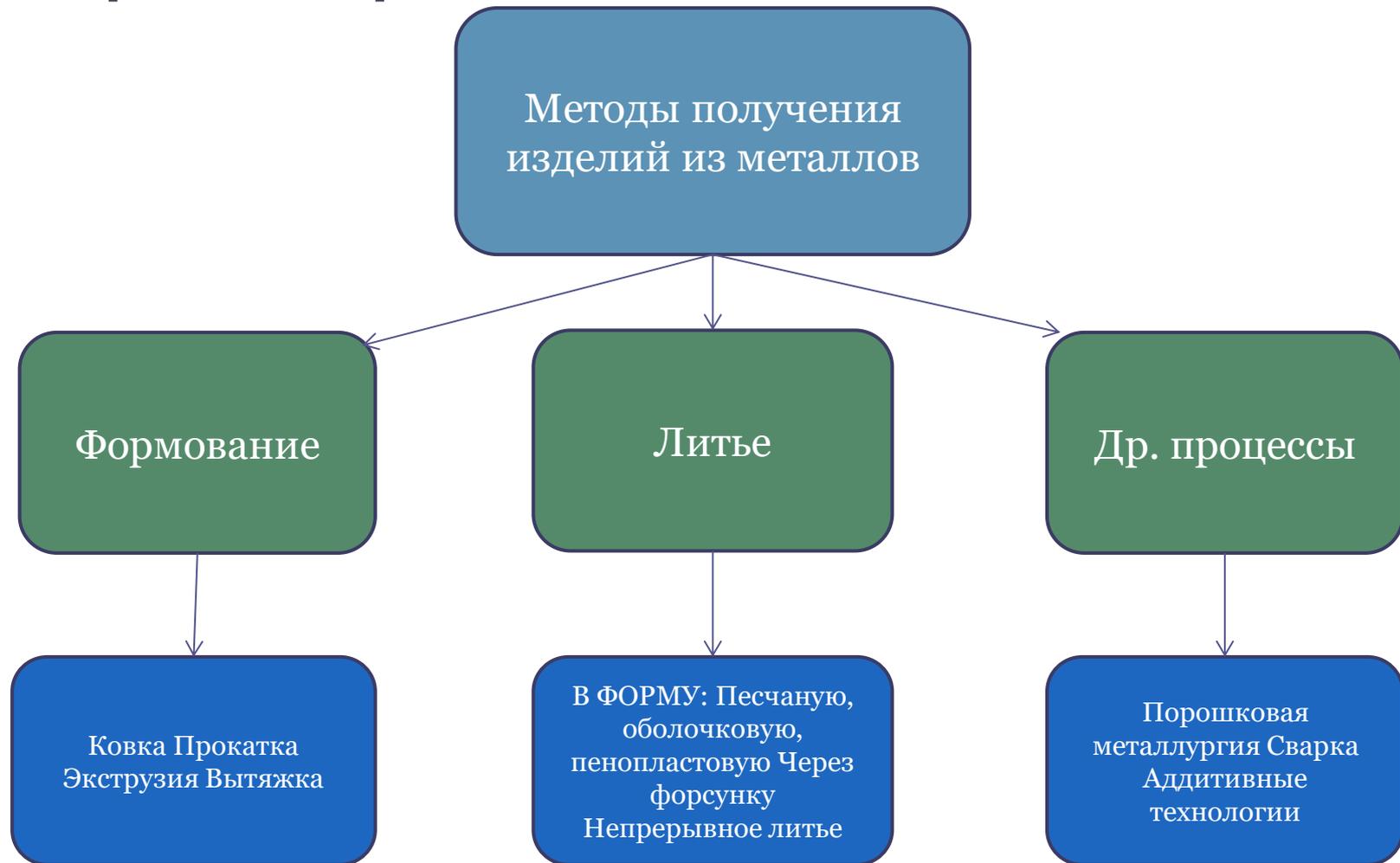
Принципы разработки материалов с наперёд заданными свойствами



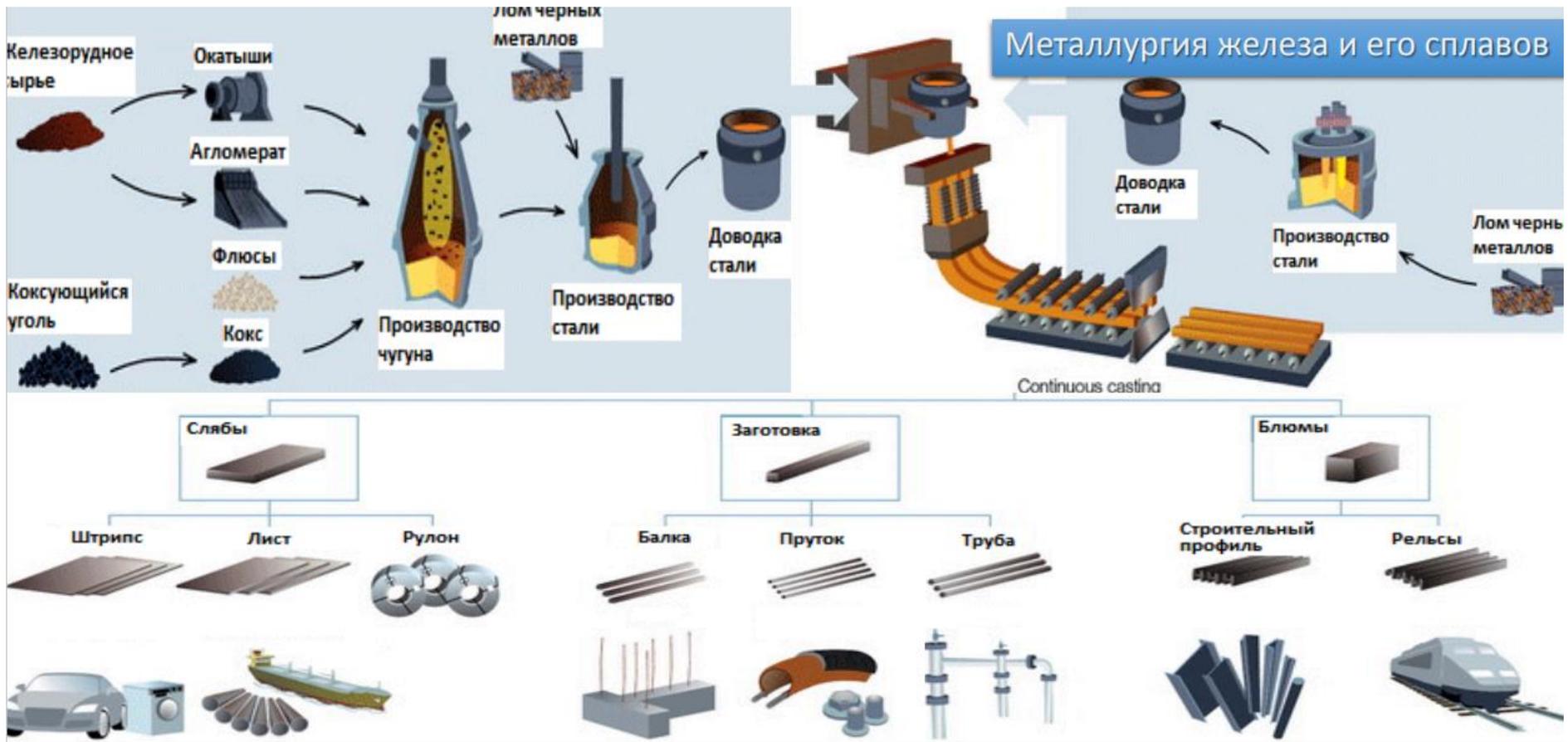
Получение материалов и изделий



Формообразование



Получение металлов



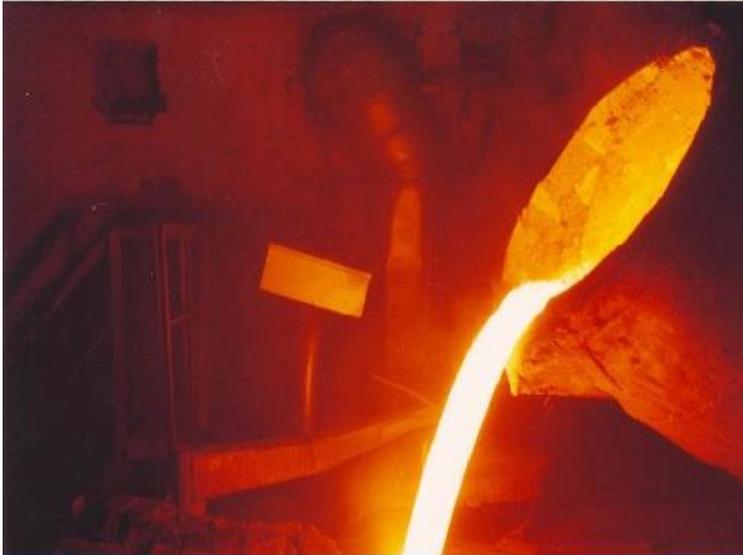
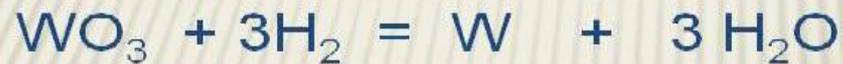
Водородная металлургия

- В части перехода на «зеленое производство стали», которое призвано сделать процесс производства более экологичным, важным аспектом считается переход **от углерода в пользу водорода, когда углеродный восстановитель заменяется водородом.** Основанное на водороде решение для прямого восстановления, которое позволяет напрямую использовать любые виды железной руды, может практически исключить углеродный след при производстве железа. Выбросы углекислого газа будут близки к нулю. Побочные продукты будут переработаны, а процессы будут выполнены с максимальной энергоэффективностью. Активно развивать эту технологию уже начали такие металлургические гиганты, как ArcelorMittal, voestAlpine, SSAB, Dillinger и ряд других производителей. Японский NipponSteel заявлял о своих намерениях к 2025 отказаться от технологии использования углерода в пользу водорода. На данный момент промышленных установок нет, и вопросы, связанные с их разработкой, проектированием и изготовлением для различных производств, являются актуальными.

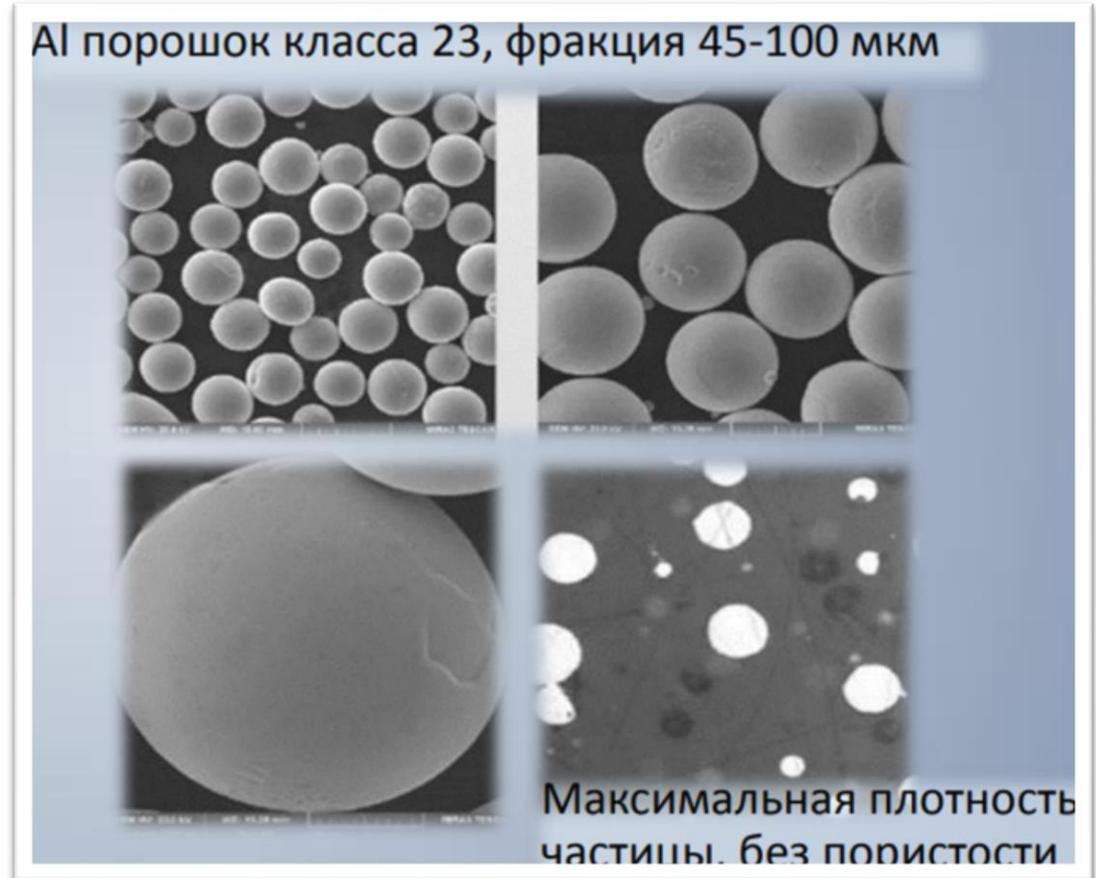
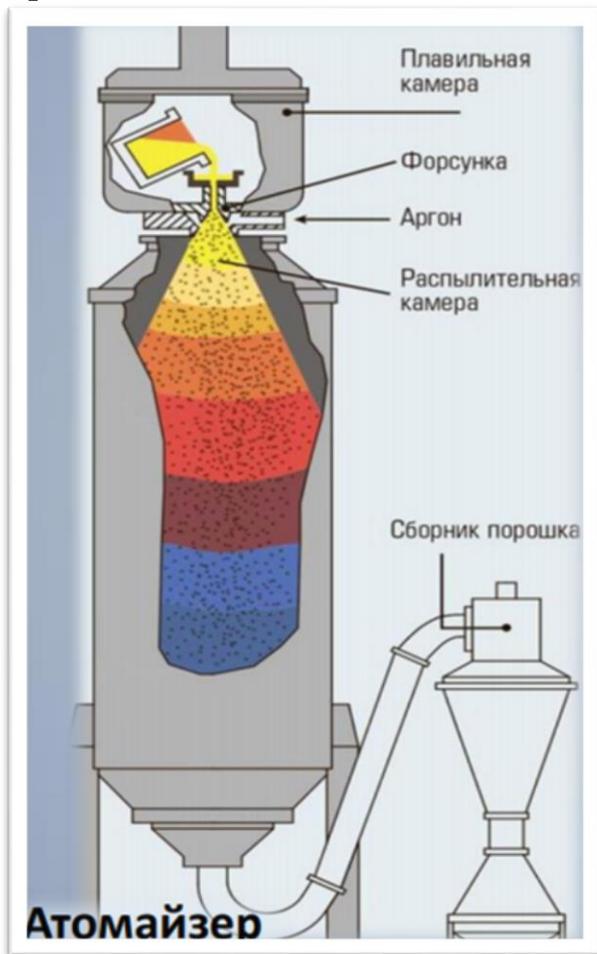
Применение водорода

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОРОДОМ (ВОДОРОДОТЕРМИЯ)

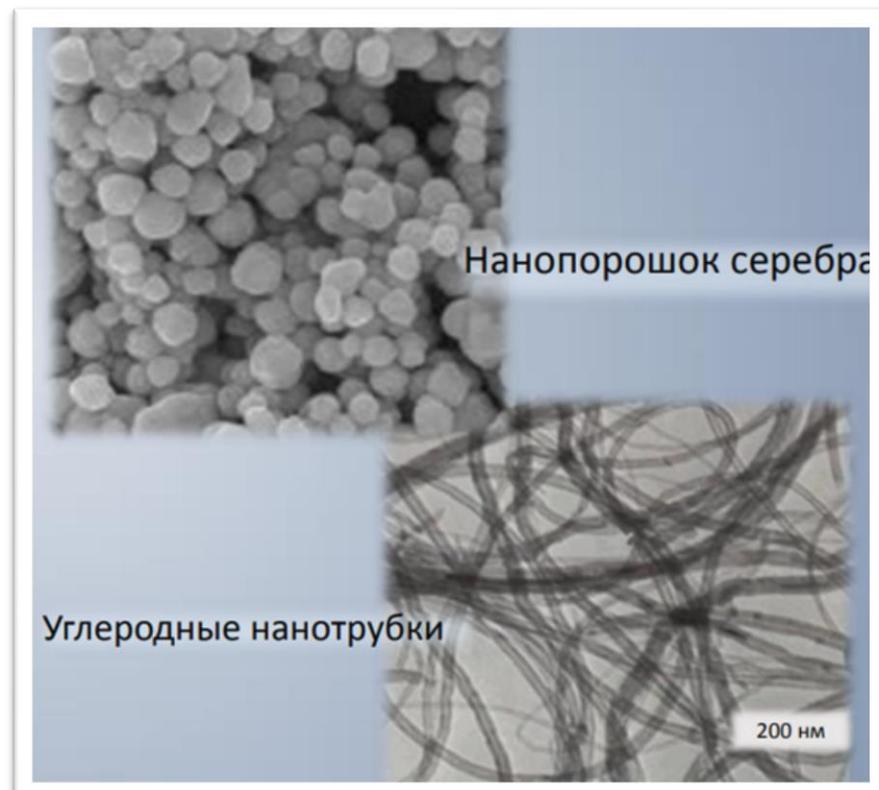
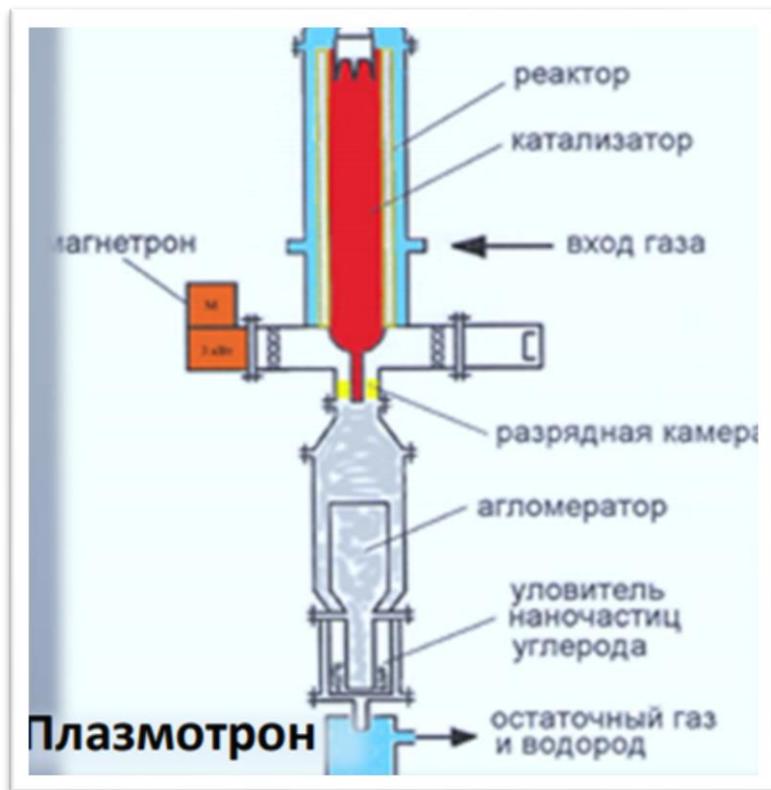
Используется для получения очень чистых металлов (Fe, Cu, Ni, W и др.)



Получение металлических порошков распылением

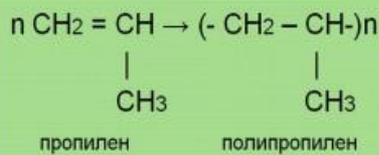


Плазмохимическое получение материалов



Получение полимеров

Получение полипропилена



Выражение в скобках -
структурное звено
Число n - степень
полимеризации

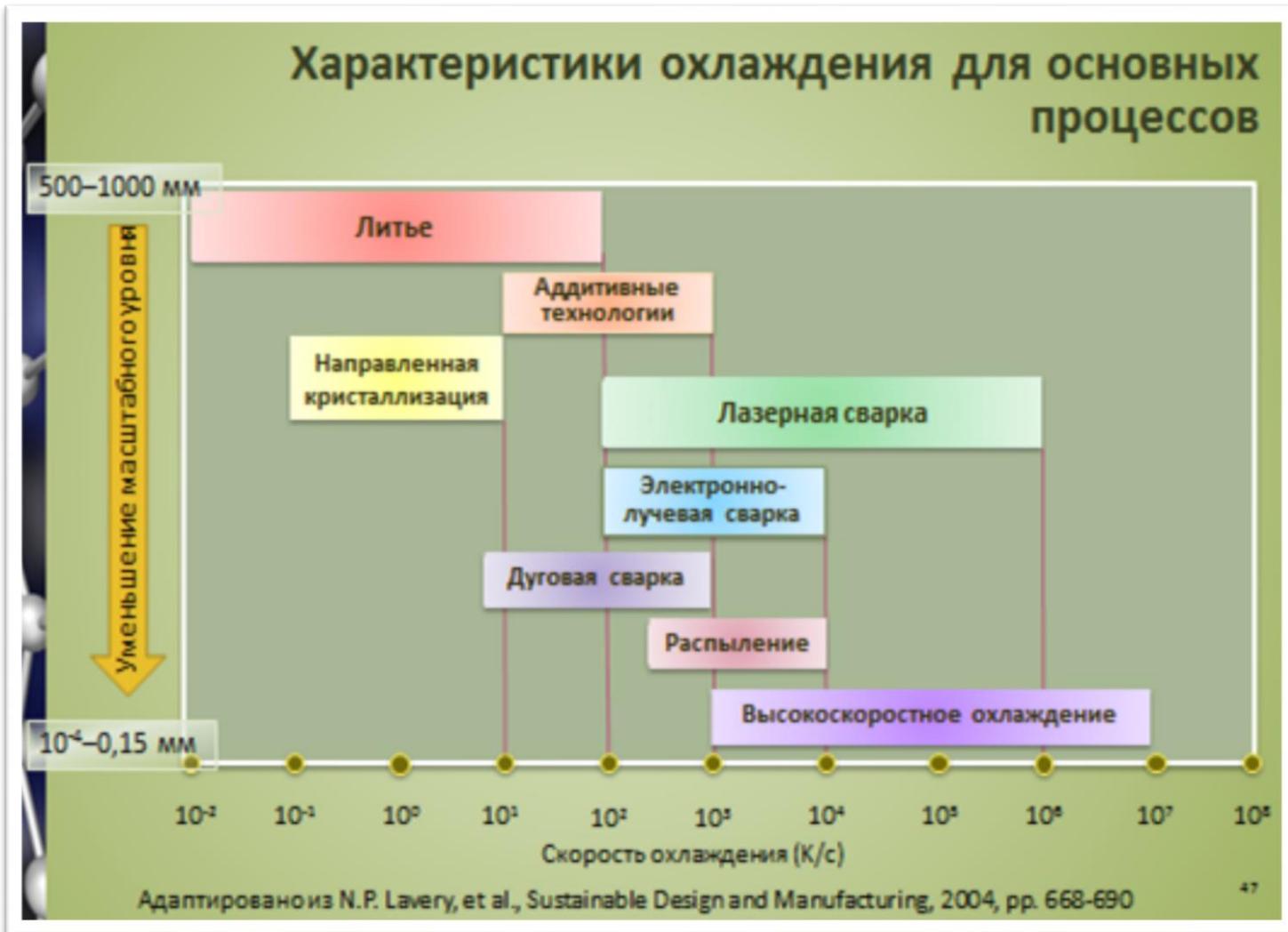


Полимеризационная колонна

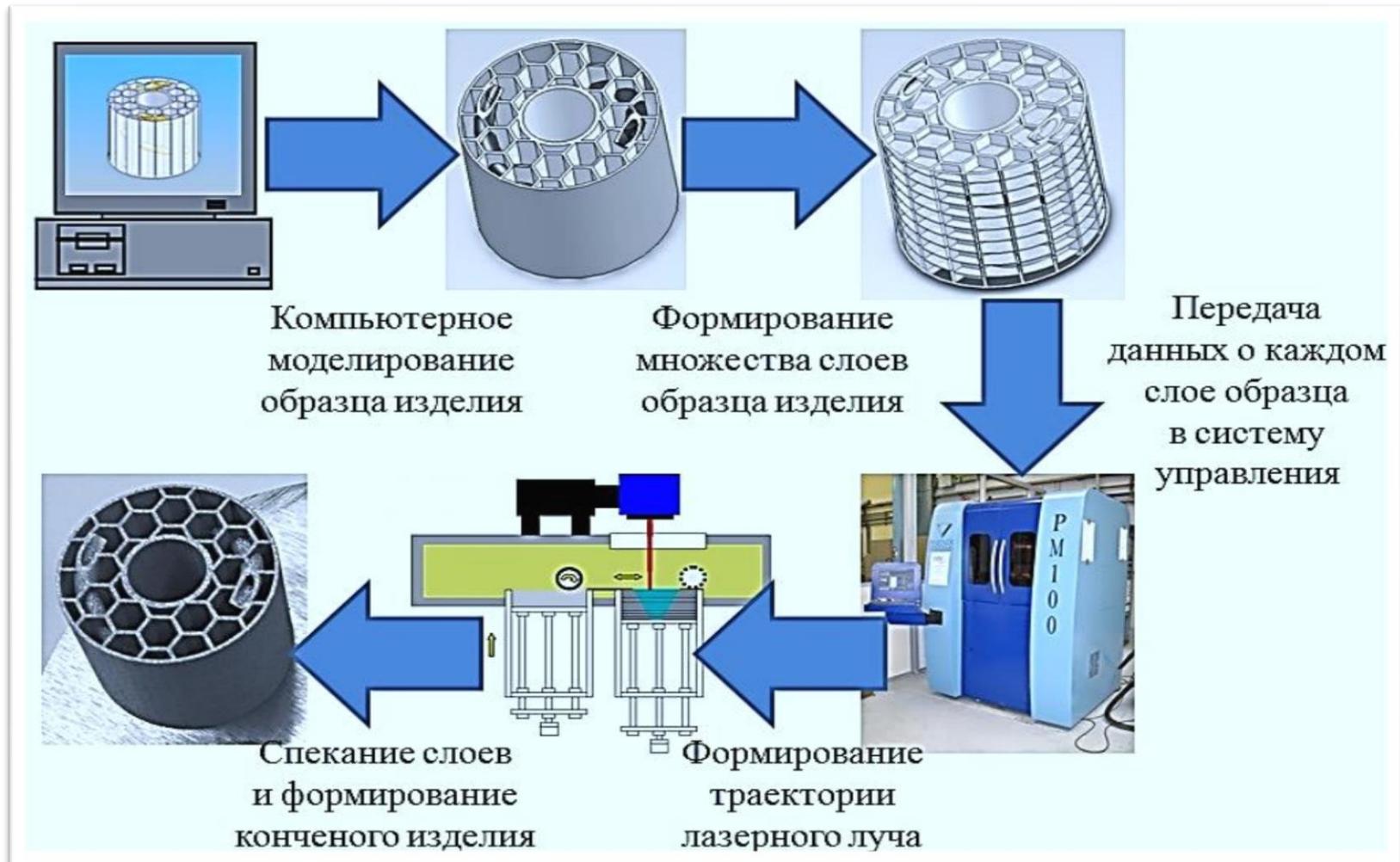
Получение полиэтилена высокой плотности ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



Развитие новых технологий

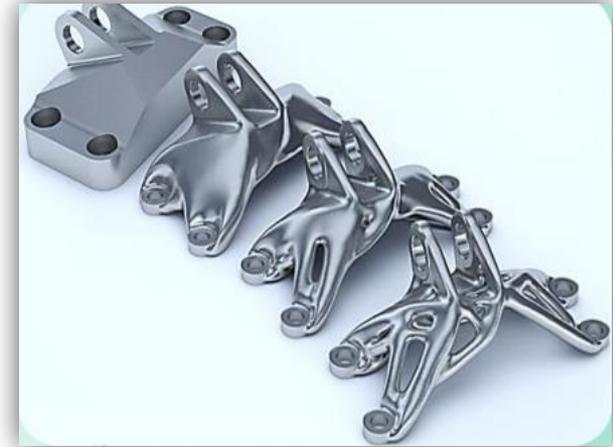


Аддитивные технологии



Биодизайн

- Бионический (топонимический, генеративный) дизайн - способ проектирования различных объектов, при котором для снижения веса и увеличения прочности применяются нетрадиционные решения. Внешне такие объекты отличаются от обычных техногенных изделий. Они имеют выраженные черты, присущие растениям, имитируют строение конечностей или костей.
- Метод предполагает использование в конструкциях эффективных решений позаимствованных в природе. В целом, это плавные линии, распределенная структура тонких сплошных или трубчатых конструкций. Биодизайн - частный случай топологической оптимизации.
- Топологическая оптимизация – изменение конструкции детали и ее варьирующихся параметров с улучшением ее функционала. Позволяет адаптировать геометрию под определенную технологию (как традиционную, так и 3D-печать), создавать сложные структуры и сокращать число единиц в сборке.



Вопросы, на которые надо ответить

- Материаловедение (определения, предмет и методы исследований)
- Основные компоненты, характеризующие материаловедение
- Требования к материалам. Из чего они складываются
- Классификация материалов. Перспективные материалы
- Структура материалов. Методы исследования
- Основные свойства материалов. Классификация для металлов
- Основные принципы и методы получения материалов
- Основные методы формообразования

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!