

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

На правах рукописи

Рулева Надежда Евгеньевна

**Исследование, разработка конструкции и технологии
изготовления детали кронштейн с использованием
САD/САM/САЕ систем**

Направление подготовки
15.04.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2016



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент
Пронин Александр Иннокентьевич

Рецензент

кандидат технических наук, главный
инженер ООО «ТехКомплект»
Довгаль Олег Викторович

Защита состоится «30» июня 2016 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 124/2.

Автореферат разослан 23 июня 2016 г.

Секретарь ГЭК

Е.Г. Кравченко

Актуальность темы исследования

Тема актуальна и весьма востребована в современном машиностроении. Одной из важнейших задач технологии машиностроения является познание закономерностей процесса производства, выявление технических, технологических, экономических и организационных факторов, учет которых является необходимым условием автоматизации проектирования и технологии изготовления деталей машин с целью сокращения его сроков, облегчения труда конструкторов и технологов. В настоящее время широко применяются интегрированные системы компьютерного проектирования и технологической подготовки производства, что дает возможность автоматизировать рутинные операции проектирования и оформления документации для конкретного принятого варианта технологического процесса. При этом остается не до конца решенной задача получения наилучшего варианта технологического процесса для реальных условий производства.

Решение данной задачи возможно на основе сравнительного анализа в САЕ - системе. САЕ - система является составной частью комплекса систем конструкторского проектирования САД и технологической подготовки производства САМ и позволяет повысить его эффективность и качество.

Анализ источников информации позволяет сделать вывод, что тема диссертации актуальна, посвящена решению задачи по получению наилучшего варианта технологического процесса для реальных условий производства.

Степень разработанности. Представленное диссертационное исследование базируется на работах советских и российских ученых в областях автоматизации технологической подготовки производства, технологии машиностроения, режущего инструмента и технологических приспособлений, теории резания, теории разработки информационных автоматизированных систем. В частности, стоит отметить таких ученых, как Аверченков А.В., Базров Б. М., Балакшин Б.С., Безъязычный В.Ф., Бочкарев П.Ю., Бржозовский Б.М.,

Васильев А.С., Волков Д.И., Волчкевич Л.И., Воронов А.Г., Гатчин Ю.А., Горанский Г.К., Григорьев С.Н., Давыдов В.М., Емельянов, С.Г., Желобов А.А., Иноземцев А.Н., Кабалдин Ю.Г., Капустин Н.М., Кондаков А. И., Корчак С.Н., Корсаков В.С., Кутин А.А., Киричек А.В., Малов А.Н., Митрофанов В.Г., Митрофанов С.П., Мокрицкий Б.Я., Павлов В.В., Пуш А.В., Рыжов Э.В., Соломенцев Ю.М., Смоленцев В.П., Султан-Заде Н.М., Суслов А.Г., Федонин О.Н., Федоров В.П., Цветков В.Д., Шаумян Г.А., Шептунов С.А., Шпилев А.М., Яблочников Е.И. Ящерицын П.И. и др.

Предметная область исследования: Конструкторско-технологическая подготовка производства на базе CAD/CAM/CAE систем и решение задач:

Обеспечение технологичности конструкции изделия;

Проектирование технологических процессов;

Изготовление средств технологического оснащения.

Объект исследования. 3D модели делали, станочного приспособления, технология механической обработки формообразующих элементов детали.

Предмет исследования. Конструкторская и технологическая информация.

Целью магистерской диссертации является повышение качества и производительности проектирования технологии механической обработки детали «Кронштейн» путем сравнительного анализа и оценки полученных вариантов технологии на основе CAD/CAM/CAE систем.

Задачи диссертации:

1 Разработать структуру открытой информационно связанной CAD/CAM/CAE - системы моделирования технологии изготовления;

2 Произвести расчет на прочность детали «Кронштейн» с использованием

CAE системы, на основе полученных данных выбрать оптимальную конструкцию детали;

3 Произвести расчет приспособления с использованием CAD/CAE системы;

4 Установить взаимосвязь между CAD/CAM/CAE систем и технологией обработки. Разработать технологию механической обработки детали «Кронштейн» и управляющую программу для станков с ЧПУ.

Методы исследования. Теоретические исследования проведены с использованием научных основ технологии машиностроения, теоретических основ САПР. Сравнительный анализ, моделирование и обработка данных на ЭВМ производились средствами программных пакетов T-FLEXCAD, NX 8.5.

Научная новизна работы заключается в решении актуальной научной задачи для реальных условий труда – раскрытие конструкторско-технологических связей, определивших разработку новых алгоритмов и баз данных для автоматизированного моделирования и расчета точности конструирования и изготовления детали с целью повышения ее качества на основе многовариантной оценки принимаемых решений.

Практическая значимость работы состоит в разработке структуры открытой информационно связанной CAD/CAM - системы моделирования технологии изготовления детали для дальнейшего внедрения в реальные условия производства; сформулированы рекомендации для разработки деталей при помощи CAD/CAM/CAE систем в формате местного предприятия.

Личный вклад автора:

Совершенствование конструкции и технологии изготовления детали на основе возможностей CAD/CAM/CAE систем для дальнейшего внедрения в реальное производство.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованных источников. Работа изложена на 97 страницах, содержит 6 таблиц и 50 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении содержится обоснование актуальности выбранной темы диссертации, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлена структура открытой информационно связанной CAD - CAE- CAM системы.

На рисунке 1 показаны два главных процесса, составляющих жизненный цикл продукта: процесс разработки и процесс производства. А так же применение CAD/CAE/CAM систем на различных этапах конструирования и производства изделия.

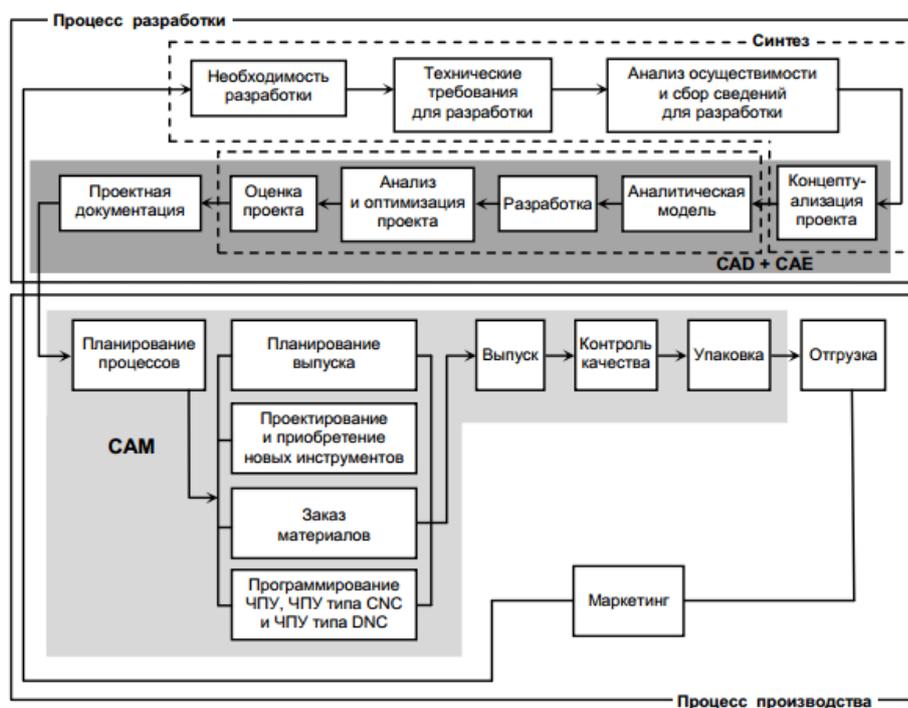


Рисунок 1 - Жизненный цикл продукта

Во второй главе предложена методика технологической подготовки производства, для этого применены CAD/CAM/CAE системы при решении технологических задач, разработана 3D модель детали (рис. 2); разработана методика сопоставления 3D модели детали и 2D-чертежа.

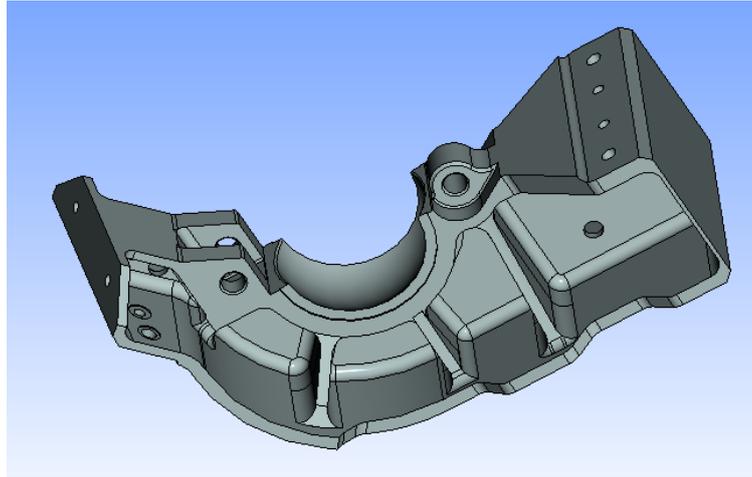


Рисунок 2 - 3D модель детали «Кронштейн»

В третьей главе приведена методика выполнения расчета детали «Кронштейн» экспресс анализом, эпюра модуля перемещения приведена на рисунке 3.

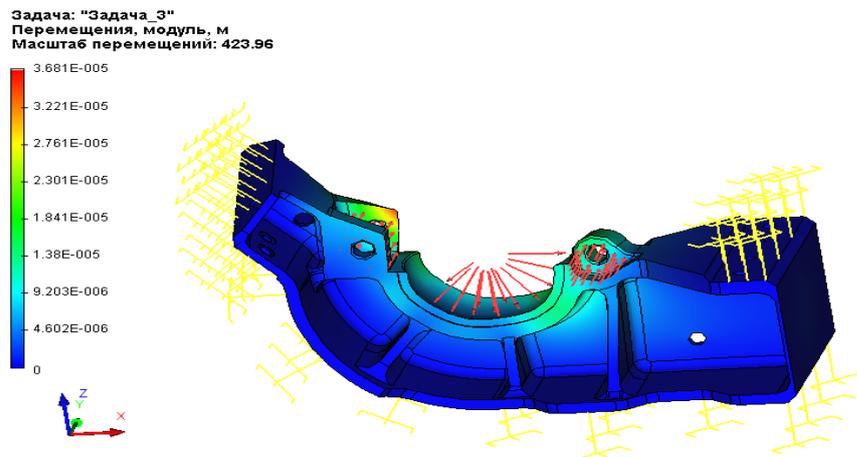


Рисунок 3 – Эпюра модуля перемещения

Из рисунка 3 видно, что наибольшие по модулю перемещения будут иметь грани проушин кронштейна, а максимальные эквивалентные напряжения возникнут в месте крепления готового изделия. В полнофункциональной версии «Экспресс-анализ» мы смогли бы также увидеть численные значения перемещений и напряжений, позволяющие, изменяя размеры кронштейна, добиться требуемой прочности и жесткости детали.

Аналогично просмотрим эпюру распределения коэффициента запаса по эквивалентным напряжениям (рис. 4). При этом, после выбора коэффициента запаса по эквивалентным напряжениям в служебном окне «Задачи», укажем в окне «Параметры эпюры – коэффициент запаса», что запас прочности должен определяться по пределу текучести материала детали. Из результатов анализа можно сделать вывод о том, что кронштейн нагружен весьма неравномерно вследствие нерациональной геометрии детали.

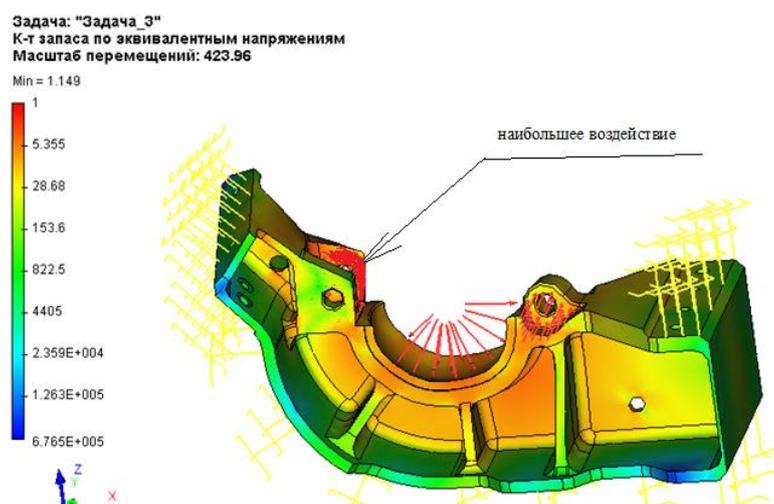


Рисунок 4 – Эпюра коэффициента запаса прочности по эквивалентным напряжениям

Добавление дополнительного материала в месте наибольшего нагружения с последующим уменьшением общей толщины листа рассматриваемом случае не целесообразно, так как приведет к неоправданному усложнению конструкции кронштейна. Усовершенствуем конструкцию кронштейна, убрав лишней металл из наименее нагруженных областей. Из рисунков 4, 5 видно, что наименее нагруженными являются ребра и основания кронштейна.

Удалить лишней материал у модели в рассматриваемом случае можно, скруглив ребра и основание кронштейна с помощью 3D операции

«Сглаживание граней». Операция сглаживания граней позволяет строить поверхность перехода от одного набора гладко сопряженных граней к другому набору. Оценив полученные результаты, делаем вывод, что необходимо оптимизировать конструкцию детали «Кронштейн», доработаем конструкцию детали, затем проведем статический анализ для уже измененной конструкции. После переразбиения модели вновь запустим расчет. Результаты анализа для модифицированной модели кронштейна приведены на рисунке 5.

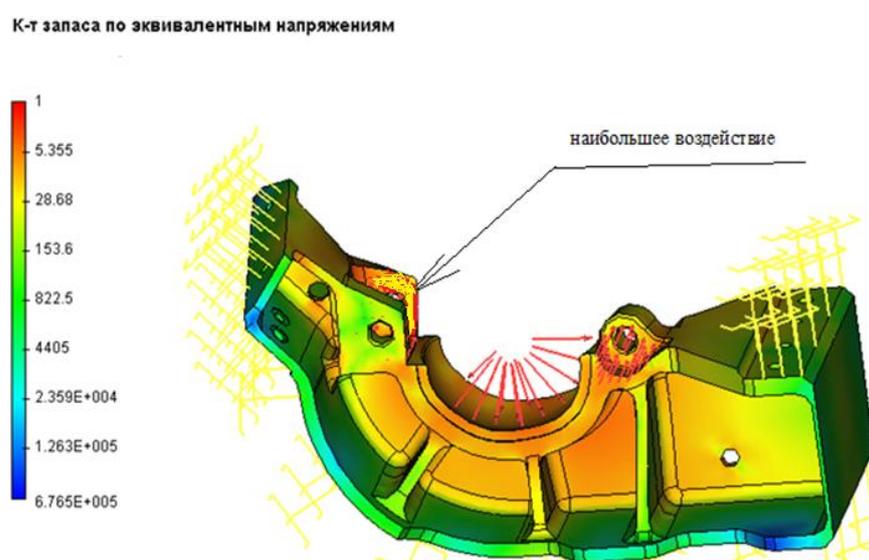


Рисунок 5 - Эпюра коэффициента запаса прочности по эквивалентным напряжениям

Если коэффициент запаса меньше 1, произойдет разрушение, после изменения конструкции детали коэффициент больше 1, следовательно выбрана оптимальная конструкция детали для заданной нагрузки.

Также предложена методика расчета приспособления (рис. 6) на прочность с использованием систем CAD/CAM/CAE методом конечно-элементного анализа (рис.7).

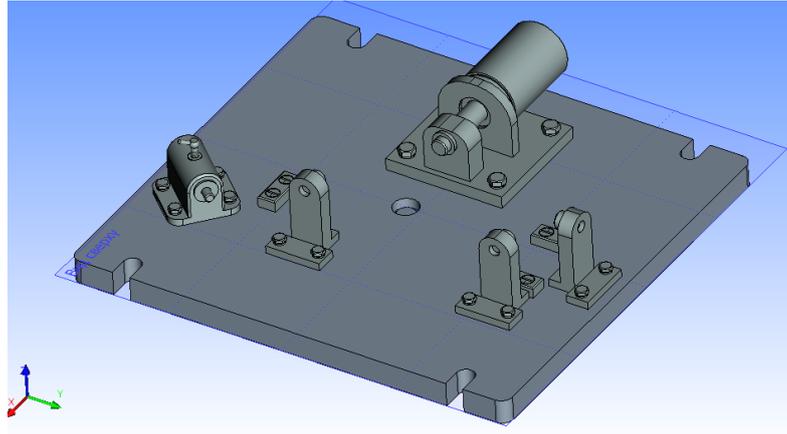


Рисунок 6 – Приспособление

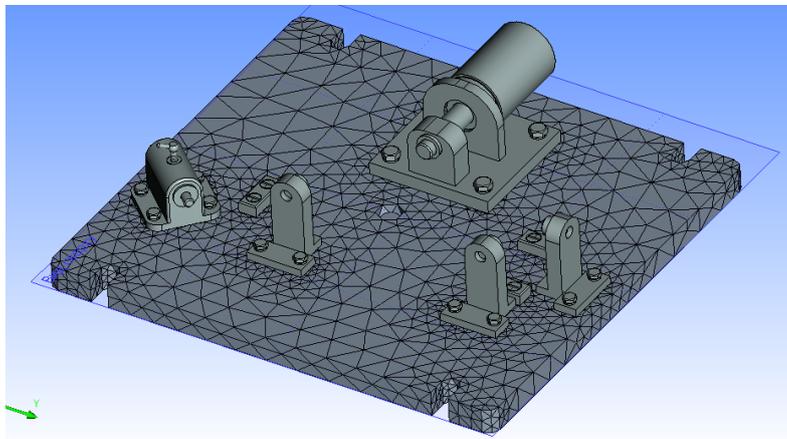


Рисунок 7 – Сетка приспособления

Все конечно-элементные расчеты осуществляются в интерфейсе системы трехмерного моделирования с использованием исходной твердотельной модели изделия. Данный подход обеспечивает следующие преимущества:

- отсутствуют затраты времени на ввод информации о геометрии изделия в систему конечно-элементного анализа (ComputerAidedEngineering - CAE);
- модель передается из T-FLEX CAD 3D в систему конечно-элементного анализа максимально точно, насколько это возможно отсутствуют возможные погрешности экспорта-импорта моделей через универсальные обменные форматы или погрешности повторного ручного ввода;
- за счёт прямой программной интеграции сохраняется ассоциативная связь расчётной математической модели и электронной объемной модели

изделия. Т.е. пользователю возможно, например, изменить размеры анализируемого изделия, обновить конечно-элементную модель, и сразу же получить результаты расчёта измененной модели. При этом ему не понадобится повторно осуществлять ввод геометрии, экспорт-импорт, задание граничных условий и т.п. Очевидно, что это очень удобно с точки зрения пользователя, и позволяет в короткие сроки просчитать несколько вариантов, и выбрать из них оптимальный.

Также приведена методика разработки управляющей программы для станка с ЧПУ в программе SIEMENS NX8.5.

В четвертой главе представлен окончательный вывод технологической документации в системе ТехноПро. Эта российская система автоматизации разработки технологических процессов.

Система ТехноПро полностью автоматизирует процесс технологической подготовки производства, включая проектирование технологий, технологические и экономические расчеты, получение документации и отчетов (рис. 8). В ТехноПро можно использовать базу конструкторской документации для ведения базы состава изделий и спецификаций предприятия и изменений в конструкторские документы (КД). В информационной базе ТехноПро ведется база оборудования, наименований операций, оснащения, инструментов (по ГОСТ, специальные), материалов, текстов переходов и других сведений. В базе данных ТехноПро имеется более 1000 ГОСТ-ов на оснащение, инструменты и материалы.

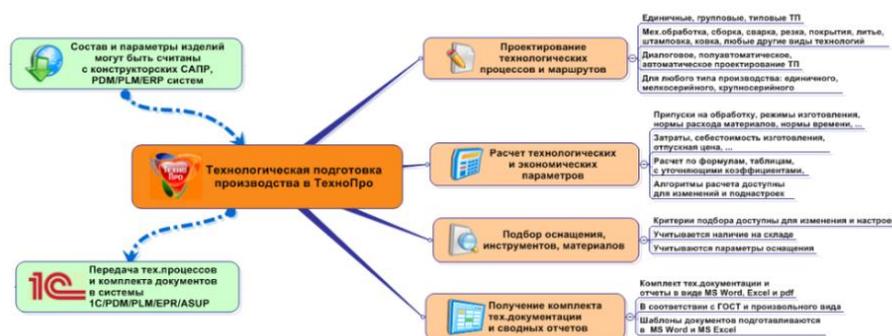


Рисунок 8 – Технологическая подготовка производства

Вывод готовой технологической документации (рис. 9).

Испол.											2	1	
Разраб.	Рудина Н.Е.												
Провер.	Прозина А.И.												
Т. контр.	Тимова С.Г.												
Утверд.	Мохрицкий В.Я.												
Н. контр.	Мельникова О.И.												020
Наименование операции		Материал		Твёрдость		Е.В.		М.Д.		Профиль и размеры		М.З. КОИД	
Фрезерная		08ХН3М2ДЛ				кг		5,277		Отливка 120×600		13.4 1	
Оборудование		Обозначение программы		T ₂		T ₃		T ₄		T ₅		СОЖ	
Многоцелевой DMU 50				16,5		5,0		4,0		24		Аква-6	
P		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V				
O 01	Специальное приспособление												
O 02	А.Установить заготовку, закрепить												
O 03	1.Фрезеровать поверхность в размеры 7 и 8												
T 04	Фреза торцевая Ø50; BK8; 2223-0025; ГОСТ 17026-71; ШЦ-1-150-0,01ГОСТ 166-89												
P 05			Ø 50	180	3,0	3	960	400	63				
O 09	2.Фрезеровать поверхность в размеры 9, 11 и 12												
T 10	Фреза торцевая Ø50; BK8; 2223-0025; ГОСТ 17026-71; ШЦ-1-150-0,01ГОСТ 166-89												
P 11			Ø 50	80	3,0	4	960	400	63				
O 12	3.Фрезеровать поверхность в размеры 4 и 5												
T 13	Фреза торцевая Ø50; BK8; 2223-0025; ГОСТ 17026-71; ШЦ-1-150-0,01ГОСТ 166-89												
P 14			Ø 50	180	3,0	6	960	400	63				
O 15	4.Фрезеровать поверхность в размер 1												
T 16	Фреза торцевая Ø50; BK8; 2223-0025; ГОСТ 17026-71; ШЦ-1-150-0,01ГОСТ 166-89												
P 17			Ø 50	180	3,0	6	960	400	63				
O 18	5.Фрезеровать фаску в размер 13												
T 19	Фреза торцевая Ø50; BK8; 2223-0025; ГОСТ 17026-71; ШЦ-1-150-0,01ГОСТ 166-89												
P 20			Ø 50	170	3,0	3	960	400	63				
O 21	6.Фрезеровать фаску в размер 3												
T 22	Фреза торцевая Ø50; BK8; 2223-0025; ГОСТ 17026-71; ШЦ-1-150-0,01ГОСТ 166-89												

Рисунок 9 – Маршрутно-операционная карта

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Представлена модель современной конструкторско-технологической подготовки производства на примере проектирования и разработки технологии изготовления деталей в рамках отдельного предприятия.

2. Усовершенствована методика проектирования и изготовления на базе CAD/CAE/CAM систем изделий машиностроения, позволяющая на стадии проектирования прогнозировать качество изделия, сократить длительность ТПП и обеспечить конкурентоспособность изделий на рынке;

3. Создана база данных геометрической точности базовых поверхностей детали, в которой эффективно используется информационное обеспечение САПР для моделирования и расчета точности приспособлений. Это осуществляется путем описания элементов приспособления обобщенными координатами, что позволяет рассчитать точность приспособления исходя из требований точности обработки заготовки и, тем самым, оценить пространственное положение приспособления в рабочей зоне.

4. Разработана управляющая программа для оптимизированной конструкции детали «Кронштейн» внедренной в реальное производство.

Данные системы CAD/CAE/CAM созданы как средство, не подменяющее технолога, конструктора, а существенно ускоряющее и упрощающее проектирование в реальном производстве, повышающие качество изготавливаемых изделий, сокращающие время изготовления, а также как обучение пользователей и самообучение системы на примерах конкретного производства. Обучение систем происходит посредством технологических понятий, без участия программистов.

Список опубликованных работ

1 Рулева, Н. Е. Современное направление в машиностроении – высокоскоростная обработка / Н. Е. Рулева // Международный журнал «Научный взгляд в будущее». – 2016. – Выпуск 2(2). – С. 133а.

2 Рулева, Н. Е. Высокоскоростная обработка на предприятии / Н. Е. Рулева // Журнал «Мир науки и инноваций». – 2016. – Выпуск 1(3). – С. 133а.

3 Пронин, А.И. Безопасность высокоскоростного фрезерования: основные источники и система мероприятий обеспечивающих физическую защищенность операторов станков с ЧПУ/ А.И. Пронин, Н.Е. Рулева // Дальневосточная весна – 2016: Материалы 14-ой международной научно-практической конференции (г. Комсомольск-на-Амуре, 28 апреля 2016 г.) / редкол.: И.П. Степанова (отв.ред.) [и др.] – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВО «КНАГТУ». 2016. – С. 349

4 Рулева, Н.Е. Применение высокоскоростной обработки для изготовления детали «кронштейн» / Н.Е. Рулева студент, Пронин А.И.// Научно-техническое творчество аспирантов и студентов» // Материалы докладов 46-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. (г. Комсомольск-на-Амуре, 01-15 апреля 2016 г.). Редкол.: Э.А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – 702 с.