Информация для конкурса **«Авиастроитель года»** на тему **«Разработка и внедрение комплекса высокоэффективных технологий проектирования, конструкторско-технологической подготовки и изготовления самолёта МС-21»** в номинации **«Лучший инновационный проект»**

Основание: Письмо №276 от 13.05.2016 – «Союз авиастроителей России»

Опыт реализации совместных проектов ИАЗ – филиала ПАО «Корпорация «Иркут» и Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (ФГБОУ ВО ИРНИТУ) по созданию высокотехнологичного производства авиатехники в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. №218

<u>Тема</u>

«Автоматизация и повышение эффективности процессов изготовления и подготовки производства изделий авиатехники нового поколения на базе Научно-производственной корпорации «Иркут» с научным сопровождением Иркутского национального исследовательского технического университета»

<u>Цель проекта</u>

Развитие научно-технологической и производственной базы создания конкурентоспособной авиационной техники на Иркутском авиационном заводе – основной производственной площадке ПАО «Научно-производственной корпорация «Иркут».

<u>Направление проекта</u>

Развитие и реализация «под ключ» результатов, полученных при выполнении работ комплексного проекта «Разработка и внедрение комплекса высокоэффективных технологий проектирования, конструкторско-технологической подготовки и изготовления самолета МС-21»

<u>Основная задача</u>

Разработка и внедрение в серийное производство конкурентоспособных технологий, обеспечивающих достижение технического и экономического эффекта по следующим направлениям, связанным с основными технологическими циклами производства авиационной техники:

- Механическая обработка технологических процессов обработки деталей изделий авиационной технике на высокопроизводительном оборудовании; отделочные операции; обработка композитов; изготовление инструмента;
- Формообразующие операции (дробеударное формообразование; правка раскаткой роликами; обтяжка; эластоформование);
- Специальные технологии (поверхностное упрочнение; неразрушающий контроль);
- Сборочные работы (автоматизация монтажа сборочной оснастки);
- Конструкторско-технологическая подготовка производства (автоматизация проектирования средств технологического оснащения; отработка технологичности конструкции изделий; виртуальное моделирование технологических процессов; повышение ресурса трубопроводов).

Тема 1 **- «Разработка и совершенствование технологии механической обработки деталей изделий авиационной техники на высокопроизводительном оборудовании»**

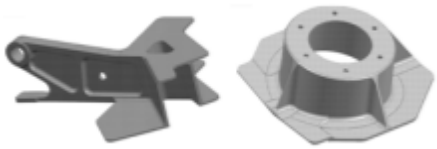
Цель работы

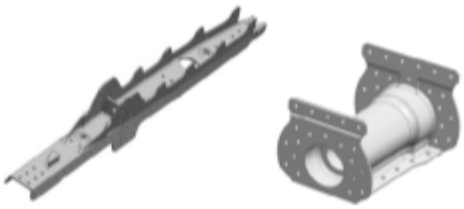
Разработка автоматизированной технологии механообработки авиационных деталей на высокопроизводительном оборудовании, обеспечивающие снижение машинного и вспомогательного времени обработки детали.

Решаемые задачи

- Автоматизация основных и вспомогательных операций с использованием гидравлической и пневматической оснастки и палетных механизмов.
- Оптимизация режимов резания и стратегий обработки за счёт применения аппаратно-программных средств оценки вибрационных, динамических и ресурсных параметров высокопроизводительного оборудования.
- Разработка и внедрение системы вибро- ударозащиты и диагностики высокопроизводительного оборудования.

Детали из алюминиевых сплавов **Детали из титановых сплавов** **Тест вибрации**





Достигаемые показатели

- Повышение производительности механической обработки в среднем на 20–30% за счет снижения машинного и вспомогательного времени обработки.
- Снижение потерь от брака деталей, поломок оборудования и инструмента, а также увеличение ресурса высокопроизводительного оборудования за счет применения системы вибро- ударозащиты и диагностики шпинделей станков, позволяющей выявлять и предотвращать режимы работы станка с повышенной вибрацией или значительных ударов.

Тема 2 **– «Разработка и внедрение прогрессивных технологий финишной обработки деталей после механической обработки»**

Цель работы

Разработка, совершенствование и внедрение прогрессивных технологий финишной обработки деталей из металлических материалов после механической обработки с использованием средств механизации – автоматизации.

Решаемые задачи

- Выбор оптимальных характеристик абразивных тел и режимов вибрационной абразивной обработки;
- Разработка специального оборудования для финишной обработки на базе робототехнического комплекса;
- Организация участка финишной обработки на базе робототехнического комплекса на предприятии;
- Разработка нормативной и технологической документации;
- Отработка и внедрение технологий финишной обработки деталей.

Достигаемые показатели:

- Снижение трудоемкости при замене ручной слесарной обработки механическими методами в 2-3 раза.

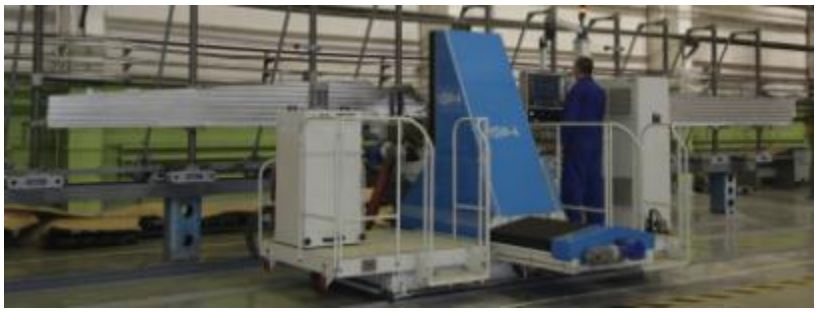
Тема 3 **– «Разработка и внедрение комплексной автоматизированной технологии формообразования крупногабаритных панелей»**

Цель работы

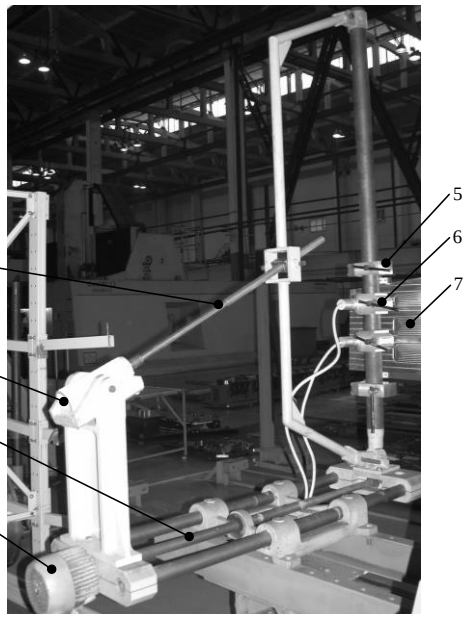
Разработка и внедрение производственно-технологического комплекса для реализации процесса формообразования крупногабаритных панелей и обшивок летательных аппаратов в последовательности «упругопластическое формообразование в продольном направлении – дробеударное формообразование – зачистка – поверхностного упрочнение».

Решаемые задачи

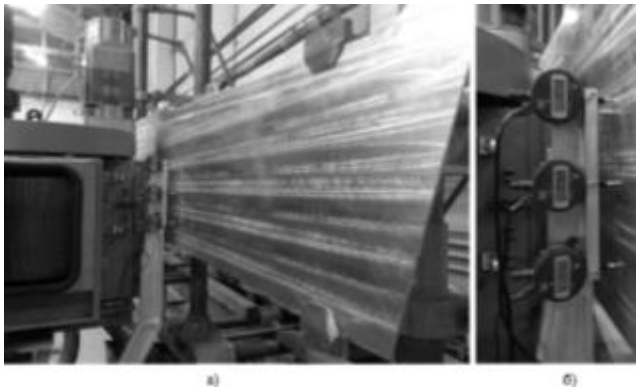
- Дооснащение установки УДФ-4 автоматизированными системами: фиксации деталей, контроля формы деталей, смены уплотнений дробеметного аппарата; зачистной головкой револьверного типа;
- Разработка методик расчета и ПО для определения параметров процессов на основе CAD моделей деталей;
- Разработка нормативной и технологической документации;
- Отработка на образцах и реальных деталях и внедрение в производство.



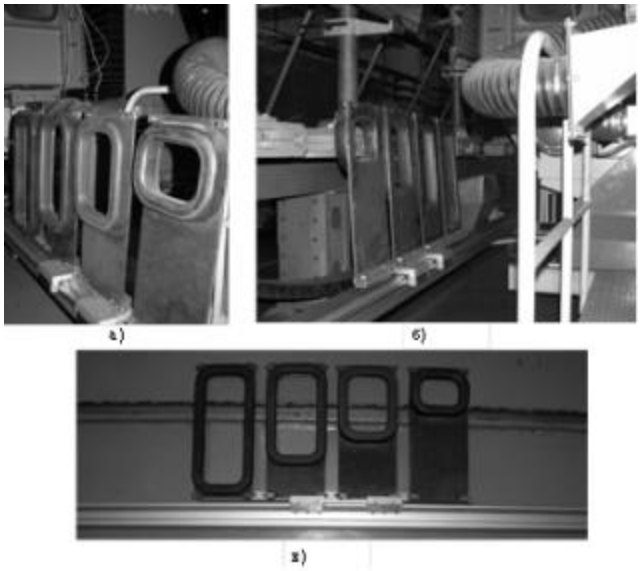
УДФ-4 – первая в России установка для дробеударного формообразования с ЧПУ



Стойка системы автоматизированной фиксации обрабатываемой детали:
1 – двигатель поперечного перемещения стойки;
2 – ходовой винт поперечного перемещения;
3 – двигатель углового перемещения стойки;
4 – ходовой винт поперечного перемещения стойки;
5 – зажим детали;
6 – пневматический упор детали;
7 – обрабатываемая деталь

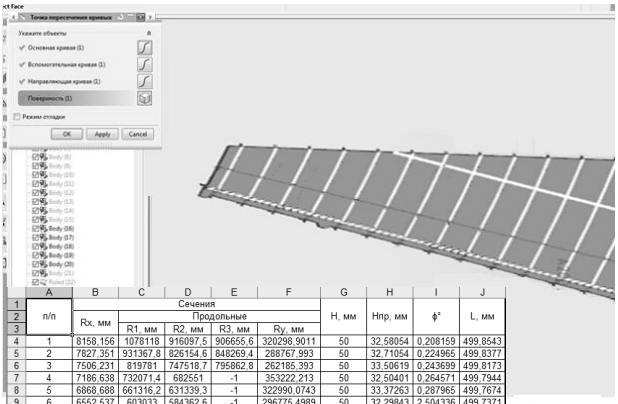


Система контроля формы деталей:
а) контроль формы поперечных сечений образца детали типа «панель» на установке УДФ-4
б) общий вид системы контроля



Система смены инструмента:
а) и б) – система смены инструмента, установленная на УДФ-4;
в) общий вид системы смены инструмента

Модернизированная зачистная головка ЗГ-4



а)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	п/п	Rx, мм	Сечения				H, мм	Hпр, мм	ϕ°	L, мм
2			Продольные							
3			R1, мм	R2, мм	R3, мм	Ry, мм				
4	1	8158,156	1078118	916097,5	906655,6	320298,9011	50	32,58054	0,208159	499,8543
5	2	7827,351	931367,8	826154,6	848269,4	288767,993	50	32,71054	0,224965	499,8377
6	3	7506,231	819781	747518,7	795862,8	262185,393	50	33,50619	0,243699	499,8173
7	4	7186,638	732071,4	682551	-1	353222,213	50	32,50401	0,264571	499,7944
8	5	6868,688	661316,2	631339,3	-1	322990,0743	50	33,37263	0,287965	499,7674
9	6	6552,537	603033	584362,6	-1	296775,4989	50	32,29843	2,504336	499,7371
10	7	6246,061	444913	543893,3	-1	244724,5641	50	32,61774	2,916719	127,5653
11	8	6176,176	264246,5	527370	-1	176039,3577	50	31,59048	0,471126	127,3396
12	9	6115,793	281400,9	-1	-1	281400,872	50	31,31292	0,470169	127,1055
13	10	6062,893	323388,6	-1	-1	323388,6495	50	31,65177	0,469355	126,8629
14	11	6017,657	349460,1	-1	-1	349460,1197	50	31,98352	0,468656	126,6119
15	12	5978,678	416638,5	-1	-1	416638,5397	50	32,21291	0,468078	126,3524
16	13	5944,084	460943,1	-1	-1	460943,1368	50	32,3285	0,467644	126,0846
17	14	5914,738	515791,4	-1	-1	515791,3954	50	32,44111	1,084703	125,8083
18	15	5891,962	722815,1	-1	-1	722815,1054	50	32,56094	1,064494	499,9993
19	16	5756,864	21194176	-1	-1	21194176,01	50	31,9804	0,075533	499,9992
20	17	5624,283	17883817	-1	-1	17883817,04	50	31,9279	0,080181	499,9991
21	18	5494,322	15823907	-1	-1	15823907,32	50	29,30737	0,085271	499,999
22	19	5367,382	13903067	-1	-1	13903066,83	50	29,98903	0,090859	499,9989
23	20	5244,757	12397648	-1	-1	12397648,16	50	30,55342	0,097014	499,9988
24	21	5124,868	11186395	-1	-1	11186394,65	50	29,14036	0,103817	499,9987
25	22	5009,613	10190950	-1	-1	10190950,09	40,00067	21,20276	0,111356	499,9985
26	23	4899,665	9358018	-1	-1	9358018,352	40,00014	21,01124	0,119745	499,9983
27	24	4795,998	-1	-1	-1	-1	39,99937	21,13907	0,129117	499,9981
28	25	4700,123	-1	-1	-1	-1	40,00061	21,5032	0,139632	499,9978
29	26	4613,163	-1	-1	-1	-1	38,66485	16,64815	0,151475	499,9976
30	27	4537,172	-1	-1	-1	-1	30,99972	12,41109	0,164886	499,9972
31	28	4474,951	-1	-1	-1	-1	22,98696	9,655963	-1	-1

б)

Результаты работы программного модуля расчета параметров гибки-прокатки длинномерных обшивок:
а) разбиение детали типа «обшивка» на участки обработки;
б) результаты работы программы, экспортированные в электронную таблицу Microsoft Excel

<u>Достигнутые показатели</u>

- Повышение производительности процесса формообразования крупногабаритных панелей летательных аппаратов в 1,5-2 раза;
- Создание не имеющего аналогов полнофункционального производственно-технологического комплекса для реализации процесса формообразования крупногабаритных панелей летательных аппаратов на оборудовании и ЧПУ в последовательности: упругопластическое формообразование в продольном направлении – ДУФ – зачистка – поверхностное упрочнение.

Тема 4 **– «Разработка и внедрение прогрессивных технологий обработки смешанных пакетов из ПКМ и титановых сплавов»**

Цель работы

Разработка технологии механической обработки высокоточных отверстий в смешанных пакетах из полимерных композиционных материалов (ПКМ) и титановых сплавов, отвечающей перспективно ориентированным требованиям.

Решаемые задачи

- Создание комплекса специального оснащения;
- Наполнение базы знаний по обработке отверстий в смешанных пакетах режимами резания, стойкостью инструмента, геометрией инструмента и другими технологическими параметрами, влияющими на качество и производительность;
- Разработка нормативной и технологической документации по технологии механической обработки высокоточных отверстий в смешанных пакетах из ПКМ и титановых сплавов;
- Отработка на деталях и внедрение технологии.

Исследования процесса сверления отверстий в смешанных пакетах

Разработка специального инструмента

Достигнутые показатели

- машинное время обработки отверстия, 1-3 мин;
- точность отверстий Н9;
- стойкость режущего инструмента по количеству отверстий, не менее 30.

Тема 5 **– «Совершенствование технологических процессов изготовления деталей летательных аппаратов на основе применения прогрессивных средств неразрушающего контроля»**

<u>Цель работы</u>

Разработка и внедрение методов неразрушающего контроля свойств материалов и технологических остаточных напряжений, отвечающих перспективно ориентированным требованиям.

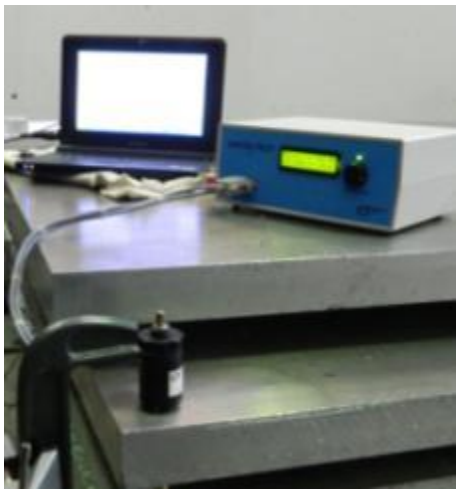
<u>Решаемые задачи</u>

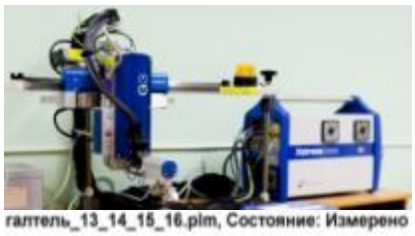
- Исследование, разработка и внедрение:

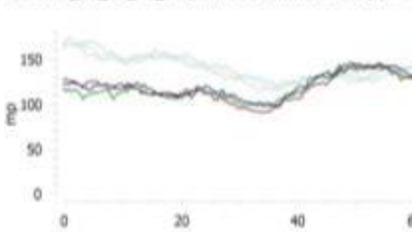
  - технологий неразрушающего контроля содержания остаточного аустенита, локального перегрева при шлифовании и т.п.;

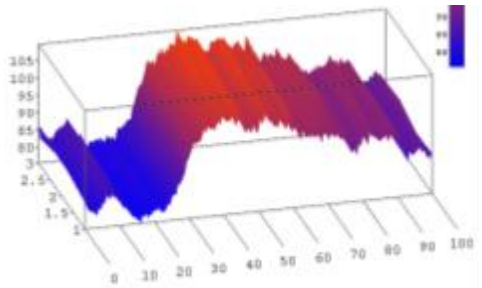
  - методов снижения коробления маложестких деталей из алюминиевых сплавов на измерения остаточных напряжений.

- Разработка нормативной и технологической документации по использованию неразрушающих методов контроля.









Измерение ОН в закаленных алюминиевых плитах

Измерение ОН в галтелях и канавках стыковочных болтов из стали 13Х15Н4АМ3-Ш после упрочнения методом обкатки

<u>Достигнутые показатели</u>

- Снижение трудоёмкости выполнения контрольных операций в процессе изготовления деталей;
- Повышение объективности и достоверности результатов неразрушающего контроля.
- Повышение качества изготовления деталей: снижение уровня производственного брака; возможность внедрения полного, сплошного и выборочного видов контроля в зависимости от требований, предъявляемых к деталям.

Тема 6 **– «Разработка и внедрение комплекса автоматизированного монтажа сборочной оснастки»**

Цель работы

Разработка и внедрение производственно-технологического комплекса для реализации процесса автоматизированного монтажа сборочной оснастки.

Решаемые задачи

- Определение требований к конструкции сборочной оснастки и комплексу автоматизированного монтажа;
- Дооснащение лабораторного стенда вспомогательными устройствами для выполнения автоматизированного монтажа сборочной оснастки и проведение лабораторной отработки компонентов автоматизированного комплекса монтажа сборочной оснастки;
- Разработка комплекса автоматизированного монтажа сборочной оснастки, нормативной и технологической документации по технологии автоматизированного монтажа сборочной оснастки;
- Организация участка автоматизированного монтажа сборочной оснастки на предприятии;
- Проведение опытно-промышленной отработки и внедрение комплекса.

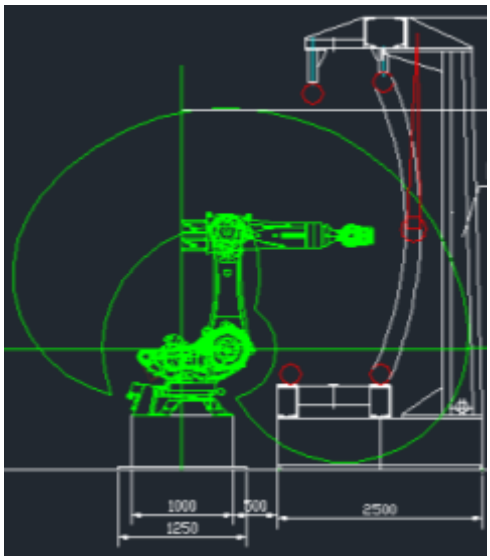
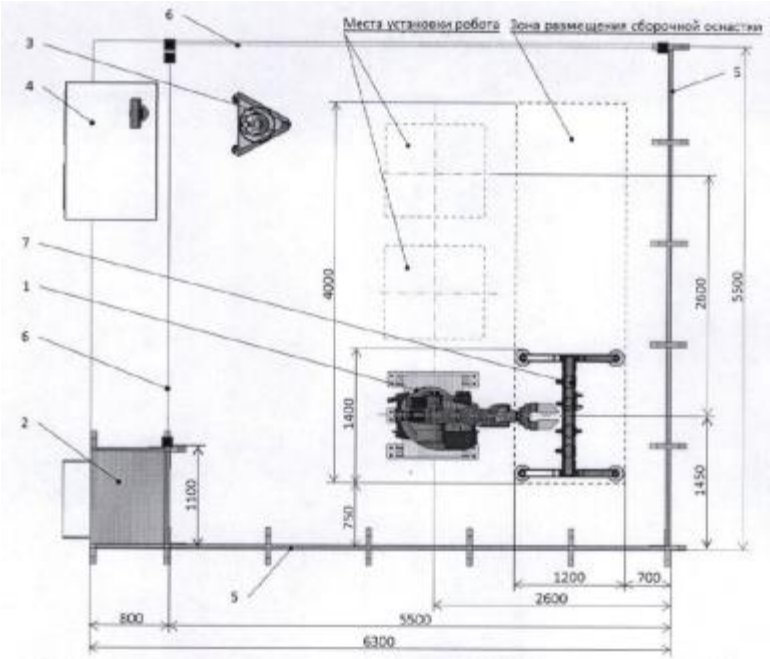
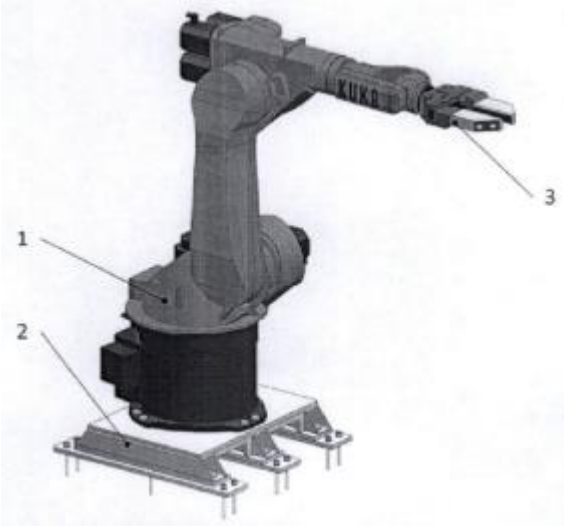
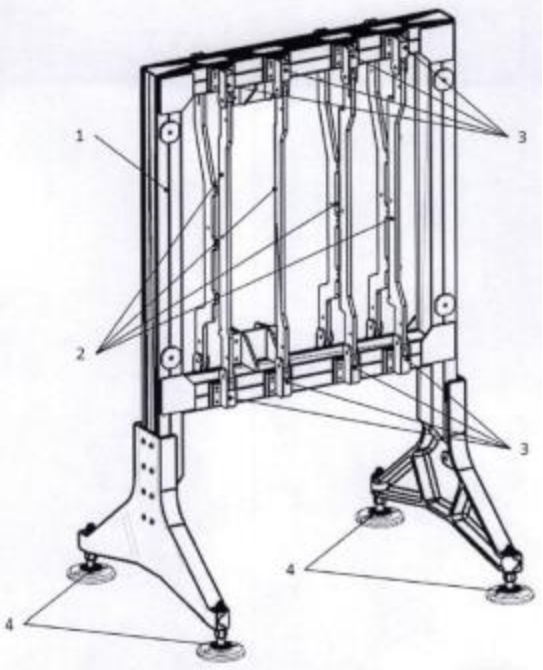


Схема монтажа



Планировка опытного производственного участка автоматизированного монтажа:
1 – промышленный робот;
2 – шкаф управления роботом;
3 – лазерный трекер;
4 – стол оператора лазерного трекера;
5 – механические ограждения;
6 – фоторелейные барьеры;
7 – сборочная оснастка.





Установка промышленного робота на паллете:
1 – промышленный робот;
2 – паллета;
3 – захват робота.

Конструкция типового СП для опытных работ:
1 – каркас;
2 – ложементы;
3 – установочные кронштейны;
4 – винтовые опоры.

<u>Достигаемые показатели:</u>

- Повышение производительности процессов монтажа сборочной оснастки на 30%;
- Точность монтажа, ± 0,05мм.

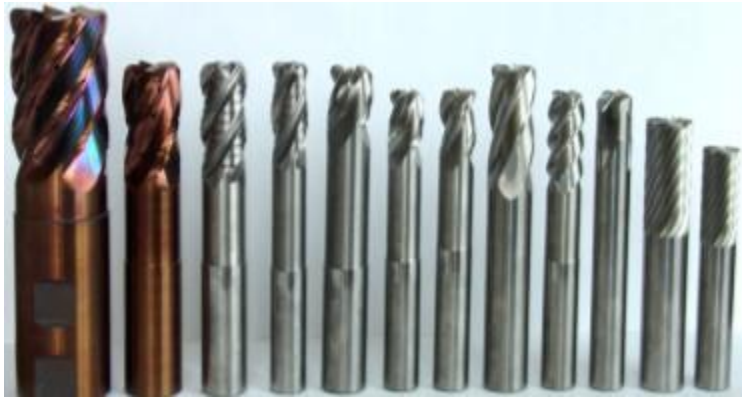
Тема 7 **– «Разработка и внедрение прогрессивных конструкций и технологий изготовления режущих инструментов для обработки авиационных деталей»**

Цель работы

Разработка конструкций высокопроизводительных осевых инструментов для обработки авиационных деталей из алюминиевых и титановых сплавов, а также технологии их изготовления на высокопроизводительном оборудовании (ВПО) с ЧПУ.

Решаемые задачи

- Повышение производительности обработки;
- Снижение расходов на режущий инструмент;
- Повышение экономической эффективности обработки;
- Ликвидация зависимости от зарубежных поставщиков инструмента.



Изготовление высокопроизводительного металлорежущего инструмента

Достигнутые показатели

- Повышение производительности на 20-40%;
- Снижение затрат на металлорежущий инструмент в 2-5 раз за счет замены покупного инструмента инструментом собственного изготовления;
- Сокращение сроков поставки инструмента после заказа до одного дня вместо 2-4 недель;
- Ликвидация зависимости от сторонних поставщиков инструмента;
- Повышение качества изготавливаемого режущего инструмента за счёт применения современных технологий металлографического анализа.

Тема 8 **– «Разработка и внедрение прогрессивной технологии и оборудования для формообразования и правки подкрепленных деталей раскаткой роликами»**

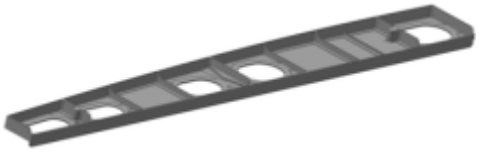
Цель работы

Разработка и внедрение автоматизированной технологии и оборудования для формообразования и правки подкрепленных деталей каркаса летательных аппаратов из алюминиевых сплавов.

Решаемые задачи

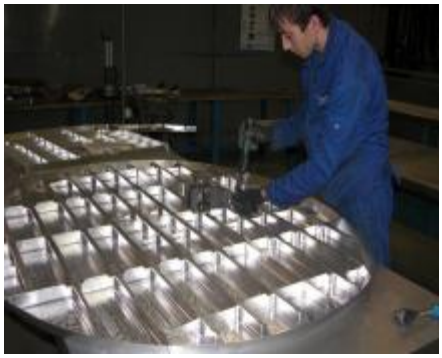
- Создание специальной установки для формообразования и правки подкрепленных деталей;
- Разработка методики расчета и программного обеспечения для определения параметров процесса на основе CAD модели и результатов измерения деформации детали;
- Разработка нормативной и технологической документации;
- Отработка и внедрение технологии формообразования и правки подкрепленных деталей раскаткой роликами.

Лонжерон



Нервюра

Рама



Достигнутые показатели

- Повышение производительности процесса правки подкрепленных деталей в 1,5-2 раза;
- Отклонение контура деталей, 0,2-0,5мм;
- Снижение трудоемкости процесса правки, 10-15%;
- Исключение потерь деталей по браку в связи с образованием трещин.

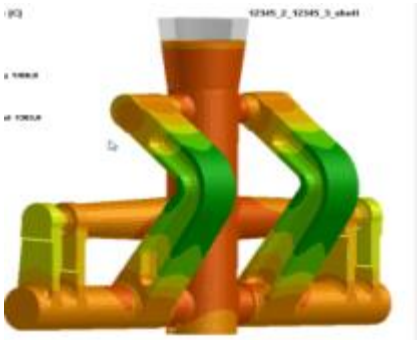
Тема 9 **– «Разработка и совершенствование технологических процессов и конструкции средств технологического оснащения для изготовления деталей сложной формы на основе технологии виртуального моделирования»**

Цель работы

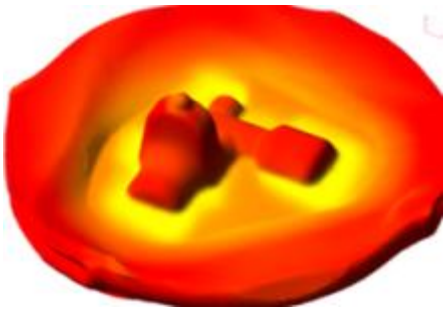
Реализация современных технологий подготовки производства деталей методами литья и горячей объемной штамповки на основе применения средств виртуального моделирования

Решаемые задачи

- Создание программно-аппаратного комплекса автоматизированной разработки и оптимизации технологических процессов и конструкций;
- Технологический анализ проблемных технологических процессов;
- Инженерный анализ средств технологического оснащения;
- Рекомендаций по совершенствованию конструкции технологической оснастки на основе результатов инженерного анализа;
- Отработка и внедрение технологических процессов;
- Корректировка нормативной и технологической документации.



Устранение макропористости отливок



Увеличение КИМ

Устранение не заполнения гравюры штампа

Достигаемые показатели

- Сокращение сроков технологической подготовки на создание и отработку технологических процессов литья и объемной штамповки в 1,5 раза;
- Снижение потерь от брака, за счет выявления дефектов на стадии моделирования процесса;
- Повышение коэффициента использования материала на 8-10% и повышение стойкости оснастки на 5-10%;

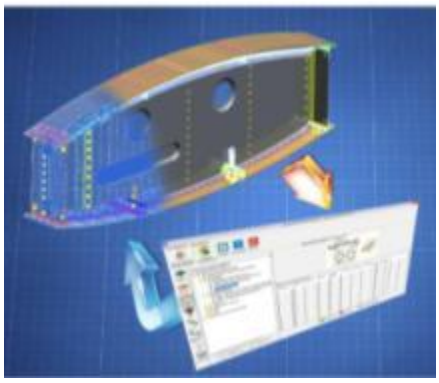
Тема 10 **– «Разработка и внедрение программного комплекса «Система анализа технологичности конструкции изделий» при запуске в производство изделий»**

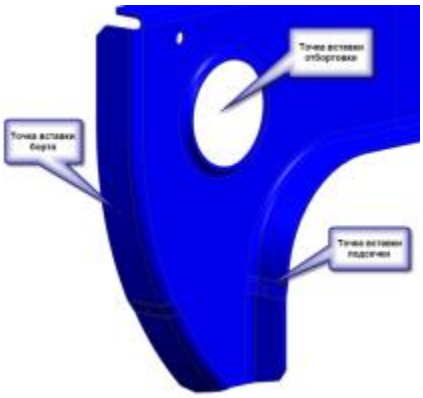
Цель работы

Разработка системы поддержки принятия решений при проведении технологического контроля, при запуске в производство изделий с обеспечением заданных показателей технологичности на основе технологических возможностей предприятия.

Решаемые задачи

- Проектирование конструкции деталей в среде системы геометрического моделирования с учетом формализованных технологических рекомендаций;
- Формирование классификаторов объектов производственной среды;
- Разработка алгоритма проведения комплексного технологического контроля проектируемых изделий;
- Автоматизация процедуры проведения технологического контроля деталей при запуске в производство.





Оценка технологичности изделия

Интерфейс ПО

Достигаемые показатели

- Снижение трудоемкости при проведении технологического контроля, 10-15%;
- Снижение трудоемкости проектирование типовых изделий, 10-12%;
- Проведение комплексного анализа изделия по заданным показателям технологичности, 10-20 мин.

Тема 11 **– «Разработка и совершенствование технологических процессов поверхностного упрочнения деталей, соответствующих требованиям международных стандартов»**

Цель работы

Разработка технологии поверхностного упрочнения деталей летательных аппаратов, соответствующей требованиям международных стандартов AMS 2430, SAE J443

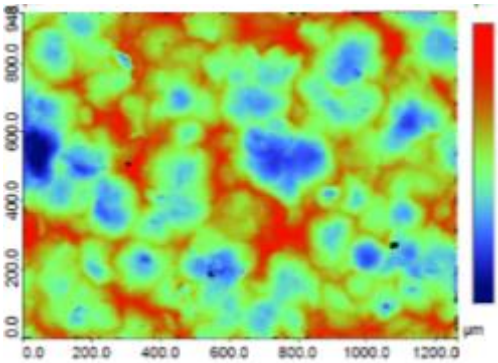
Решаемые задачи

- Разработка нормативной технологической документации

  - по аттестации оборудования;

  - по изготовлению и аттестации эталонов обработанной поверхности.

- Проведение исследовательских испытаний по определению режимов поверхностного упрочнения обеспечивающих достижение состояния насыщения;
- Корректировка технологических процессов поверхностного упрочнения деталей.



Анализ микрорельефа упрочненной поверхности

Достигаемые показатели

- Приведение нормативной, технологической документации и оборудования, используемое в процессах дробеметного, дробеструйного, пескоструйного, виброударного и виброабразивного упрочнения деталей в соответствии с требованиями международных стандартов.

Тема 12 **– «Разработка подсистемы поддержки принятия решений в системе автоматизированного проектирования объектов сборочного производства»**

Цель работы

Разработка подсистемы принятия решений в системе автоматизированного проектирования объектов сборочного производства.

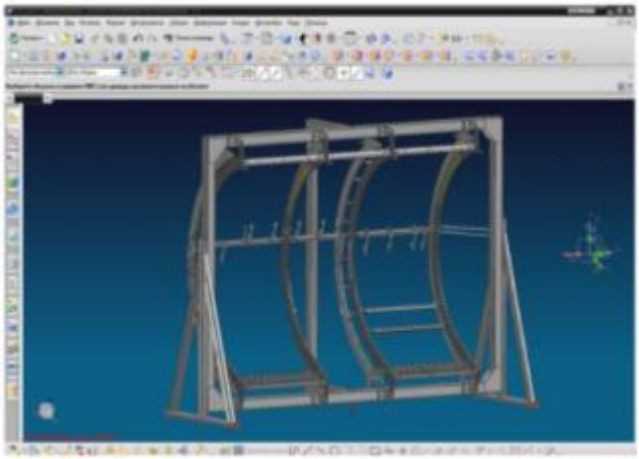
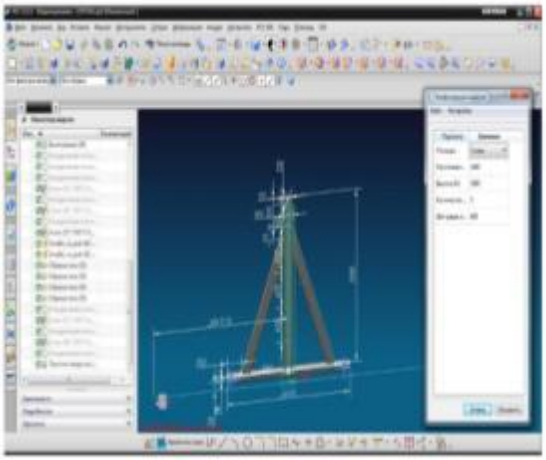
Решаемые задачи

- Создание программных модулей, систем и параметрических электронных моделей, обеспечивающих:

  - возможность построения типовых элементов технологической оснастки для узловой и панельной сборки, а также для изготовления трубопроводов;

  - корректной работы в среде NX посредством программного интерфейса NXOpen API.

- Разработка результирующей общей оболочки системы, обеспечивающей корректное взаимодействие модулей.

Достигаемые показатели

- Повышение производительности выполнения проектных процедур не менее чем на 20% за счёт уменьшения времени на генерацию вариантов проектного решения и снижения количества выполняемых вручную рутинных операций построения типовых элементов СТО;

- Повышение качества проектных решений за счет использования прототипов и программных процедур, исключающих возможность некорректного построения типовых элементов СТО.

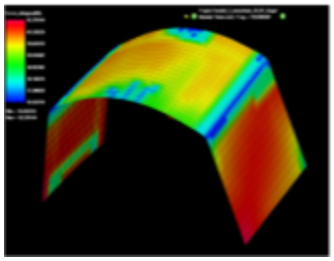
Тема 13 **– «Создание производственной подсистемы автоматизированной разработки и оптимизации технологических процессов и конструкции средств технологического оснащения для изготовления деталей сложной формы в заготовительном производстве»**

Цель работы

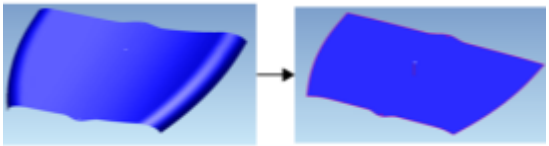
Реализация современных технологий подготовки производства листовых деталей методами обтяжки и эластоформования на основе применения средств виртуального моделирования

Решаемые задачи

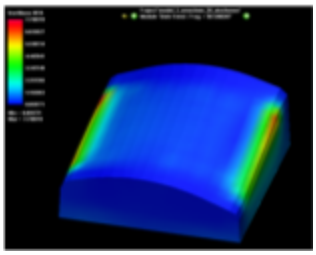
- Создание базы данных механических характеристик материалов изготавливаемых деталей;
- Создание и внедрение программно-аппаратного комплекса виртуального моделирования;
- Разработка методик технологического моделирования процессов обтяжки и эластоформования;
- Разработка рекомендаций по оптимизации технологических процессов изготовления проблемных деталей;
- Отработка и внедрение разработанных технологических процессов;
- Корректировка нормативной и технологической документации.



Моделирование процессов формообразования



Конструирование заготовок



Проектирование оснастки

Достигаемые показатели

- Сокращение сроков технологической подготовки на создание и отработку технологических процессов обтяжки и эластоформования в 1,5 раза;
- Снижение потерь от брака, за счет выявления дефектов на стадии моделирования процессов;
- Снижение затрат на производство деталей не менее чем на 15%
- Снижение трудоемкости производства технологической оснастки не менее чем на 10%
- Уменьшение веса оснастки на 20-30%

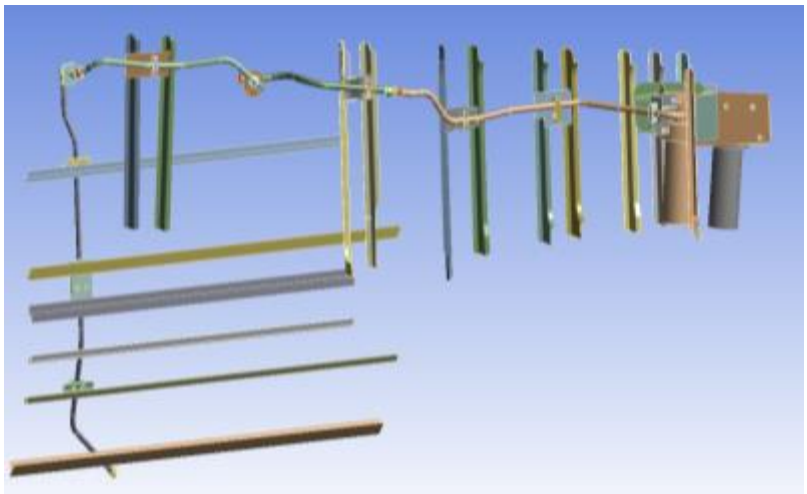
***Тема 14* – «Совершенствование гидравлической системы современного самолёта»**

<u>Цель работы</u>

Совершенствование гидравлической системы современного самолёта путем модернизации фиксирующих элементов высоконагруженных трубопроводов, направленной на устранение кавитационных режимов на основе систем инженерного анализа.

<u>Решаемые задачи</u>

- Исследование и оптимизация сборных конструкций высоконагруженных трубопроводов напорных линий авиационных гидросистем и их взаимодействия с каркасом планера для увеличения ресурса;
- Исследование и оптимизация режимов работы трубопроводов авиационных гидрогазовых систем.



<u>Достигаемые показатели</u>

- Повышение ресурса фиксирующих элементов высоконагруженных трубопроводов на 30%;
- Устранение кавитационных режимов работы трубопровода гидравлической системы современного самолёта на основе систем инженерного анализа.