

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

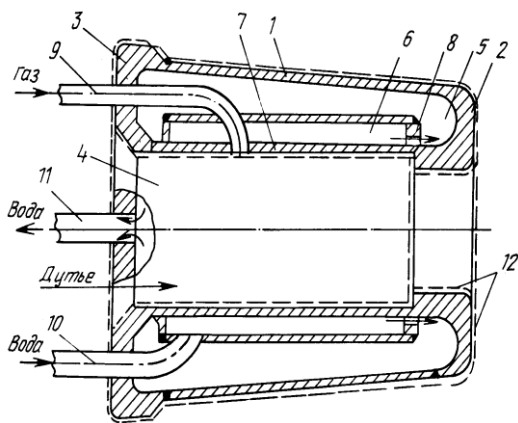
- А) Принципы создания материалов на металлической, полимерной и керамической основах с наперёд заданными свойствами.
- Б) Механизмы трения, износа и разрушения

Разработка новых технологий и материалов

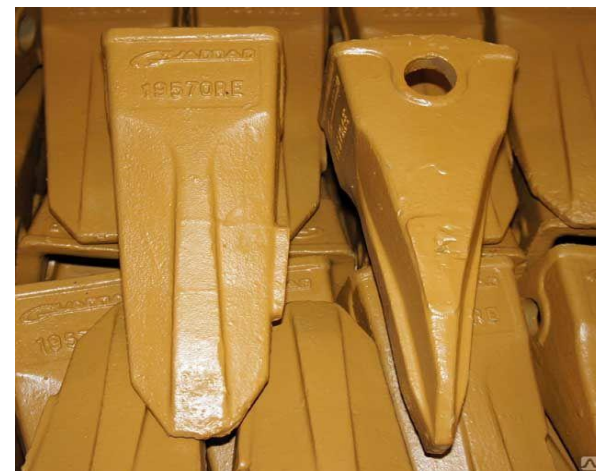
- Разработка технологий термообработки для традиционных материалов (шарошечные долота).
- Композиционные материалы на металлической и керамической основе технологии их изготовления для химических производств.
- Коленвалы, доменные фурмы и зубья кошей японских экскаваторов с электронно-лучевой наплавкой.

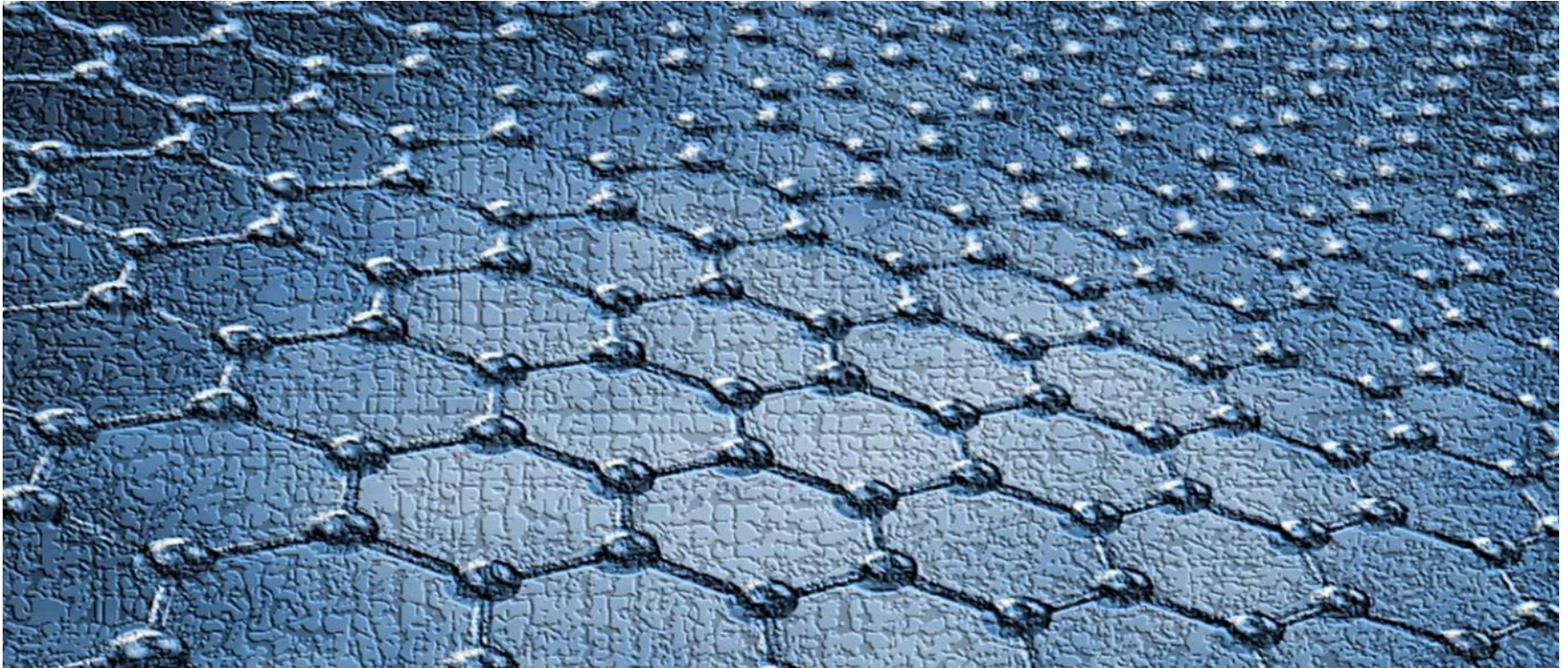


Восстановление фурм и упрочнение зубьев экскаваторов



Фиг. 1





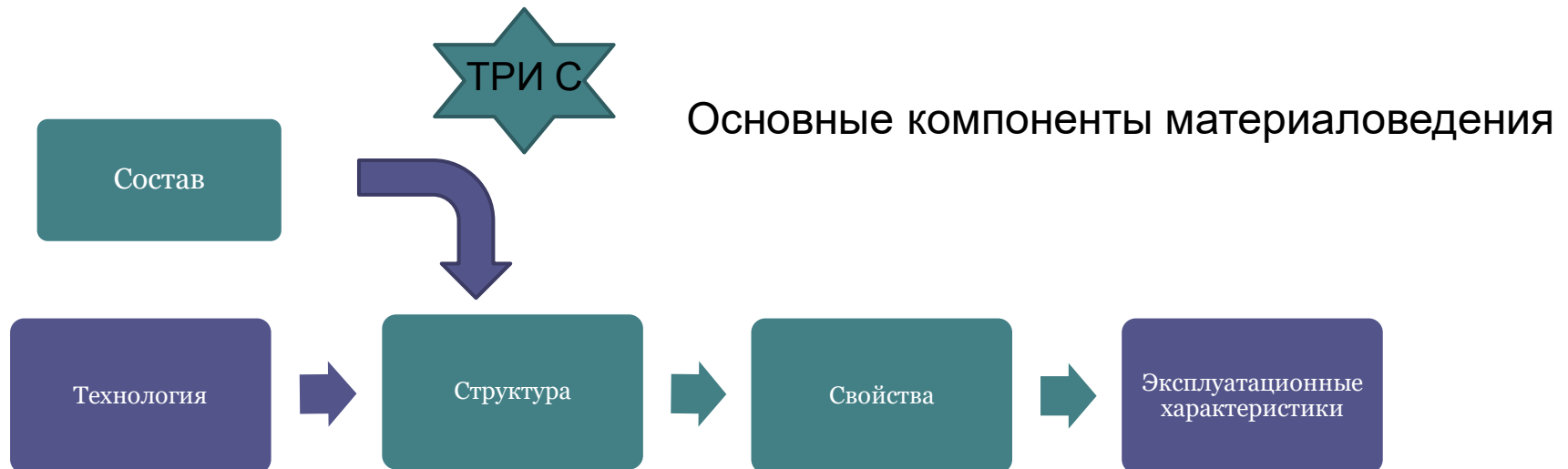
Основные представления
современного материаловедения

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

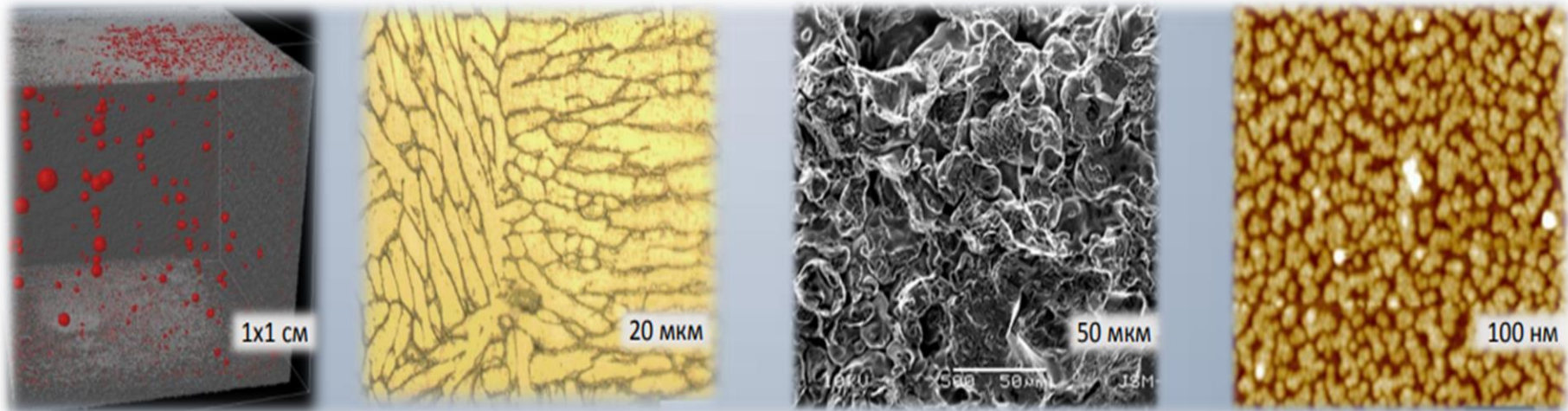
- Металлографический анализ
- Электронная микроскопия
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Рентгеноструктурный анализ
- Механические испытания
- Калориметрия
- Ядерный магнитный резонанс
- Шерография
- Термография
- Томография



Структура материалов

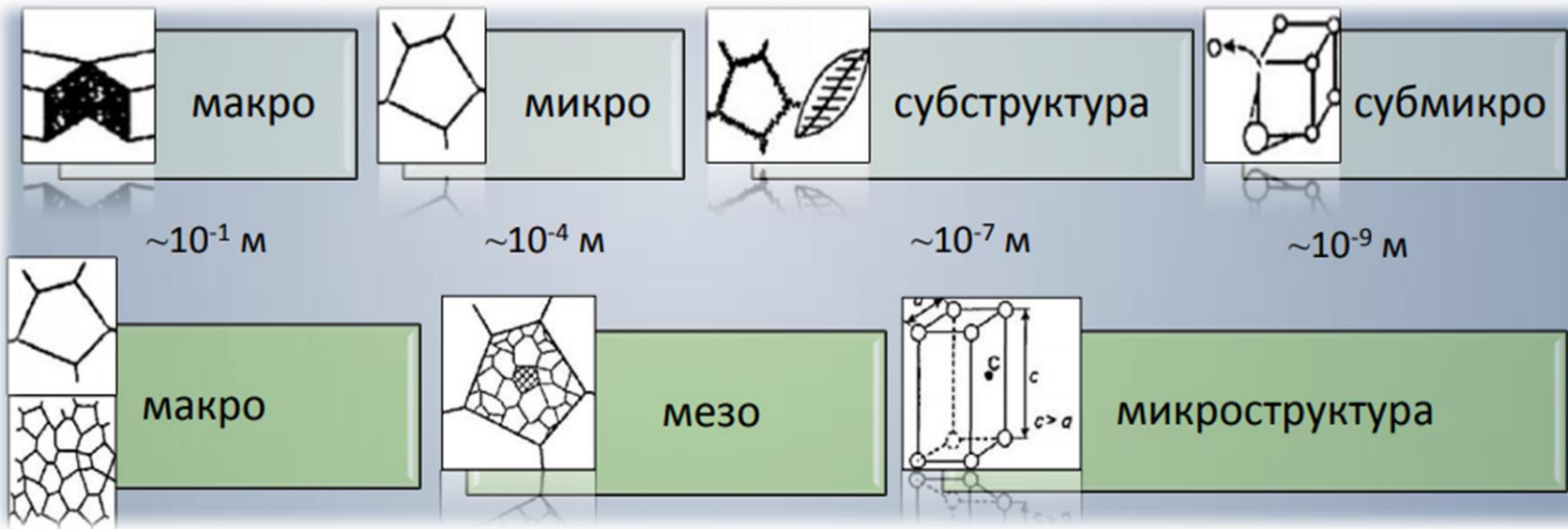
Структура (от лат. *structura* – строение, расположение, порядок) – пространственное расположение частиц, соединенных устойчивыми связями.

Томография ◊ Металлография ◊ Сканирующая электронная ◊ Атомно-силовая



Классификация реальных структур и их дефектов

Традиционная классификация



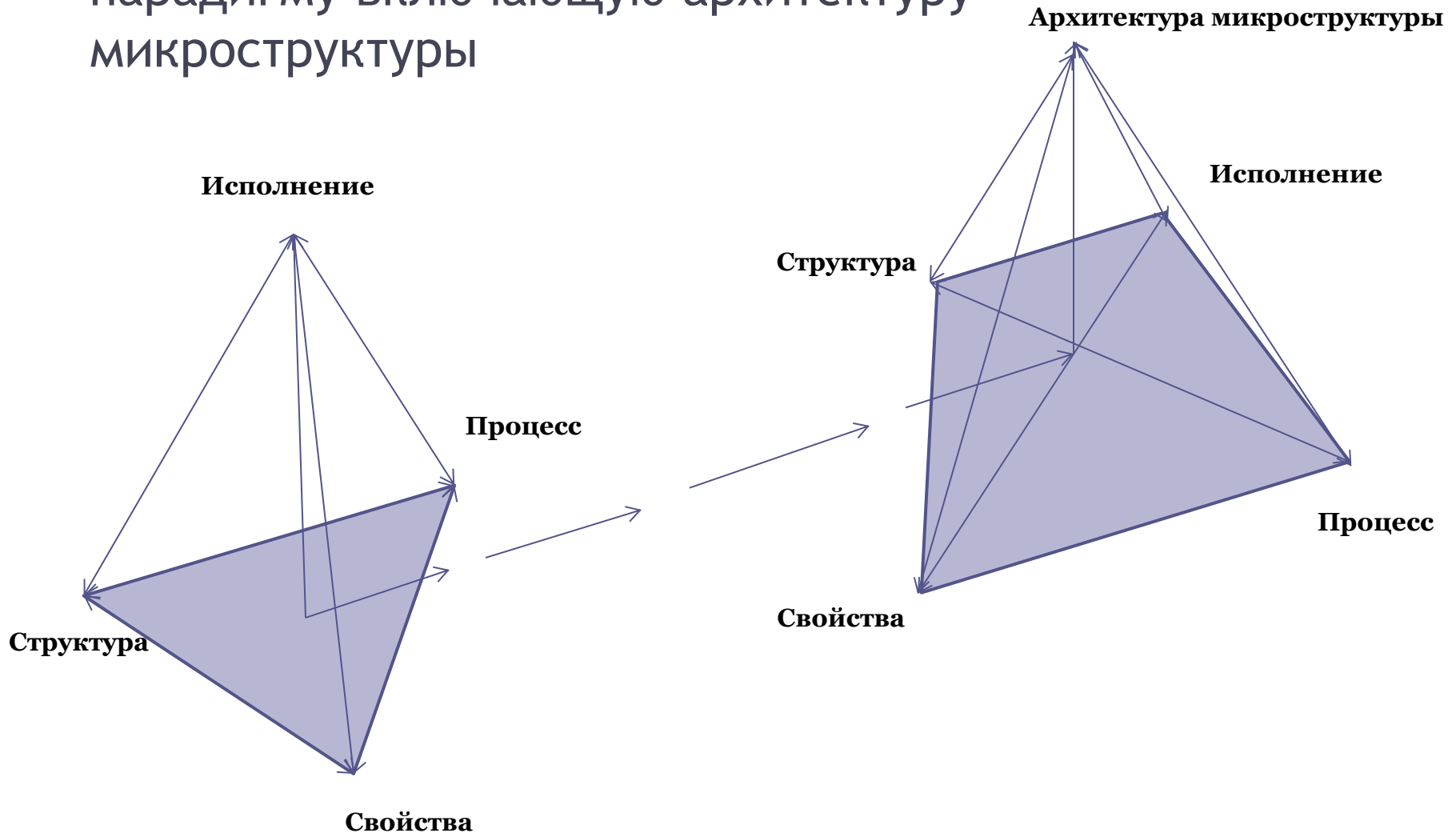
Классификация по результатам последних достижений

◇ 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	

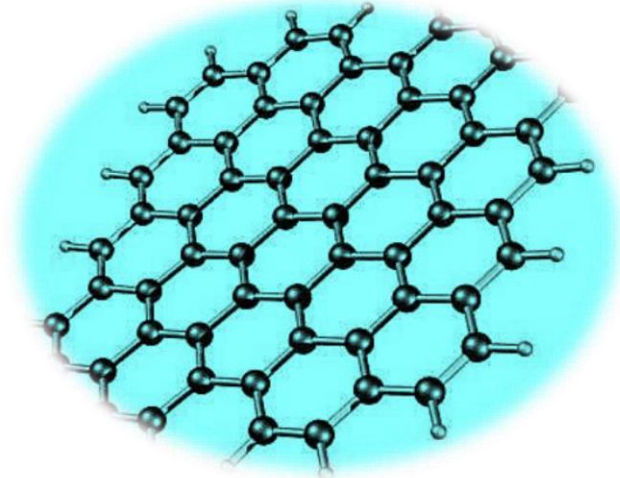
Источник: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tests/440-masshtabnye-urovni-struktury-materiala>

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

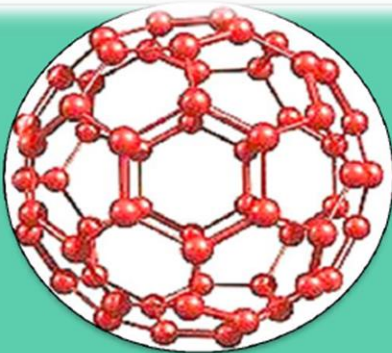


Гейм
Андрей Константинович

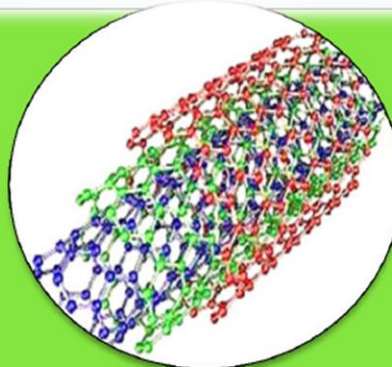
Двумерные материалы

- 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*)

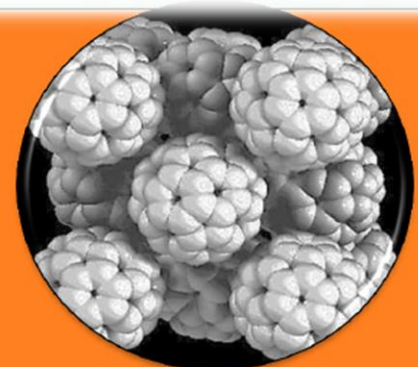
Фуллерены и нанотрубки



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)

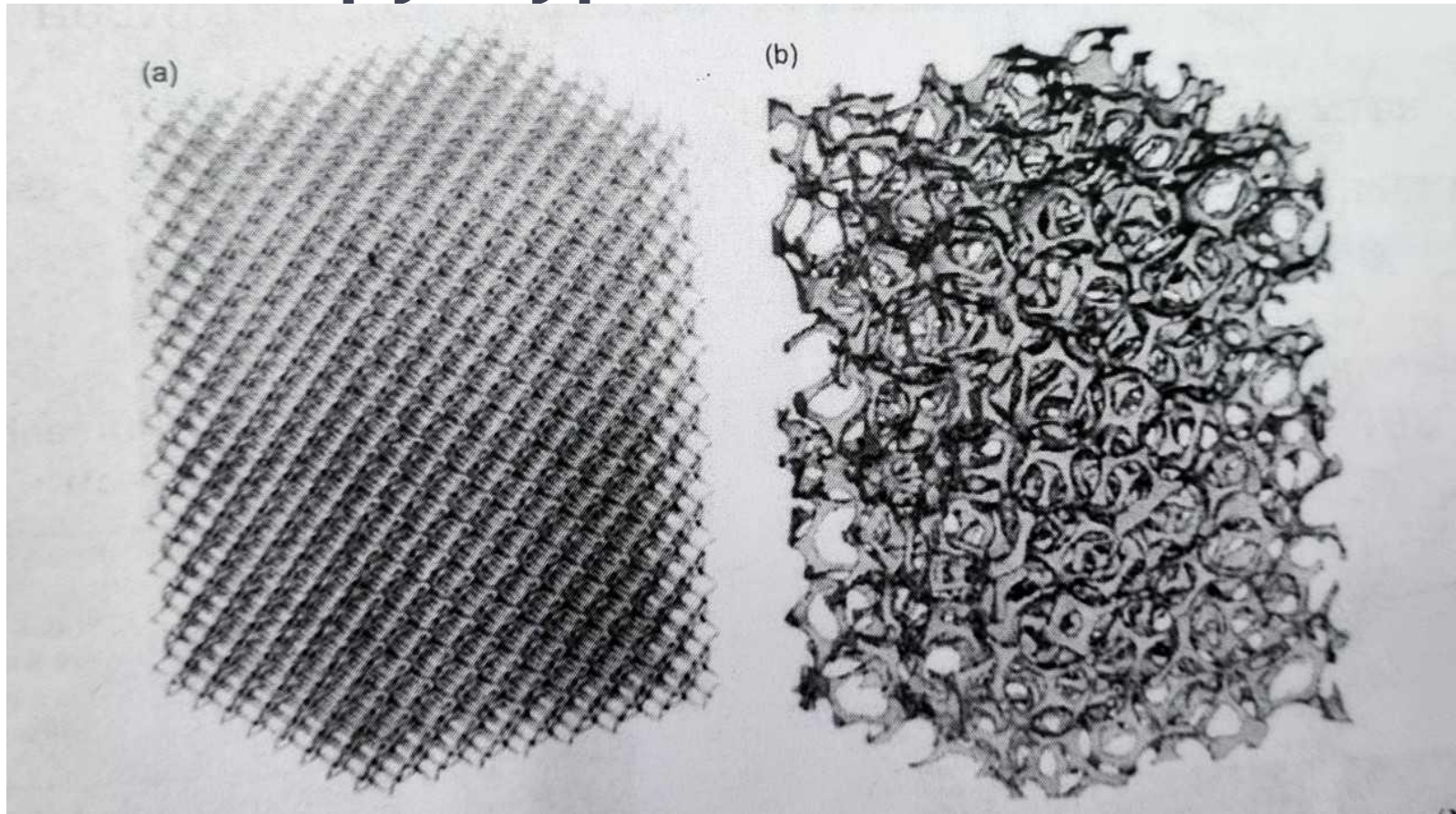


Углеродные нанотрубки – материал, которым грезят многие ученые. Высокий коэффициент прочности, превосходная тепло- и электропроводность. Огнестойкость и весовой коэффициент на порядок выше, чем у большинства известных материалов. Представляют собой свернутый в трубку лист графена



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

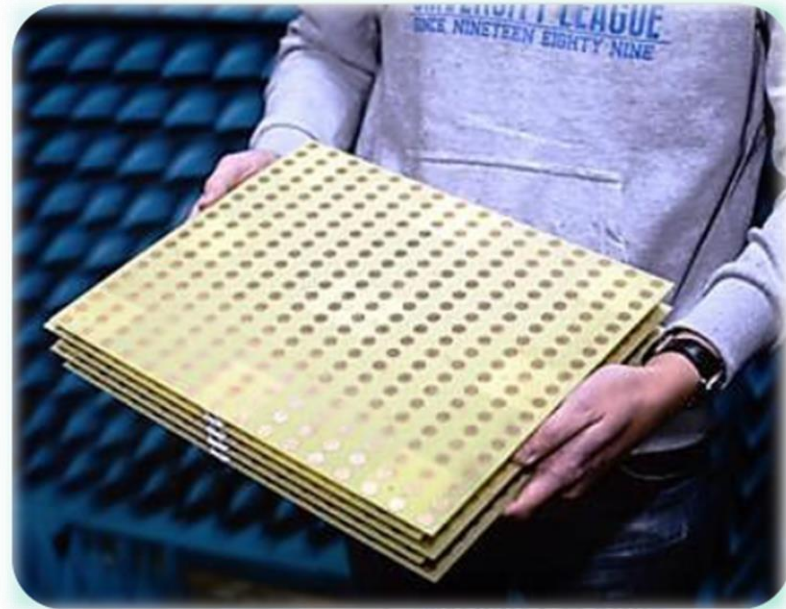


а) Компьютерное представление на основе элементов meshмодели

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



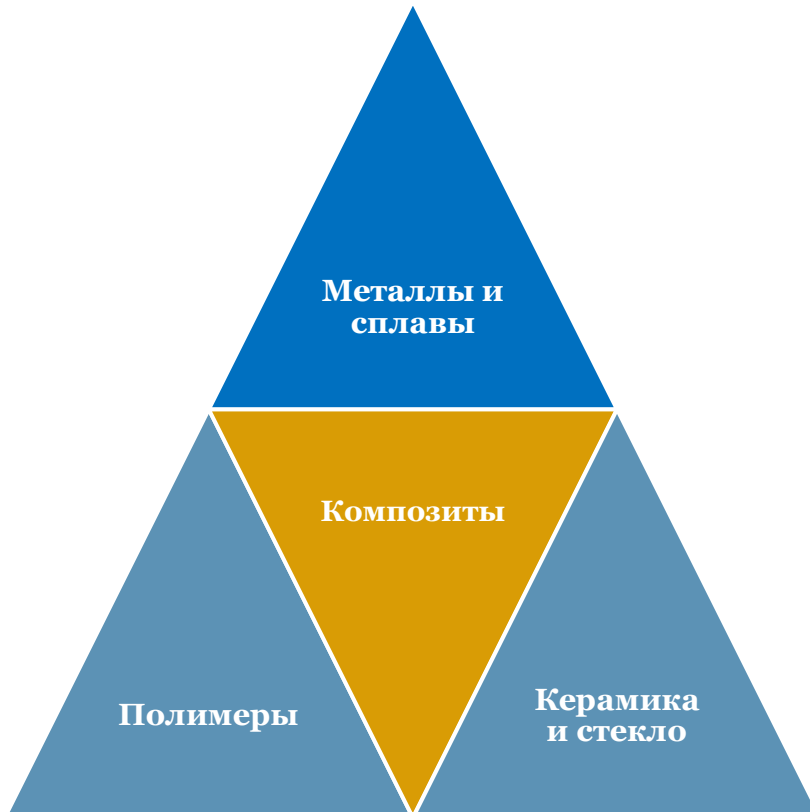
- Гибридные материалы (англ. hybrid materials) получают за счет взаимодействия химически различных составляющих (компонентов), органических и неорганических, формирующих определенную (кристаллическую, пространственную) структуру, отличающуюся от структур исходных реагентов, но часто наследующую определенные 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	<p>Железо и стали Алюминий и его сплавы Медь и её сплавы Никель и его сплавы Титан и его сплавы</p>
Полимеры	<p>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)</p>
Керамика и стекло	<p>Магниева (MgO) Алюминиевая (Al₂O₃) Силикаты и стекло (SiO) Карбид кремния (SiC) Нитрид кремния (Si₃N₄) Цемент и бетоны</p>
Композиты	<p>Стекловолокно Армированные полимеры углеродным волокном Наполненные полимеры Керметы Композитная керамика</p>
Натуральные материалы	<p>Дерево Кожа Хлопок/шерсть/шёлк Кость Камень Песок</p>

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

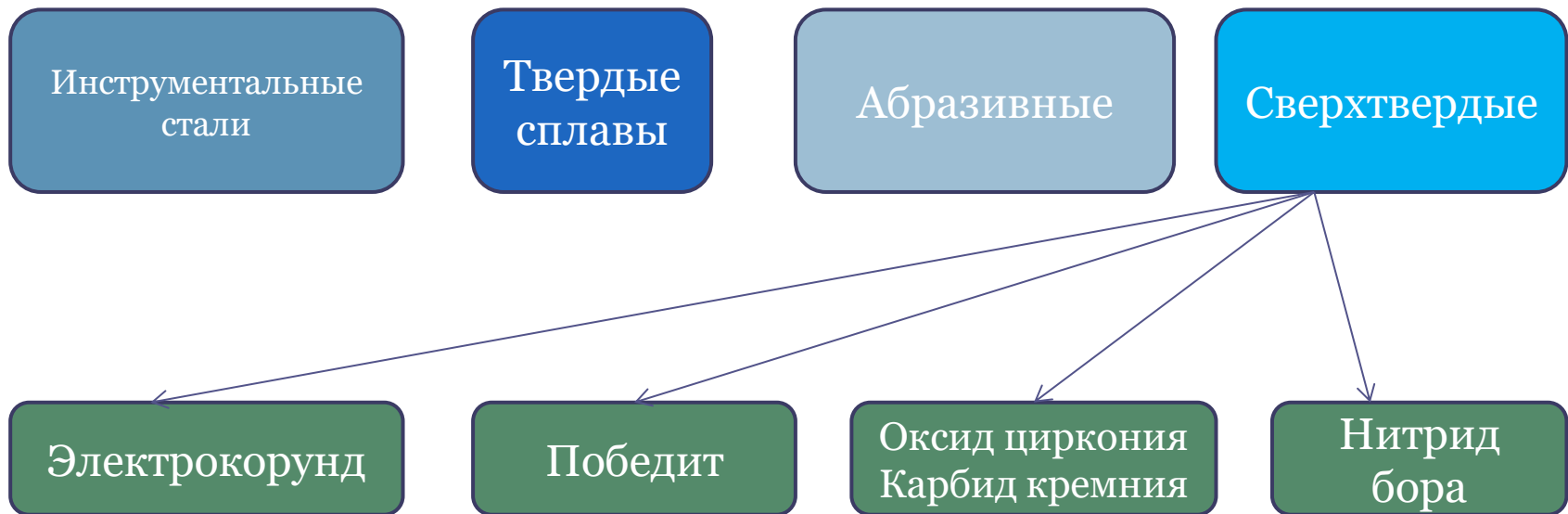
Сверхтвердые

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.

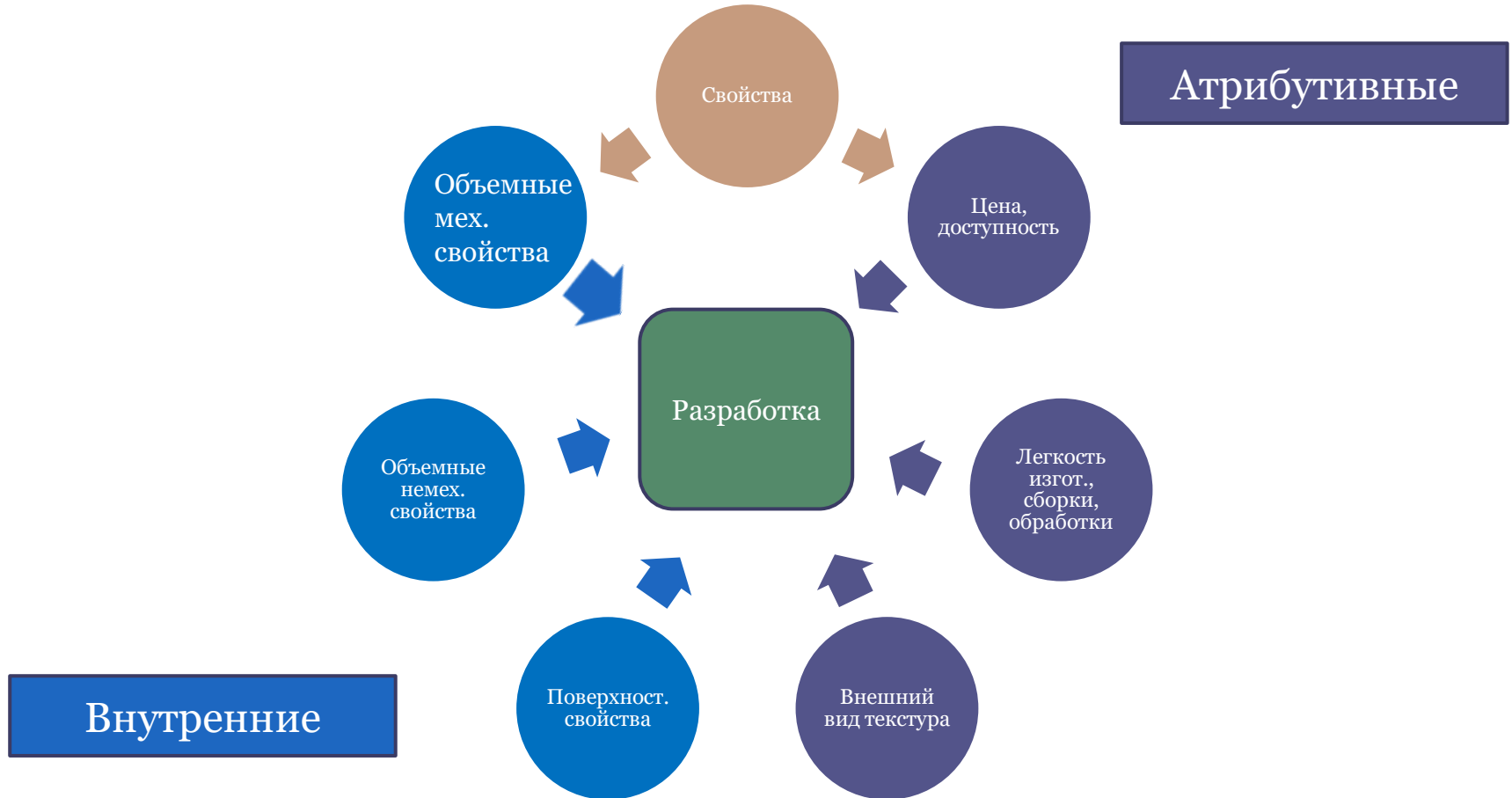


ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

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, окалиностойкость, каталитические свойства)
- **Механические** – способность сопротивляться деформации и разрушению или оценивать возможность разрушения (прочность)
- **Технологические** – пригодность для изготовления деталей надлежащего качества с минимальными трудозатратами (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.

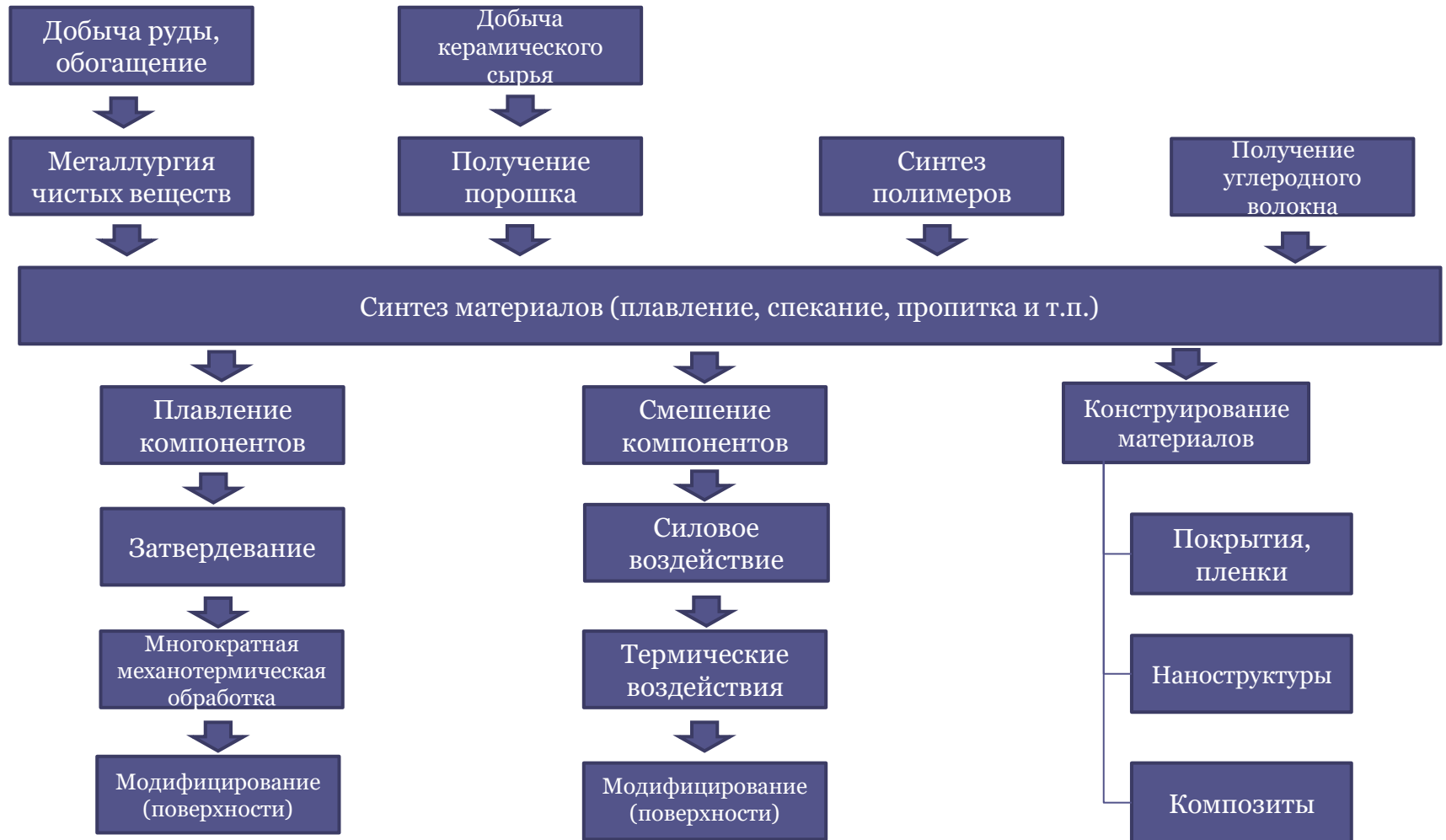


ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

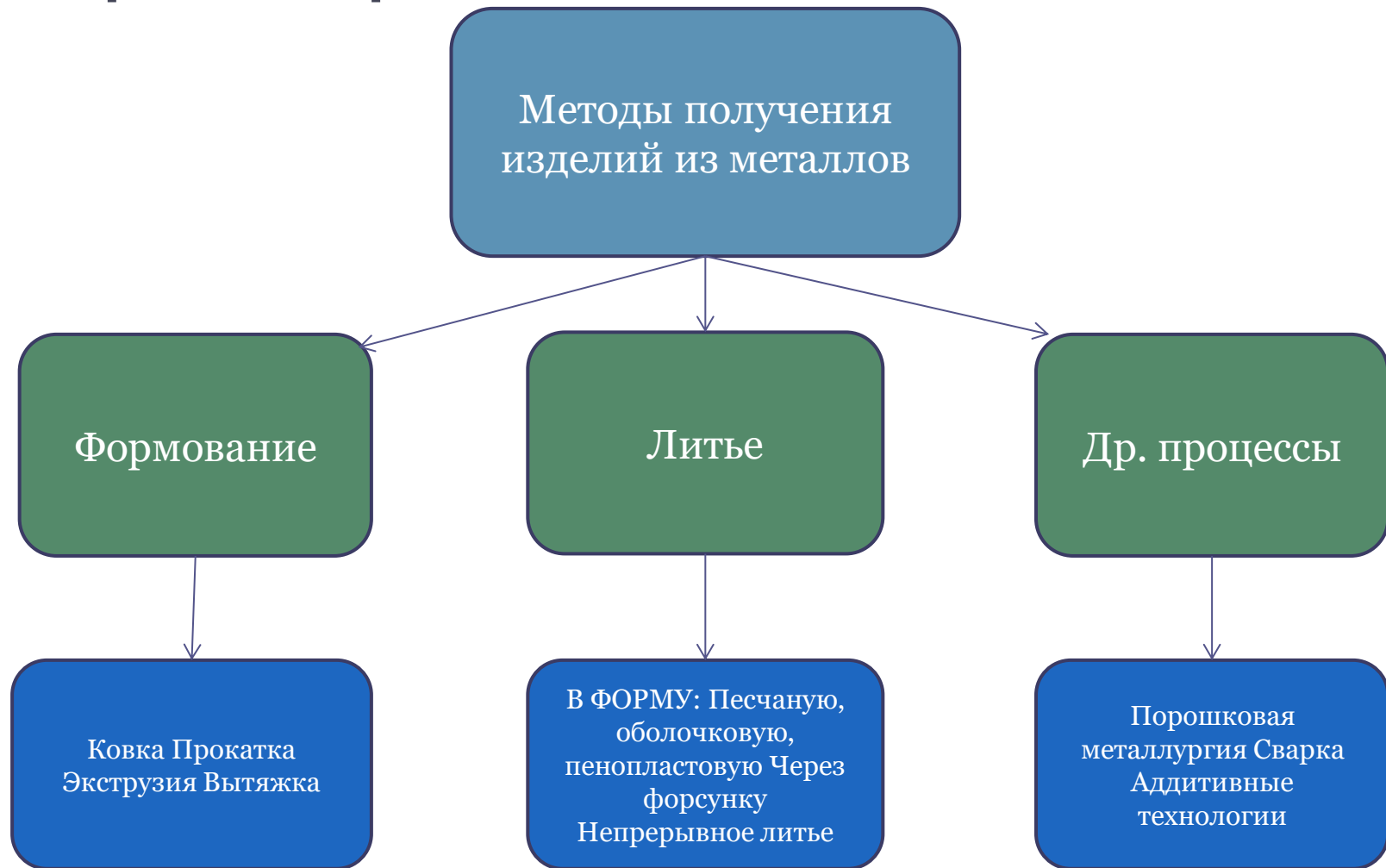
Принципы разработки материалов с наперёд заданными свойствами



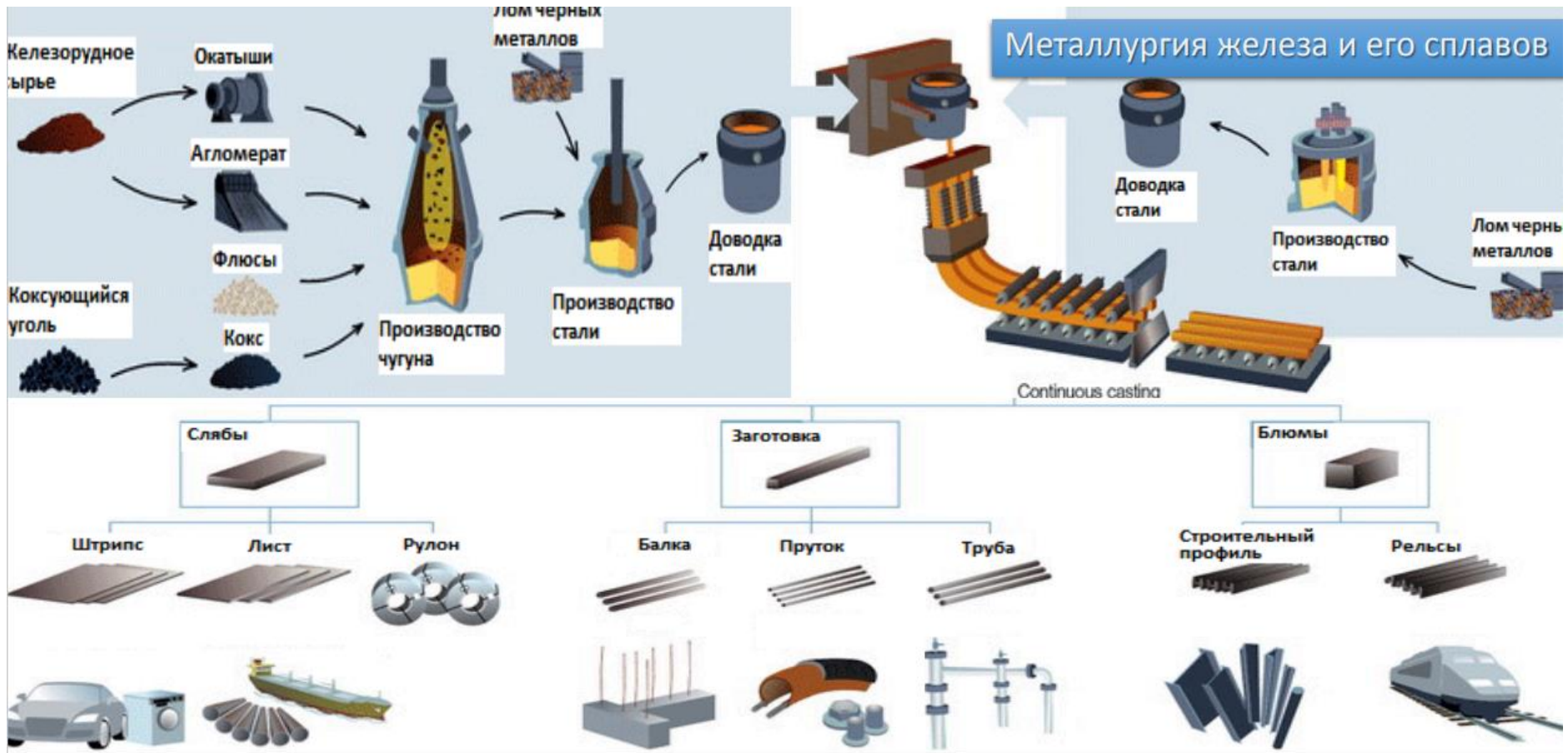
Получение материалов и изделий



Формообразование



Получение металлов



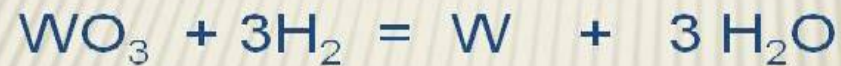
Водородная металлургия

- 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.

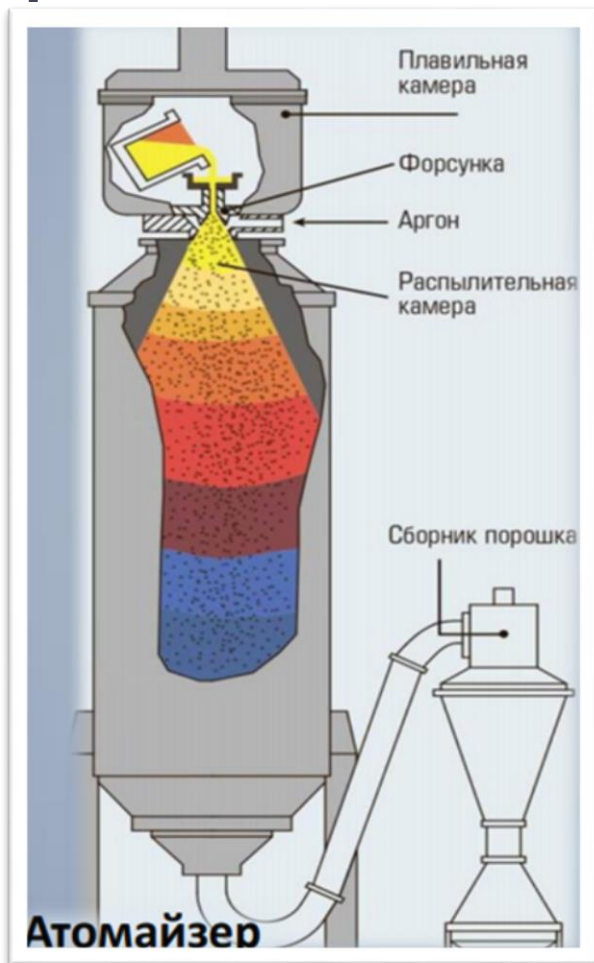
Применение водорода

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОРОДОМ (ВОДОРОДОТЕРМИЯ)

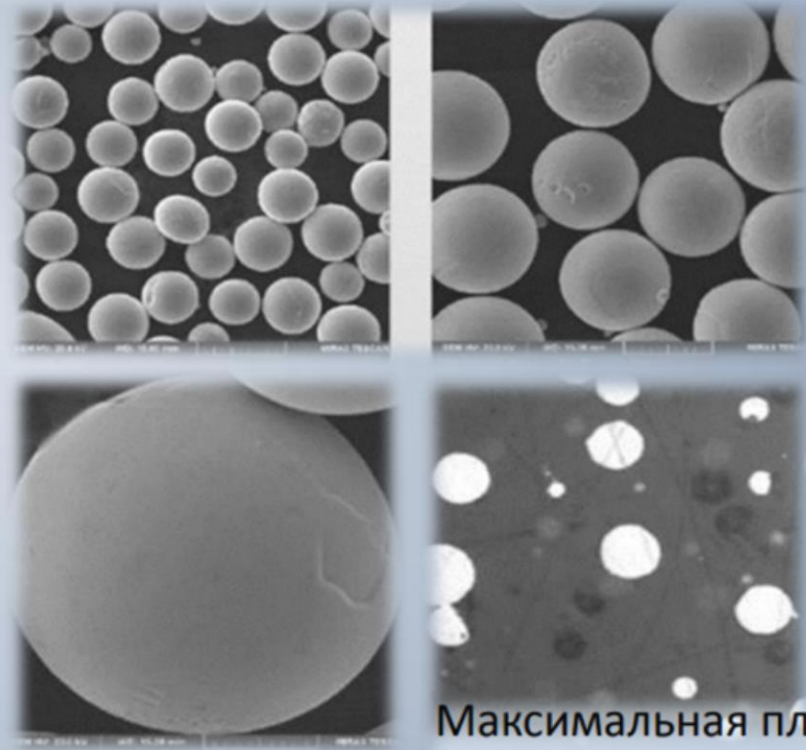
Используется для получения очень чистых металлов (Fe, Cu , Ni , W и др.)



Получение металлических порошков распылением

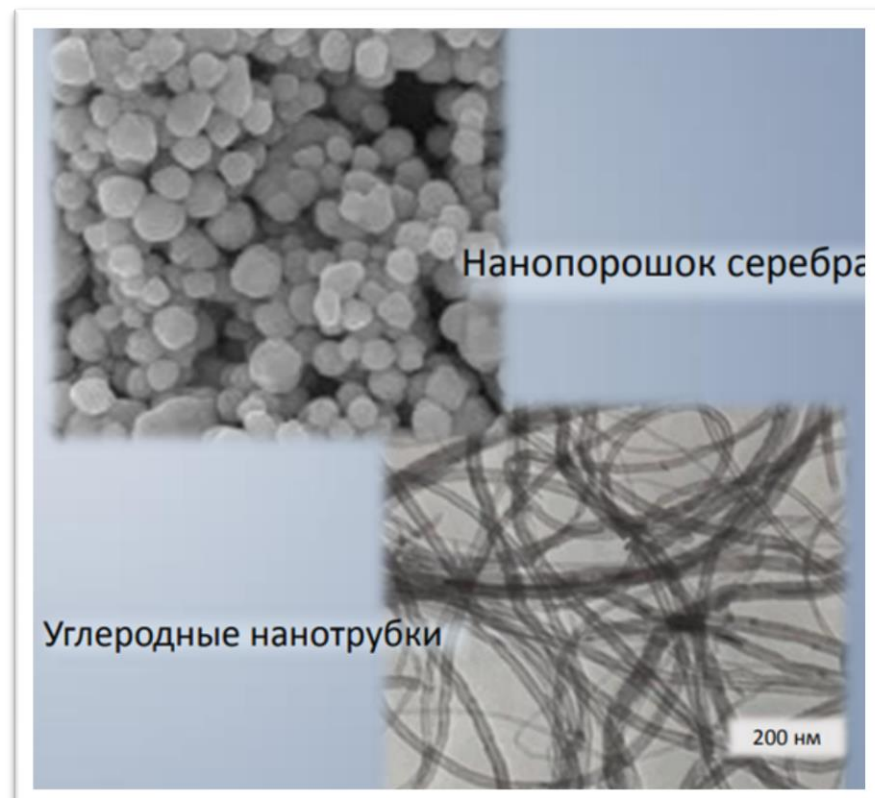
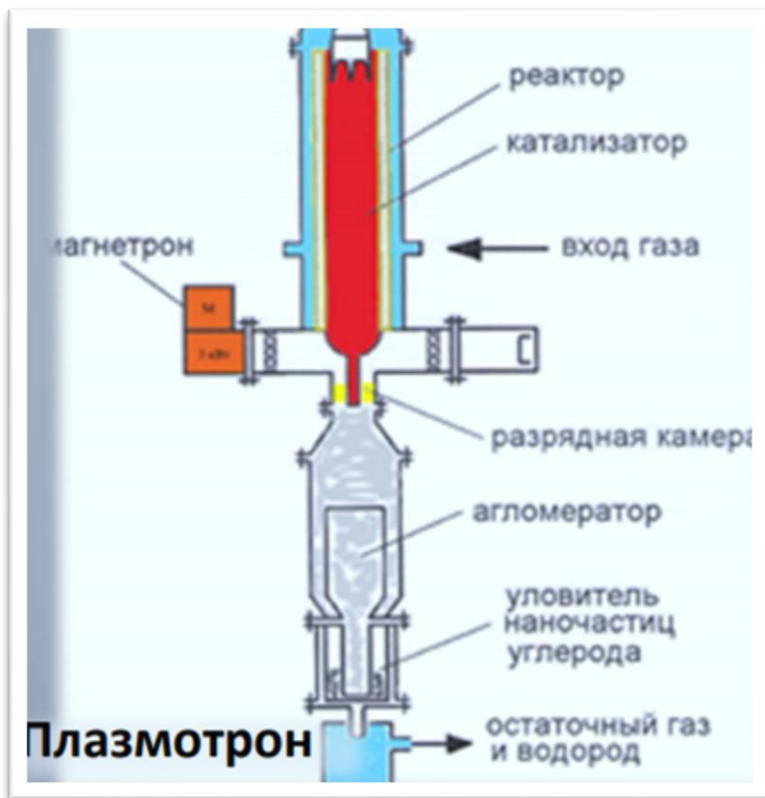


Al порошок класса 23, фракция 45-100 мкм



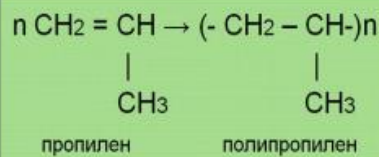
Максимальная плотность
частицы. без пористости

Плазмохимическое получение материалов



Получение полимеров

Получение полипропилена



Выражение в скобках -
структурное звено
Число n - степень
полимеризации

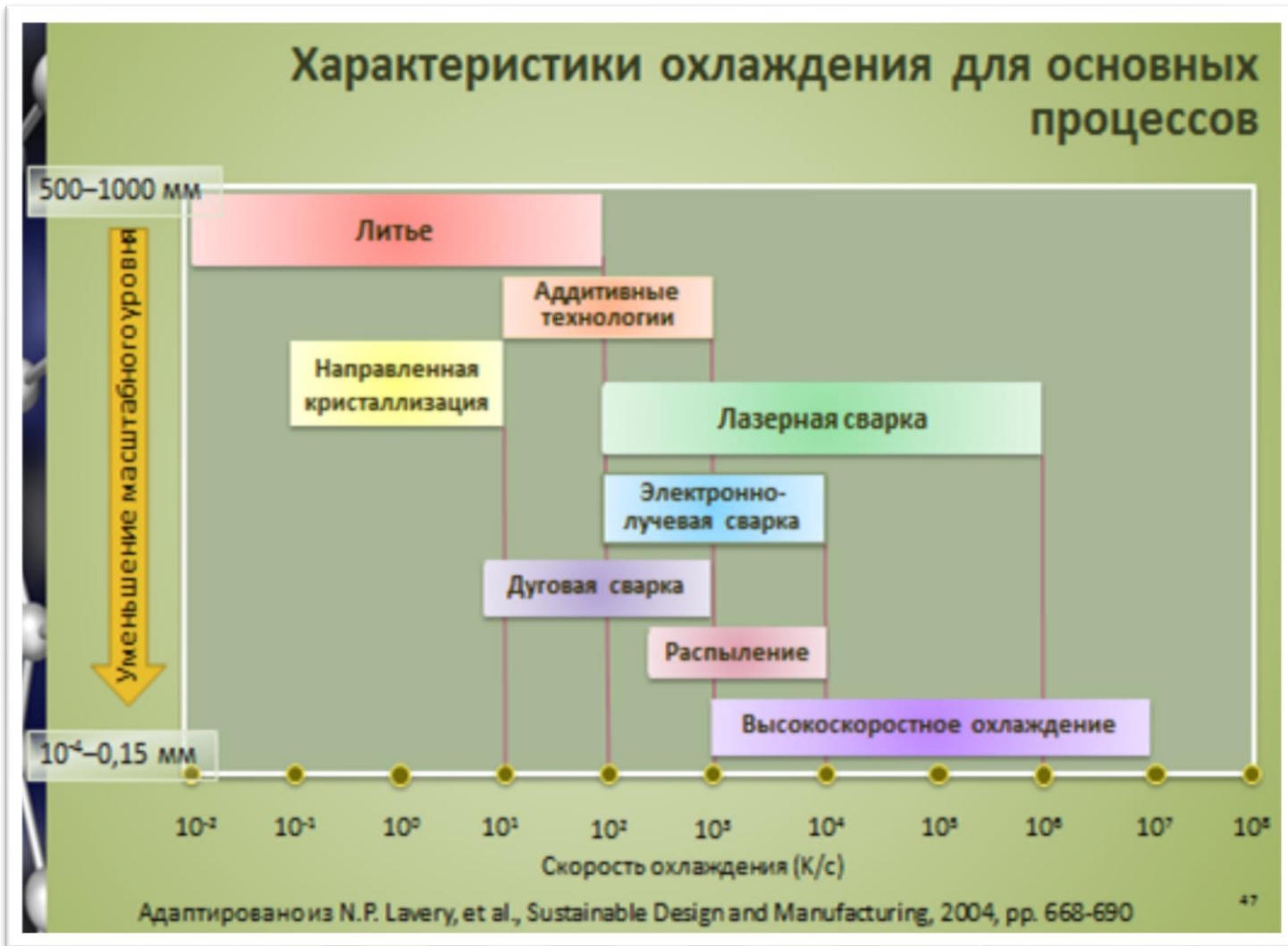


Полимеризационная колонна

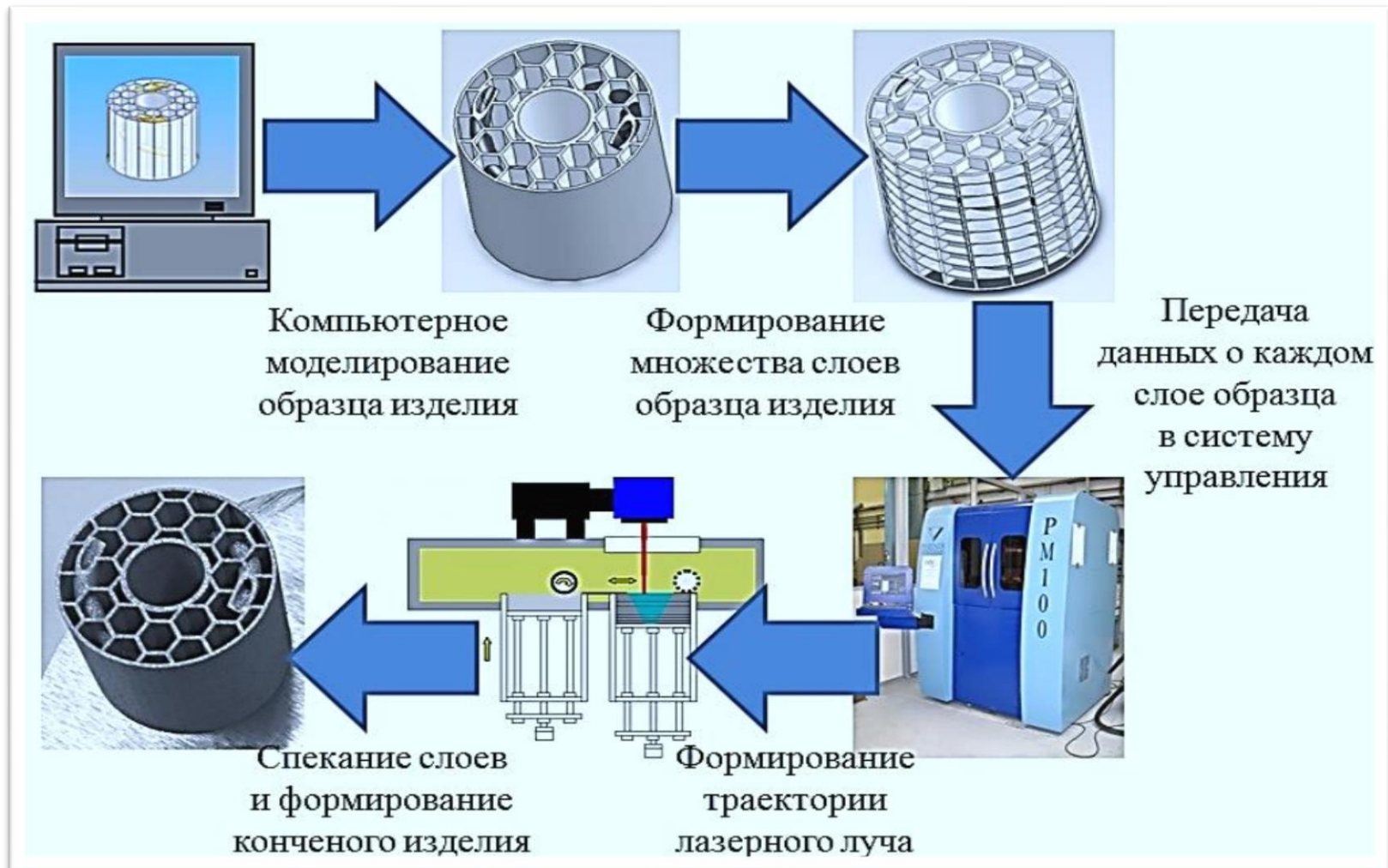
Получение полиэтилена высокой плотности ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



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!