



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Конструкторско-технологическое обеспечение атомных электростанций в ВТГР

Институт: ИПТМ

Доцент кафедры «Технология и оборудование
машиностроения, к.т.н., доцент

Аносов Максим Сергеевич

anosov-maksim@list.ru

+7-904-065-56-36



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Передовые
инженерные
школы**



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексеева

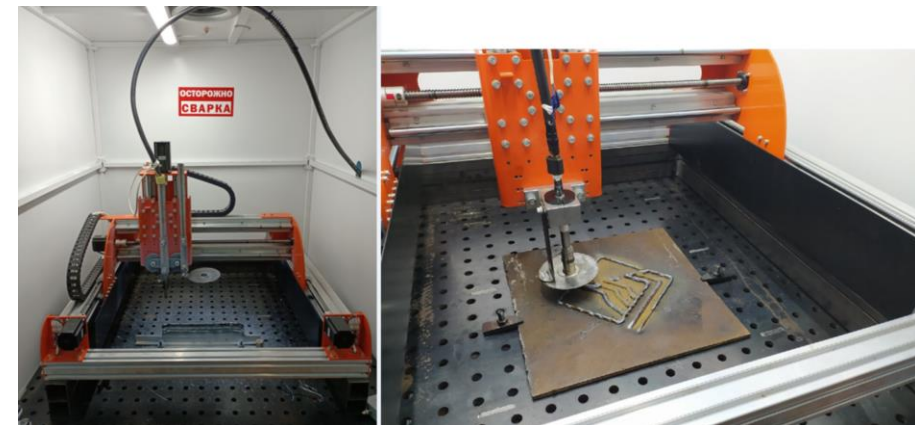


Ключевые тематики

- **технологии аддитивного электродугового выращивания изделий** сложных форм из функционально-градиентных материалов для атомного машиностроения;
- **интеллектуальная диагностика сложных технических объектов** (в том числе элементов атомных электростанций) с использованием подходов искусственного интеллекта;
- **цифровизация атомного машиностроения** (создание цифровых технологических комплексов и двойников процессов и производств с использованием облачных сервисов и промышленного интернета вещей).



Интеллектуальная диагностика станков с ЧПУ с использованием системы распределенных сенсоров и подходов интеллектуального анализа данных



Комплекс аддитивного электродугового выращивания заготовок из функционально-градиентных материалов



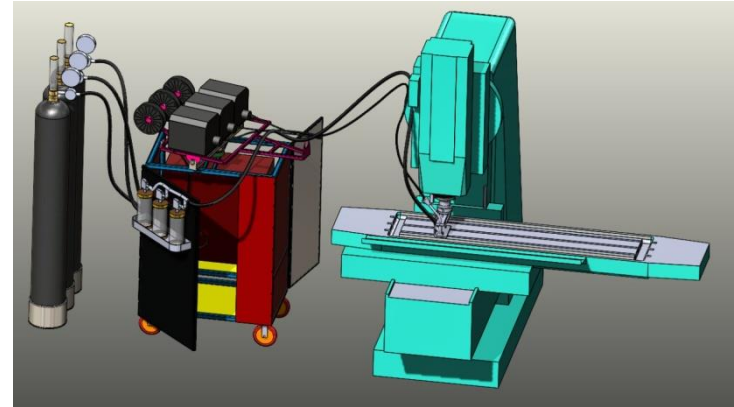
Тематика 1. Технологии аддитивного электродугового выращивания изделий для атомного машиностроения

Решаемая проблема

В рамках указанной тематики, решается проблема, связанная с разработкой научно-технологических основ синтеза новых функционально-градиентных жаропрочных материалов с заданными свойствами для изготовления заготовок деталей сложных форм для атомного машиностроения с использованием технологии аддитивного электродугового выращивания.

Задачи

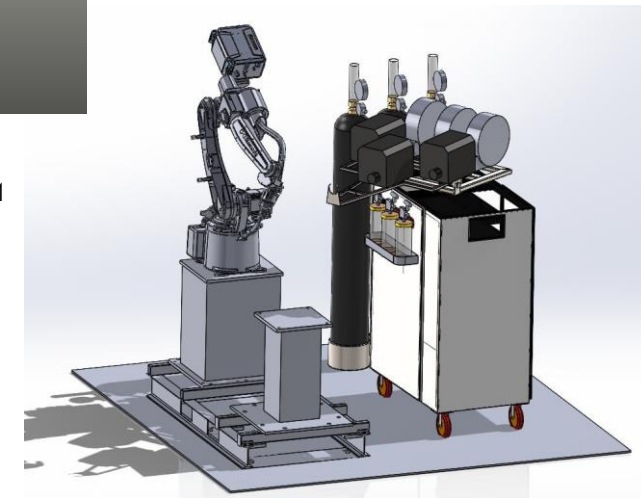
- **изготовление и внедрение в производство комплексов для аддитивной электродуговой наплавки** на станке с ЧПУ с интеллектуальной системой диагностики процесса печати и структурообразования металла;
- **отработка режимов печати** для определенных групп металлов в том числе, работающих в условиях повышенных температур;
- **отработка технологий получения деталей** сложных форм с заданными физико-механическими свойствами путем аддитивного электродугового выращивания.



Комплекс гибридной обработки изделий с использованием технологии 3D-печати и механической обработки на станке с ЧПУ



Пример детали, изготовленной по технологии WAAM



Комплекс аддитивного выращивания функционально-градиентных заготовок с использованием промышленного робота



Тематика 2. Интеллектуальная диагностика сложных технических объектов

Решаемая проблема

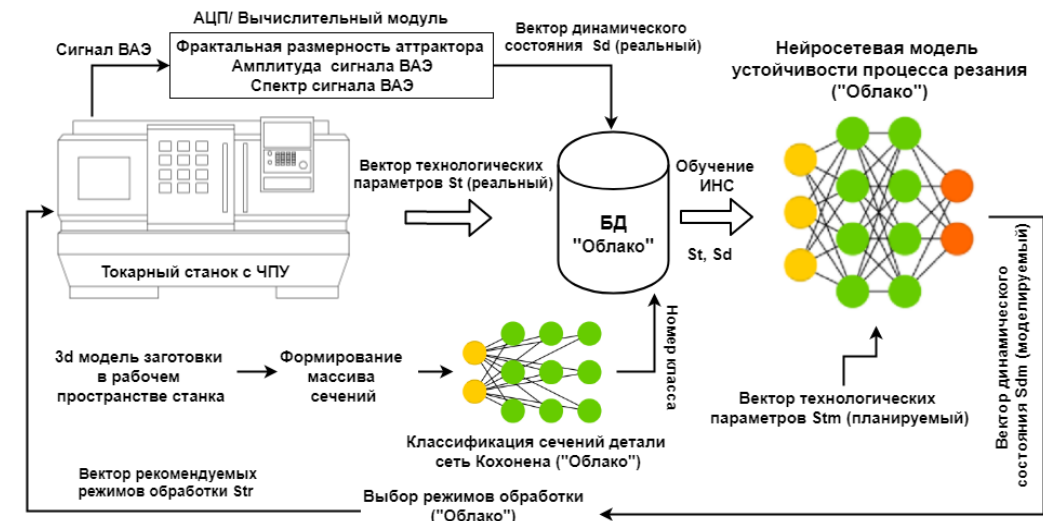
В рамках указанной тематики решается научно-техническая проблема, связанная с повышением надежности функционирования сложных технических объектов (атомных электростанций) за счет применения систем распределенных сенсоров и разработки универсального диагностического подхода с использованием интеллектуального анализа данных.

Задачи

- **разработка аппаратно-программных комплексов интеллектуальной диагностики сложных технических комплексов**, а также деталей и материалов, в том числе, полученных на основе 3D-печати, работающих в условиях пониженных и повышенных температур;
- **оценка информативных параметров процесса диагностики материалов** при их получении и в процессе эксплуатации для ряда сплавов, полученных методом аддитивной электродуговой наплавкой на основе комплекса неразрушающих методов контроля (акустическая эмиссия, ультразвуковой, магнитный контроль и количественный оптический анализ макро и микроструктур);
- **разработка нейросетевых диагностических моделей** для определенных задач.



Аппаратно-программный комплекс интеллектуальной диагностики материалов и конструкций в широком диапазоне температур эксплуатации



Интеллектуальная диагностика технологического оборудования (станка с ЧПУ)

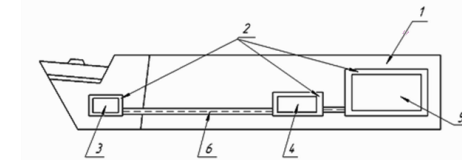


Решаемая проблема

В рамках указанной тематики решается проблема, связанная с цифровизацией машиностроительных производств (атомного машиностроения) на основе разработки цифровых двойников технологических процессов, оборудования и производства.

Задачи

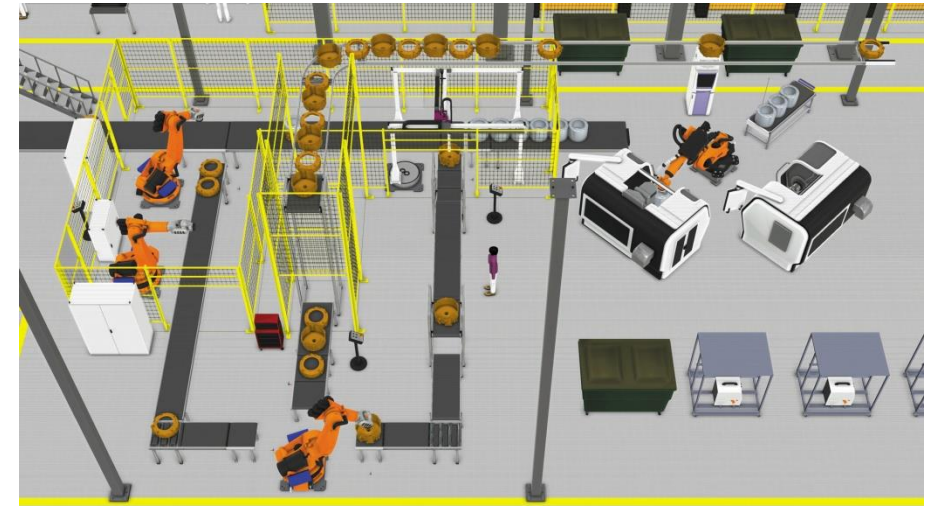
- модернизация технологического оборудования с учетом требований современного производства;
- автоматизация выбора и проектирования специального оборудования и технологической оснастки;
- создание автоматизированных рабочих мест для технологов и операторов станков с ЧПУ;
- разработка цифровых двойников технологических объектов и процессов, что позволяет:
 - ✓ накапливать и использовать базу информативных параметров исследуемого процесса или технического объекта;
 - ✓ провести отработку режимов работы технического объекта;
 - ✓ исключить эксплуатационные ошибки;
 - ✓ прогнозировать поломки и износ и т.д.



1 - Корпус реза; 2 - Карманы для размещения микрoeлектроники; 3 - Акселерометр (х,у,z); 4 - Передатчик WiFi; 5 - Источник питания 3 В; 6 - Токoпроводящие каналы



Пример разработки цифрового двойника режущего инструмента



Цифровой двойник машиностроительного производства



Материально-техническое оснащение

Для решения научно-технических задач по указанным направлениям, используется следующее оборудование:

1. комплекс для аддитивной электродуговой наплавки с интеллектуальной системой диагностики;
2. гибридный комплекс аддитивной наплавки и механической обработки;
3. аппаратно-программный комплекс интеллектуальной диагностики материалов и конструкций.



Комплекс для аддитивной электродуговой наплавки с интеллектуальной системой диагностики

- рабочая зона (габариты изделий) – 500x500x300;
- производительность наплавки металла – до 12 кг/час;
- размер используемой для наплавки проволоки (0,8...1,2 мм);
- отработанные материалы – сталь 09Г2С, 07Х25Н13, 30ХГСА, 08ХМФА, алюминиевый сплав АМг5.



Гибридный комплекс аддитивной наплавки и механической обработки

- рабочая зона (габариты изделий) – 1000x300x300;
- размер используемой для наплавки проволоки (0,8...1,2 мм);
- система ЧПУ – LinuxCNC.



Аппаратно-программный комплекс диагностики материалов и конструкций

- количество каналов – до 4х;
- используемые датчики – акустическая эмиссия, ультразвуковые датчики, датчики температуры и др.;
- программное обеспечение – специальное ПО.

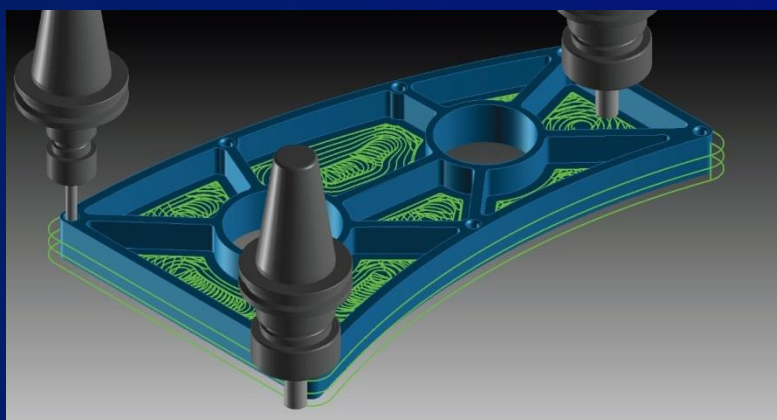


ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

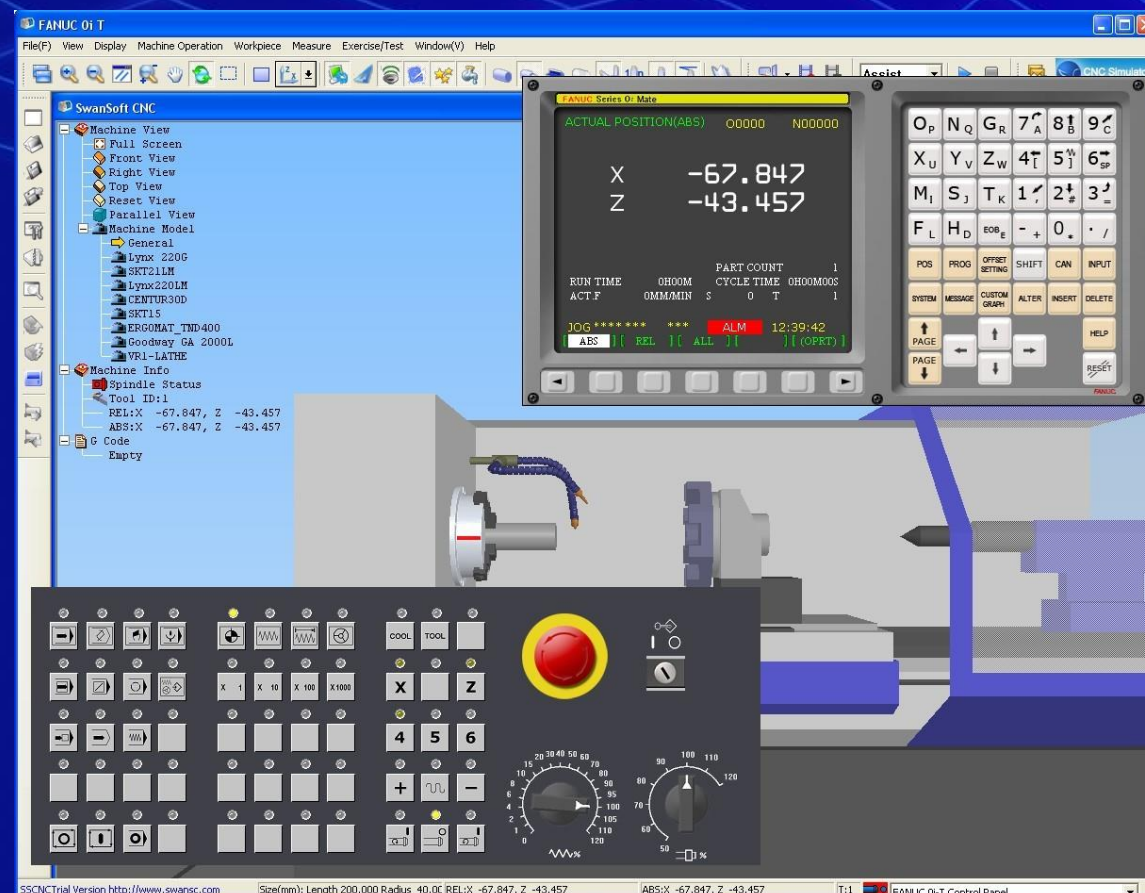
Материально-техническое оснащение

Для решения научно-технических задач планируется закупка программного обеспечения и интерактивных комплексов, таких как:

1. **симуляторы работы технологического оборудования** (симуляторы станков с ЧПУ);
2. **комплекс CAD/CAM/CAE систем** для разработки цифровых моделей производства, прочностных расчетов и разработки с элементами симуляции управляющих программ для оборудования с числовым программным обеспечением (на базе пакета Компас);
3. **виртуальный учебный комплекс «Технология машиностроения».**



CAD/CAM/CAE
комплекс



Симулятор токарного станка с ЧПУ



Взаимодействие с реальным сектором экономики

Российский
научный фонд



Аппаратно-программный комплекс мониторинга поврежденности конструкционных материалов

Фонд грантов
президента РФ



Оценка хладостойкости и изучение механизмов разрушения металлов полученных на основе 3D-печати

Российский
научный фонд



Оценка хладостойкости и изучение механизмов разрушения металлов полученных на основе 3D-печати

Результаты

- разработаны нейросетевые модели оценки поврежденности конструкционных материалов;
- разработан аппаратно-программный комплекс диагностики материалов с использованием комбинированных методов неразрушающего контроля.
- получены результаты оценки хладостойкости сплавов, полученных 3D-печатью;
- разработаны экспресс-методы оценки хладостойкости конструкционных сплавов.
- произведена оценка и отработка режимов 3D-печати ряда конструкционных сплавов;
- произведена оценка механических и усталостных свойств сплавов, полученных 3D-печатью.



Взаимодействие с реальным сектором экономики

Российский
научный фонд



Разработка научно-технологических основ синтеза слоистых полиметаллических композиционных материалов

ОКБМ
им. И.И.
Африкантова



Автоматизация и цифровизация технологической подготовки производства на механических операциях обработки деталей из конструкционных, нержавеющей сталей и титановых сплавов в условиях опытного, единичного и серийного производства

Liebherr



Оценка механических и усталостных свойств специального сплава типа Powerweld

Результаты

- доработан стенд по 3D-печати с использованием технологии слоистой наплавки;
- произведена оценка механических и усталостных свойств слоистых композиционных материалов.
- разработаны базы данных и программное обеспечение для автоматизированного выбора оснастки для заданных условий производства;
- разработаны автоматизированные системы технологической подготовки производства и цифровые двойники технологических процессов.
- проведены механические и усталостные сравнительные испытания сплава Powerweld при нормальной и пониженной температуре;
- проведена оценка свойств сварных соединений специального сплава;
- разработаны подходы неразрушающего контроля исследуемого сплава и сварных соединений.



ПЕРЕДОВАЯ
ИНЖЕНЕРНАЯ
ШКОЛА НГТУ

Конструкторско-технологическое обеспечение атомных электростанций в ВТГР

Спасибо за внимание!

Доцент кафедры «Технология и оборудование
машиностроения, к.т.н., доцент

Аносов Максим Сергеевич

anosov-maksim@list.ru

+7-904-065-56-36



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Передовые
инженерные
школы**



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П. Е. Алексеева