

**Перечень научного оборудования ЦКП «Состав, структура и свойства конструкционных и функциональных материалов»
НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» по состоянию на 1.03.2022 г**

№	Наименование единицы оборудования	Марка	Изготовитель, год выпуска	Назначение и технические характеристики
1	2	3	4	5
1	Электронно-ионный сканирующий микроскоп с системой Pegasus (модернизированный)	Quanta 200 3D FEG	FEI, 2007/2019	Фрактографический анализ поверхностей разрушения и трения с разрешением до 2 нм, энергодисперсионный рентгеновский анализ элементного состава, исследование взаимной ориентировки структурных составляющих материалов, количественных отношений структурных элементов, изготовление образцов для ПЭМ. Возможность травления и резки материалов при помощи сфокусированного ионного пучка, фазовый структурный и кристаллографический анализ методом дифракции обратно отражённых электронов (EBSD) Диапазон увеличений 30 x – 500000 x
2	Просвечивающий электронный микроскоп	Tecnai G2 30F S-TWIN STEM	FEI, 2007	Исследование тонкой структуры материалов, кристалло-геометрическая аттестация и определение локального хим. состава наноразмерных выделений. Разрешение 0.20 нм, Диапазон увеличений 60 x – 1000000 x. Оснащён энергодисперсионным рентгеновским анализатором и спектрометром потерь энергии электронов, обеспечивающими анализ элементного состава. Источник электронов: 50 - 300 кВ
3	Сканирующий электронный микроскоп с системой определения элементного состава (модернизированный)	Vega 5136-LM	Tescan, 2009/2019	Для исследования поверхности материалов на микро- и нано- уровне, изучения формы и размеров частиц, структурных составляющих материалов, проведения фрактографических исследований, изучения элементного состава, распределения различных фаз и химических элементов
4	Высокоскоростной деформационный дилатометр	DIL805A D	Bahr, 2012	Дилатометрический анализ в условиях статического и динамического нагружения сжатием и растяжением. Возможность работы в закалочной и деформационной системах. Диапазон температур 20 °С - 1500 °С Принцип нагрева: индуктивный Атмосфера: защитный газ, вакуум, воздух Разрешающая способность: 0,05 мкм / 0,05 °С Усилие деформации: макс. 25 кН Скорость деформации: 0,001 — 20 с ⁻¹ Истинная степень деформации: 0,05 — 1,5
5	Рентгеновский дифрактометр с координатным детектором(модернизированный)	Ultima IV Тип II	Rigaku, 2008/2019	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ материалов. Многоцелевой рентгеновский дифрактометр с полностью автоматической юстировкой всей системы - Рентгеновская трубка Cu, Fe, Cr, Mo, мощность 1,5-2,5 кВт - Мощность генератора 3 кВт - Геометрия гониометра Вертикальный, Тета -Тета - Радиус гониометра 185 – 285 мм - Минимальный шаг 2 Тета 0,0001° - Щели расходимости Автоматические до 20 мм - Юстировка рентгеновской оптики Автоматическая

6	Микротвердомер	DM8	AFFRI, 2006	<p>Для измерения микротвердости металлов и сплавов по шкалам Виккерса в соответствии с ГОСТ 9450 -76.</p> <p>Диапазон измерений твердости по шкале Виккерса: от 5 до 2000 HV</p> <p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерения твердости $\pm 5.0\%$</p> <p>Испытательные нагрузки 0,09807; 0,2452; 0,4903; 0,9807; 1,961; 2,942; 4,903; 9,807; 19,614 Н</p> <p>Увеличение 10x, 40 x Диапазон измерения 0,25 мм Разрешающая способность 0,0001 мм</p> <p>Рабочее пространство: по горизонтали 160 мм, по вертикали 120 мм</p>
7	Копер маятниковый	Metrocom -300	Metrocom, 2005	<p>Определения механических свойств (ударной вязкости) высокопрочных материалов по методу Шарпи согласно ГОСТ 9454. Энергия разрушения образца материала определяется при помощи определения разницы между фиксированным углом положения маятника и углом возврата после удара об исследуемый образец.</p>
8	Разрывная машина	5585H	INSTRON, 2006	<p>Проведение статических механических испытаний образцов металлов и других материалов на растяжение, сжатие, изгиб. Машина с серво-электрохимическим приводом Наибольшая предельная нагрузка 250 кН. Точность измерения нагрузки $\pm 0,5\%$ в диапазоне 0,2%-100% от величины текущего значения. Погрешность системы измерения перемещения траверсы /деформации образца 0,01 мм</p>
9	Комплекс газоанализаторов	LECO CS-230, TC-400	LECO 2006	<ul style="list-style-type: none"> • Определение содержания углерода, азота, кислорода и серы абсорбционным методом, предел обнаружения. Точность и воспроизводимость на уровне ниже 1 ppm. • Углерод: от 0,0004 до 4,5% • Сера: от 0,0004 до 0,4% • Кислород: от 0,00005 до 0,2% • Азот: от 0,00005 до 3%
10	Анализатор магнитных и электрических свойств	Импас, МСЗ-ИФМ	Средуралметпром, 2008	<p>Анализ магнитных свойств материалов. Измерение магнитной проницаемости с точностью до 10^{-3} в диапазоне от 1,001 до 4,00</p>
11	Рентгенофлуоресцентный спектрометр	XRF-1800	Шимадзу, 2008	<p>Анализ химического состава материалов, определение более 85 элементов от В (z=5) до U(z=92)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Картирование распределения элементов с шагом 250 мкм. -Локальный анализ в точке \varnothing 500 мкм с помощью микроколлиматоров и встроенной цифровой камеры - определение толщины и элементного состава неорганических покрытий - Размер образца: 51 мм в диаметре, высота 38 мм. - Автосамплер: 8 позиций. - Атмосфера анализа: воздух/вакуумирование.
12	Атомно-эмиссионный спектрометр с индукционной плазмой	Optima-9000	Perkin Elmer, 2009	<p>Используется для определения элементного состава веществ и материалов по эмиссионным спектрам (металлов и сплавов, лигатур, сварочных материалов, в том числе флюсов). Предназначен для многоэлементного анализа жидких образцов, раствор которых вводится в плазму в виде аэрозоля для получения спектров. Спектральный диапазон от 163 до 782 нм. Оптика большого размера дает высокую светосилу Эшелле полихроматору со скрещенной дисперсией. Разрешающая способность лучше 0.004 нм при длине волны 193 нм.. Оборудована приставкой генерации гидридов, которые позволяют определять гидрообразующие примеси без влияния матрицы</p>

13	Рентгеновский волновой последовательный спектрометр	Axios	“Panalytical”, 2009	<p>Для высокоточного анализа химического состава проб от Be до U с пределами обнаружения элементов на уровне от долей ppm до 100%.</p> <p>Возможности проведения круглосуточного экспресс-контроля в условиях нагруженного и запыленного производства. Система предварительного вакуумирования пробы, коллектор сбора пыли</p> <p>Диапазон определяемых элементов от Be до U.</p> <p>Пределы обнаружения элементов на уровне от 0,5 до 5 ppm.</p> <p>Рентгеновская трубка – с торцевым окном, max напряжение 60 кВ</p>
14	Газоанализатор кислорода, азота и водорода	TCH-600	Leco, 2009	<p>Для определения азота, кислорода и водорода и использует в качестве газа носителя - гелий и ИК детектор на водород.</p> <p>1. Диапазон измерений массовой доли:</p> <ul style="list-style-type: none"> - азота $0,5 \cdot 10^{-5}$-3 % - кислорода $0,5 \cdot 10^{-5}$-3 % - водорода $1 \cdot 10^{-5}$-0,25 % <p>2. Пределы допускаемой относит. погрешности измерений массовой доли в диапазонах измерений до 2 млн⁻¹ включ.</p> <ul style="list-style-type: none"> свыше 2 млн⁻¹ до 10 млн⁻¹ – ±50% свыше 10 млн⁻¹ до 200 млн⁻¹ – ±30% свыше 200 млн⁻¹ – ±20% <p>3. Предел допускаемого относит. SKO случайной составляющей погрешности измерений массовой доли:</p> <ul style="list-style-type: none"> - азота 4% - кислорода 6% - водорода 7%
15	Комплекс для измерения теплофизических свойств	LFA 457/2/G	Netzsch, 2008/2009	<p>Измерение теплопроводности сталей и сплавов в диапазоне температур -70 - 1500°C и интервале теплопроводностей от 0,5 до 2000 Вт/м•К</p> <p>Размеры образцов: 10... 25,4 мм (или 8x8 или 10x10)</p> <p>Скорость нагрева/охлаждения: 0,01...50 К/мин</p> <p>Энергия импульса лазера: до 18 Дж/импульс (юстируемая мощность)</p> <p>Диапазон измеряемых величин температуропроводности: 0,01...1000 мм²/с</p> <p>Диапазон измеряемых величин теплопроводности: 0,01...2000 Вт/мК.</p>

16	Дилатометр	DIL 402C	Netzsch, 2008	<p>Дилатометр предназначен для измерения теплового расширения или сжатия материала, происходящих в образце в условиях программируемого воздействия температуры. Определение ТКЛР, изучение фазовых переходов и твердофазных реакций.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Температурный диапазон: 20 ... 1500°C - Скорость охлаждения и нагревания: 0.01 К/мин ... 50 К/мин - Держатель образца: Al₂O₃ - Измеряемый диапазон: 500 мкм - Длина образца: макс. 28 мм - Диаметр образца: макс. 12 мм - Δl разрешение: 0.125 нм - Атмосферы измерений: воздух, инертная динамическая (продувка аргоном высокой чистоты), низкий вакуум до 10⁻⁴ мбар (10⁻² Па, измерение мановакуумметром). - Контроллер потока газов для продувочного газа.
17	Прибор синхронного термического анализа	STA 449 F	Netzsch, 2009	<p>Термоаналитическая система для проведения синхронного термического анализа металлических материалов методами ДСК/ДТА/ТГ</p> <p>Позволяет выполнять измерения изменения массы и тепловых эффектов.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Температурный диапазон: 20°C ... 1500°C - Скорость нагрева и охлаждения: 0.001 ... 50 К/мин - Разрешение ТГ: 0,1 μg - Атмосфера: инертная, окислительная, статическая, динамическая. - Вакуумное разрешение: до 10⁻⁴ мбар
18	Магнетоскоп	1,069	D-r Ferster, 2009	<p>Для неразрушающего контроля магнитных полей и магнитных проницаемости.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Измерение магнитной проницаемости материалов в диапазоне от μ = 1.001 до 2.00 - Измерение изменения магнитной проницаемости в материале - Исследование магнито-анизотропных материалов - Обнаружение дефектов материала, вызванных напряжением - Измерение статических и медленно меняющихся динамических напряжений магнитного поля и полевых градиентов (в диапазоне от 0.0001 до 100 μТ) - Измерение абсолютной напряженности поля и градиентов напряженности поля
19	Комплекс камер для приемки, механической обработки, исследований радиоактивных веществ и облученных образцов	КГМ-1\17	НИКИЭТ, 1969	Механическая обработка и исследования радиоактивных веществ и облученных образцов
20	Инвертированный оптический микроскоп	AxioVert 40 MAT	Zeiss, 2005	<p>Анализ структуры материала. Цифровая обработка изображений. Количественная металлография.</p> <p>Увеличение микроскопа: 12,5x - 1000x</p> <p>Методы исследования: светлое поле, темное поле, ДИК, поляризация</p>

21	Оптический металлографический комплекс для исследования в формате 3D	AxioObserver.D1m	Zeiss, 2009	Проведение исследований структуры металлических и неметаллических материалов в формате 3D на базе оптического исследовательского моторизованного микроскопа; светлого/темного поля, поляризации, дифференциально -интерференционного контраста (ДИК) Увеличение микроскопа: 50x - 1000x. Методы исследования: светлое поле, темное поле, ДИК, поляризация
2	Микроскоп для исследований морфологии изломов	Discovery	Zeiss, 2009	Изучение морфологии поверхности и изломов материалов, проведение фрактографического анализа при изучении характера разрушения конструкций. Моторизованный zoom 8:1 Плоское поле, рабочее расстояние 81мм
23	Комплекс дефектоскопов для неразрушающего контроля материалов	УДН	Институт Интроскопии, 2004	Контроль продукции на наличие дефектов (обнаружение дефектов) типа нарушение сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат их залегания, измерения толщины, измерения скорости распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в материале, с использованием пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) работающих на частотах от 0,5 до 15МГц. Дефектоскоп сохраняет работоспособность при контроле материалов и изделий со скоростями распространения продольных волн УЗК в диапазоне от 1000 до 9999 м/с, при этом допустимое значение затухания продольных УЗК в материалах определяется глубиной залегания, размерами и ориентацией дефектов и типом применяемых ПЭП. Диапазон измеряемых временных интервалов от 0 до 1000 мкс
24	Твердомер Виккерса	5030SKV	ZWICK/ROELL, 2008	Испытательные нагрузки по шкалам Виккерса: - 9,807; 29,42; 49,03; 98,07; 196,1; 294,2; 490,3 Н; Пределы допускаемой относительной погрешности нагрузки $\pm 1,0\%$. Диапазон измерений твердости по шкалам Виккерсаот 50 до 1500 HV. - погрешности измерения твердости $\pm 3,0\%$ - Испытательные нагрузки, 1,3,5,10, 20,30,50 кгс - Диапазон измерения 1 мм - Разрешающая способность, 0,00001 мм - Рабочее пространство: по горизонтали 150 мм, по вертикали 250 мм
25	Твердомер универсальный	ZHU750	ZWICK/ROELL, 2009	Определение твердости методами Роквелла, Виккерса, Бринелля, Кнупа), а также методов измерения глубины отпечатка (по Роквеллу) в диапазоне усилия от 1 до 750 кг.
26	Автоматический комплекс для определения критической температуры питтингообразования	Gamry 750	Gamry Instruments, 2010	Определение критической температуры питтингообразования при испытаниях на общую коррозию, коррозионное растрескивание. 11 V, 750 mA
27	Установка для измерения удельной поверхности	СОРБОМЕТР-М	ЗАО "Фотокон", 2006	Для проведения измерений удельной поверхности дисперсионных и пористых материалов по методу БЭТ. В качестве газа адсорбента используется азот или аргон, в качестве газа носителя – гелий. Измерение происходит в автоматическом режиме. Диапазон измерений удельной поверхности: 0,01–2000 м ² /г Предел допускаемой относительной погрешности измерений удельной поверхности: $\pm 6\%$

28	Прибор динамического механического анализа	DMA861E	Mettler-Toledo, 2006	Исследование вязкоупругих свойств материалов (модуля упругости E', модуля вязкости E'', тангенса угла механических потерь пробы) в зависимости от времени, температуры или частоты при различных осциллирующих нагрузках. Диапазон частот до 1000 Гц Диапазон сил от 1 мН до 40 диапазон температур — от -150 °С до 500°С в одном измерении
29	Универсальный классификатор частиц	ИГ-6У	ЗАО "Инокс", 2006	Рассев порошков менее 50 мкм по фракциям
30	Аналитические весы	XS204	Mettler-Toledo, 2006	<ul style="list-style-type: none"> - Класс точности по ГОСТ 24104-2001 – 1 - Полная встроенная самокалибровка весов без участия оператора - Полностью автоматическая калибровка с учетом температуры гарантирует точность взвешивания. - Оснащены двумя встроенными калибровочными грузами и одновременно с калибровкой проводится линейаризация весов (настройка по 3 точкам). - Встроенное программное обеспечение для большинства лабораторных задач, включая определение плотности гидростатическим методом. - Чашка весов расположена низко, что позволяет удобно расположить руку на поверхности стола в процессе взятия навески. -Разборный ветрозащитный кожух. - Съёмный терминал позволяет разместить весы в ограниченном пространстве. <p>Количество диапазонов взвешивания 1 Цена деления - 0,0001 гр. Наибольший предел взвешивания 220 гр.</p>
31	Универсальная испытательная машина с климатической камерой	Z100	ZWICK/ROELL, 2007	<p>Машина предназначена для определения механических свойств материалов в диапазоне температур от 80 до +650 °С при растяжении, сжатии и изгибе, изучения гистерезиса, поведения материалов при малоцикловом нагружении.</p> <p>Максимальная нагрузка 100 кН Нагружение осуществляется при помощи электромеханического привода высокой точности. Машина укомплектована захватами на растяжение, сжатие, трехточечный изгиб</p>
32	Универсальная испытательная машина	Z250	ZWICK/ROELL, 2007	<p>Машина предназначена для определения механических свойств материалов в диапазоне температур от 80 до +650 °С при растяжении, сжатии и изгибе, изучения гистерезиса, поведения материалов при малоцикловом нагружении.</p> <p>Максимальная нагрузка 250 кН Нагружение осуществляется при помощи электромеханического привода высокой точности. Машина укомплектована захватами на растяжение, сжатие, трехточечный изгиб</p>
33	Камера соляного тумана	SF 260	Atlas Material Testing Technology, 2008	<p>Испытания образцов в условиях атмосферы нейтрального или кислого соляного тумана. Температура в камере до 54°С. Камера оснащена Omni – системой создания соляного тумана, поддержание давления P = 6.9 кПа, комбинация экстрактора воды и масла с воздушным регулятором</p>

34	Камера испытательная тепла/холода/влаги	CHALLENGE 600 C	Angelantoni Industrie, 2008	<p>Предназначена для проведения испытания защитной способности лакокрасочных, гальванических, газотермических покрытий при воздействии на них тепла и холода. Стандартные характеристики: Потребляемая мощность: 5,5 кВт Полезный объем: 0,8 м³ Габариты испытательного пространства: 745x880x765 мм Поддерживает температуры от - 80°C до 80°C и относительную влажность от 10% до 98% при температуре от 10 °C до 90 °C. Скорость нагрева 2°C в минуту, охлаждения 1,5 °C в минуту.</p>
35	Прибор для ускоренных испытаний устойчивости материалов к свету и светопогоде	SUNTEST XXL+	Atlas Material Testing Technology, 2008	<p>Камера для ускоренных испытаний устойчивости материалов к свету и светопогоде. Камера оснащена 3 ксеноновыми лампами, системой подачи воды, имитирующей дождь. Интенсивность излучения – в диапазоне 300-400 нм в Вт/м. В процессе испытаний с помощью ультразвуковой системы проводится измерение и контроль температуры воздуха, относительной влажности и дождя.</p>
36	Комплекс для моделирования процессов горячей пластической обработки металлов	GLEEBLE	Dinamic Systems, 2009	<p>Предназначен для исследования свойств металлов и сплавов и позволяет моделировать большинство металлургических процессов</p> <ul style="list-style-type: none"> • проведение испытаний по разным схемам (растяжение, сжатие, кручение, комбинированно); • скорость нагрева > 10 000 °C/с; скорость охлаждения > 1000 °C/с; • линейная скорость подвижной траверсы - до 2000 мм/с; • усилие сжатия - до 200 кН; усилие растяжения - до 100 кН; • крутящий момент - до 1500 Нм; скорость кручения - до 1500 об./мин; • высокие температуры нагрева (до 1750 °C) и высокая точность (не хуже 1 °C) поддержания температуры образца в рабочей зоне; • высокая скорость (до 50 кГц) считывания данных с датчиков силы, деформации, температуры.
37	Аналитический комплекс на основе сканирующего электронного микроскопа (модернизированный)	LYRA 3 XMH RL	Tescan, 2017/2019	<p>Для исследования поверхности материалов на микро- и нано- уровне, изучения формы и размеров частиц, структурных составляющих материалов, изучения элементного состава, распределения различных фаз и химических элементов. Фрактографический анализ поверхностей разрушения и трения с разрешением до 2 нм, энергодисперсионный рентгеновский анализ элементного состава, исследование взаимной ориентировки структурных составляющих материалов, количественных соотношений структурных элементов. Возможность травления и резки материалов при помощи сфокусированного ионного пучка. Фазовый структурный и кристаллографический анализ методом дифракции обратно отражённых электронов (EBSD) Диапазон увеличений 30 x –500000 x</p>
38	Рентгенотелевизионная система	КАРАТ	РТС 4343, 2019	<p>Проведение радиографического контроля, использование плоскопанельного детектора, высокая выявляемость малококонтрастных дефектов Диапазон энергий 30-450 кэВ; Размеры активной области 43-43 см; Система архивирования и улучшения изображений X-Vizor.</p>

39	Программно-аппаратный комплекс для оценки микроструктуры	Zeiss, Thixomet	AxioObserver 3, 2019	<p>Проведение металлографических исследований сталей и сплавов, получение качественных изображений, оценка микроструктур по современным методикам в соответствии с возможностями современного оборудования, использование программного обеспечения с расширенными возможностями, позволяющего автоматизировать новые методики проведения исследований.</p> <p>Увеличение микроскопа: 2,5x - 1000x</p> <p>Методы исследования: светлое поле, темное поле, поляризация</p> <p>Моторизованный столик; построение панорамных изображений, автофокусировка, расширенный фокус.</p> <p>Автоматический анализ микроструктур в соответствии с НТД</p>
40	Аналитический комплекс на базе атомно-эмиссионного спектрометра с микроволновой генерацией плазмы	Agilent	Agilent 4210 MP-AES, 2019	<p>Анализ общего элементного состава материалов. Матричный твердотельный ПЗС-детектор. Спектральный диапазон 178...780 нм. Предел обнаружения для Mn – 5 мкг/л, для Ba – 1,5 мкг/л. Постоянная мощность плазмы 1 кВт. Автоматизированный ввод проб</p>
41	Универсальный фрезерный станок	Proma	FNS-55PD, 2019	Оборудование для фрезерной обработки металлов
42	Потенциостат	Wonatech	ZIVE SP2, 2019	Оборудование для полярографии
43	Высокотемпературный дилатометр	Netzch	DIL 402 Expedit Supreme, 2019	<p>Исследования теплового расширения или сжатия материала. Определение ТКЛР, изучение фазовых переходов и твердофазных реакций.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Температурный диапазон: -150 ... 1600°C - Измеряемый диапазон: ±25 мм Δl разрешение: 0.1 нм/разряд - Длина образца: макс. 52 мм - Диаметр образца: макс. 19 мм - Атмосферы измерений: воздух, инертная динамическая (продувка аргоном высокой чистоты), низкий вакуум до 10⁻⁵ мбар - Разрешение по температуре 0,001°C
44	Установка магнитоизмерительная	АО НПО «Инtrateст»;	МК-3Э, 2019	<p>Автоматическое измерение магнитных характеристик</p> <ul style="list-style-type: none"> - кольцевых образцов магнито-мягких материалов d_{вн} от 4 до 80 мм, d_{нар} от 6 до 100 мм, высота от 4 до 20 мм, - протяженных образцов длиной от 100 до 400 мм, d от 1 до 10 мм, - постоянных магнитов длиной от 4 до 40 мм. поперечн.размер от 5 до 50 мм , - цилиндрических образцов слабомагнитных материалов Ø10x150 мм
45	Гамма- спектрометр	Ortec	GEM-SP5020P4, 2019	Плоскопанельный полупроводниковый детектор гамма-квантов с расширенным энергетическим диапазоном Диапазон энергий регистрируемого излучения от 3 кэВ до 10МэВ
46	Микроскоп прямой	Zeiss	Axio Scope.A1, 2020	<p>Проведение металлографических исследований сталей и сплавов</p> <p>Увеличение микроскопа: 50x - 500x Система линз дополнительного увеличения "Оптовар" 2,5 x.</p> <p>Оснащен высокотемпературными столиками с нагревом до 600°C и до 1200°C с непосредственным подключением к микроскопу, температурная стабильность 1°C, скорость нагрева до 200 °C/мин</p>