

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА «ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ»

МАГИСТРАТУРА

АБДЫЛДАЕВ ЧЫНГЫЗ ЖУМАМИДИНОВИЧ

Исследование и разработка технологии изготовления на станках с ЧПУ
машиностроительных конструкций АО ПМЗ пакетом программ T-Flex

6M070200 Автоматизация и управление

Диссертация на соискание академической степени магистра автоматизации и
управления

Научный руководитель:
к.т.н., профессор Стаценко С.А.

Павлодар, 2013г.
СОДЕРЖАНИЕ

Введение		8
1 Исследование предметной области.		10
1.1 Обзор производства АО «ПМЗ».		10
1.2 Исследование и мониторинг существующего производства.		12
1.2.1 Морально и физически устаревшее оборудование		14
1.2.2 Недостаточность высококвалифицированных кадров.		16
1.2.3 Отсутствие системы автоматизированного проектирования.		18
1.2.4 Инструментальное обеспечение, хозяйство		19
2 Обоснование необходимости проведения мероприятий, направленных на достижение поставленных задач.		23
2.1 Обоснование необходимости внедрения САПР	23	
2.2 Обоснование перехода изготовления на станки с ЧПУ		27
2.2.1 Обоснование применения станков с ЧПУ. Характерные преимущества и недостатки		27
2.2.2 Трудоёмкость обработки деталей. Приведенная программа. Расчёты необходимого количества станков		27
2.3 Обоснование реорганизации штата структурных подразделений.		33
2.4 Обоснование создания системы инструментального обеспечения.		43
3 Практическая реализация мероприятий по разрешению и устранению выявленных проблем.		49
3.1 Расчёты необходимого количества станков с ЧПУ, исходя из специфичности обрабатываемых деталей.		55
3.2 Выбор программного обеспечения, САПР T-Flex		68
3.3 Создание и подготовка инструментального хозяйства	87	
3.4 Решение организационных вопросов		97
Заключение		100
Список использованных источников		101

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями, обозначениями и сокращениями:

1. *Интерфейс* - совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих совместимость (взаимодействие) различных функциональных блоков (устройств), образующих измерительную, вычислительную или управляющую систему в соответствии с требуемыми условиями, например видом кода, моментом выдачи (приема) информационных и управляющих сигналов, формой представления информации (аналоговая или цифровая).
2. *Код* - ряд правил, посредством которых выполняется преобразование данных из одного вида в другой. Применение кода (кодирование) сводится к записи информации в виде комбинации символов.
3. *Позиционное ЧПУ* (позиционное управление) - ЧПУ, при котором рабочие органы станка перемещаются в заданные точки, причем траектории перемещения не задаются.
4. *Пост-процессор* - согласующая программа САП, учитывающая особенности данного станка и формирующая кадр.
5. *Программоноситель* - носитель данных, на котором записана УП. В качестве носителя данных могут применяться перфолента, магнитная лента, магнитный диск и запоминающие устройства различного типа.
6. *Программное обеспечение системы ЧПУ* (программное обеспечение) - совокупность программ и документации для реализации целей и задач системы ЧПУ.
7. *Программное устройство ЧПУ* - устройство ЧПУ, алгоритмы работы которого реализуются с помощью программ, вводимых в его память, и могут быть изменены после изготовления устройства.
8. *Процессор* - программа первичной переработки информации в САП, формирующая данные по обработке детали безотносительно к типу станка.
9. *Работа системы (устройства) ЧПУ с ручным вводом данных* (ручной ввод данных) - функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором набор данных, ограниченный форматом кадра, производится вручную оператором на пульте.
10. *Работа системы ЧПУ с ручным управлением* (ручное управление) - функционирование СЧПУ (УЧПУ), при котором оператор управляет станком с пульта без использования числовых данных.
11. *Система числового программного управления (СЧПУ)* - совокупность функционально взаимосвязанных и взаимодействующих технических и программных средств, обеспечивающих ЧПУ станком.
12. *Точность позиционирования* - величина поля рассеивания отклонений положений центра инструмента от заданных при отработке геометрического перехода без резания, рассчитанная для всего диапазона задаваемых размеров.
13. *Управляющая программа (УП)* - совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка для обработки конкретной заготовки.

14. *Устройство числового программного управления (УЧПУ)* - устройство, выдающее управляющие воздействия на исполнительные органы станка в соответствии с УП и информацией о состоянии управляемого объекта.
15. *Файл* - совокупность данных, объединенных по некоторому общему смысловому признаку или нескольким признакам. Способ хранения информации в виде файла (данных) широко применяется в запоминающих устройствах ЭВМ. При этом начало и конец файла отмечают специальными метками, что позволяет легко найти соответствующую информацию (например, на магнитной ленте).
16. *Фиксированная точка станка (фиксированная точка)* - точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для определения положения рабочего органа станка.
17. *Числовое программное управление (ЧПУ) станком* - управление обработкой заготовки на станке по УП, в которой данные заданы в цифровой форме.
18. *Система управления* – устройство или совокупность устройств, реализующих совокупность воздействий на механизмы станка обеспечивающих выполнение технологического цикла обработки.
19. *Датчик обратной связи* – устройство, в измерительном элементе которого величина контролируемого перемещения вызывает изменение каких-либо физических параметров. В замкнутых системах ЧПУ и ЦПУ необходимо контролировать перемещения.
20. *Технологический процесс* – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.
21. *Технологическая операция* – при обработке резанием, законченная часть технологического процесса обработки заготовки, выполняемая на одном рабочем месте.
22. *Гибкая производственная система (ГПС)* — это система, допускающая иерархическую организацию с комплексно-автоматизированным производственным процессом, работа всех компонентов которой координируется как единое целое системой управления, обеспечивающей быстрое изменение программ функционирования элементов при смене объектов производства.
23. *Автоматизация производства (АП)* - это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без участия человека, но под его контролем.
24. *Производственный процесс* — это совокупность действий работников и орудий труда, в результате которых сырьё, материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия, поступающие на предприятие, превращаются в готовую продукцию или услугу в заданном количестве, качестве и ассортименте в определённые сроки.
25. *Комплексная система управления качеством продукции* — это совокупность множества мероприятий, куда входят научно-технические, социально-экономические, производственные мероприятия, средства и методы,

- направленные на то, чтобы максимально улучшить качество производимой продукции, чтобы повысить эффективность производства.
26. *Производственные технологии* – это определенная совокупность и последовательность различного рода действий человека и машин для создания наиболее экономичных способов производства сырья, материалов, продукции или оказания услуг
 27. *Трудоемкость изготовления детали* – это суммарные затраты труда на выполнение технологических процессов изготовления детали.
 28. *Мониторинг* — непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, в сравнении с заданными критериями.
 29. *Автоматизация технологического процесса* – это совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление производственным процессом без непосредственного участия человека.
 30. *Механизация производства* — это замена ручных средств труда (инструментов) машинами и механизмами.
 31. *Система автоматизированного проектирования (САПР)*— автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности
 32. *Модернизация* – это усовершенствование, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества
 33. *Универсально-безналадочные приспособления (УБП)* – это универсально-безналадочные приспособления, для которых характерно применение универсальных регулируемых приспособлений, не требующих сменных установочных и зажимных элементов. Данная группа включает в себя комплексы универсальных приспособлений, входящих в комплекты оснастки, поставляемой машиностроительным предприятиям в качестве принадлежностей к станкам.
 34. *Инструментальное хозяйство* – это совокупность подразделений внутри предприятия, которые занимаются изготовлением, приобретением, проектированием, ремонтом и восстановлением различных видов инструментов, необходимых для производства, а так же его учетом, хранением и обеспечением на рабочих местах.
 35. *Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК)*
 36. *Приемно-сортировочный пункт (ПСП)*
 37. *Технико-экономические показатели (ТЭП)*
 38. *Система автоматизированного проектирования и управления технологическими процессами (АСУТП)* – это комплекс программных и технических средств, предназначенных для создания систем автоматизации

управления технологическим оборудованием и производственными процессами на предприятиях

39. *Автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП)* – это совокупность технических средств и методов автоматизированного проектирования и реализации технологической системы, обеспечивающих возможность производства летательных аппаратов и других изделий с заданным уровнем качества и в заданных количествах с наименьшими затратами ресурсов в конкретных условиях производства с учётом отраслевой системы технологической подготовки производства
40. *Автоматизированная система научных исследований (АСНИ)* – это система предназначенная для автоматизации научных экспериментов, а также для осуществления моделирования исследуемых объектов, явлений и процессов, изучение которых традиционными средствами затруднено или невозможно
41. *Метод конечных элементов (МКЭ)* — численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики. Метод широко используется для решения задач механики деформируемого твёрдого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики.
42. *Универсально-наладочные приспособления (УНП)*. Предусматривает разделение элементов приспособлений на два основных вида: базовые и сменные. Базовые элементы — постоянная многократно используемая часть приспособления, изготавливаемая заранее по соответствующим стандартам. Сменные установочные и зажимные элементы-наладки могут быть универсальными и специальными
43. *Универсально-сборные приспособления (УСП)* являются одноцелевым по назначению, но универсальными по изготовлению. Собирают из заранее изготовленных деталей и сборочных единиц без последующей доработки.
44. *Гибкий производственный модуль (ГПМ)* - это единица технологического оборудования, предназначенная для производства изделий производственной номенклатуры, в пределах установленных значений их характеристик, с программным управлением, автономно функционирующим и имеющим возможность встраивания в ГПС более высокого уровня.
45. *Роботизированный технологический комплекс (РТК)* – это гибкая производственная система (модуль), в которой автоматически действующие машины (в т. ч. промышленные роботы), устройства, приспособления реализуют всю технологию производства, за исключением функций управления и контроля, осуществляемых человеком. Роботизированный технологический комплекс включают в состав гибкого автоматизированного производства как законченный технологический модуль.

46. *PDM-система* – это организационно-техническая система, которая обеспечивает управление всей информацией об изделии.
47. *Центральный инструментальный склад (ЦИС)* – является главным хранилищем инструмента на заводе. На склад принимают из цеха и со стороны инструмент, хранят и выдают инструмент в цели.
48. *Оборотный фонд* - запас инструментов для обеспечения нормальной работы производства,

ВВЕДЕНИЕ

Современное машиностроение, характеризуемое стремлением к гибкой автоматизации промышленного производства, неразрывно связано с эффективным внедрением оборудования и числовым программным управлением (ЧПУ), а также создаваемых на его основе гибких производственных систем (ГПС), ведь от этого напрямую зависит производительность труда, качественные показатели и условия для рабочих.

Под автоматизацией производства (АП) подразумевается процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. АП — основа развития современной промышленности, генеральное направление технического прогресса. Цель АП заключается в повышении эффективности труда, улучшении качества выпускаемой продукции, в создании условий для оптимального использования всех ресурсов производства.

Частичная Автоматизация производства, точнее — автоматизация отдельных производственных операций, осуществляется в тех случаях, когда управление процессами вследствие их сложности или скоротечности практически недоступно человеку и когда простые автоматические устройства эффективно заменяют его. Частично автоматизируется, как правило, действующее производственное оборудование. По мере совершенствования средств автоматизации и расширения сферы их применения было установлено, что частичная автоматизация наиболее эффективна тогда, когда производственное оборудование разрабатывается сразу как автоматизированное. К частичной автоматизации производства относится также автоматизация управленческих работ.

Цель диссертации: Исследовать существующие технологии изготовления машиностроительных конструкций, оценить производственные возможности АО «ПМЗ».

Задачи диссертации: Разработать и внедрить эргономичный и гибкий производственный процесс изготовления машиностроительных конструкций АО «ПМЗ» на базе пакета программ T-Flex.

Научная новизна: Научной новизной является - переход от морально и физически устаревшего производства АО «Павлодарский машиностроительный завод» к новому, автоматизированному, гибкому производству в условиях действующего производства, то есть без остановки либо приостановки существующего.

Практическая значимость: Республика Казахстан нуждается в развитии отечественного машиностроения для обеспечения потребностей внутреннего рынка в продукции машиностроения в достаточном объеме и ассортименте и увеличении доли машиностроения в экспорте страны.

Применение исследований данной диссертации на АО «Павлодарский машиностроительный завод» окажет серьезное влияние на развитие машиностроения, и в частности, производство грузоподъемного оборудования в Республике Казахстан. Оснащение завода современным оборудованием,

соответствующим международным стандартам, перевод изготовления технологически сложных деталей на станки с числовым программным управлением позволят снизить издержки производства продукции и повысить производительность труда.

1 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

1.1 ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА АО «ПМЗ»

АО Павлодарский машиностроительный завод имеет хороший научно-инновационный потенциал предприятия. Главной составляющей которого является команда грамотных специалистов. Численность коллектива составляет около 500 человек. Сотрудники завода систематически повышают свою квалификацию не только в Казахстане, но и за его пределами.

Высокий интеллектуальный и профессиональный потенциал сотрудников работающих в конструкторско-технологическом отделе позволяют выпускать надежную конкурентную технику, что подтверждают многочисленные победы, дипломы и награды АО «Павлодарский машиностроительный завод» на международных специализированных выставках.

Достойной оценкой труда коллектива и качества выпускаемой продукции является получение международного сертификата ИСО серии 9001, соответствующего мировым стандартам качества, выданного органом сертификации TUV CERT TUV THURINGEN e.V.

В период внедрения Комплексной системы управления качеством продукции, разработанная и внедренная на Павлодарском РМЗ система качества, включающая 70 стандартов предприятия была признана одной из лучших в Казахстане.

На предприятии действует служба контроля качества, благодаря чему на всю выпускаемую технику предоставляется гарантия на 18 месяцев. Система контроля качества изготавливаемой продукции предусматривает обязательное проведение входного контроля поступающих материалов и комплектующих изделий.

Испытательная лаборатория аккредитована на соответствие требованиям СТ РК ИСО/МЭК 17025-2007 согласно своей области аккредитации, основным направлениям которой является грузоподъемные механизмы.

Лаборатория в своей деятельности применяет передовые технологии разрушающего и неразрушающего методов контроля, химический анализ материалов и сварных соединений. При контроле сварных соединений выпускаемых металлоконструкций применяются методы ультразвуковой, рентгенографической, магнитной дефектоскопии. Контроль сварных соединений осуществляется в объеме, определяемом техническими условиями на продукцию.

Обязательным является проведение испытаний отдельных узлов и готовой продукции.

Специалисты испытательной лаборатории имеют для этого необходимую квалификацию.

Выпускаемая предприятием продукция соответствует «Требования промышленной безопасности к устройству и безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов» и техническим условиям. Выпускаемая продукция имеет сертификаты соответствия, выданные органами сертификации Республики Казахстан и Российской Федерации.

Заключен договор с АНО ИКЦ «Инжтехкран» (г. Москва) на оказание услуг по сертификации на предмет соответствия экспортируемого грузоподъемного оборудования требованиям законодательства Российской Федерации, что позволит увеличить объемы экспорта.

Система контроля качества изготавливаемой продукции предусматривает обязательное проведение входного контроля поступающих материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий.

На предприятии функционирует испытательная лаборатория, аттестованная Павлодарским филиалом ОАО «НацЭкС». Специалисты испытательной лаборатории имеют для этого необходимую квалификацию.

Качество продукции формируется на стадии проектирования. Вопросы проектирования и технологической подготовки производства продукции решаются в Отделе главного технолога – «мозговом» центре завода. Ведется постоянное обновление средств программного обеспечения проектирования продукции.

С целью оперативной актуализации имеющегося справочно-информационного фонда заключены договоры на информационное и библиотечное обслуживание с Павлодарской ОНТБ, Павлодарским филиалом ОАО «НацЭкС», КазИнСт.

Руководство предприятия поощряет деятельность персонала, связанную с повышением квалификации, получением дополнительных знаний. Всегда принимает предложения от вышестоящих органов по обучению персонала. Выделяет средства на обучение работников, отправляя их на курсы повышения квалификации либо приглашая специалистов на предприятие.

Под непосредственным и руководством руководителя предприятия осуществляется разработка и внедрение системы менеджмента качества на основе МС ИСО 9001:2000. Директор завода – председатель Координационного совета по разработке, внедрению и подготовке к сертификации системы менеджмента качества. Заместитель директора по производству – Представитель руководства по качеству, а заместитель директора по экономике возглавляет внутренних аудиторов предприятия. По инициативе Руководства предприятия заключен договор на консалтинговые услуги по внедрению СМК с КР ТОО «Интерсертифика-ЦентрАзия», оплата каждого этапа работ по договору отслеживается директором завода.

Руководство предприятия приняло и утвердило систему оплаты труда персонала, предусматривающую стимулирование усовершенствования производственных процессов.

С целью совершенствования процессов и использования инноваций в целях полного удовлетворения дополнительных требований потребителей и других заинтересованных сторон, АО «Павлодарский машиностроительный завод» заключил договоры на предоставление информационных услуг с ПФ ОАО «НацЭкС», Павлодарской ОНТБ, имеющей обширный патентный фонд, оформлена подписка на периодические издания, ориентированные на процессы предприятия (по СМК – «Стандарты и качество», «Методы менеджмента

качества», «Инженер», «Машиностроение», «Сварщик-профессионал», «Привод и управление», «Электротехника», «Безопасность труда в промышленности», «Охрана труда», серия изданий по бухгалтерскому учету). На заводе действует постоянная квалификационная комиссия, определяющая необходимость обучения персонала при изменении производственных процессов, замене оборудования.

Практика работы с Потребителем позволяет оперативно вносить корректировки в процессы производства продукции (изменения геометрических параметров, замена используемых материалов и способов обработки). Имеются случаи, когда предложения Потребителя были учтены при разработке конструкторской документации, поскольку были представлены необходимые эскизы по исправлению несоответствий.

Конструкторско-технологическая служба постоянно содействует реализации творческой инициативы персонала, берутся на учет и тщательно прорабатываются все предложения, позволяющие повысить надежность выпускаемой техники.

При составлении опросных листов перед заключением контрактов на поставку продукции выясняются и берутся на учет особенности производства Потребителя. При анализе опросных листов Потребитель извещается об изменениях, вносимых в проектную документацию на продукцию.

Внесение изменений в номенклатуру производимой продукции и выполняемых услуг осуществляется как результат прямых контактов с Потребителем, а также на анализе маркетинговых исследований специалистов предприятия.

1.2 ИССЛЕДОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА. ПРОБЛЕМЫ. КРИТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ. УЗКИЕ МЕСТА

Практически до сего времени в АО «Павлодарский машиностроительный завод» сохранилась производственная технология советского периода, высок физический и моральный износ производственного оборудования. Следствием этого является высокая трудоемкость отдельных производственных процессов, значительная длительность производственного цикла изготовления продукции, наличие производительных и непроизводительных потерь, отсутствует возможность наращивания объемов производства, роста производительности труда, снижения энергоемкости продукции.

«Узким местом» для АО «Павлодарский машиностроительный завод» является механический цех, технологические процессы которого формируют более половины трудоемкости изготовления готовой продукции (грузоподъемного оборудования). Увеличение пропускной способности механического цеха позволит обеспечить полную загрузку других технологических переделов (других производственных цехов).



Рисунок 1 – Детали зубчатого зацепления

Анализ программы выпуска крановой продукции и деталей, входящих в них показал, что механический цех относится к серийному типу производства. Оно характеризуется изготовлением деталей отдельными периодически повторяющимися партиями. С учетом повторяемости и количества деталей в этих партиях, а также намечаемой программы увеличения выпуска продукции на заводе, механический цех можно отнести к мелкосерийному подтипу производства. Коэффициент загрузки металлорежущих станков для такого производства колеблется от 40 до 20.

В настоящее время технологический процесс изготовления деталей в цехе осуществляется следующим образом. Конструкторско-технологический отдел (КТО) формирует чертежи и сопроводительную документацию по деталям, намечаемым к изготовлению, и передает их в производственный - диспетчерский отдел (ПДО), который передает документацию в механический цех в соответствии с план-графиком изготовления и отгрузки крановой продукции. Мастер цеха изучает чертежи деталей, и на обратной стороне составляет примерную последовательность обработки каждой детали. Затем чертеж передается на первую операцию механической обработки, затем на вторую, и т.д. После каждой операции представители отдела технического контроля проверяют точность изготовления полуфабриката и дают разрешение на дальнейшую обработку.

В таком производстве изделий исключается возможность полной загрузки оборудования или даже отдельных его единиц на длительный промежуток времени изготовлением одного изделия. В таких случаях, для более полного использования оборудования, его делят на группы по признаку одинакового служебного назначения: например, на группу токарных, группу фрезерных станков и т.д. (технологическая специализация). Каждая группа одинакового оборудования устанавливается на отдельном участке цеха (групповая расстановка) и обычно организационно подчиняется мастеру. Этот принцип и реализован в механическом цехе.

Как показал мониторинг существующего состояния технологической

подготовки в механическом цехе, требуется существенная модернизация цеха по всем направлениям. Это касается и металлорежущих станков, технологической оснастки, режущего и мерительного инструментов. Нужны изменения в существующих технологических процессах изготовления деталей.

Изготавливаемые изделия, в зависимости от разработанного технологического процесса, проходят в определенной последовательности отдельные участки, на которых выполняются намеченные операции; при этом изделия небольших размеров и веса после выполнения каждой операции поступают в центральный или промежуточный склад для учета и хранения до выдачи на следующую операцию. В складах или на отдельных участках организуются контрольно-измерительные пункты отдела технического контроля для проверки изделий, прошедших тот или иной вид обработки (токарную, фрезерную, сверлильную). Изделия большого веса и габаритных размеров хранятся около станков или на специально отведенных подкрановых площадях. Изделия, прошедшие последнюю операцию и контроль, поступают на склад готовых изделий и оттуда, после комплектации, выдаются на сборку.

При рассматриваемой форме организации производственного процесса, изготавливаемые изделия совершают многократные и значительные по длине пути перемещения, требующие широкого применения транспортных средств, довольно сложного планирования, документации и учета. Производственный процесс находится в крайне непригодном состоянии для возможности его автоматизации. В ходе мониторинга АО «ПМЗ» было выявлено, что возможность автоматизации подготовки производства практически отсутствует.

1.2.1 МОРАЛЬНО И ФИЗИЧЕСКИ УСТАРЕВШЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

На сегодняшний день, в механическом цехе используется 65 металлорежущих станков различного типа и моделей. По видам обработки это оборудование распределяется следующим образом:

- станки токарные - 27 ед.;
- станки фрезерные - 10 ед.;
- станки сверлильно-расточные - 8 ед.;
- станки долбежные - 2 ед.;
- станки токарной группы - 27 ед.;
- станки с ЧПУ - 5 ед.;
- станки зубофрезерные - 8 ед.;
- станки шлифовальные - 5 ед.



Рисунок 2 – Обработка детали на токарно-винторезном станке

Доля станков с ЧПУ составляет 7,6%. Большинство применяемых в цехе универсальных металлорежущих станков устарели не только физически, но и морально. Средний возраст оборудования составляет более тридцати лет. При этом доля станков имеющих срок работы более тридцати лет превышает 40 %.

Металлорежущие станки, находящиеся в таком состоянии не могут обеспечить требуемое качество и производительность при увеличении выпуска изделий завода. В силу значительного износа и отсутствия текущих и капитальных ремонтов этого оборудования оно не может обеспечить технические характеристики, заложенные в паспортных данных самих станков.

Силами самого завода производится плановая проверка имеющегося оборудования на технологическую точность. Эта проверка производится согласно план-графику, учитывающему год выпуска каждого станка. В группу проверки входят представители технологического отдела и отдела технического контроля. В процессе проверки контролируются параметры, заложенные в паспорте станка (плоскостность поверхности рабочего стола, радиальное биение оси конуса шпинделя, перпендикулярность оси шпинделя рабочей плоскости стола и т.д.). Однако такая проверка лишь фиксирует текущее состояние станка.

Проверка геометрии станка по названным выше показателям производится в статическом состоянии и не оценивает состояние станка в динамике (погрешность динамической настройки). В эту погрешность входят все факторы, воздействующие на точность станка с момента начала механической обработки детали и до ее окончания.

Длительно эксплуатируемое оборудование теряет свою точность в силу потери заложенной в него жесткости, увеличения вибраций в стыках, износа элементов станка. Все эти факторы отражаются и на производительности данного оборудования, не позволяя использовать все его технологические возможности.

Анализ чертежей деталей, обрабатываемых в механическом цехе, показал, что ряд требований практически не выполнимы на применяемых сегодня металлорежущих станках, имеющих срок службы 30 и более лет. К таким требованиям относятся точность геометрических шеек ступенчатых валов заданная по шестому качеству. Это отклонения формы отдельных поверхностей деталей, заданные с точностью до тысячных долей миллиметра, радиальное биение тел вращения (величина биения не должна превышать 0,063мм.), шероховатость поверхностей деталей с величинами микронеровностей в пределах 3,3 или 1,6 микрометра.

Таким образом, дальнейшая эксплуатация металлорежущего оборудования без капитального ремонта и модернизации не позволяет повысить качество выпускаемой продукции и увеличить программу выпуска продукции. И так как проведенный анализ показал не целесообразность модернизации имеющегося оборудования, то следует особо выделить вопрос, связанный с полной заменой устаревших морально и физически металлорежущих станков. Для этого необходимо провести оценку трудоемкости отдельных операций механической обработки деталей и определить направление перехода изготовления деталей на станки с ЧПУ.

1.2.2 НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ

Ни один технологический процесс не может быть выполнен без участия человека, которое может выражаться в различных формах. На АО «ПМЗ», при проведении любых операций, работающих непосредственно осуществляет технологический процесс.

Индивидуальные особенности работающего оказывают наибольшее влияние на качество продукции и производительность при непосредственном выполнении им технологического процесса. Это характерно для универсальных станков, применяемых в механическом цехе. Действительно, в таких случаях квалификация рабочего, трудовые навыки и состояние, в котором он находится, оказывают решающее влияние, например, на величину усилия зажима заготовки, точности ее базирования, правильности считывания показаний с лимбов станка и многого другого. Доля этого влияния становится еще больше при работе на станках с большим сроком их эксплуатации.

Степень утомления работающего зависит от времени, прошедшего от начала работы в течение дня и рабочей недели, а также и от его душевного состояния. Это приводит к тому, что те или иные характеристики качества в партии изделий получают отклонения от заданных значений.

Качество измерений при использовании универсальных средств измерений во многом зависит от уровня квалификации и навыков контролера. Таким образом, степень влияния контролера на результаты измерений весьма велика. Кроме того, такие средства малопродуктивны и требуют периодической проверки.

Опыт показывает, что на устойчивость качества продукции оказывают

существенное влияние механизация труда и, особенно, автоматизация технологических процессов. Например, механизация закрепления обрабатываемых деталей на станке с помощью пневматического и гидравлического зажимов резко сокращает влияние колебаний силы зажима (обычных при ручном зажиме) на величину деформаций устанавливаемых деталей и тем самым уменьшает погрешность установки. Действительно, в таких случаях при значительно меньших колебаниях силы зажима деформация закрепляемой детали будет больше всего зависеть от колебаний размеров ее частей, которыми она при установке входит между зажимами и базами приспособления.

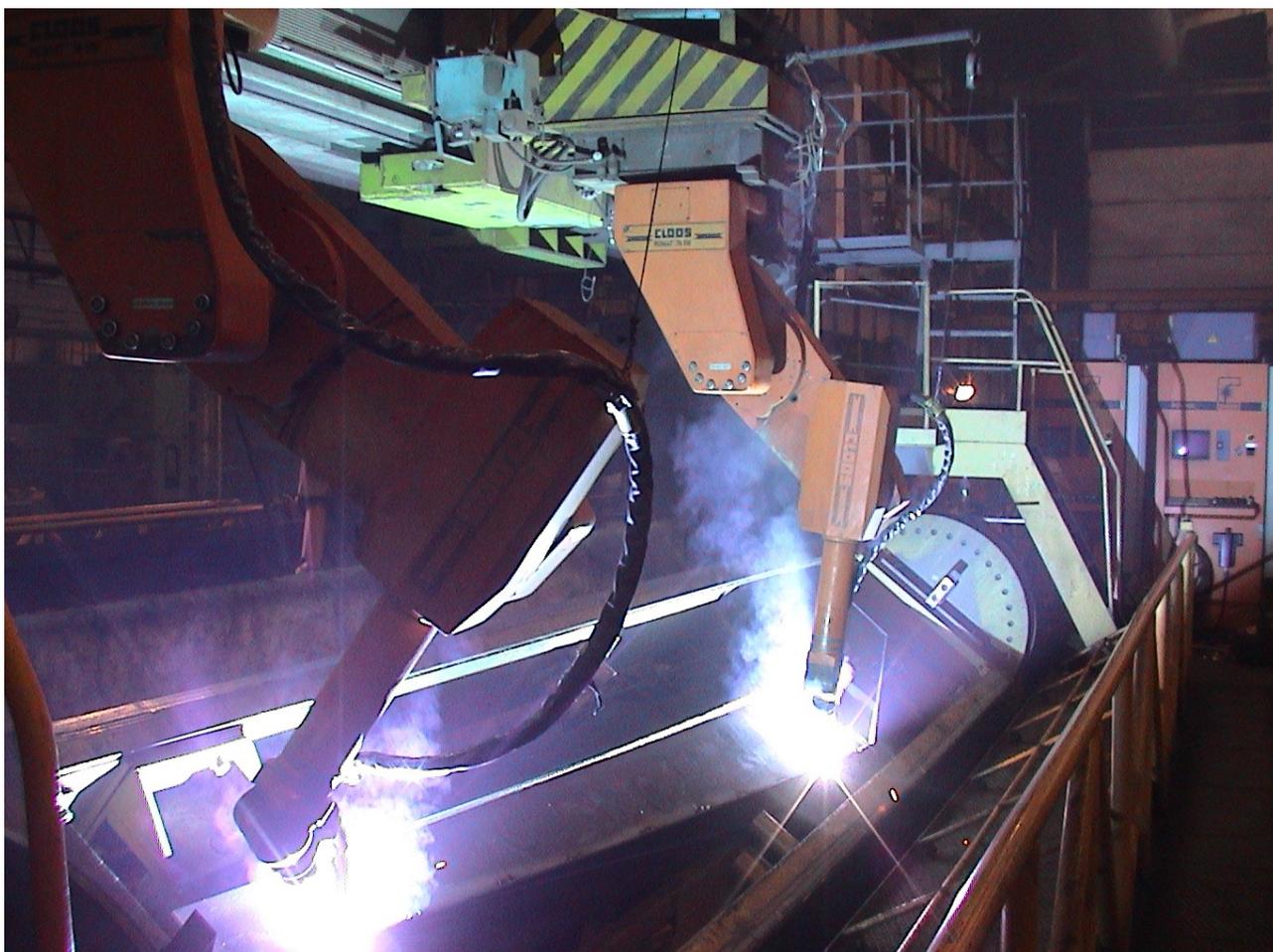


Рисунок 3 – Автоматическая сварочная установка

По мере увеличения степени механизации и автоматизации технологического процесса влияние индивидуальных особенностей работающего на качество продукции уменьшается, и качество продукции становится выше.

Общеизвестно, что механизация, и особенно автоматизация технологических процессов, облегчают труд человека и увеличивают его производительность. По мере развития механизации и автоматизации производства, рабочий из непосредственного исполнителя технологических процессов превращается в работника, руководящего ходом технологического

процесса. На его долю остаются контроль, профилактика и устранение различного рода отклонений, нарушающих нормальный ход технологического процесса. Выполнение этих функций требует всесторонних знаний и навыков, т. е. требует более квалифицированного труда.

Сложность планирования из-за большой номенклатуры изделий и малого количества их, различная станкоёмкость операций, необходимость значительных перемещений изделий приводят, в конечном итоге, к относительно невысоким технико-экономическим показателям производства. Применяемые маршрутные технологические процессы изготовления деталей формируются исходя из опыта мастера цеха. Альтернативные варианты иных технологических процессов, как правило, не рассматриваются. Какая-либо документация в виде маршрутных карт, типовых или групповых технологических процессов по обрабатываемым деталям отсутствуют. Таким образом, на каждом рабочем месте, выбор основной и вспомогательной технологической оснастки, режущего и мерительного инструментов, режимов резания решает сам рабочий-станочник. Совокупное влияние мастера и каждого станочника на качество изготавливаемого изделия весьма существенно.

В основном, большей текучести кадров подвержены производственные рабочие из-за низкой квалификации, неудовлетворенностью уровнем заработной платы. Анализ кадрового персонала фирмы показал, что на предприятии занято большое количество основных рабочих с низким уровнем квалификации. Это приводит к низкому уровню производительности труда, недостаточному объему производимой продукции и услуг, качеству продукции.

Таким образом, при оценке состава и структуры численности работников организации можно сделать вывод о том, что в АО «Павлодарский машиностроительный завод» наибольший удельный вес в общей численности персонала занимают молодые работники, большое внимание уделяется повышению квалификации кадров, а показатели движения работников свидетельствуют о непостоянстве состава трудового коллектива.

1.2.3 ОТСУТСТВИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. НЕВОЗМОЖНОСТЬ ВВЕДЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В ходе мониторинга АО «ПМЗ» было выявлено, что возможность автоматизации подготовки производства практически отсутствует. Нет единой базы унифицированных деталей, конструируются различные детали и узлы, отвечающие одним и тем же требованиям и имеющие одинаковое назначение. Отсутствует возможность сборки деталей в узлы на стадии проектирования, что позволило бы исключить ошибки и недочёты на стадии изготовления. У конструктора нет возможности сосредоточиться на получении результата, основное время затрачивается на поиске или ожидании требуемого документа,

оформлении проектной документации и проверки на соответствие требуемым стандартам. Отсутствует групповая работа над проектом, что не позволяет сократить временные затраты на проектирование изделия, следовательно ощущается низкая производительность труда.

Отсутствие подготовки производства делает невозможным быстро реагировать на изменение спроса, в короткие сроки выпускать новые виды продукции, быстро модернизировать выпускаемую продукцию, отслеживать жизненный цикл изделий, эффективно повышать качество изделий. При этом сейчас уже недостаточно использования только САД-системы, действующей по образу и подобию кульмана. Современный подход к конструкторско-технологической подготовке характерен комплексностью решений. Всё чаще предпочтение отдается продуктам, интегрированным между собой. Это позволяет сохранять ассоциативные связи между документами по всей цепочке подготовки производства и исключить случайное несоответствие в документации.

Низкая производительность труда разработчиков, высокие сроки проектирования, среднее качество разработки проектов, тенденция роста числа инженерно-технических работников — важнейшие проблемы, решение которых определяет уровень развития систем автоматизированного проектирования (САПР).

Используемая на АО «Павлодарский машиностроительный завод» САД-система «Компас», не позволяет решать задачи конструкторско-технологической подготовки производства. Компас САД позволяет проектировать чертежи обрабатываемых деталей только в двухмерном пространстве. Необходимо приобрести лицензионный блок технологической подготовки производства, включающий в себя автоматизированный комплекс проектирования технологических процессов, технологического нормирования операций, подготовки программ для станков с ЧПУ, систему моделирования процесса обработки для проверки правильности составленных программ для станков с ЧПУ. Все эти блоки должны быть завязаны между собой с помощью программы, управляющей документооборотом в цехе и по заводу в целом.

1.2.4 ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ХОЗЯЙСТВО

Как показал мониторинг существующего состояния технологической подготовки в механическом цехе, требуется существенная модернизация цеха по всем направлениям. Это касается технологической оснастки, режущего и мерительного инструментов.

Как показал мониторинг инструментального обеспечения механического цеха, практически весь металлорежущий и слесарный инструмент, применяемый в механическом цехе, является стандартным. По нему на складе имеется постоянный неснижаемый запас. Этот запас гарантирует оперативную замену любого инструмента, вышедшего из строя. В перечень металлорежущего и слесарного инструмента, хранящегося на складе входят:

- резцы токарные и строгальные;
- твердосплавные пластины для резцов и сменные ножи к фрезам;
- резцы из эльбора;
- метчики и плашки;
- сверла с цилиндрическими и коническими хвостовиками;
- центровые сверла;
- развертки ручные и машинные;
- фрезы концевые с коническими и цилиндрическими хвостовиками;
- фрезы шпоночные с коническими и цилиндрическими хвостовиками;
- круги шлифовальные и отрезные;
- полотна ножовочные, молотки, зубила, наборы рожковых ключей;
- машины шлифовальные ручные.

Переточка простых режущих инструментов типа резцов и спиральных сверл осуществляется самими рабочими-станочниками. Сложные режущие инструменты типа фрез, дисковых пил затачиваются на специализированных станках. В их состав входят два полуавтомата для заточки дисковых пил, полуавтомат для заточки червячных фрез, универсальный заточной станок. При установке новых кругов на шлифовальные станки производится их испытание на разрыв на специализированном стенде.

Оценивая сегодняшнее состояние вопроса по применению режущего инструмента, следует отметить, что большинство применяемого инструмента изготовлено из инструментальной углеродистой стали типа У10-У13. Она обеспечивает относительно низкую себестоимость инструмента, но ее теплостойкость невысока (200-250 градусов Цельсия). Это не позволяет применять такой инструмент на высоких скоростях резания и подачи. Мало применяются твердые сплавы, отсутствует режущая минералокерамика, сменные неперетачиваемые многогранные пластины. Недостаточно эффективно применяется специальная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), позволяющая продлить срок службы режущих инструментов, увеличить режимы резания.

Качество заточки большинства режущих инструментов напрямую связано с уровнем навыков и опыта рабочих станочников. Не выявлены средства контроля, позволяющие оценивать правильность этой заточки. Эти недоработки особенно сильно скажутся при применении станков с ЧПУ

Анализ используемой в механическом цехе технологической оснастки показал, что на сегодняшний день основное применение получили универсально-безналадочные приспособления (УБП). Такие приспособления предназначены для установки различных заготовок на постоянные, регулируемые, несъемные установочные элементы. К ним относятся: различные центры (жесткие, рифленные, вращающиеся), патроны различных типов, оправки жесткие, магнитные и электромагнитные плиты.

Все процессы, связанные с базированием и закреплением заготовок на

станке в этих приспособлениях осуществляются вручную. Точность установки в них существенно зависит от навыков рабочего – станочника, а сам процесс этой установки осуществляется медленно, так-так он не механизирован.

Применяемая технологическая оснастка для закрепления деталей и режущего инструмента находится примерно в таком же состоянии, как и металлорежущие станки. Она требует периодической поднастройки, ремонта и своевременной замены при выходе ее из строя. Эта работа осуществляется отделом главного механика в соответствии с план-графиком ремонта металлорежущих станков. Технологические возможности ремонтной службы завода не всегда позволяют производить такие виды ремонта технологической оснастки.

Входной, промежуточный и финишный контроль изготовленных в цехе изделий, производится с помощью универсальных средств измерения. Они наиболее экономичны для применения в мелкосерийном производстве. В число этих средств входят:

- микрометры гладкие типа МК;
- нутромеры индикаторные типа НИ;
- индикаторы часового типа ИЧ;
- штангенциркули типа ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3;
- угломеры с нониусом типа УН;
- угольники поверочные типа УШ;
- линейки измерительные металлические с различными диапазонами измерений;
- наборы шаблонов резьбовых;
- штангенрейсмасы типа ШР;
- штативы для измерительных головок;
- калибры гладкие конусные;
- наборы радиусомеров;
- плиты поверочные 1,2 и 3 классов точности;
- прибор для измерения твердости по методу Роквелла;
- прибор для измерения твердости по методу Бринелля;
- машина разрывная для испытания образцов на прочность.

Контроль и измерения производятся специализированной службой отдела технического контроля завода (ОТК). Выбор средств измерения, частота контроля и оформление результатов измерений и контроля входят в функции этого отдела.

Качество измерений при использовании универсальных средств измерений во многом зависит от уровня квалификации и навыков контролера. Таким образом, степень влияния контролера на результаты измерений весьма велика. Кроме того, такие средства малопроизводительны и требуют периодической проверки. На заводе организована плановая ежегодная поверка всех средств измерений и контроля в лаборатории Государственной органа по

стандартизации, метрологии и сертификации (филиал г. Павлодара). Поверка производится один раз в год и по ее результатам производится выбраковка изношенных или поврежденных средств, выдаются сертификаты на проверенные средства.

По результатам анализа метрологических средств цеха, не удалось выявить средства внестаночной настройки режущих инструментов для станков с ЧПУ, штангенциркулей и микрометров с электронной системой считывания результатов измерения, средств измерения среднего диаметра метрических резьб, стандартных образцов шероховатости для контроля качества поверхности, портативных приборов контроля трещин в корпусных деталях.

Таким образом, в ходе проведенного анализа инструментального хозяйства АО «ПМЗ» стоит вопрос о необходимости проведения целенаправленного выбора инструментального обеспечения, ориентируясь на ГОСТ 14.305-73. При этом следует сделать поправку на намечаемое приобретение станков с ЧПУ.

2 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ДОСТИЖЕНИЕ ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ

2.1 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В современных условиях жесткой конкуренции неперенным условием для выживания промышленных предприятий на рынке является внедрение новых технологий.

Возросшая конкуренция на рынке краностроения в связи с созданием Таможенного Союза, предъявляет новые требования к срокам вывода товара на рынок. Соответственно, перед проектно-конструкторскими и производственными организациями стала актуальными следующие задачи:

- сокращение сроков проектирования;
- использование в технологических машинах и аппаратах интенсивных технологических процессов, базирующихся на использовании новейших достижений науки и техники;
- разработка и внедрение в производство переналаживаемого оборудования, что особенно важно для малых предприятий, наряду с широкой механизацией и автоматизацией технологических процессов, обеспечивающих максимальное исключение ручного труда;
- максимальная экономия материальных и энергетических ресурсов во вновь создаваемом оборудовании и в отрасли на основе использования современных ресурсосберегающих технологий, конструкционных материалов и комплектующих;
- повышение качества выпускаемого оборудования, особенно в части его надежности, долговечности, ремонтпригодности, экологической и производственной безопасности, эстетичности.

Данное обстоятельство заставляет обратить внимание на системы автоматизированного проектирования.

Внедрение САПР позволит получить ряд социально-экономических эффектов, важнейшими из которых являются: снижение степени зависимости (чувствительности) уровня организации и реализации результатов проектирования от изменения коллектива субъектов проектирования; сокращение доли нетворческих, репродуктивных, рутинных работ в общем балансе рабочего времени субъектов проектирования, обладающих высокой профессиональной квалификацией; повышение продуктивности интеллектуальных ресурсов, организаций, реализующих процессы проектирования; повышение квалификации субъектов проектирования и престижности их труда; изменение социальной и профессионально-квалификационной структуры коллектива субъектов проектирования.

Нет сомнений в преимуществе использования компьютерного моделирования перед черчением на кульмане. Очевидно, что скорость разработки и доводки электронного прототипа изделия на порядок выше и

удобнее работы "на бумаге". У конструктора есть возможность сосредоточиться на получении результата, а не на поиске или ожидании требуемого документа, оформлении проектной документации и ее проверке на соответствие требуемым стандартам. В случае групповой работы над проектом достигается сокращение временных затрат в несколько раз, следовательно повышается производительность труда и получаемая прибыль.

Так как современное машиностроение, характеризуется стремлением к гибкой автоматизации промышленного производства, то оно неразрывно связано с эффективным внедрением оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также создаваемых на его основе гибких производственных систем (ГПС). В этих условиях одной из важнейших технологических задач производства является подготовка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ. Разработка и отладка управляющих программ – сложный и трудоемкий процесс, во многом определяющий эффективность использования оборудования с ЧПУ. Именно поэтому наибольшее внимание уделяется вопросу автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Технология гибкого производства должна предусматривать комплексную автоматизацию технологических процессов на основе вычислительной техники. Металлорежущие станки в этом случае управляются системами числового программного управления (ЧПУ), укомплектовываются оснасткой для смены заготовок и инструментальными магазинами.

Компьютерные программы для станков с ЧПУ позволят накапливать их и вновь использовать при повторении деталей. Сохраненные программы могут дорабатываться и применяться для деталей со сходным служебным назначением. Диалоговые и самообучающиеся системы компьютерного УЧПУ могут обеспечить для менее квалифицированных операторов быстрое освоение новых станков.

Как было сказано ранее, наилучшая форма организации процесса проектирования достигается при применении САПР — комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации и выполняющего автоматизированное проектирование.

Также САПР – это комплекс технологических, программных, языковых, информационных средств, осуществляющих преобразование данных чертежа детали и технологии обработки в коды устройства управления оборудованием с ЧПУ. Для стабильного функционирования САПР необходимо обучение сотрудников эффективной работе с новой системой проектирования посредством учебных курсов или семинаров, оказание технической поддержки первого уровня от производителя программного обеспечения.

Различают три поколения САПР. Первые САПР, где на электронных вычислительных машинах (ЭВМ) решались лишь отдельные вычислительные задачи для определённых типов деталей и станков. Второе поколение САПР, в которых проводятся не только вычислительные работы, но и формируются кадры управляющей программы, решаются отдельные задачи проектирования

операционной технологии. Третье поколение – развитые САПР, обеспечивающие оптимизацию и контроль решений для всего комплекса задач проектирования технологической операции. В результате создаётся не только управляющая программа, но и операционная технология. САПР в этом случае является составной частью, подсистемой, системы автоматизированного проектирования (САПР) и управления технологическими процессами (АСУТП). В настоящее время системы САПР первого поколения, реализующие автоматизацию проектного решения с помощью ЭВМ, сходят со сцены, уступая место САПР второго поколения, реализующим концепцию комплексного проектирования и включенным в единую систему управления производством. В САПР второго поколения автоматизация чертежных работ является только одной из многих функций, которые могут охватывать все области деятельности предприятия – от учета запросов рынка до распределения продукции заказчику.

Разработка САПР — сложная комплексная проблема, которая требует обеспечения методологического единства всех этапов процесса проектирования, тщательного учета функциональных, лингвистических и информационных потребностей проектировщиков в их взаимосвязи, проработки технологических аспектов организации аппаратно-программных средств САПР, обеспечения условий ее развития.

Внедрение САПР является сложным стратегическим решением и сопряжено с безусловным риском, однако, при нынешней конкуренции риск, связанный с бездействием, превышает риск от шагов в сторону автоматизации. Согласно стандарта САПР - это организационно-техническая система, входящая в структуру проектной организации и осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования. Возможности автоматизированного проектирования (в дальнейшем АП) весьма широки. Например, автоматизированная система технологической подготовки производства (АС ТПП) позволяет проектировать оснастку, необходимую для изготовления изделия, разрабатывать технологические процессы, синтезировать управляющие программы для технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), моделировать процессы обработки, в том числе строить траектории относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, рассчитывать нормы времени обработки.

Автоматизированная система научных исследований (АСНИ) затрагивает компьютерные методы, используемые для оказания помощи инженеру при выполнении проектной работы. Как правило, сюда относят аналитическое моделирование и имитационные средства. АСНИ позволяет не только проводить вычисление объема, массы, моментов инерции и многих других свойств спроектированного объекта, но и рассчитывать действие на него нагрузок, возникающих при эксплуатации, моделировать поля физических величин, в том числе анализировать прочность, чаще всего с помощью МКЭ, рассчитывать состояния и переходные процессы на макроуровне, проводить имитационное моделирование сложных производственных систем.

Автоматизированная система управления качеством (АСУК) позволяет контролировать качество на всей технологической цепочке разработки и производства изделия, в режиме реального времени отслеживать соответствие производимого объекта требованиям и вносить соответствующие изменения в технологию.

Для перечисленных типов автоматизированного проектирования на западе приняты следующие обозначения: САПР - CAD (Computer Aided Design); АСТПП - CAM (Computer Aided Manufacturing); АСНИ - CAE (Computer Aided Engineering); АСУК – CAQ (Computer Aided Quality).

Существует ряд проблем, решение которых средствами АП невозможно. Хотя в какой-то степени системы АП корректируют небрежную работу исполнителей, недобросовестные и низкоквалифицированные сотрудники могут сделать некорректной работу самой системы. Система АП не производит конечную продукцию, и ее эксплуатация в сочетании с низкопроизводительным оборудованием и устаревшими технологиями не приведет к получению ожидаемого эффекта. Внедрение системы является стратегической задачей и неприемлемо для предприятий балансирующих на грани банкротства или малых предприятий, ориентированных на быстрый оборот капитала.

Рынок САПР представлен большим количеством программного обеспечения различных производителей, которое отличается функционалом, степенью интеграции и совместимости с другими продуктами и, конечно же, ценой. Такое разнообразие продуктов лишь усложняет выбор оптимального решения и накладывает излишнюю ответственность в виду потенциальных сложностей внедрения и высокой стоимости систем САПР.

Таким образом, САПР позволит сократить сроки проектирования и повысить производительность труда сотрудников повышение качества проектируемой продукции; ликвидировать тенденции к росту числа инженерно-технических работников, занятых проектированием; снизить материальные затраты; позволит существенно расширить интеллектуальные возможности проектировщиков.

Для проведения модернизации проектно-конструкторских и управленческих технологий, необходимо сделать оптимальный выбор системы автоматизированного проектирования из всего многообразия программных продуктов. Необходимо принять верное решение: приобрести САПР с необходимым функционалом, требуемой совместимостью и при этом добиться большей эффективности отдела проектирования.

2.2 ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕХОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УНИВЕРСАЛЬНЫХ СТАНКОВ НА СТАНКИ С ЧПУ

Сейчас процесс перехода на новые технологии и освоения нового оборудования в той или иной степени уже затронул многие предприятия – от частных небольших предприятий до структурообразующих гигантов.

Перевооружение дошло и до производств, где выпускают продукцию по давно отлаженному технологическому процессу.

Как говорилось в п. 1.6.1 в настоящее время вся механическая обработка производится на универсальных станках, имеющих срок эксплуатации до 40 лет. Дальнейшая эксплуатация металлорежущего оборудования без капитального ремонта и модернизации не позволяет повысить качество выпускаемой продукции. Проведенный анализ показал не целесообразность модернизации имеющегося оборудования, так как стоимость модернизации и ремонта будет составлять порядка 40...60% от стоимости нового оборудования.

При этом особо следует выделить вопрос, связанный с заменой устаревших морально и физически металлорежущих станков. Речь идет о полной замене всего оборудования.

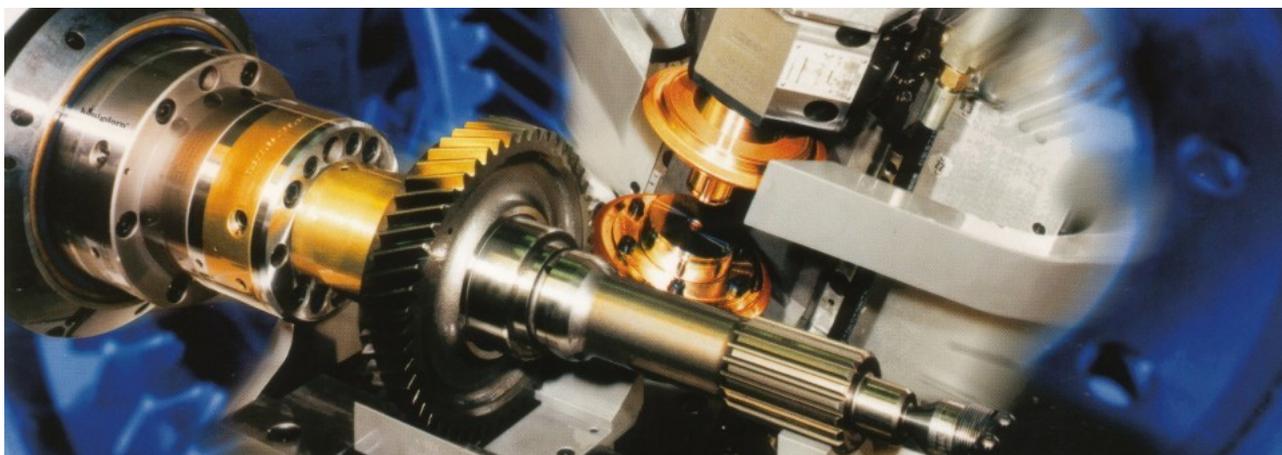


Рисунок 4 – Обработка вал-шестерни на станке с ЧПУ

2.2.1 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ. ХАРАКТЕРНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Предварительный анализ показывает, что наиболее эффективными в применении могут оказаться станки с ЧПУ, которые позволят повысить производительность и конкурентоспособность выпускаемых изделий, обеспечить безопасность и культуру производства. Оборудование с ЧПУ повысит скорость обработки, снизит зависимость качества выпускаемой продукции от уровня квалификации рабочих-станочников, снизит их количество.

За последние годы процесс переоснащения производств новым оборудованием с ЧПУ приобретает все более возрастающую значимость. В настоящее время основная часть металлорежущего оборудования морально и физически устарела, пришла в крайнюю степень изношенности. Помимо проблем с оборудованием крайне трудно найти рабочих, особенно высокой квалификации, на универсальные станки. В такой ситуации перевооружение

производства, переход на новое оборудование с ЧПУ становится единственной возможностью сохранить производство и дать новый толчок для дальнейшего развития.

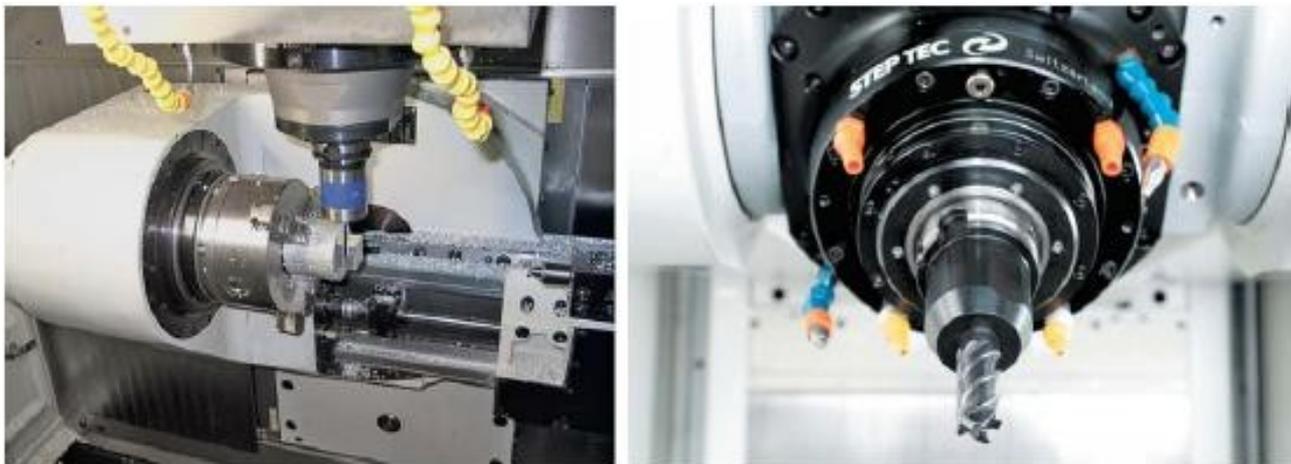


Рисунок 5 – Станок с ЧПУ в работе

Главной особенностью планируемого производства по сравнению с нынешней формой является возможность производства целой группы изделий в произвольном порядке небольшими партиями. Причем такая технология производства не должна значительно уменьшать его экономические показатели.

Технология гибкого производства должна предусматривать комплексную автоматизацию технологических процессов на основе вычислительной техники. Металлорежущие станки в этом случае управляются системами числового программного управления (ЧПУ), укомплектовываются оснасткой для смены заготовок и инструментальными магазинами.

Возможность технологической системы, построенной на базе станков с ЧПУ, позволяют разрешить основное противоречие мелкосерийного производства. С одной стороны, станки с ЧПУ позволяют объединить высокую производительность с малыми объемами партий деталей или изделий. С другой – внедрить малолюдные технологии и значительно снизить производственные расходы на заработную плату.

Известно, что повышение производительности труда можно достичь путем сокращения либо основного времени, либо вспомогательного. В первом случае можно использовать более производительные методы обработки. Этот путь реализуется, как правило, переходом с однолезвийной обработки на многолезвийную, например, точение (строгание) на фрезерование. Этот путь имеет определенные ограничения, связанные со стойкостью к износу инструментальных материалов. Однако важнее использование резервов при организации вспомогательных процессов. Автоматизация производства помогают в значительной степени снизить затраты времени, связанные с базированием, закреплением, снятием, перемещением обрабатываемых деталей, приспособлений и режущего инструмента.

Используя гибкую технологию, основанную на станках с ЧПУ можно

обеспечить:

- гибкость обработки различных заготовок в течение определенного времени;
- гибкость технологического маршрута, т.е. возможность замены станка для обработки конкретной детали, например в случае изменения производственного задания, или отказа станка;
- возможность быстрого внедрения в производство конструктивных изменений в обрабатываемых деталях;
- возможность изменений в программе выпуска конкретных деталей;
- возможность производства различных деталей и машин на одном и том же технологическом оборудовании в рамках одного предприятия.

Кроме технологических проблем станки с ЧПУ позволяют решить еще экономические, общественные, социальные причины. Например, в современном обществе снижается заинтересованность в труде, хотя и высокооплачиваемом, но требующем значительных физических усилий и опасном для здоровья, и увеличивается заинтересованность в труде творческом, интеллектуальном.

Новые технологии позволили использовать различные виды станков с числовым программным управлением. Ведь именно этот вид станков заменяет ручной труд на любом производстве.

Используются станки с ЧПУ практически во всех видах производств: в судостроении, автомобильной промышленности, в энергетике, для работы различных предприятий, которые разрабатывают и производят различные приборы, в столярном производстве.

Широкое использование станков с ЧПУ объясняется тем, что они способны выполнить любые виды обработки деталей из различных материалов.



Рисунок 6 – Обработка корпусной детали на фрезерном станке с ЧПУ

Необходимо заострить внимание на том, что станки с ЧПУ осуществляют работу за счет программирования, что очень удобно. Например, производству необходимо изготовить тысячу единиц однотипных деталей. Станок программируется на эту работу с указанием всех размеров и количества выпускаемых единиц.

Станки с ЧПУ имеют очень много достоинств. Благодаря этим станкам можно очень точно создавать любые детали. Это достигается за счет возможности программирования и числового управления устройством. Те производства, где уже используется такое оборудование, в разы сократили процент бракованных деталей, а это значительно увеличивает прибыль и снижает затраты на производство. Еще одна положительная сторона станков в том, что они значительно ускоряют процесс изготовления деталей. Ведь станок сам делает все необходимые работы, а производителю остается только проверить соответствие размерам и передать продукцию в продажу или на дальнейшую сборку, если это запчасти автомобилей, к примеру.

За счет числового управления можно выполнять программирование станка на серийное изготовление различных деталей. Такое производство можно наблюдать в автомобилестроении, когда станки сами изготавливают необходимые комплектующие детали по нормированным параметрам, введенным через ЧПУ.

Современные системы с ЧПУ, имеют оперативную память и свою ОС. В данных устройствах, можно загружать программы с внешних носителей информации, например, с флешек, дискет. Можно подключать современные станки к общей сети всего предприятия и управлять работой удаленно.

Характерные преимущества станков с ЧПУ

Станки с ЧПУ представляют собой современное высокотехнологичное оборудование, обработка заготовки на котором производится под контролем заложенной программы. Благодаря именно её командам устройство управления, воздействуя на рабочие органы станка, задаёт скорость их перемещения, последовательность и тип обработки, а также анализирует состояние обрабатываемой заготовки.



Рисунок 7 – Устройство с ЧПУ

Участие электроники в процессах обработки и контроля над обработкой значительно повышает не только производительность труда, но и качество получаемых изделий. Особенно важно, что детали, изготовленные на станках с ЧПУ, отличаются максимальным однообразием. А это крайне существенно при массовом производстве. Новый уровень обработки позволяет предприятию расширить ассортимент выполняемых заказов, одновременно поднимая экономическую отдачу от каждой единицы продукции.

Совершенно естественно, что при использовании станков с ручным управлением, качество получаемых изделий напрямую зависит от уровня квалификации рабочего, изготавливающего их. В станках же с ЧПУ оно обеспечивается работой электроники. Это особенно важно в современных условиях, когда острая нехватка квалифицированных кадров является одной из самых серьезных проблем, с которыми приходится сталкиваться промышленным предприятиям.

Для станков с ЧПУ доступна регулировка как исходных настроек, так и погрешностей, накапливаемых ими в процессе работы. Осуществляется это при помощи заложенных в память устройства специальных программ коррекции систем измерения. Таким образом не только задаётся первоначальная точность станка, но и производится её поддержание в требуемом диапазоне в течение всего срока эксплуатации.

Для компенсации несистематических, случайных погрешностей в станках с ЧПУ применяется система обратной связи, основанной на работе датчиков, передающих информацию о состоянии обрабатываемой заготовки. Её использование, безусловно, усложняет оборудование, но позволяет компенсировать труднопрогнозируемые погрешности, возникающие по таким причинам, как затупление инструмента, колебания твёрдости материала или припуска заготовки. Помимо этого, современные системы ЧПУ способны самостоятельно диагностировать состояние отдельных систем и всего станка в целом, предупреждая оператора о возникающих неполадках.

На сегодняшний день практически все типы станков с ручным управлением имеют аналог с управлением ЧПУ. Как следствие, большинство

операций по обработке могут быть выполнены под контролем точной электроники, что позволяет поднять уровень качества производства в целом.

Особого внимания заслуживают обрабатывающие центры с ЧПУ. В отличие от привычных станков, они позволяют выполнять целый ряд последовательных обработок. Это даёт значительные преимущества в работе благодаря снижению временных затрат на дополнительные операции и переустановку обрабатываемых деталей.

Для разработки математических моделей деталей и управляющих программ наиболее эффективно использовать системы CAD/CAM, реализующие сквозной цикл, имеющие средства управления данными проекта на всем жизненном цикле изделия.

Первое преимущество станков с ЧПУ заключается в том, что операторы могут максимизировать использование сырья, материалов и минимизировать отходы. Грамотный инженер, может быть, смог бы сделать такие же расчеты для экономии, которые делает станок с ЧПУ, но когда каждый расчет будет тщательно проанализирован, скорее всего, расчет станка с ЧПУ окажется более эффективным. Таким образом, использование станков с ЧПУ позволит компании увеличить прибыль за счет оптимального использования сырьевых материалов.

Второе преимущество станков с ЧПУ заключается в том, что после того как инженер правильно запрограммирует машины, они могут постоянно выпускать такие же детали с неизменным качеством и в короткие сроки. Станки с ЧПУ могут сократить производственные процессы, таким образом, компания сможет производить больше деталей, а также получать больше заказов.

Третье преимущество станков с ЧПУ заключается в безопасности. Станки с ЧПУ позволяют автоматизировать практически все процессы, поэтому у операторов нет нужды взаимодействовать с опасным оборудованием. Безопасная рабочая среда вокруг станка с ЧПУ выгодна как для компании, так и для оператора.

Четвёртое преимущество станков с ЧПУ заключается в отказе от некоторых технологических приспособлений и упрощении и удешевлении их конструкции.

Станки с ЧПУ также помогут компании сократить потребность в квалифицированных инженерах. Один инженер может контролировать несколько станков с ЧПУ. Используя меньшее количество квалифицированных инженеров, компания может уменьшить расходы на фонд заработной платы.

Характерные недостатки станков с ЧПУ

Хотя станки с ЧПУ широко используются во всем мире, есть некоторые минусы, на которые необходимо обратить внимание.

Основным и возможно единственным недостатком применения станков с ЧПУ на рабочем месте являются первоначальные инвестиции. Станки с ЧПУ являются очень дорогими по сравнению с машинами с ручным управлением.

Однако, станки с ЧПУ являются выгодными в долгосрочной перспективе, потому что помогают минимизировать издержки производства.

Таким образом, технология механической обработки на станках с ЧПУ, благодаря технологическим возможностям, таким как:

- ✓ универсальность;
 - ✓ повышенная жесткость;
 - ✓ мощность привода и точность;
 - ✓ многоинструментальность;
 - ✓ автоматизация цикла технологических операций;
 - ✓ широкий диапазон частот вращения шпинделя и подач;
 - ✓ наличие корректоров положения инструментов;
 - ✓ малые затраты времени на смену инструмента;
 - ✓ большие скорости вспомогательных ходов и другие преимущества,
- позволяет решить все основные проблемы современного производства.

Такие станки дают возможность применить многостаночное обслуживание, что практически не возможно при использовании универсальных станков.

2.2.2 ТРУДОЁМКОСТЬ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ. ПРИВЕДЕННАЯ ПРОГРАММА. РАСЧЁТЫ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА СТАНКОВ

Из сделанного в п. 2.2.1 вывода следует провести оценку трудоемкости отдельных операций механической обработки деталей и определить где особенно остро стоит вопрос о переходе на станки с ЧПУ.

Для целенаправленного выхода на область использования станков с ЧПУ, необходимо произвести оценку трудоемкости изготовления деталей по всем типам кранов, изготавливаемых на заводе.

Для оценки целесообразности применения станков с ЧПУ в механическом цехе рассмотрим вариант увеличения программы выпуска крановой продукции завода за счет расчета потребности в цехе универсальных металлорежущих станков.

Исходными данными (см. таблица 2) для данного анализа являются:

– сведения о продукции: вид, номенклатура, габариты, требования к точности и качеству изготовления, выпуск в единицу времени по неизменяемым чертежам;

– сведения о технологических процессах изготовления изделий: сведения о заготовках (вид, точность), способах обработки, технологических базах, составе технологических переходов, нормативах времени на выполнение переходов.

Для заготовок деталей, как правило, используется сортовой прокат (круглый прокат, лист, уголок, швеллер). Круглый прокат, уголок, швеллер подготавливается на механических пилах, листовой прокат вырезается с помощью газорезки.

Анализ номенклатуры обрабатываемых деталей позволяет выявить типовые детали, определить степень и направления специализации технологического оборудования станочной системы ГПС, установить необходимое число управляемых координат станков, определить время обработки деталей на станках системы и состав станочной системы. Анализ номенклатуры обрабатываемых деталей предусматривает:

– классификацию деталей по габаритным размерам. Как правило, размеры обрабатываемых поверхностей и их конструктивно-технологические характеристики находятся в определенной зависимости от класса обрабатываемых деталей и их габаритных размеров. Поэтому проведение такой классификации позволяет составить представление о преобладающих размерах обрабатываемых деталей на комплексе, их трудоемкости, основных направлениях специализации станочной системы;

– анализ деталей по трудоемкости обработки. Такой анализ необходимо осуществлять в тесной увязке с габаритами обрабатываемых поверхностей, что позволяет получить данные для расчета числа станков, встраиваемых в комплекс.

На основе осуществленного анализа номенклатура обрабатываемых деталей разделяется по группам, из которых выбираются типовые детали. Типовые детали включают в себя все встречающиеся (в пределах рассматриваемой группы) виды обрабатываемых поверхностей и их сочетание, характеризуют необходимую точность обработки и требования к качеству обработки.

После проведенного анализа все детали, подвергаемые механической обработке, были разбиты на следующие группы:

- детали типа фланца;
- детали типа вала;
- детали типа корпус;
- детали типа каток;
- детали типа барабан.

Если по первым трем группам деталей вопросов не возникает, они являются типовыми практически для всех машин. То четвертая и пятая группы являются специфическими группами завода, выпускающего крановое оборудование.

Из групп деталей были выделены следующие детали представители группы:

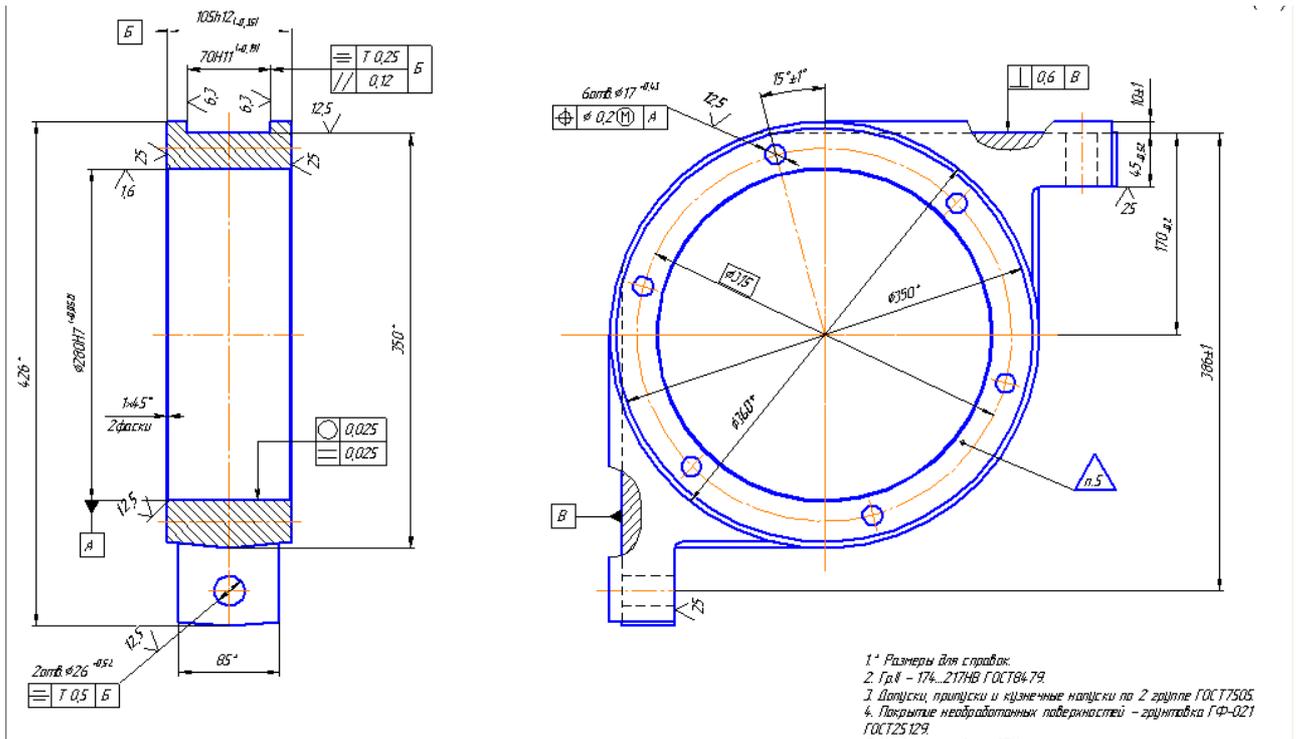


Рисунок 10 – Букса

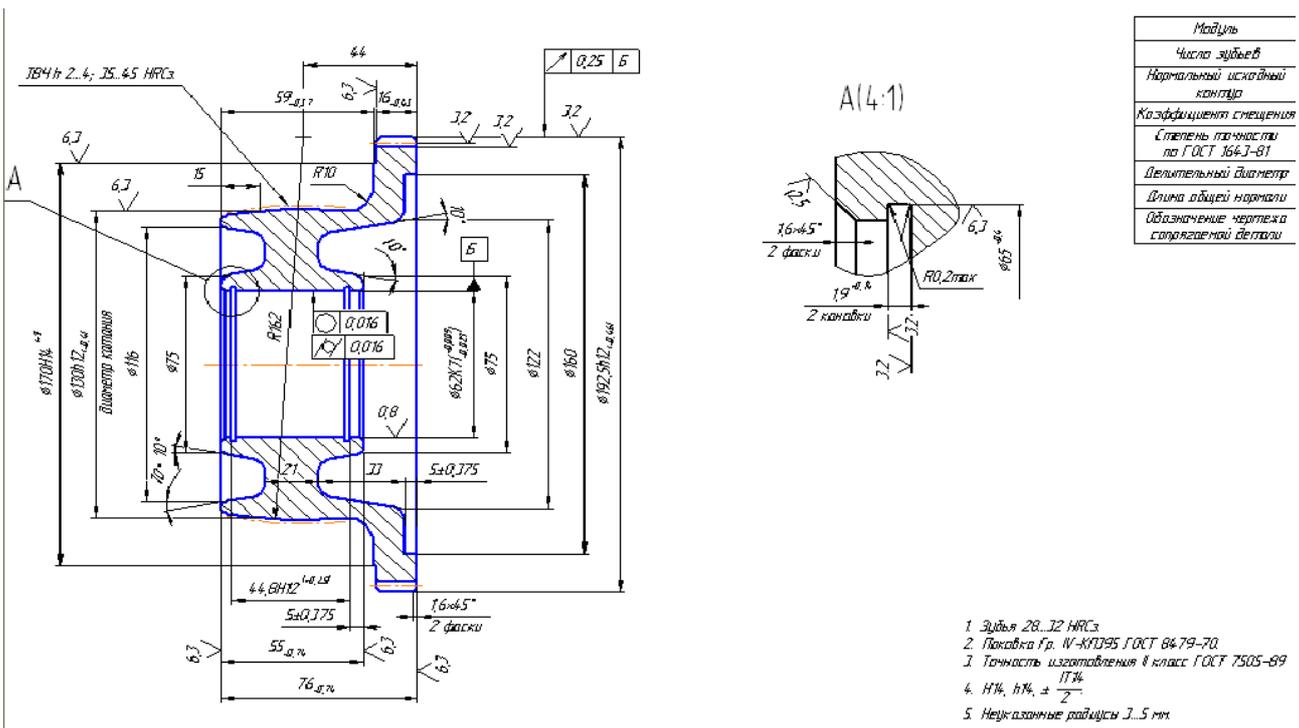


Рисунок 11 – Каток ведущий

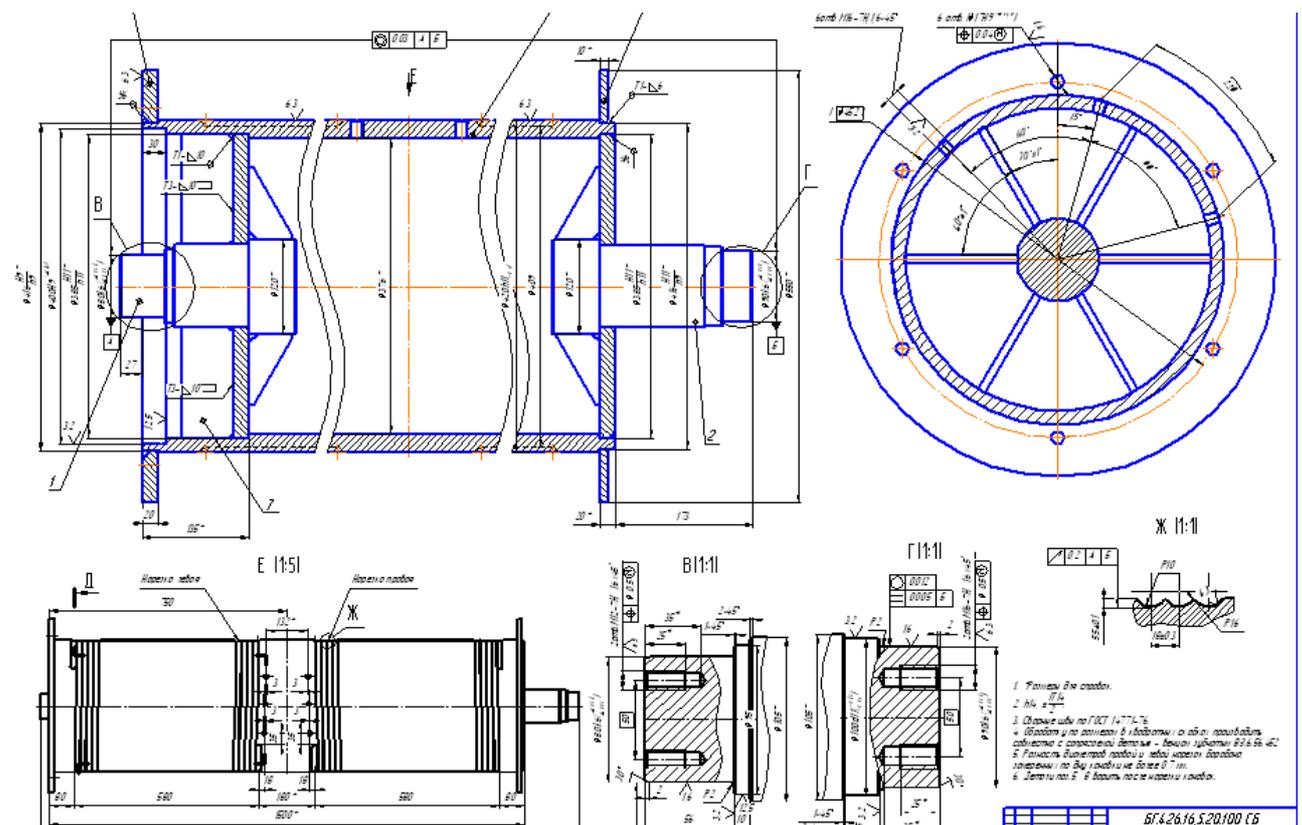


Рисунок 12 – Барабан

Для определения трудоемкости изготовления деталей кранов все многообразие выпускаемых на ПМЗ кранов было разделено на три группы: краны мостовые (КМ), краны козловые (КК), краны мостовые подвесные (КМП). В каждой из представленных групп было произведено деление на подгруппы. Это позволило более точно посчитать трудоемкость выпускаемой продукции.

Краны мостовые были разделены на две подгруппы, включающие в себя однобалочные и двухбалочные конструкции ферм кранов. В свою очередь, двухбалочные конструкции, были разделены на три блока: краны мостовые двухбалочные с одним механизмом подъема, краны двухбалочные с двумя механизмами подъема, краны двухбалочные с двумя механизмами подъема и рейферным устройством.

Краны козловые имеют в своей основе конструкцию фермы однотипную для всех выпускаемых моделей и поэтому деления на подгруппы не делалось.

Самыми востребованными кранами являются краны типа КМП. Их разновидности включают в себя девять типов кранов с грузоподъемностью от 0,5 тонн до 16 тонн. В основу деления этих кранов была положена конструкция концевой балки, связанная с грузоподъемностью кранов. КМП были разделены на четыре группы:

- ✓ кран мостовой подвесной г/п. 5 и 6,3 тонны (группа 1);
- ✓ кран мостовой подвесной г/п. 3,2 тонны (группа 2);
- ✓ кран мостовой подвесной г/п 0,5, 1, и 2 тонны (группа 3);
- ✓ кран мостовой подвесной г/п 10, 12 и 16 тонны (группа 4).

Конечный результат разбивки кранов на группы и подгруппы приведен в таблице 1.

Таблица 1. Разбивка кранов на группы и подгруппы

1. Краны козловые ферменной конструкции - взяты как представители всех козловых кранов (КК)
2. Краны мостовые общепромышленного исполнения и специальные (КМ ОН и КМ С)
2.1. Краны мостовые однобалочные, наличие только одной главной балки и отсутствие грузовой тележки (КМО)
2.2. Краны мостовые двухбалочные КМ, КМГ, КМТРМ, КММГ, КМПТ, КММПТ, КММ, КМУП
2.2.1. Базовый мостовой кран, по типу и трудоёмкости изготовления входящий в любые модификации кранов данной группы. Наличие 2-х главных балок, грузовой тележки с одним подъёмом (КМ 1п)
2.2.2. Модификация базового крана, включающая в себя дополнительный подъём (КМ 2п)
2.2.3. Модификация базового крана, включающая в себя дополнительный подъём и грейфер (КМГ 2п)
3. Краны Мостовые Подвесные (КМП)
3.1. Краны мостовые подвесные г/п 5; 6,3 тонн. Группа 1 – выбрана как группа - представитель, исходя из ее наибольшей востребованности. (КМП 1)
3.2. Краны мостовые подвесные г/п 3,2 тонн. Группа 2 –комплектация данных кранов производится концевыми балками, рассчитанными на 3,2 тонны. (КМП 2)
3.3. Краны мостовые подвесные г/п 0,5; 1; 2 тонн. Группа 3 –комплектация данных кранов производится концевыми балками, рассчитанными на 0,5; 1; 2 тонны. (КМП 3)
3.4. Краны мостовые подвесные г/п 10; 12; 16 тонн. Группа 4 –комплектация данных кранов производится концевыми балками, рассчитанными на 10; 12; 16 тонн. (КМП 4)

Примечание. При обозначении кранов мостовых КМ приняты следующие названия:

- ✓ КМГ - кран мостовой грейферный;
- ✓ КМТРМ - кран мостовой для транспортировки ёмкостей с расплавленным металлом;
- ✓ КММГ - кран мостовой магнитно-грейферный;
- ✓ КМПТ - кран мостовой с поворотной тележкой;
- ✓ КММПТ - кран мостовой магнитный с поворотной тележкой;

- ✓ КММ - кран мостовой магнитный;
- ✓ КМУП - кран мостовой управляемый с пола;
- ✓ КМО - кран мостовой однобалочный.

По данным отдела экономического планирования и анализа была определена программа выпуска отдельных типов кранов на текущий год (Нф) и на перспективу (Нп). Итоговые данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Существующая и перспективная программа выпуска кранов

	КК	КМО	КМ 1п	КМ 2п	КМГ 2п	КМП 1	КМП 2	КМП 3	КМП 4
Нф, шт	4	17	5	6	7	14	19	17	3
Нп, шт	8	34	10	12	14	42	57	51	9

При заполнении таблицы было учтено, что при увеличении программы выпуска, количество козловых и мостовых кранов увеличится вдвое, количество кранов мостовых подвесных - втрое.

Последовательно определяем трудоемкость каждой группы кранов в соответствии с их группировкой, приведенной в таблице 38.

Козловые краны

По данным конструкторско-технологического отдела составляем таблицу, куда по вертикали включаем все детали, изготавливаемые в механическом цехе для этих кранов. По горизонтали помещаем данные, отражающие трудоемкость изготовления деталей по всем операциям, на которых они обрабатываются. Сведения по трудоемкости каждой операции получены из бюро нормирования и ценообразования. Для удобства обработки данных, показываем трудоемкость изготовления деталей на один кран и на перспективную программу по каждой детали и по каждой операции механической обработки.

В итоговой таблице (см. Приложение Г), в правой части представлены данные по трудоемкости каждой детали, в нижней части таблицы, трудоемкость каждой операции для всех деталей.

Мостовые краны

Согласно данным таблицы 1. на первом этапе определяем трудоемкость базового мостового крана с двумя балками и одним механизмом подъема. Его конструктивные особенности повторяются в оставшихся двух моделях двухбалочных мостовых кранах, что упрощает последующие расчеты трудоемкости всех мостовых кранов. По аналогии с таблицей Г (см. приложение Г), вносим по вертикали в таблицу весь перечень деталей, входящих в эту модель крана. Горизонтальная часть таблицы содержит перечень всех операций механической обработки, применяемых для деталей. Для удобства расчетов, в каждой ячейке таблицы приводится трудоемкость для существующей и перспективной программ выпуска деталей. Далее, в

аналогичной последовательности и порядке оформляем таблицу, отражающую трудоемкость изготовления мостового крана с двумя балками и двумя механизмами подъема (основным и вспомогательным). Данная таблица включает в себя только те детали, которые не были учтены в базовой модели крана. Аналогичным образом заполняем таблицу, отражающую трудоемкость кранов мостовых с двумя балками, двумя механизмами: подъема и замыкания и грейферным устройством (все данные приведены в приложении Д).

Кран мостовой однобалочный без грузовой тележки (с управлением от напольного пульта) значительно отличается от ранее приведенных моделей мостовых кранов и не входит в их подгруппу. Поэтому мы включаем в нее все детали этого крана, обрабатываемые в механическом цехе. Сама таблица на него, оформляется по аналогии с ранее приведенными таблицами приложения Д.

Окончательные результаты расчетов по мостовым кранам, сводим в единую таблицу (см. Приложение Д).

Краны мостовые подвесные

Этот тип кранов является наиболее востребованным среди всех кранов, выпускаемых на заводе. В соответствии с данными таблицы 1 делим все краны этого типа на четыре группы. За кран - представитель выбираем группу 1 (КМП грузоподъемностью 5 и 6.3 тонны). В соответствии с ранее приведенной методикой помещаем в таблицу все детали, входящие в эту группу и указываем, какие виды механической обработки используются для них. Для удобства расчетов, приводим в таблице трудоемкость на плановую и перспективную программы выпуска деталей (см. Приложение Е).

С целью сокращения объема расчетов и количества таблиц, расчет трудоемкости остальных групп кранов ведем через общий коэффициент приведения K_o . Величину этого коэффициента определяем по формуле

$$K_o = K_v * K_{сер} * K_{сл} \quad (1)$$

где K_v – коэффициент приведения по массе;

$K_{сер}$ – коэффициент приведения по серийности производства;

$K_{сл}$ – коэффициент приведения по сложности деталей.

Коэффициент приведения по массе рассчитывается по формуле

$$K_v = \sqrt[3]{\frac{Q_x}{Q}} \quad (2)$$

где Q_x – масса приводимой детали;

Q – масса изделия-представителя.

Коэффициент серийности определяем по формуле

$$K_{сер} = \frac{B}{B_x} * 0,15 \quad (3)$$

где B – годовой выпуск изделия - представителя;

B_x – годовой выпуск приводимого изделия.

Учитывая примерно одинаковую сложность рассматриваемых деталей принимаем коэффициент сложности $K_{сл.}$ равным единице.

Используя возможности программы Microsoft Office Excel и приведенную формулу, определяем трудоемкость изготовления кранов типа КМП для групп 2, 3, 4. Для проведения таких расчетов, предварительно была подсчитана масса всех деталей для крана-представителя (группа 1) и остальных групп (группы 2, 3, 4).

Результаты этих расчетов представлены в таблицах (см. приложение Е, с подразделами). Далее была определена суммарная трудоемкость всех четырех групп кранов типа КМП.

Итоговая трудоемкость изготовления деталей для кранов мостовых подвесных, кранов мостовых и кранов козловых была сведена в единую таблицу, представленную в Приложении Ж.

Расчетное число станков по каждому типу оборудования производим по формуле

$$C_p = \frac{T_{сум}}{\Phi_{д.ст}} \quad (4)$$

где C_p – требуемое количество станков для рассматриваемого вида обработки;

$T_{сум}$ – суммарная трудоемкость по рассматриваемому виду обработки;

$\Phi_{д.ст}$ – действительный фонд времени металлорежущих станков (для односменной работы принимаем равным 3846 часов).

При расчете станков определяем по приведенной ранее формуле, расчетное количество станков. C_p , а затем округляем эту цифру в большую сторону, для определения фактического количества этих же станков C_p . Все расчеты производим, принимая коэффициент загрузки станков K_z равным

единице.

Результаты расчетов по каждой операции обработки приведены в таблице 6 (см. Приложение 3).

Для мелкосерийного производства, согласно рекомендациям справочников по проектированию цехов и заводов, рекомендуется принимать коэффициент загрузки станков не более 0,6. В связи с этим уточняем количество станков по каждому виду механической обработки для рекомендуемого коэффициента загрузки (см. таблицу 6).

Сводим полученные результаты расчетов количества станков для существующей и перспективной программ выпуска деталей в таблицу 3.

Таблица 3. Количество станков по видам обработки для существующей и планируемой программ выпуска крановой продукции

№ п/п	Наименование вида обработки	Принятое количество станков для планового выпуска продукции	Принятое количество станков для перспективной программы выпуска продукции
1	Механическая резка	2	5
2	Токарная	17	39
3	Фрезерная	4	8
4	Шлифовальная	2	3
5	Сверлильная	6	8
6	Расточная	3	5
7	Зубофрезерная	2	4
8	Долбежная	1	2
9	Термообработка	1	2
10	Зубофрезерная	1	2
Итого		39	78

Анализ таблицы 3 наглядно показывает, что наиболее «узким» местом в существующей системе технологической подготовки производства является токарная обработка. При увеличении программы выпуска изделий на заводе в два раза, количество необходимых токарных универсальных станков резко возрастает. По другим позициям видов механической обработки ситуация более благоприятная. Эта картина закономерна, т.к. при анализе чертежей деталей выпускаемой продукции было выявлено, что примерно 70 - 80% деталей (процент меняется по группам кранов) являются телами вращения.

Таким образом, можно сделать вывод, что модернизация механического цеха за счет закупки универсальных станков экономически не целесообразна. Это потребует увеличения площадей механического цеха, увеличения

количества высококвалифицированных рабочих-станочников. Наиболее эффективными в решении данного вопроса могут оказаться станки с ЧПУ. Они позволят справиться с увеличенной программой выпуска деталей в механическом цехе, позволят преодолеть высокий физический и моральный износ основной части оборудования. Такие станки позволят повысить производительность и конкурентоспособность выпускаемых изделий, повысят безопасность и культуру производства. Даже предварительный анализ показывает, что такое решение не потребует увеличения площадей механического цеха, увеличения количества рабочих-станочников, т.к. общее количество этих станков будет меньше чем универсальных.

Для целенаправленного выхода на область использования станков с ЧПУ, необходимо произвести оценку трудоемкости изготовления деталей по их конструктивным особенностям и габаритным размерам. Окончательное принятие решения о количественной целесообразности применения станков с ЧПУ, будет рассмотрено в главе 3.

2.3 ОБОСНОВАНИЕ РЕОРГАНИЗАЦИИ ШТАТА СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Как говорилось ранее в п. 2.2.1 значительно сократить долю влияния рабочего на качество и производительность выпускаемой продукции могут станки с ЧПУ.

Станков с ЧПУ дают возможность применить многостаночное обслуживание, что практически не возможно при использовании универсальных станков, дают возможность практически в два раза сократить общий парк универсальных станков, применяемых сегодня в механическом цехе. А это приведет к освобождению площадей цеха, снижению количества основных и вспомогательных рабочих цеха.

Модернизация механического цеха на основе использования станков с числовым программным управлением предполагает необходимость проектирования производственной технологии для этого цеха, обучение производственного и обслуживающего персонала. В связи с планируемым увеличением загрузки производственного оборудования и других цехов, планируется действующую технологию в этих цехах также модернизировать под увеличивающуюся производственную программу.

При высокомеханизированном, и особенно автоматизированном технологическом процессе, участие работающего сводится к наблюдению за ходом технологического процесса, когда ему приходится поддерживать непрерывность хода и надлежащий уровень процесса, обеспечивающий выпуск продукции требуемого качества и в необходимых количествах.

Для работы со сложным устройством станков с ЧПУ и для проведения правильного программирования необходима достаточная квалификация рабочего персонала, наличия у них навыков работы с подобным оборудованием и понятия о конструктивных особенностях конкретных моделей, параметров их

программирования, настройки и знания основных приёмов использования. Также необходимо от оператора полное понимание работы систем станков с ЧПУ.

В работе с ЧПУ станком в непосредственные обязанности оператора входит управление всеми технологическими процессами по обработке заготовок, внесению по возникшей необходимости изменений и корректировок в работу управляющей программы, а также осуществление общего наблюдения за процессом работы станка. Также во время работы на станке необходимо выполнять подбор инструментов и устанавливать их в инструментальном блоке, осуществлять монтаж инструментального блока, наладку основных узлов и механизмов станка. Для оператора обычно необходимо знание специальных компьютерных чертёжных программ.

Одним из преимуществ обработки деталей на станках с ЧПУ является возможность использовать при обработке сложных и точных деталей относительно малоквалифицированных станочников-операторов. В то же время сам процесс подготовки станка к работе - установка инструментов по позициям согласно карте наладки, увязка их вылетов в единую систему координат (определение величины и ввод коррекций), а также обработки контрольной детали в режиме наладки требуют определенной квалификации исполнителя. Эту работу малоквалифицированный станочник-оператор выполнить не сможет. На этапе внедрения станков с ЧПУ эти работы выполняют технологи службы программной обработки, внедряющие станки и разрабатывающие управляющие программы. После передачи станка с ЧПУ в эксплуатацию цеху все операции подготовки станка к работе выполняет цеховой персонал.

Опыт эксплуатации станков с ЧПУ показывает, что есть два вида организации подготовки станков к работе:

1. Настройку станка производит наладчик, а станочник-оператор ведет только смену деталей и следит за ходом обработки. При этом возможно организовать многостаночное обслуживание. В зависимости от длительности времени обработки по программе один рабочий может обслужить два-три токарно-карусельных станка. Один наладчик обычно обслуживает 8-10 станков. Этот вид организации работы характерен для заводов, где уже имеются станки с ЧПУ и эксплуатация их отлажена.

2. Станочник-оператор сам ведет подготовку станка к работе. Этот вид организации требует высокой квалификации оператора; во время работы станка по программе оператор не загружен и может обслуживать два станка. На некоторых заводах станочник-оператор во время работы своего станка по программе переходит на установленный рядом универсальный станок и выполняет на нем нетрудоемкие операции, которые нецелесообразно переводить на станок с ЧПУ. Наладчик должен уметь работать на всех обслуживаемых им станках, знать конструкцию станков и правила пользования системой ЧПУ. Как правило, наладчиков выбирают из числа

квалифицированных станочников (не ниже 5-го разряда). Во время обучения они работают в бригаде технологов-программистов: выполняют все подготовительные и практические работы, знакомятся с ходом разработки управляющих программ, подбором инструментов и оснастки, настройкой инструмента и вводом программы. После теоретической подготовки наладчики участвуют во внедрении управляющих программ и в их корректировке. Рекомендуются включать наладчиков и в состав бригад по ремонту станков и систем ЧПУ. Это позволит им лучше узнать специфичные особенности обслуживаемых станков.

Помимо подготовки станков с ЧПУ к работе, наладчик помогает мастеру участка станков с ЧПУ организовать работу на участке, а также сам обучает молодых рабочих.

Современный уровень развития производства характеризуется высокой степенью автоматизации производственных процессов. Одним из основных средств автоматизации являются станки с программным управлением. По заданной программе станок выполняет нужную последовательность операций, а обслуживает этот станок оператор. Применение станков с программным управлением обеспечивает высокую степень автоматизации обработки изделий, улучшает их качество, точность, повышает культуру производства.

Оператор станков с ЧПУ (сверлильных, токарных, фрезерных и расточных) выполняет следующие основные функции: непосредственное обслуживание станка (подготовку и уборку рабочего места, установку и съем детали, уход за станком); производство контрольно-измерительных операций (осмотр заготовки детали и режущего инструмента, измерение, контроль размеров обработанных деталей); наладку станка на новую партию деталей (подготовку и установку рабочих органов станка, режущего инструмента и приспособлений для обработки деталей).

Состав работ, которые должен выполнять оператор станков с программным управлением, зависит от уровня его квалификации (2-5 разряды). Рабочий более высокой квалификации должен уметь выполнять работы, предусмотренные для рабочих более низкой квалификации, а также руководить рабочими более низких разрядов этой же профессии.

На подготовительном этапе внедрения САПР, на предприятии создают службу (отдел) САПР и назначают руководителя проекта из числа сотрудников, имеющих инженерную подготовку. Руководитель проекта должен уметь работать с людьми, хорошо ориентироваться в межличностных отношениях на предприятии, обладать политическими навыками. В службе САПР следует создать бюро (подотдел) внедрения и бюро управления. В бюро внедрения включить инженеров и конструкторов из всех структур предприятия, затрагиваемых проектом. Желательно также, включить специалистов, имеющих опыт работы с компьютерами, и специалистов, имеющих опыт АП. Предпочтительно включать в бюро опытных специалистов со стажем работы на предприятии. Сотрудникам бюро внедрения следует ознакомиться с новейшими

достижениями в области АП, посещая семинары, презентации, общаясь с поставщиками.

В бюро управления должны быть представители от каждой прикладной области, затрагиваемой АП. Это позволит наиболее полно информировать руководство предприятия о состоянии дел и внедрить систему, соответствующую требованиям предприятия. На бюро управления возлагаются задачи обоснования затрат на внедрение системы, взаимодействие с руководством предприятия, обеспечения соответствия параметров и структуры системы АП требованиям предприятия.

Служба САПР разрабатывает и утверждает план подготовительных работ по внедрению системы АП, назначает ответственных лиц за подготовку к внедрению специализированных подразделений. Первый этап плана включает выбор и обоснование системы АП применительно к конкретному предприятию.

Прежде всего, необходим анализ производственной и управленческой структуры предприятия. Какая продукция выпускается предприятием. Какой вид производства (массовое, единичное). Имеется ли на предприятии система АП и какая. Какие и сколько имеется на предприятии станков с ЧПУ, гибких производственных систем, роботизированных комплексов. Сколько работников предприятия знакомы или обучаются работе с АП. Сколько работников выполняют ручную работу в области проектирования и производства и их труд нуждается в автоматизации. Имеется ли достаточная площадь для установки технического обеспечения АП.

Для достижения эффективной работы системы АП необходимо согласовать ее конфигурацию с экономической деятельностью предприятия. Следует отметить, что отвечает за обеспечение такого соответствия покупатель а не поставщик.

Архитектура системы АП должна быть увязана со структурой коллектива пользователей. Это обеспечит эффективность работы системы. Уровень централизации системы следует увязывать с уровнем централизации коллектива пользователей.

Централизованные системы АП предпочтительны в следующих случаях: персонал сосредоточен внутри помещения или одного здания; уже выполнен большой объем проектных работ; для внедрения в производство потенциальной продукции не требуется выполнения больших объемов работ.

Кадровое обеспечение проектных подразделений

Наиболее целесообразно комплектовать штаты работающих в системе АП путем создания проектных бригад, включающих представителей от разных структурных подразделений организации. Такая бригада может включать конструктора, технолога, исследователя. Создание таких бригад стирает традиционные границы между подразделениями (конструкторский отдел, технологический отдел, лаборатория предприятия) и обеспечивает ответственность всей цепочки проектировщиков за качество и производительность.

Практика показывает, что включать в состав проектных бригад энтузиастов, обладающих способностью к освоению информационных технологий, зачастую предпочтительнее, чем производителей со стажем. Конструктор, имеющий солидный опыт двумерного проектирования может не суметь перестроиться на разработку трехмерных моделей. Особенно это подчеркивается в зарубежной литературе. Вместе с тем, опыт АО АвтоВАЗ показывает, что там данная проблема успешно решается за счет параллельной работы молодых специалистов и опытных конструкторов. Молодежь воплощает замыслы и идеи старшего товарища в трехмерную модель. Он при этом присутствует, разрабатываемая модель предстает на экране дисплея «во всей красе», особенно при мультипликации, возможности компьютерного моделирования, недостижимые на кульмане, вызывают в нем интерес, появляется стимул к изучению системы и она успешно осваивается. При этом и юные проектировщики перенимают ценнейший производственный опыт, зачастую накапливаемый десятилетиями.

Однако, для успешного применения методов инженерного анализа (АСНИ) требуется исключительно высокий уровень квалификации сотрудника. Дело в том, что применимость результатов расчета ограничена рамками принятой математической модели. Например, при анализе объекта методами конечных элементов на результаты анализа будут влиять тип и форма элементов, степени свободы, тип анализа. Зачастую выявить неверные расчеты помогает интуиция.

Проектная бригада параллельно и согласованно разрабатывает продукцию и технологический процесс для ее изготовления. Бригады могут быть организованы с ориентацией на предметно-производственную специализацию или на клиента.

Высокие затраты на внедрение систем АП диктуют необходимость увеличения коэффициента использования системы за счет организации двухсменной или трехсменной работы таких бригад. Здесь могут возникнуть трудности, обусловленные нежеланием высококвалифицированного персонала работать в две смены.

Кадровое обеспечение подразделений, обслуживающих систему

Помимо комплектования проектных бригад необходимо укомплектовать штат специалистов, поддерживающих работу системы. Для больших по объему систем, как правило, включают следующих специалистов: управляющий системой; системный программист; прикладной программист; специалист по покупке программного обеспечению. Для малых систем возможно совмещение работы управляющего системой и системного программиста одним человеком.

Управляющий системой управляет ее работой, координирует обслуживание системы, обеспечивает защиту информации. Системный программист устанавливает и поддерживает операционную систему, решает проблемы, связанные с системным программным обеспечением, консультирует

прикладных программистов. Прикладной программист проектирует, внедряет и контролирует пакеты прикладных программ, проектирует базы данных. Специалист по покупному программному обеспечению поддерживает функционирование программного обеспечения, полученного со стороны, работает с его поставщиками, обучает пользователей работе с программным обеспечением.

По своей квалификации сотрудники поддерживающие систему, должны знать конструкторскую, технологическую подготовку производства и быть специалистами по информатике. Им нужно иметь хорошее представление о сложных вычислительных системах, необходимы знания языков программирования высокого уровня (Паскаль, Си) и языков ЧПУ.

Обучение персонала работе с системой

Важным на этапе запуска является обучение персонала, включая членов проектных бригад и специалистов, поддерживающих систему. Обучение лучше проводить на территории вашего предприятия. Первоначально персонал должен овладеть навыками пользователя. Практической работе следует уделить несколько месяцев. Каждый пользователь системы должен получить теоретическую подготовку.

Например, в фирменных учебных центрах курс в 160 часов обучения работе в системе САД/САМ включает интерфейс пользователя, трехмерное моделирование, эскизирование, сборки, черчение, общие вопросы подготовки производства. Курс строится по схеме: теоретические лекции; демонстративные занятия с показом примеров и методик; самостоятельная работа. Как видно, 160 часов достаточно только для получения начальных навыков работы в САПР. Углубленный курс трехмерного моделирования занимает 120 часов, курс проектирования технологических процессов в модулях АСТПП предусматривает 90 часов, курс компоновки и работы со сборками занимает 120 часов, курс конструирования оснастки – 120 часов. Таким образом, для подготовки полноценного пользователя системы САПР/АСТПП в фирменных учебных центрах САД/САМ требуется 610 часов.

В некоторых компаниях обучение пользователей осуществляется по следующей схеме: ведущие специалисты проходят курс обучения на предприятии поставщике системы. Естественно, это сопряжено с солидными затратами на зарубежные командировки. Затем обученные специалисты приступают к обучению основной массы проектировщиков на предприятии.

Тщательное и полное обучение позволит избежать потерь времени в процессе проектирования. Лучше, если проектировщик начнет пользоваться системой в процессе обучения. Большая часть получаемых знаний, не подкрепляемая практической работой, забывается в течение месяца.

Таким образом, для внедрения САПР, её обслуживания и эффективной эксплуатации, а также внедрения станков с ЧПУ и обработки на них, необходимы высококвалифицированные специалисты. Для осуществления запланированных целей необходимо организовать обучение ИТР, цеховых

рабочих, переквалифицировать определённых сотрудников, создать полноценный кадровый состав работников завода.

2.4 ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Как говорилось в п. 1.6.4 практически весь металлорежущий, слесарный и мерительный инструмент, применяемый в механическом цехе, является стандартным и морально устаревшим.

Уже сегодня в механическом цехе можно внедрить универсально-наладочные приспособления (УНП), состоящие из универсального базового агрегата и сменных наладочных элементов. Следует проанализировать и целесообразность применения в механическом цехе универсально-сборных приспособлений (УСП). Эти приспособления komponуют на стандартизованных плитах различных размеров. Также в производстве можно применять угловые меры длины, которые являются универсальными, средства внестаночной настройки режущих инструментов для станков с ЧПУ, штангенциркулей и микрометров с электронной системой считывания результатов измерения, средств измерения среднего диаметра метрических резьб, стандартных образцов шероховатости для контроля качества поверхности, портативных приборов контроля трещин в корпусных деталях.

Опыт показывает, что на устойчивость качества продукции оказывают существенное влияние механизация труда и, особенно, автоматизация технологических процессов, за счёт использования УНП и УСП. Например, механизация закрепления обрабатываемых деталей на станке с помощью пневматического и гидравлического зажимов резко сокращает влияние колебаний силы зажима (обычных при ручном зажиме) на величину деформаций устанавливаемых деталей и тем самым уменьшает погрешность установки. Действительно, в таких случаях при значительно меньших колебаниях силы зажима деформация закрепляемой детали будет больше всего зависеть от колебаний размеров ее частей, которыми она при установке входит между зажимами и базами приспособления.

Внедрение современного оборудования с ЧПУ в действующий производственный процесс АО «ПМЗ» - это исключение множества технологических установок с использованием станочных приспособлений для позиционирования заготовки, сокращение количества технологических баз и выполнение обработки на одном станке с ЧПУ вместо нескольких универсальных станков. Этим исключается влияние точности станочных приспособлений, мерительных инструментов, таких как шаблоны, калибры и кондуктора на точность размеров обработанной детали. Поскольку внедрение нового оборудования проводится локально, и часть деталей изделия производится по старой технологии, а часть – по новой, то приходится

взаимоувязывать детали, изготовленные на станках с ЧПУ и на универсальном оборудовании.

В зависимости от уровня автоматизации производства может изменяться не только режим выполнения функций (ручной или автоматический), но и состав функций и способы выполнения тех из них, которые связаны с использованием инструмента. При высоком уровне автоматизации часть функций системы инструментального обеспечения могут выполняться в автоматическом режиме непосредственно на станке.

Технологически необходимые инструменты для обработки деталей одного наименования или партии деталей составляют комплект, состав которого зависит от вида заготовки, конфигурации обрабатываемой детали (деталей), системы ЧПУ и технологических возможностей станка. Например, для токарной обработки детали типа втулки в патроне из штучной заготовки на станке с контурной системой ЧПУ к технологически необходимым инструментам относятся расточной резец, расточной контурный черновой резец, проходной черновой резец и т.д. При оснащении токарных станков с прямоугольной системой ЧПУ в число необходимых инструментов включают резцы для снятия фасок и прорезки канавок для выхода шлифовального круга.

Режущие инструменты закрепляются в шпинделе или на суппорте станка с помощью оправок, втулок, патронов, державок, блоков и т.п., составляющих унифицированные комплекты инструментальной оснастки. Применением унифицированных комплектов инструментальной оснастки достигается сокращением ее номенклатуры и взаимозаменяемость.

В результате применения различных конструкций унифицированных оправок, переходных державок, патронов, расточных головок и других видов вспомогательного инструмента достигается быстрая их смена и переналадка на любой размер растачиваемых отверстий в заданном диапазоне, в том числе получение отверстий точного диаметра, а также возможность использования разнообразного стандартного и специального режущего инструмента: резцов, сверл, метчиков, зенкеров, разверток, фрез, коронок и т.д.

К режущему инструменту для станков с ЧПУ, номенклатура которого практически не отличается от номенклатуры инструмента для традиционных станков, предъявляются повышенные требования в отношении точности размеров, геометрической формы инструмента, его стабильной стойкости, качества заточки режущих кромок, обеспечение возможности предварительной (вне станка) настройки режущего инструмента на заданные размеры обработки; быстрая смена инструмента при переналадках и его замене, необходимая точность настройки и жесткость конструкции, универсальность применения и унификация присоединительных размеров, возможность автоматического крепления и смены комплекта вспомогательного и режущего инструмента.

Технологические возможности станков с ЧПУ обусловлены их универсальностью, повышенной жесткостью, мощностью привода и точностью, многоинструментальностью, автоматизацией цикла технологических операций, широким диапазоном частот вращения шпинделя и подач, наличием

корректоров положения инструментов, малым затратам времени на смену инструмента, большим скоростям вспомогательных ходов и другим преимуществам. Такие станки дают возможность применить многостаночное обслуживание, что практически не возможно при использовании

Инструментальная оснастка станков с ЧПУ представляет собой комплекс режущего и вспомогательного инструментов и приборов настройки вне станка. Подготовка комплекса инструментальной оснастки ведется на основании заказа диспетчера производственного участка. Большое влияние уделяется заточке и переточке режущего инструмента. На эти операции составляются специальные карты заточки.

На универсальных станках отсутствуют инструментальные средства для выполнения измерений положения заготовки детали и размеров самой детали. Все измерения проводятся вручную различным мерительным инструментом с разной степенью точности. При использовании установочного приспособления точность позиционирования определяется полностью приспособлением, особенно в случае сложной пространственной ориентации. В случае корректировки элементов детали и изменения размеров необходимо вносить изменения и в размеры приспособлений или переделывать их полностью. Технологические приспособления, например кондуктора, полностью определяют взаиморасположение отверстий, и изменить что-либо возможно только переделкой кондуктора.

Разделяются станки с ЧПУ на виды по способам смены рабочих инструментов:

- ручная смена инструмента;
- смена инструментов револьверной головки в автоматическом режиме;
- замена инструментов магазина в автоматическом режиме.

В станках с ЧПУ предусматривается возможность замены заготовок в ручном и автоматическом режимах – этот процесс может осуществляться с использованием роботов или манипуляторов. Если в конструкции станка имеется накопительная система, то такое оборудование относится к классу гибких производственных комплексов. Такой комплекс способен работать длительное время, не нуждаясь во вмешательстве оператора.

На станках с ЧПУ влияние точности установочного приспособления на точность изготовления сведена практически к нулю, так как приспособление необходимо, чтобы обеспечить исходное, базовое положение заготовки для обработки. В случае сложного пространственного положения детали при обработке применяются многокоординатные станки, где пространственное положение детали задается по программе и обеспечивается кинематикой станка.

Процесс обработки каждой детали всегда начинается с привязки начальной точки управляющей программы к заготовке детали с помощью измерительного щупа при использовании типовых измерительных циклов системы ЧПУ станка. В результате всегда известно точное значение размеров, определяющих положение заготовки, а значения отклонений, если они есть,

легко определяются и компенсируются системой ЧПУ. Технологические приспособления, такие как кондуктора, на станках с ЧПУ не используются.

Поэтому, при переходе на изготовление изделий на станках с ЧПУ при исключении установочных приспособлений и кондукторов упрощается процесс запуска в производство изделия, сокращаются издержки и сроки, повышается точность и качество деталей.

Система инструментального хозяйства автоматических участков и линий из станков с ЧПУ состоит из необходимых комплектов режущего и вспомогательного инструмента, устройств хранения и смены инструмента на станках, транспортной системы доставки инструментов к станкам, устройств для настройки инструмента на размер вне станка.

В автоматических линиях и участках из станков с ЧПУ используется обычно универсальный режущий инструмент. В отдельных случаях стандартные инструменты подвергаются доработке: укорочению, уменьшению сечения хвостовика, дополнительному шлифованию для выдерживания основных базовых размеров с необходимой точностью. Однако при большой серийности обрабатываемых деталей допускается использование комбинированного многолезвийного режущего инструмента и многоинструментальных наладок. Масса и габаритные размеры инструментов, сменяемых из магазина станка и инструментального транспортера, ограничивают их использование.

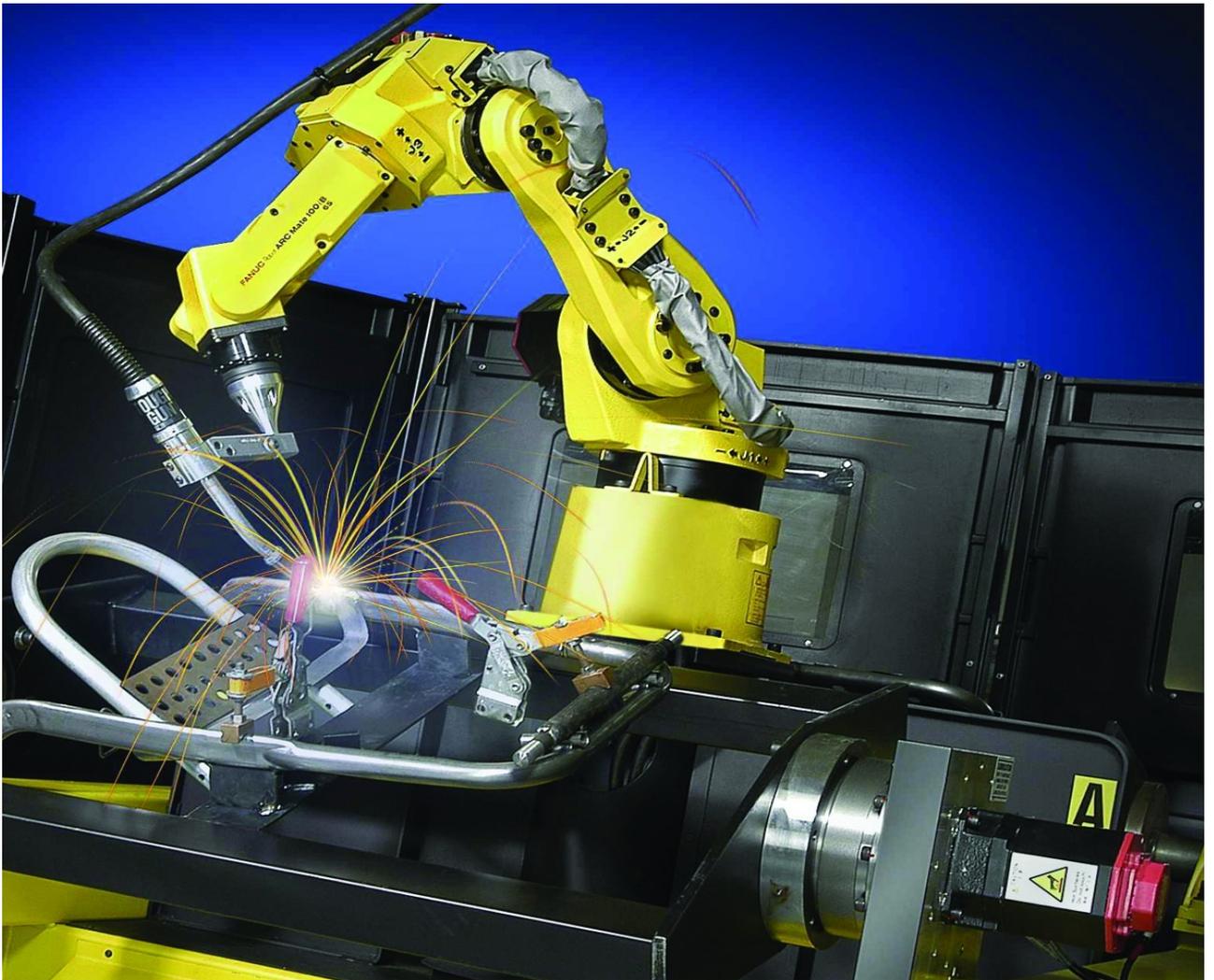


Рисунок 13 – Автоматический сварочный аппарат в работе

Для организации успешной эксплуатации автоматических участков и линий из станков с ЧПУ ограничивают номенклатуру используемого режущего и вспомогательного инструмента и строго регламентируют настроечные координаты, геометрические размеры, положения вершин режущих кромок, номер инструмента и т. д. Для каждого участка (линии) разрабатывается каталог режущего и вспомогательного инструмента, по которым работают как программисты, так и наладчики инструментов и станков. Такая организация инструментального хозяйства позволяет вести настройку на размер большинства инструментов заблаговременно по координатным размерам, не связывая ее с обработкой конкретной детали.

Вопросы выбора инструментов, а также организации инструментального потока являются функциями, так называемой автоматизированной системы инструментального обеспечения (АСИО).

В процессе подготовки гибкого автоматизированного производства и его функционирования приходится иметь много вспомогательных структур, которые должны обеспечивать его бесперебойную работу. Все эти структуры образуют систему инструментального обеспечения, которая отличается от инструментального хозяйства неавтоматизированного производства наличием

автоматических средств управления системой, складирования, перемещения инструментов, их установки на станки, ремонта и утилизации. Современное автоматизированное производство не может работать без автоматизации привычно ручных работ, связанных с доставкой, установкой и наладкой инструмента (АСИО).

Эффективность организации АСИО определяется снижением времени смены инструмента на станках, снижением времени и трудоемкости подготовки инструментальных наладок, увеличением суммарной стойкости каждого инструмента, сокращением или полной ликвидацией простоев станков по вине режущего инструмента.

Для достижения этой цели необходимо реализовать следующие функции:

- ✓ расчет потребности предприятия в оснастке и планирование его обеспечения;
- ✓ приобретение оснастки;
- ✓ изготовление оснастки на самом предприятии, ее отладка и испытание;
- ✓ создание нормативов расходования оснастки;
- ✓ организация процесса эксплуатации оснастки, а также технический надзор за ее использованием;
- ✓ обеспечение оснасткой рабочих мест;
- ✓ хранение и учет оснастки;
- ✓ организация использования переналаживаемой и стандартной оснастки, обеспечение рационального ее применения;
- ✓ ремонт оснастки;
- ✓ осуществление контроля за внедрением оснастки, анализ эффективности ее использования;
- ✓ совершенствование обеспечения оснасткой производства.

Исходя из выше изложенных данных, следует, что обеспечение бесперебойного питания цехов и рабочих мест высококачественной технологической оснасткой в нужном количестве и ассортименте при минимальных затратах на проектирование, приобретение (или изготовление) хранение, эксплуатацию, ремонты, восстановление и утилизацию, является необходимой и существенной частью работоспособности цехов оснащёнными станками с ЧПУ.

Автоматизация в машиностроении может быть осуществлена при оснащении современного оборудования высокопроизводительным режущим инструментом. И поскольку рациональная технология – это, прежде всего, рациональное использование инструмента, то в организации технологической системы любого производства основным и определяющим является организация инструментального обеспечения.

Повышение уровня автоматизации производства предъявляет новые требования к системе инструментального обеспечения. Это связано с тем, что надежность работы инструмента оказывает непосредственное влияние на постоянство работы оборудования, а технический уровень инструментальной наладки влияет на производительность и гибкость системы.

3 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗРЕШЕНИЮ И УСТРАНЕНИЮ ВЫЯВЛЕННЫХ ПРОБЛЕМ

3.1 РАСЧЁТЫ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА СТАНКОВ С ЧПУ, ИСХОДЯ ИЗ СПЕЦИФИЧНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

Далее будет рассмотрен вариант использования станков с ЧПУ для наиболее востребованных операций механической обработки - токарной.

На основе вывода представленного в п. 2.2.2 необходимо произвести оценку трудоемкости изготовления деталей по их конструктивным особенностям и габаритным размерам. И принять окончательное решение о количественном составе станков с ЧПУ.

Проводим анализ номенклатуры обрабатываемых деталей, исходя из классификации деталей по габаритным размерам. Как правило, размеры обрабатываемых поверхностей и их конструктивно-технологические характеристики находятся в определенной зависимости от класса обрабатываемых деталей и их габаритных размеров. Поэтому проведение такой классификации позволяет составить представление о преобладающих размерах обрабатываемых деталей на комплексе, их трудоемкости, основных направлениях специализации станочной системы.

Для классификации деталей по габаритным размерам построены гистограммы соответствующих размеров. Построение гистограмм покажем на примере деталей кранов КМП, для кранов КМ и КК построение аналогичное. Все детали классифицируются по габаритным размерам следующим образом (см. таблицу 4).

Таблица 4. Гистограмма диаметров обрабатываемых деталей для кранов типа КМП

Карман диаметра	Частота	Интегральный %
8	1	0,75%
132,2727	85	64,66%
256,5455	25	83,46%
380,8182	7	88,72%
505,0909	10	96,24%
629,3636	2	97,74%
753,6364	0	97,74%
877,9091	0	97,74%
1002,182	2	99,25%
1126,455	0	99,25%
1250,727	0	99,25%
Еще	1	100,00%

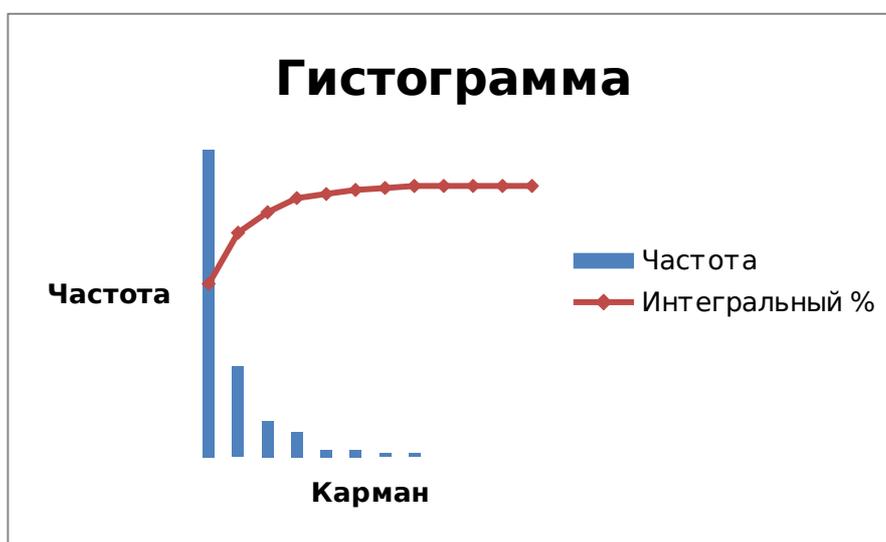


Рисунок 14. Гистограмма диаметров обрабатываемых деталей для кранов типа КМП

Таблица 5. Гистограмма длины обрабатываемых деталей

Карман длины	Частота	Интегральный %
2	9	6,77%
247,2727	106	86,47%
492,5455	10	93,98%
737,8182	2	95,49%

983,0909	0	95,49%
1228,364	2	96,99%
1473,636	0	96,99%
1718,909	3	99,25%
1964,182	0	99,25%
2209,455	0	99,25%
2454,727	0	99,25%
Еще	1	100,00%

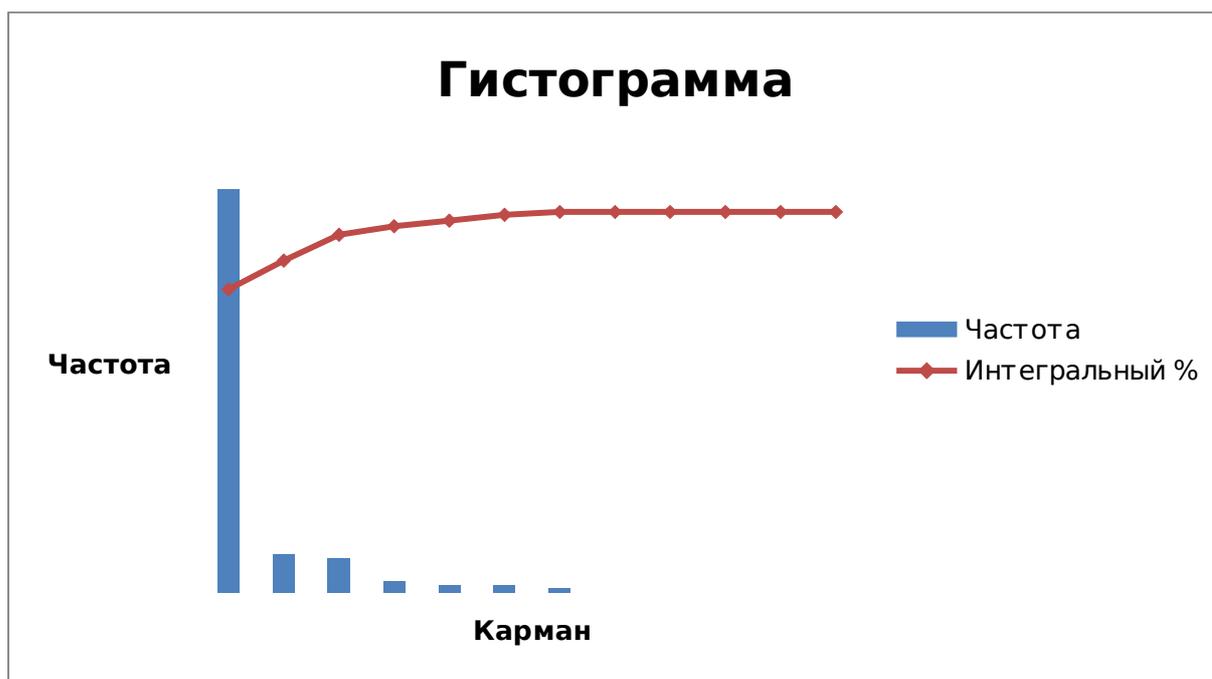


Рисунок 15. Гистограмма длины обрабатываемых деталей

Сортировка размеров деталей по стандартным размерам обработки на станках.

Таблица 6. Группа деталей диаметром до 400 мм и длиной до 1000 мм

Кол-во деталей диаметром до 400 мм	89,47%
Кол-во деталей диаметром до 400 мм и длиной до 1000 мм	86,47%
Кол-во деталей длиной до 1000 мм	95,49%

Таблица 7. Группа деталей диаметром от 400 мм до 630 мм и длиной от 1000 мм до 1600 мм

Кол-во деталей диаметром больше 400 и меньше 630	8,27%
Кол-во деталей длиной от 1000 мм до 1600 мм	3,01%

Таблица 8. Группа деталей диаметром больше 630 мм и длиной больше 1600 мм

Кол-во деталей диаметром больше 630 мм	2,26%
Кол-во деталей длиной больше 1600 мм	1,50%

Таблица 9. Группа деталей диаметром до 400 мм и длиной до 1000 мм для кранов типа КМ

Кол-во деталей диаметром до 400 мм	83,08%
Кол-во деталей длиной до 1000 мм	90,77%

Таблица 10. Группа деталей диаметром от 400 мм до 630 мм и длиной от 1000 мм до 1600 мм для кранов типа КМ

Кол-во деталей диаметром больше 400 мм и меньше 630 мм	12,31%
Кол-во деталей длиной от 1000 мм до 1600 мм	7,69%

Таблица 11. Группа деталей диаметром больше 630 мм и длиной больше 1600 мм для кранов типа КМ

Кол-во деталей диаметром больше 630 мм	4,62%
Кол-во деталей длиной больше 1600 мм	1,54%

Таблица 12. Группа деталей диаметром до 400 мм и длиной до 1000 мм для козловых кранов

Кол-во деталей диаметром до 400 мм	80,00%
Кол-во деталей длиной до 1000 мм	90,00%

Таблица 13. Группа деталей диаметром от 400 мм до 630 мм и длиной от 1000 мм до 1600 мм для козловых кранов

Кол-во деталей диаметром больше 400 мм и меньше 630 мм	15,56%
Кол-во деталей длиной до 1,6 метра	7,78%

Таблица 14. Группа деталей диаметром больше 630 мм и длиной больше 1600 мм для козловых кранов

Кол-во деталей диаметром больше 630 мм	4,44%
Кол-во деталей длиной более 1600 мм	2,22%

Разработка технологических процессов на типовые детали, представляемых в виде расчетно-технологических операционных карт (РТК), осуществляется с учетом их обработки на станках с ЧПУ. Кроме обычных

сведений о наименовании переходов и операций, предусмотренных ГОСТ 3.1418–82, в картах против каждого перехода указывается условный номер специализированного станка (1, 2, 3, ... и т.д.), на котором он осуществляется с указанием числа управляемых координат, величины перемещений и времени выполнения каждого перехода. Такое разделение переходов позволяет выяснить специализацию станков по числу управляемых координат и трудоемкость обработки на них.

На основании разработанных технологических процессов выявляются технологические требования к станкам (число управляемых координат, величины перемещения по ним, емкость инструментальных магазинов и т.д.) и подбираются их типы из числа имеющихся станков с ЧПУ.

При решении вопроса о целесообразности приобретения станков с ЧПУ расчет эффективности ведут или по всей совокупности деталей, переводимых на станки с ЧПУ, или по их группе, если обрабатываемые детали конструктивно подобны.

Для анализа целесообразности применения станков с ЧПУ необходимо сравнить трудозатраты при обработке по традиционной технологии и при обработке на станках с ЧПУ. При анализе саму технологическую последовательность обработки детали менять не будем. Подсчитаем трудоемкость обработки деталей на станках с ЧПУ на основе штучно-калькуляционного времени $t_{ум.к}$:

$$t_{ум.к} = t_{ум} + \frac{t_{н.з}}{n_з} \quad (5)$$

где $t_{ум}$ – штучное время;

$t_{н.з}$ – подготовительно-заключительное время;

$n_з$ – размер партии запуска.

Штучное время определим по формуле:

$$t_{ум} = t_o + t_в + t_{обс} \quad (6)$$

где t_o – основное (технологическое) время;

$t_в$ – вспомогательное время;

$t_{обс}$ – время обслуживания рабочего места, на личные надобности и отдых;

Трудоемкость обработки принимаем: действующую на заводе – за базовый вариант, расчетную - по проектируемому варианту. Трудоемкость по

проектируемому варианту рассчитываем по [2] на детали представители групп. На остальные детали группы трудоемкость определяем по коэффициенту уточнения K :

$$K = \frac{t_{зав}}{t_{чпу}} \quad (7)$$

где $t_{зав}$ – трудоемкость на операцию действующая на заводе;
 $t_{чпу}$ – трудоемкость на операцию по проектируемому варианту на станках с ЧПУ.

Коэффициент уточнения K изменяется в зависимости от трудоемкости на операцию действующую на заводе. Проведенное исследование позволило установить функциональную связь. Методику установления связи покажем на примере токарной операции (точение, растачивание).

Для установления связи определен диапазон трудоемкости на токарную операцию, действующую на заводе, и рассчитан коэффициенту уточнения K .

Таблица 15. Коэффициенты уточнения

Трудоемкости на токарную операцию $t_{зав}$	Коэффициент уточнения K
0,6	0,44
2,7	0,35
3,3	0,3
6,5	0,23

На основе данных строим график зависимости $K = f(t_{зав})$.



Рисунок 16. График зависимости коэффициентов уточнения от трудоемкости токарной операции

Данный график хорошо описывается уравнением вида:
 в диапазоне $0 < t_{зав} < 7$, $t_{чпу} = t_{зав} * (0,46 - 0,0357 * t_{зав})$;
 в диапазоне $t_{зав} \geq 7$, $t_{чпу} = 0,2 * t_{зав}$

Аналогично получаем уравнения коэффициента уточнения K для фрезерных и сверлильных операций. Данные сводим в таблицу 16.

Таблица 16. Коэффициенты уточнения для фрезерных и сверлильных операций

Операция токарная (точение, растачивание)	
в диапазоне	$0 < t_{зав} < 7$, $t_{чпу} = t_{зав} * (0,46 - 0,0357 * t_{зав})$
в диапазоне	$t_{зав} \geq 7$, $t_{чпу} = 0,2 * t_{зав}$
Операция фрезерования	
в диапазоне	$0 < t_{зав} < 2$, $t_{чпу} = t_{зав} * (0,55 - 0,15 * t_{зав})$
в диапазоне	$t_{зав} \geq 2$, $t_{чпу} = 0,25 * t_{зав}$
Продолжение таблицы 16	
Операция сверления (рассверливания, зенкерования и др.)	
в диапазоне	$0 < t_{зав} < 2$, $t_{чпу} = t_{зав} * (0,55 - 0,175 * t_{зав})$
в диапазоне	$t_{зав} \geq 2$, $t_{чпу} = 0,2 * t_{зав}$

Так как отобранные детали по уровню трудоемкости и конструктивно составляют однородную совокупность, то трудоемкость на изделие – кран определяем путем суммирования трудоемкости отдельных операций по числу обрабатываемых деталей каждого наименования. Основываясь на заводской трудоемкости $t_{зав}$ и вышеприведенных уравнениях, определяющих коэффициент уточнения K , пересчитываем трудоемкость для обработки всех деталей на станках с ЧПУ. Результаты расчетов сводим в таблицы Excel (см. Приложения А, Б, В). В тексте представим выборку из таблиц (см. Приложения А, Б, В) и таблицу 17.

Таблица 17. Итоговые данные по трудоемкости кранов при обработке на станках с ЧПУ

№ п/п	Наименование продукции	Фактическая трудоемкость на 1 кран,	План выпуска, шт.	Проектная трудоемкость по завод технологии	Проектная трудоемкость на станках ЧПУ 1 кран, час	Проектная трудоемкость на станках ЧПУ	Суммарный коэффициент уточнения по крану К
1	Краны козловые КК	2664,68	8	21317,44	1223,23	9785,84	0,459053
2	Краны мостовые КМ	1491,01	35	52185,35	652,99	22854,76	0,437953
3	Кран КМП						
3.1	г/п 5; 6,3 тонны	328,76	42	13807,92	198,43	8333,89	0,603559
3.2	г/п 3,2 тонны	281,19	57	16027,64	169,71	9673,68	0,603562
3.3	г/п 0,5; 1; 2 тонны	261,78	51	13350,53	157,99	8057,32	0,603521
3.4	г/п 10; 12; 16 тонн	426,65	9	3839,83	257,52	2317,65	0,603582

В пункте 2.2.1 уже было отмечено, что наиболее эффективными в решении данного вопроса могут оказаться станки с ЧПУ. Они позволят справиться с увеличенной программой выпуска деталей в механическом цехе, позволят преодолеть высокий физический и моральный износ основной части оборудования. Такие станки позволят повысить производительность и конкурентоспособность выпускаемых изделий, повысят безопасность и культуру производства. Даже предварительный анализ показывает, что такое решение не потребует увеличения площадей механического цеха, увеличения количества рабочих-станочников, т.к. общее количество этих станков будет меньше чем универсальных.

Однако такой вывод является предварительным. Далее будет рассмотрен вариант использования станков с ЧПУ для наиболее востребованных операций механической обработки - токарной.

Станочный комплекс из станков с ЧПУ может быть представлен в виде отдельных одно- и многоцелевых станков с ЧПУ, гибких производственных модулей (ГПМ), роботизированных технологических комплексов (РТК). При подборе станков для ГПС пользуются двумя принципами: принципом взаимодополняющих станков и принципом взаимозаменяющих станков.

Принцип взаимодополняющих станков соответствует их традиционному набору и расположению на участке в технологической последовательности. Недостатком производства, построенного на этом принципе, является низкая технологическая надежность, потому что выход из строя какого-либо станка, имеющегося в составе ГПС в единственном экземпляре, сразу же уменьшает номенклатуру выпускаемых деталей.

Принцип взаимозаменяющих станков состоит в том, что для обработки поверхностей различных деталей используются станки одной модели (одной группы). Выход из строя какого-либо станка в этом случае приведет лишь к некоторому снижению производительности станочного комплекса, но не к сужению номенклатуры выпускаемых деталей. Применение этого принципа является наиболее эффективным, если гибкое производство построено на основе многооперационных станков. При этом все станки можно загрузить только выполнением одних операций, а можно на разных станках выполнять последовательный ряд операций по изготовлению одновременно одной, двух или более деталей разных наименований.

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе группы станков по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по следующей формуле [5,7,10]:

$$N = \frac{t_{\text{сум. опер}}}{F_{\text{год. обор}}} \quad (8)$$

где $t_{\text{сум. опер}}$ – суммарная трудоемкость на операцию для данного изделия;
 $F_{\text{год. обор}}$ – годовой фонд работы оборудования.

Годовой фонд работы оборудования рассчитываем по формуле:

$$F_{\text{год. обор}} = F_o * K_{\text{исп}} \quad (9)$$

F_o – годовой фонд времени оборудования, час (см. таблицу 18);

$K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени
 ($K_{\text{исп}} = 0,85$);

Таблица 18. Годовой фонд работы оборудования

Режим работы оборудования	Годовой фонд времени оборудования F_o , час	Годовой фонд работы оборудования $F_{\text{год. обор}}$
двухсменный режим работы	4025,00	3421,25

односменный режим работы	2012,50	1710,63
--------------------------	---------	---------

Расчетное значение N по каждому виду оборудования округляют в сторону большего целого числа. При получении большого значения коэффициента загрузки отдельных видов станков ($N_{исп} \geq 0,9$) следует перевести обработку части поверхностей на однотипные станки с меньшей загрузкой (принцип взаимодополняющих станков). Недогрузка оборудования на 20...25% позволяет иметь некоторый запас производительности ГПС, который может быть использован для освоения новых деталей.

Расчет количества станков по видам операций механической обработки и типам выпускаемой продукции сведем в таблицу 19.

Таблица 19. Расчетное количество станков по видам операций механической обработки

Вид операций механической обработки	Кран КК	Кран КМ	Кран КМ П	Суммарная трудоемкость, час	Количество станков расчетное		Количество станков предлагаемое	
Точение	3871	10330	2828	17029	4,98	9,95	5	10
Фрезерование	1256	1956	327	3539	1,03	2,07	3	6
Сверление	900	2332	447	3679	1,08	2,15		
Растачивание	786	936	131	1853	0,54	1,08		
Кол-во смен					2	1	2	1

Разобьем количество станков по размерным группам в зависимости от трудоемкости внутри группы на основе гистограмм распределения по диаметру и длине. При сортировке будем учитывать, что операции фрезерования, сверления и растачивания для корпусных деталей будут производиться фрезерно-сверлильно-расточных станках ЧПУ или обрабатывающих центрах. По этой причине трудоемкости операций фрезерования, сверления и растачивания суммируем, и количество станков определяем для всей группы.

Результат распределения токарных станков с ЧПУ представим в таблицах 20 и 21.

Таблица 20. Распределение токарных станков с ЧПУ по типам кранов

Диаметр обработки	до 400 мм.	от 400 мм. до 630 мм.	более 630 мм.
Кран КМП	88%	10%	2%
Кран КМ	83%	12%	5%

Кран КК	80%	15%	5%
Количество станков, шт	8	2	1

Таблица 21. Типоразмеры станков с ЧПУ по длинам обработки деталей

Длина обработки	до 1000 мм.	от 1000 мм. до 1600 мм.	более 2000 мм.
Кран КМП	95%	4%	1%
Кран КМ	90%	8%	2%
Кран КК	90%	8%	2%
Количество станков, шт	9	1	1

Для фрезерно-сверлильно-расточных станков все детали укладываются в габариты 630*1600 мм, но часть деталей находится на пределе габарита. По этой причине все фрезерно-сверлильно-расточные станки разбиты на два размера: 630*1600 мм и 800*1800 мм.

Результат распределения фрезерно-сверлильно-расточных станков с ЧПУ представим в таблице 22.

Таблица 22. Распределение фрезерно-сверлильно-расточных станков с ЧПУ

Габаритные размеры стола фрезерно-сверлильно-расточного станка, мм	Количество станков, шт.
630*1600	4
800*1800	2

Подбираем станки из числа имеющихся с учетом габаритов обрабатываемых деталей, числа управляемых координат, системы ЧПУ, количества инструмента в револьверной головке или магазине.

Важной особенностью станка является возможность выполнять дополнительные технологические операции, как, например, выполнение сверления на токарном станке. Для этого станок должен иметь возможность комплектоваться дополнительным инструментом.

Перечень, стоимость и краткое описание выбранного технологического оборудования с ЧПУ.

В процессе работы были проанализированы станки ряда стран и заводов (Болгария, Испания, Россия, Тайвань). Для примера приведены станки Microcut Challenger BUFFALO MACHINERY CO., LTD. (Тайвань).

Состав станочного комплекса из серии станков представлен в таблице 23.

Таблица 23. Состав станочного комплекса из серии станков (Тайвань)

Тип станка	Габариты обработки	Марка станка	Фирма, страна производитель	Кол-во, шт.
Токарный обрабатывающий центр	Диаметр 1300 мм, Длина 3000 мм	BNC-5000	Microcut, Тайвань	1
Токарный обрабатывающий центр	Диаметр 680 мм, Длина 3000 мм	BNC-4000	Microcut, Тайвань	1
Токарный обрабатывающий центр	Диаметр 680 мм, Длина 2000 мм	BNC-4000	Microcut, Тайвань	2
Токарный обрабатывающий центр	Диаметр 420 мм, Длина 2000 мм	BNC-3000	Microcut, Тайвань	3
Токарный обрабатывающий центр	Диаметр 420 мм, Длина 1000 мм	BNC-3000	Microcut, Тайвань	4
Фрезерный вертикальный обрабатывающий центр	Стол 660*1500, магазин 24 инструмента	VMC-1300	Microcut, Тайвань	4
Фрезерный вертикальный обрабатывающий центр	Стол 800*1800, магазин 24 инструмента	VMC-1600F	Microcut, Тайвань	2

Независимо от страны - производителя станков, предлагаемые для внедрения на заводе станки с ЧПУ конструктивно примерно одинаковы и выглядят следующим образом.



Рисунок 16. Токарный станок с ЧПУ с револьверной многопозиционной головкой



Рисунок 17. Токарный станок с ЧПУ с револьверной многопозиционной головкой



Рисунок 18. Продольно-фрезерный обрабатывающий центр



Рисунок 19. Вертикально-фрезерный центр с поворотной фрезерной головкой



Рисунок 20. Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом

3.2 ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, САПР

Как говорилось ранее, на АО «ПМЗ» следует перейти к комплексной системе автоматизированного проектирования технологической подготовки производства. Основой ее может послужить существующая на сегодня система «Т-Flex», которая позволяет проектировать чертежи обрабатываемых деталей в трёхмерном пространстве, что в свою очередь необходимо для автоматизации подготовки программ на станки с ЧПУ. Необходимо приобрести лицензионный блок технологической подготовки производства, включающий в себя автоматизированный комплекс проектирования технологических процессов, технологического нормирования операций, подготовки программ для станков с ЧПУ, систему моделирования процесса обработки для проверки правильности составленных программ для станков с ЧПУ. Все эти блоки должны быть завязаны между собой с помощью программы, управляющей документооборотом в цехе и по заводу в целом.

Исходя из анализа предложенных на рынке программ, наиболее подходящей и отвечающей всем требованиям, необходимым для построения автоматизированного производства является САПР «Т-FLEX».

Отличительные особенности программного комплекса T-FLEX

- Решение широчайшего спектра задач автоматизации технической подготовки производств с помощью систем T-FLEX от одного разработчика - компании «Топ Системы», является уникальным предложением на российском рынке.
- Все системы, входящие в комплекс, полностью интегрированы между собой. Передача информации от одной системы к другой осуществляется в едином информационном пространстве, за счет внутренней связи между модулями. Это позволяет осуществить сквозной информационный поток данных проекта, что является необходимым условием распараллеливания конструкторских и технологических работ и является базой для организации PLM-технологий управления информацией по всему жизненному циклу изделий.
- Комплекс содержит передовые российские разработки в соответствующих областях автоматизированного проектирования, которые учитывают специфику российского производства (стандарты, технические условия, оборудование и т.д.). Эти разработки сочетаются с лучшими мировыми математическими и программными технологиями, используемыми при создании систем комплекса.
- Широкая поддержка международных стандартов. Сохранение неизменного вида документа в различных языковых версиях операционной системы.
- Обширные библиотеки стандартных элементов (крепеж, подшипники, соединения, уплотнения и т.п.), единая база данных технического и технологического оснащения, структурированный доступ к структуре изделия и другая подобная информация.
- Каждая из систем может работать как в едином комплексе, так и в любой комбинации или в автономном режиме, что позволяет гибко и поэтапно решать задачи оснащения средствами автоматизации подготовки производства на любом предприятии.
- Комплекс обеспечивает надежную защиту технической информации от несанкционированного доступа и распространения.
- Наличие модуля технологической подготовки производства, глубоко интегрированного с системой проектирования изделия, делает комплекс уникальным на рынке средств автоматизации проектирования и подготовки производства.
- Все системы имеют русскоязычный интерфейс и документацию на русском языке, могут быть адаптированы разработчиками к условиям любого производства.
- Комплекс поддерживает клиент-серверные технологии, позволяющие эффективно управлять процессами разработки изделий.
- Открытый программный интерфейс систем комплекса позволяет предприятиям и независимым разработчикам разрабатывать (и интегрировать) свои приложения и САПР на базе T-FLEX, а также присоединять модули комплекса к корпоративным информационным системам, например, для информационного обмена с системами управления класса ERP и MRP II.

- Техническая поддержка осуществляется разработчиками систем. Такое взаимодействие имеет несомненные преимущества по сравнению с поддержкой дистрибьютора зарубежных систем.
- Важным фактором является стоимость систем комплекса. Продукты T-FLEX - это высокая функциональность по низким ценам.
- Такие показатели комплекса T-FLEX как «цена - функциональность», «эффективность инвестиций» являются на сегодняшний день, пожалуй, лучшим предложением на российском рынке САПР.

Далее будут представлены возможности данного комплекса САПР.

Программы T-FLEX — комплексная автоматизация в современных условиях

В современных условиях жестокой конкуренции непременным условием для выживания промышленных предприятий на рынке является внедрение компьютерных технологий. Автоматизация подготовки производства дает возможность предприятиям быстро реагировать на изменение спроса, в короткие сроки выпускать новые виды продукции, быстро модернизировать выпускаемую продукцию, отслеживать жизненный цикл изделий, эффективно повышать качество изделий. При этом сейчас уже недостаточно использования только САД-системы, действующей по образу и подобию кульмана. Современный подход к конструкторско-технологической подготовке характерен комплексностью решений. Всё чаще предпочтение отдается продуктам, интегрированным между собой. Это позволяет сохранять ассоциативные связи между документами по всей цепочке подготовки производства и исключить случайное несоответствие в документации.

Комплекс T-FLEX, разрабатываемый и распространяемый российской компанией “Топ Системы”, пожалуй, единственный российский комплекс, который по своему наполнению, функциональности и стоимости отвечает большинству запросов руководителей предприятий. Он позволяет решить практически все задачи конструкторско-технологической подготовки производства: от получения заказа до изготовления изделия.

При этом по функциональности каждая из систем комплекса T-FLEX конкурирует с лучшими образцами как западных, так и российских продуктов. Совместное использование систем комплекса значительно повышает функциональную ценность как всего решения T-FLEX, так и его частей. Немаловажным достоинством является также то, что в комплексе T-FLEX системы работают совместно сразу после установки. Таким образом, на интеграцию систем единого комплекса T-FLEX пользователям не надо тратить силы своих высокооплачиваемых высококвалифицированных сотрудников (прописывать связи в базах данных, проверять правильность работы в интегрированном режиме, обновлять связи и т.п.).

Интеграция с внешними системами осуществляется стандартными средствами (с помощью обменных файлов, одно- или двунаправленного

программного интерфейса, с помощью таблиц связей между базами данных и т.п.). Вся информация об изделии в комплексе T-FLEX находится в одной базе данных, она не разбросана по разным файлам. Поэтому с помощью API-функций системы T-FLEX DOCs или других средств можно получить всю необходимую информацию об изделии (составе проекта изделия, о конструкторских или технологических данных, о вспомогательном оборудовании для изготовления и т.д.) для передачи вовне, например, в ERP-системы.

Перечислим составляющие комплекса T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM:

- ✓ **T-FLEX CAD** предоставляет конструктору все необходимые инструменты для проектирования изделия в виде, как трехмерной параметрической твердотельной модели, так и параметрических двухмерных чертежей.
- ✓ **T-FLEX Технология** позволит получить по спроектированным моделям и чертежам всю необходимую технологическую документацию.
- ✓ **T-FLEX Анализ** и **T-FLEX Динамика** дают возможность не только выявить проблемные места изделия еще до его изготовления, но и получить оптимальные решения.
- ✓ Для различных специализированных направлений проектирования созданы системы **T-FLEX/Рас-крой**, **T-FLEX/Штампы**, **T-FLEX/Пружины**, **T-FLEX/Пресс-формы**, **T-FLEX Печатные платы**. **T-FLEX ЧПУ** решает важную задачу подготовки программ для станков с ЧПУ.
- ✓ **T-FLEX NC Tracer** обеспечивает предварительную имитацию обработки со съемом материала с целью контроля качества обрабатываемой поверхности и зарезов детали.
- ✓ И наконец, для четкой организации всех работ предназначена программа **T-FLEX DOCs** — система ведения проектов и документооборота. Рассмотрим компоненты комплекса более подробно.



Рисунок 21 – Структура комплекса T-FLEX

T-FLEX CAD

T-FLEX CAD – полнофункциональная система автоматизированного проектирования. Она объединяет мощные параметрические возможности трехмерного моделирования со средствами создания и оформления конструкторской документации. Гибкость средств проектирования, хорошая производительность системы, возможности параметризации в сочетании с удобным и понятным интерфейсом делают T-FLEX CAD универсальным и эффективным средством проектирования изделий. Благодаря широкому набору инструментов T-FLEX CAD является лучшим выбором для решения любых проектных задач. При этом T-FLEX CAD, предлагая профессиональные решения, ориентирована на относительно недорогие персональные компьютеры и обладает сравнительно невысокой стоимостью, чем выгодно отличается от своих конкурентов.

Специалисты по всему миру используют T-FLEX CAD в самых различных отраслях промышленности: общем машиностроении и приборостроении, в аэрокосмической, автомобильной и судостроительной отраслях, а также в проектно-строительных организациях. T-FLEX CAD применяют как при проектировании изделий основного производства, так и при создании всего комплекса необходимой оснастки - штампов и пресс-форм, инструмента и приспособлений.

Система основана на известном геометрическом ядре Parasolid®, разработанном компанией UGS. Средства трехмерного моделирования T-FLEX CAD позволяют разработчику легко создавать как простые детали, так и сборочные модели, состоящие из тысяч компонентов. T-FLEX CAD объединяет

возможности твердотельного и поверхностного моделирования, позволяя использовать для создания поверхностей тот же набор операций, что и для моделирования твердых тел. Комбинированное использование поверхностного и твердотельного моделирования придает большую гибкость проектным решениям.

Набор специальных команд обеспечивает эффективное моделирование деталей, создаваемых из листового металла, позволяет получить развертку и оформить чертеж исходной заготовки.

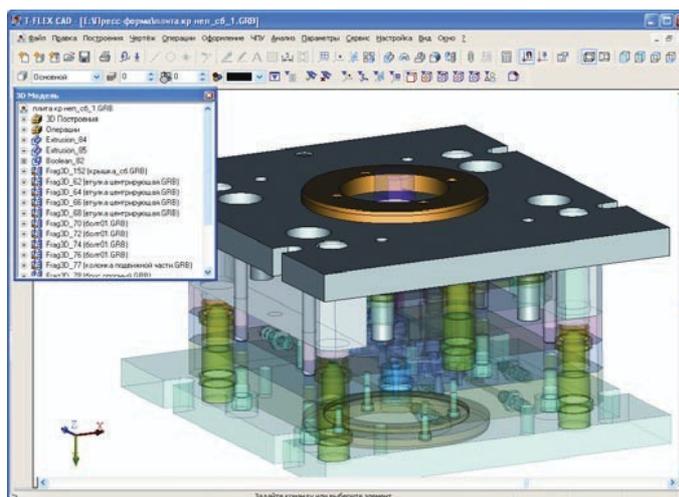


Рисунок 22 – Проектирование пресс-формы в T-FLEX CAD

При создании чертежа или 3D модели можно создавать различные виды сварных швов, автоматически строить таблицы сварных швов. Имеется возможность экспортировать список швов во внешний файл и, наоборот, получать данные для таблицы из внешнего источника.

В T-FLEX CAD поддерживается прямое редактирование геометрии трехмерных моделей. При этом сохраняется история всех изменений, чтобы впоследствии все они участвовали в общем пересчете модели. Это может быть полезно, например, при работе с импортированными моделями, когда нет доступа к исходным операциям. Например, можно изменить параметры граней с аналитической геометрией (цилиндр, конус, сфера, тор), или параметры поверхности скругления. Для работы с гранями существует набор специальных команд, таких как расширение поверхности, заполнение области, замена грани, перемещение грани, разделение и т.д. Имеющиеся в системе средства проектирования позволяют разработчикам быстро создавать основную форму детали и легко дорабатывать ее, добавляя как обычные элементы (отверстия, фаски, скругления и др.), так и операции, создающие элементы с более сложной геометрией (тела с параметрическим изменением профиля, сглаживание трех граней, тело по сечениям, уклон граней и др.). Процедуру внесения изменений в модель T-FLEX CAD значительно упрощает возможность использования параметризации и адаптивных (автоматически изменяемых на основе геометрических параметров) элементов. Эти функциональные возможности позволяют автоматически распространить необходимые изменения по всему

проекту. Любой объект модели может быть связан с любым другим объектом. Переменные могут определять любые численные, текстовые и иные параметры, могут быть связаны в любые математические или логические выражения. Возможности параметризации в T-FLEX CAD очень широки, что обеспечивает максимальную эффективность при проектировании моделей с различными исполнениями и набором типоразмеров.

Для управления параметрической моделью пользователь T-FLEX CAD может создать диалоговые окна непосредственно внутри документа. При этом ему не потребуются ни навыки программирования, ни дополнительное программное обеспечение – самостоятельно создавать такие диалоговые окна внутри T-FLEX CAD так же просто и удобно, как и работать с ними впоследствии.

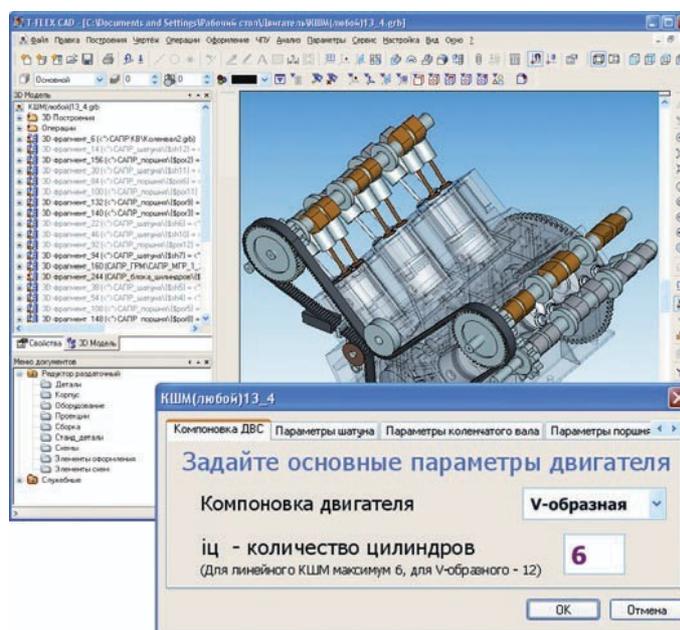


Рисунок 23 – Создание параметрической 3D модели двигателя и пользовательского диалогового окна для управления ею

Для создания сборочных трёхмерных моделей в T-FLEX CAD можно использовать различные методы: проектирование «снизу-вверх» (от детали к сборке), «сверху-вниз» (от сборки к детали) или их комбинацию. Управление конфигурациями сборки позволяет упростить повторное использование уже созданных компонентов сборки, сохраняя рассчитанную геометрию различных исполнений детали в одном документе. T-FLEX CAD может моделировать движение и взаимодействие твердых тел, позволяя выявлять и устранять недостатки изделия еще на ранних стадиях проектирования. Использование механизма адаптивных (автоматически изменяемых посредством геометрических параметров) элементов ещё более упрощает редактирование и управление сборочной моделью. Деталь, созданная с использованием данного механизма, при вставке в сборку может «захватить» геометрию объектов, существующих в сборке, и перестроить свои операции на ее основе, т.е. «адаптироваться» к геометрии объектов сборки. Это позволяет

использовать любую модель T-FLEX CAD как основу для будущей моделирующей операции. Механизм адаптивных элементов может значительно снизить время проектирования, позволяя пользователям создавать свои собственные операции и библиотеки операций для специализированных приложений.

Для проверки создаваемых моделей непосредственно в T-FLEX CAD можно использовать встроенные модули прочностного экспресс-анализа и динамического экспресс-анализа. Модуль прочностного экспресс-анализа позволяют разработчику выявить потенциальные недостатки модели в процессе ее проектирования, оценить допустимые нагрузки и возникающие напряжения. Полная версия системы T-FLEX Анализ обеспечивает решение более широкого спектра задач. Динамический экспресс-анализ позволяет оценить координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах и т.д. Полная версия системы T-FLEX

Динамика отличается более широкими возможностями по способам представления результатов расчёта.

По созданной трехмерной модели можно быстро получить чертежи. T-FLEX CAD поддерживает оформление чертежей в полном соответствии с ЕСКД и международными стандартами (ISO, DIN, ANSI). Система автоматически обновляет чертежи при изменении 3D модели, позволяя быстро создавать стандартные и дополнительные виды, разрезы, сечения, виды с разрывами и изометрические проекции. При создании сечений можно управлять положением секущей поверхности, наборами рассекаемых и не рассекаемых объектов модели. Значительно сократить время создания чертежа позволяют также такие дополнительные возможности, как создание разрезов резьбовых соединений, видов с разрывом для длинномерных деталей, местных разрезов и другие опции.

T-FLEX CAD позволяет создавать двухмерные чертежи и без наличия трехмерной модели. По сравнению с большинством других систем твердотельного моделирования, T-FLEX CAD обладает более широким набором 2D инструментов для создания чертежей деталей со сложной геометрией, включая двухмерную параметризацию, поддерживающую неограниченное количество элементов чертежа. T-FLEX CAD позволяет полностью оформить чертеж, нанося необходимые тексты, размеры, шероховатости, надписи, а также создать автоматически обновляемые спецификации.

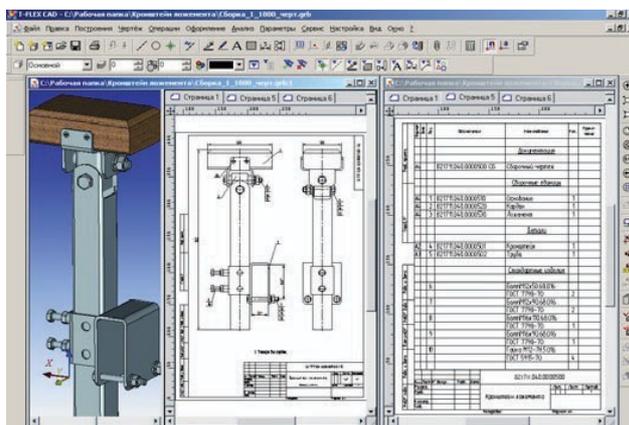


Рисунок 24 – Создание чертежа по 3D модели

Пользователь T-FLEX CAD может создавать параметрические чертежи-сборки, используя двухмерные чертежи деталей со сложными параметрическими отношениями. Изменение созданной таким образом сборки может быть полностью автоматическим, не требующим редактирования отдельных компонентов. Это позволяет избежать рутинных действий при модификации проекта и получении детализованных чертежей. Вместе с системой T-FLEX CAD поставляется обширный набор библиотек параметрических элементов, куда входят библиотека стандартных элементов, охватывающая более 250 ГОСТов, библиотека конструктивных элементов (отверстия, канавки, элементы валов и т.п.), библиотека элементов схем (гидравлика, пневматика, радиодетали, кинематика и т.п.), библиотека станочных приспособлений и другие. Особенностью T-FLEX CAD является возможность создания и редактирования пользователями библиотечных элементов средствами самой системы.

Система инженерных расчетов конструкций

T-FLEX Анализ предлагает широкий спектр инструментальных средств конечно-элементного анализа, позволяющих разработчикам математически тестировать и анализировать сложные детали и сборки. По результатам математического анализа можно оценить, как будет вести себя модель в реальных условиях ещё до её создания. Это позволяет сократить время разработки изделия, уменьшить стоимость испытаний, улучшить качество продукта, увеличить доход.

Несомненным достоинством T-FLEX Анализ является его полная интеграция с T-FLEX CAD. Модуль анализа использует интерфейс T-FLEX CAD как среду-оболочку. Для выполнения расчётов используется трёхмерная модель T-FLEX CAD (это исключает проблемы с передачей геометрии для расчёта и экономит время подготовки расчётной модели). Все граничные условия (нагрузки, закрепления, температуры и т.д.) задаются непосредственно в T-FLEX CAD 3D, в привычном для пользователя интерфейсе. Между расчётной конечно-элементной моделью и исходной геометрической моделью T-FLEX CAD сохраняется полная ассоциативность. Т.е. изменения, вносимые в исходную модель T-FLEX CAD, автоматически переносятся на сеточную

конечно- элементную модель.

T-FLEX Анализ состоит из нескольких специализированных модулей, позволяющих осуществлять различные типы расчётов.

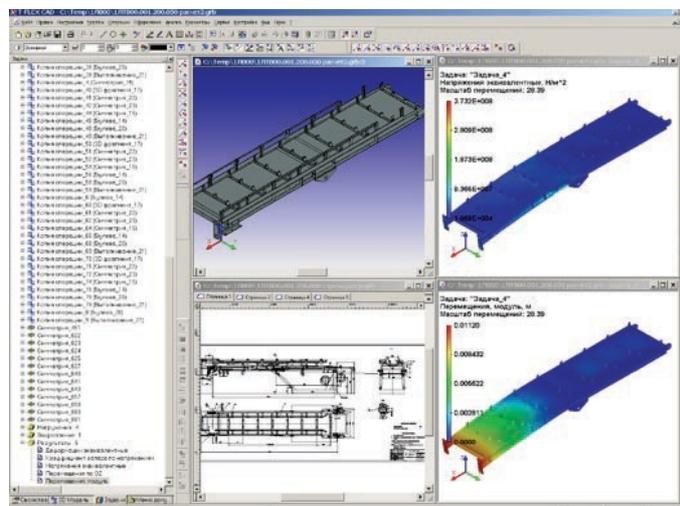


Рисунок 25 – Результаты расчёта в системе T-FLEX Анализ

Подмодуль статического анализа позволяет осуществлять расчёт напряжённо-деформированного состояния конструкций под действием приложенных к системе постоянных во времени сил. Эта оценка выполняется обычно с целью проверки принятых конструкторских решений на условие прочности. Также можно учесть напряжения, возникающие по причине температурного расширения/сжатия материала или деформации конструкции на величину известных перемещений.

Подмодуль частотного анализа предназначен для расчёта собственных (резонансных) частот колебаний конструкций и соответствующих форм колебаний. Такая задача возникает во многих практических случаях анализа динамического поведения конструкции под действием переменных нагрузок. Наиболее распространена ситуация, когда необходимо проверить возможность возникновения в условиях эксплуатации резонанса. Проверка конструкции на возможность резонансов на стадии проектирования позволяет внести в конструкцию изменения, позволяющие избежать или значительно уменьшить вероятность появления резонансов в процессе эксплуатации.

Подмодуль анализа устойчивости используется при проектировании конструкций, эксплуатация которых предполагает продолжительное воздействие различных по интенсивности нагрузок. С помощью данного модуля пользователь может оценить запас прочности по критической нагрузке. Оценив значение критической нагрузки, можно оптимизировать изделие с целью достижения условия надёжности.

Подмодуль теплового анализа позволяет проводить оценку температурного поведения изделия под действием источников тепла и излучения. Тепловой анализ может использоваться самостоятельно для расчёта температурных или тепловых полей по объёму конструкции, а также совместно со статическим анализом для оценки возникающих в изделии температурных

деформаций.

Подмодуль анализа вынужденных колебаний прогнозирует поведение проектируемой конструкции под действием постоянной гармонической нагрузки. Этот тип анализа позволяет оценить резонансные амплитуды, а также виброперегрузки и вибронапряжения в конструкции под действием внешнего гармонического воздействия. Также можно оценить напряжения, возникающие в конструкции под действием вибраций.

Ещё один подмодуль T-FLEX Анализа – **модуль оценки прочности изделия при циклическом нагружении** (модуль анализа на усталостную выносливость) – позволяет спрогнозировать влияние циклических нагрузок на прочность изделия. Регулярная нагрузка и разгрузка со временем ослабляют изделие, даже если возникающие в результате напряжения значительно меньше, чем допустимое предельное напряжение. T-FLEX Анализ имитирует усталость изделия, позволяя оценить выносливость проектируемой конструкции.

Подмодуль оптимизации позволяет производить оптимизационные расчёты с использованием результатов конечно-элементных расчётов. Выбор оптимальных параметров проектируемого изделия является важной и сложной задачей. Используя методы оптимизации, разработчики могут улучшить проектируемый продукт, получив в итоге наилучший вариант при минимальной стоимости. Когда разрабатываемое изделие может иметь сотни переменных параметров со сложными взаимозависимостями между ними, найти оптимальный вариант вручную затруднительно. T-FLEX Анализ позволяет автоматизировать итеративный процесс поиска оптимального решения. Помимо собственно расчётов, T-FLEX Анализ предоставляет качественные и удобные средства для анализа полученных результатов. Модуль анимации позволяет воспроизвести рассчитанное поведение исследуемой модели, с одновременным отображением полей напряжений или перемещений. Решения задачи могут быть сохранены в виде отдельного файла, что позволяет документировать результаты расчетов.

T-FLEX Динамика – система динамического исследования пространственных механизмов

T-FLEX Динамика – дополнительное приложение комплекса T-FLEX CAD, предназначенное для моделирования динамического поведения проектируемых систем. Как и T-FLEX Анализ, модуль T-FLEX Динамика полностью интегрирован с T-FLEX CAD. В нём используются единые с T-FLEX CAD принципы и элементы пользовательского интерфейса, единая геометрическая модель. Так же сохраняется полная ассоциативность расчётных данных с исходной моделью, поддерживается возможность использования результатов динамического расчёта для проведения дальнейших исследований при помощи других инструментов комплекса.

Модуль T-FLEX Динамика ориентирован на инженеров, производящих анализ механических систем с учётом внешних и внутренних силовых

факторов, масс-инерционных характеристик отдельных частей системы, а также характеристик взаимодействия компонентов механической системы. При разработке механической системы (например, автомобильной подвески или шасси самолёта), необходимо точно знать, как будут взаимодействовать между собой её различные компоненты (пневматические, гидравлика, электроника, и так далее), какие усилия, скорости и ускорения эти компоненты развивают в процессе работы. T-FLEX Динамика позволяет спрогнозировать динамику работы проектируемых изделий задолго до их создания “во плоти”. В результате можно найти и исправить ошибки разработки, оптимизировав модель (с целью обеспечения максимальной производительности, безопасности и удобства) ещё на этапе проектирования, без создания и тестирования многочисленных физических прототипов.

Для проведения динамического анализа модель механизма описывается как система твёрдых тел, шарниров и нагрузок, создаваемая на основе трёхмерной геометрической модели T-FLEX CAD. При этом учитываются масс-инерционные характеристики тел трёхмерной модели. Для воспроизведения реальных условий работы исследуемой системы в модуле T-FLEX Динамика можно задавать различные типы шарниров, а также специальные объекты, описывающие силовые взаимодействия между телами – силы, крутящие моменты, и др. При создании геометрической модели системы в T-FLEX CAD, модуль T-FLEX Динамика может автоматически создавать детали, шарниры и контакты динамической задачи, генерируя их на основе сопряжений и геометрии модели (используются геометрические данные ядра Parasolid). Модуль позволяет проводить точный анализ геометрии в области контакта, что даёт ему возможность реалистично моделировать контакты и удары тел. На форму контактирующих тел при этом нет никаких ограничений.

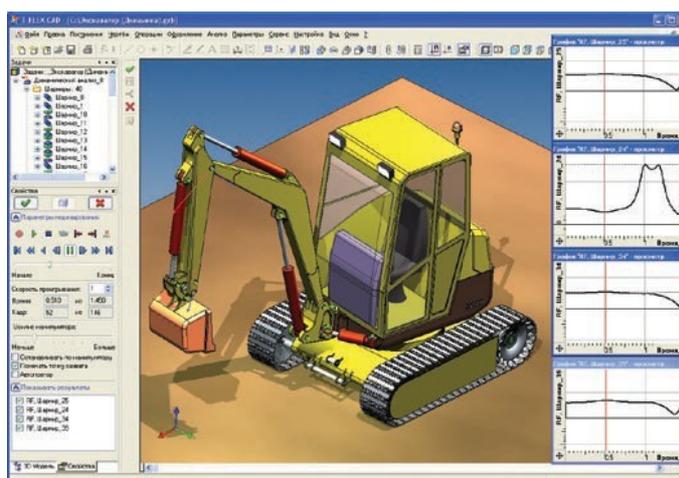


Рисунок 26 – Результаты динамического анализа модели экскаватора

T-FLEX Динамика позволяет оценить траектории движения, скорости и ускорения элементов исследуемой механической системы, временные характеристики системы, а также силы взаимодействия между элементами системы. Численные результаты динамического анализа могут быть

представлены в виде графиков или массивов числовых данных. На основе результатов расчёта движения можно “оживить” исследуемый механизм. Синхронизированное построение графика и анимации позволяет сопоставить действующие силы и ускорения с текущими позициями механизма. Результаты анализа сохраняются в исследуемой модели и могут быть “проиграны” в любой момент времени без необходимости повторного расчёта.

T-FLEX DOCs — управление проектами и документооборотом

Система T-FLEX DOCs предназначена для управления всей информацией об изделии, процедурах и процессах его разработки и технологической подготовки производства. T-FLEX DOCs позволяет автоматически отслеживать состояние работ над каждым документом, автоматически выдавать задания исполнителям, предоставляет данные для оценки сроков отставания от графика работы, оповещает заинтересованных пользователей о завершении отдельных этапов контролируемых бизнес- процессов.

T-FLEX DOCs является информационным ядром комплекса T-FLEX и имеет интеграционные связи с большинством программ комплекса. Это обеспечивает единое защищенное хранение всей информации (как справочных данных, так и файлов), а также распределенный доступ к ней и санкционированное использование в любом подразделении предприятия.

Благодаря глубокой внутренней интеграции с системами проектирования и подготовки производства T-FLEX CAD и T-FLEX Технология, в системе T-FLEX DOCs постоянно происходят процессы появления и преобразования структур разрабатываемых изделий, а также сведений о технологии их производства и сборки. Эти сведения могут быть переданы в различные системы управления производством.

Для обеспечения надежного и безопасного хранения данных система T-FLEX DOCs использует специальное защищенное файловое хранилище. Это позволяет полностью обезопасить хранимую информацию от любого несанкционированного доступа или намеренного повреждения. В системе отсутствуют какие-либо ограничения на структурную сложность или количество хранимых объектов. Пользователю предоставляется возможность работать в привычных понятиях: проект, изделие, архив документов, сборка, деталь, покупное изделие и т.д. Любой из хранящихся в T-FLEX DOCs объектов может быть оснащен полным набором описывающей его информации.

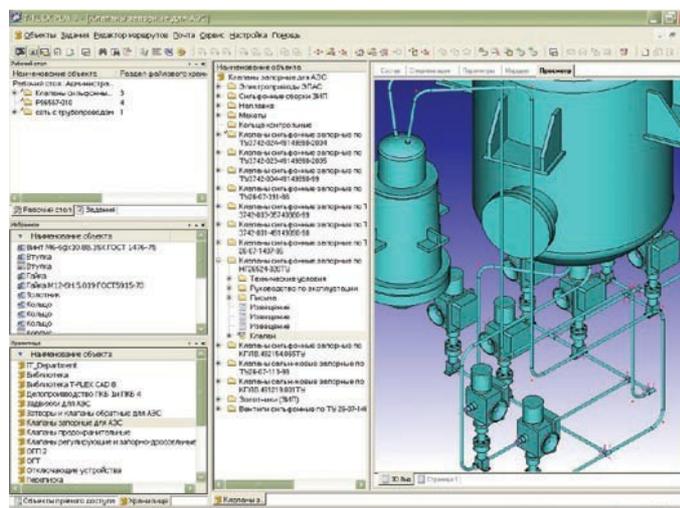


Рисунок 27 – Работа в T-FLEX DOCs

Система T-FLEX DOCs осуществляет поддержку канцелярского документооборота и имеет ряд специальных механизмов, ускоряющих выполнение большинства действий, необходимых при регистрации документов. Специальный набор канцелярских параметров может быть добавлен к любому документу системы. Использование этих данных в сочетании с механизмами маршрутизации позволяет автоматизировать контроль прохождения всех традиционных цепочек работы над документом. Кроме этого система T-FLEX DOCs предоставляет в распоряжение пользователя средства настройки механизма назначения доступа. Одним из важнейших средств T-FLEX DOCs является возможность создания, регистрации и использования отчетов принятого на предприятии вида. Система T-FLEX DOCs «умеет» представлять данные множеством различных способов: спецификации, ведомости, перечни, карточки и прочее. Механизм генерации отчетов позволяет получать итоговые документы в формате MS Word, MS Excel, T-FLEX CAD и HTML. Система T-FLEX DOCs обладает целым рядом специализированных механизмов для поддержки параметрических преобразований деталей и сборок, реализованных в системе проектирования T-FLEX CAD. Специальные методы работы системы позволяют избежать какого-либо копирования документов в процессе их использования. Полностью автоматизированный построитель структуры изделия T-FLEX DOCs автоматически отслеживает принадлежность и местоположение нужных файлов, исключая все возможные конфликтные ситуации, возникающие при их редактировании. В результате работы этого механизма в системе T-FLEX DOCs ведется автоматическое формирование структуры проектируемого изделия непосредственно в процессе его конструирования.

Одной из наиболее важных особенностей системы T-FLEX DOCs является наличие гибкой и перенастраиваемой встроенной информационной системы, на базе которой организована вся внутренняя работа с параметрами объектов и их структурой. Благодаря этому простому в использовании инструменту, система T-FLEX DOCs может быть организована для работы с данными любой необходимой пользователю структуры. Применение этих механизмов в

сочетании с широкими возможностями по настройке пользовательского интерфейса позволяют обеспечить работника всеми данными, которые необходимы ему на каждом этапе управления жизненным циклом выпускаемого изделия.

Технологическая подготовка производства

T-FLEX Технология – полнофункциональная система автоматизированного проектирования, обладающая гибкими современными средствами разработки технологических проектов любой сложности.

Система T-FLEX Технология обеспечивает автоматизированную разработку маршрутной, маршрутно-операционной и операционной технологии. С её помощью можно разрабатывать любые дискретные технологические процессы: заготовительные, механообработки, сборки, штамповки, термообработки, нанесения покрытий, литья, прессования, сварки, окраски, контроля, транспортирования и других. На основе созданных маршрутов обработки и операционной технологии система создает полный комплект документации в соответствии с ЕСТД.

T-FLEX Технология является приложением к PDM-системе T-FLEX DOCs. Благодаря этому в технологическом модуле используется необходимая технологом часть функциональности PDM. В результате создаётся единое информационно-справочное пространство для технологов и конструкторов. Например, с помощью средств T-FLEX DOCs обеспечивается работа с общими для конструкторов и технологов справочными данными. Состав изделия, а также все разрабатываемые технологии сохраняются в общей базе данных на сервере, что при соответствующем разграничении доступа к информации, позволяет организовать коллективную работу над проектами.

Кроме того, система T-FLEX Технология имеет средства обмена информацией с T-FLEX CAD. Например, при формировании текстов переходов технолог имеет возможность считывать сведения о размерах, допусках, шероховатостях и других элементах чертежа непосредственно с модели T-FLEX CAD. Это ускоряет ввод информации и уменьшает количество ошибок.

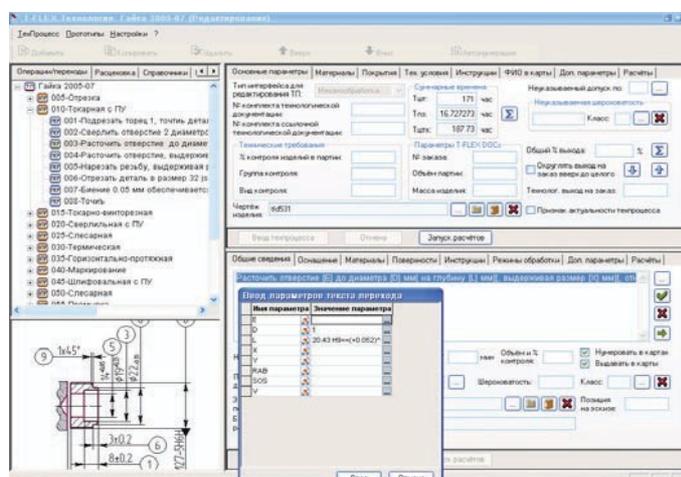


Рисунок 28 – Формирование текстов переходов в T-FLEX Технология

Для защиты от несанкционированного использования или случайного повреждения в системе T-FLEX Технология имеются развитые многоуровневые средства по защите информации. Нарботанные в диалоговом режиме технологии или их фрагменты можно сохранять как прототипы. В них могут закладываться расчеты, которые при использовании прототипа автоматически проанализируют и изменят параметры переходов и операций, находят необходимую информацию и подбирают оснащение. Сформированная таким образом база знаний становится важным информационным ресурсом предприятия. Ее использование позволяет существенно ускорить процесс принятия решений при проектировании технологических процессов и избежать ошибок при проектировании.

T-FLEX Технология формирует титульные листы, маршрутные, маршрутно-операционные и операционные карты, ведомости и другие технологические документы в не только в полном соответствии с ЕСТД. В базовую поставку входит комплект шаблонов стандартных технологических карт и ведомостей. Кроме того, пользователи имеют возможность создавать нестандартные технологические карты и другие сводные документы по стандартам предприятия.

Подготовка программ для станков с ЧПУ

Модуль T-FLEX ЧПУ обеспечивает создание программ для контурной и объёмной обработки заготовок, визуализацию траекторий обработки и движения инструмента. Модуль обладает широкими возможностями настройки под конкретное оборудование. Как и остальные модули комплекса, T-FLEX ЧПУ полностью интегрирован с системой T-FLEX CAD.

T-FLEX ЧПУ может поставляться в различных конфигурациях. В базовый модуль данного приложения входят:

- ✓ редактор режущего инструмента – предназначен для задания конструкторско-технологических параметров режущего инструмента;
- ✓ редактор пользовательских машинных циклов – позволяет создавать и редактировать машинные циклов стоек управления токарной и сверлильной обработок;
- ✓ редактор постпроцессоров – предназначен для создания и редактирования пользовательских пост-процессоров для всех видов обработки;
- ✓ имитатор обработки без съема материала – служит для быстрой предварительной оценки пользователем результатов его деятельности.

К базовому модулю можно подключить любой набор из следующих методов обработки: электроэрозионной и лазерной обработки (2D, 2.5D и 4D резание); 2D, 2.5D, 3D и 5D фрезерования, точения, 2D и 5D-сверления, гравировки. Возможно также создание специализированных программ для обработки кулачков, газовой или гидроструйной резки.

Таким образом, T-FLEX ЧПУ позволяет создавать управляющие

программы для всех распространенных в машиностроении видов обработки.

Электроэрозионная и лазерная обработки

Управляющие программы, созданные в T-FLEX ЧПУ для электроэрозионной обработки, позволяют выполнять различные отверстия и пазы произвольной формы и размера, вырезаемые проволокой в заготовках матриц, штампов, шаблонов, фасонного режущего инструмента и других деталях. Лазерная обработка, основанная на съеме материала тепловым лучом, позволяет получать отверстия и пазы произвольной формы, выполнять фигурную резку деталей и заготовок, гравировать текст.

Токарная обработка

Модуль токарной обработки T-FLEX ЧПУ позволяет создавать управляющие программы для обработки наружных и внутренних поверхностей вращающихся заготовок любой сложности неподвижным инструментом, операции отрезки, осевого сверления (обычного и глубокого), нарезания резьбы резцом или метчиком, точения диаметральных и торцевых канавок и др.

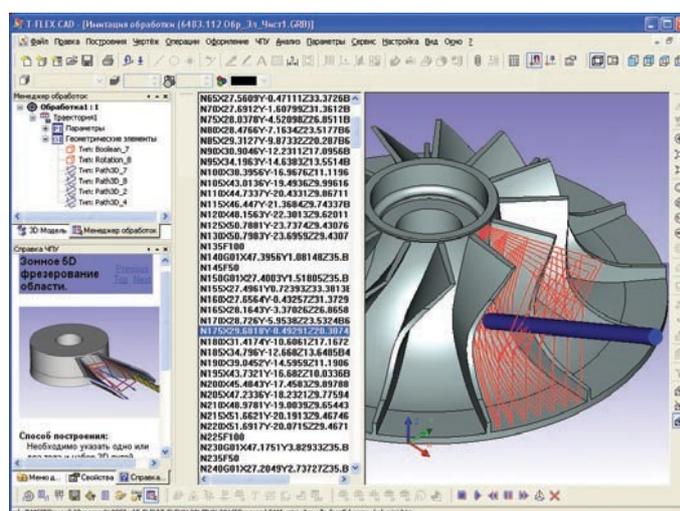


Рисунок 29 – Пример обработки в T-FLEX ЧПУ

Сверлильная обработка

В системе T-FLEX ЧПУ можно использовать заранее заготовленные циклы простого и глубокого сверления, нарезания резьбы, развертывания и другие. Система имеет ряд специализированных машинных циклов для различных стоек (OLIVETTI, BRADLEY, POWER AUTOMATION, 2C42 и других), а редактор пользовательских машинных циклов позволяет дополнить этот список.

2.5D-фрезерование и гравировка

Данный вид обработки применяется для фрезерования плоских поверхностей (контуров) произвольной формы с произвольными направляющими. Пользователь может создавать управляющие программы для фрезерования контуров, послойного фрезерования, задавать обработку различных технологических элементов (карманов, колодцев, островов и

других). При дополнительном задании геометрии для контурного фрезерования в системе T-FLEX ЧПУ можно получить управляющую программу для гравировки текста и графических изображений.

3D-фрезерование

T-FLEX ЧПУ позволяет создавать управляющие программы для зонной обработки твердых тел и их сечений (обработка ограниченной поверхности тела), выполнять различные технологические переходы (обработку колодцев, подборку ребер, расчет спиралевидной траектории для обработки тел вращения, высокоскоростное черновое и чистовое фрезерование и другие).

5D-фрезерование

Данный вид фрезерования применяется для объемной обработки поверхностей и твердых тел с расширенными возможностями определения положения инструмента относительно обрабатываемой детали. В системе возможно непрерывное и позиционное 5D-фрезерование с параметрическим определением зон фиксирования наклона инструмента.

5D-сверление

С помощью модуля пятикоординатного сверления T-FLEX ЧПУ пользователь может рассчитать траектории сверления для произвольно ориентированных в пространстве отверстий. В системе присутствует набор машинных циклов 5D-сверления, торцовки, глубокого сверления, нарезания резьбы метчиком и растачивания.

Обработка кулачков

Обработка кулачков является отдельным видом обработки, который предназначен для фрезерования секторных и замкнутых тел вращения. При этом рассчитываются концентрические проходы, расположенные в плоскостях, ортогональных к оси вращения детали. Формообразующее перемещение инструмента производится аналогично перемещению толкателя во время работы кинематической пары.

T-FLEX NC Tracer - система имитации обработки со съемом материала.

Существует три версии системы T-FLEX NC Tracer, различающиеся типом визуализируемых обработок:

- ✓ ***T-FLEX NC Tracer 2D*** – имитация токарной обработки, с возможностью визуализации растачиваний, осевого сверления, точения канавок в осевом отверстии и т.д.;
- ✓ ***T-FLEX NC Tracer 3D*** – имитация 2.5D-, 3D-фрезерования и 2D-сверления;
- ✓ ***T-FLEX NC Tracer 5D*** – имитация 2.5D-, 3D-, 5D- фрезерной обработки и 2D-, 5D-сверления, включая 2D- и 3D-фрезерные обработки,

происходящие в различных, непараллельных плоскостях. Системы T-FLEX NC Tracer предоставляют возможность технологу-программисту проверить управляющие программы до начала их использования в действующем производстве. Тем самым существенно экономится время и средства на стадии доводки управляющих программ.

Открытость комплекса T-FLEX

Широкие возможности комплекса T-FLEX позволяют использовать его как платформу для создания пользовательских прикладных систем различного направления, а также обеспечить возможность обмена данными с другими программами.

Прежде всего, к таким возможностям относится возможность обмена данными с другими приложениями с помощью широкого спектра форматов данных (DXF, DWG, IGES, Rhino, Parasolid, STEP, STL, WMF и т.д.). Это позволяет согласовывать работу T-FLEX CAD практически с любым самостоятельным профессиональным приложением в области проектирования.

Однако оптимальным решением является прямая программная интеграция с системами комплекса T-FLEX, которая может быть выполнена на различных уровнях и различными средствами, в том числе с помощью прямого доступа к их внутренним функциям, а также использование технологии ActiveX. Основные системы комплекса T-FLEX: T-FLEX DOCs, T-FLEX CAD, T-FLEX Технология построены на открытых технологиях. Это позволяет расширять возможности комплекса, как силами разработчиков, так и самими пользователями. Системы комплекса имеют открытый API-интерфейс, основанный на технологии .NET, и позволяют использовать любые языки программирования (C++, Visual Basic, C#, ...), которые поддерживают данную технологию. Во всех системах есть возможность написания макросов для расширения уже имеющегося функционала. Помимо программного интерфейса, системы комплекса имеют развитые внутренние средства пользовательского интерфейса для возможности расширения функциональности систем без программирования.

Прикладные программы T-FLEX

Из ряда наиболее известных приложений к системе T-FLEX CAD можно назвать следующие:

- ✓ **T-FLEX/Раскрой** — система оптимизации раскроя листового материала;
- ✓ **T-FLEX/Штампы** — система проектирования штампов для холодной листовой штамповки;
- ✓ **T-FLEX/Пружины** — система расчета и конструирования упругих элементов;
- ✓ **T-FLEX/Пресс-формы** — система проектирования пресс-форм для литья термопластов под давлением; множество специализированных приложений, созданных в отделах САПР различных предприятий.

Системы T-FLEX применяются в технической подготовке основного производства, при создании всего комплекса необходимого инструмента и оснастки, для организации единого информационного пространства технических подразделений предприятия. Ориентируясь на продукцию фирмы «Топ Системы», предприятие может решить весь комплекс проблем, связанных с автоматизацией подготовки производства, повысить эффективность работы и обеспечить высокий уровень качества своей продукции.

3.3 СОЗДАНИЕ И ПОДГОТОВКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА.

Основываясь на анализе инструментального обеспечения АО «ПМЗ», для успешного внедрения автоматизации производства с применением станков с ЧПУ, необходимо создание системы инструментального обеспечения.

В данном пункте рассмотрены принципы и особенности организации и функционирования инструментального обслуживания на предприятии. В современных условиях рыночной экономики, когда предприятия становятся конкурентоспособными рельсы развития, важное место в эффективной работе предприятия занимает ряд таких понятий, как оперативность, бесперебойность, надежность. Именно эти постулаты относятся и к инструментальному хозяйству и обслуживанию. Ведь, от оперативной и качественной поставки инструмента и технологической оснастки с минимальными затратами на рабочие места основного производства, зависит выпуск продукции, а затем и доход от ее реализации.

1. Задачи и состав инструментального обслуживания

Важная роль в бесперебойном обеспечении предприятия необходимыми инструментами и оснасткой принадлежит инструментальному хозяйству. В процессе решения этой задачи службы инструментального обслуживания и хозяйства осуществляют:

- ✓ своевременное изготовление и бесперебойное снабжение предприятия качественными и высокопроизводительными инструментами с оснасткой;
- ✓ поддержание инструмента и оснастки в работоспособном состоянии;
- ✓ рациональное обслуживание рабочих мест оснасткой;
- ✓ совершенствование форм организации управления инструментальным хозяйством.

Задачи и объем работ по организации инструментального хозяйства определяются особенностями основного производства - сложностью выпускаемой продукции, используемым оборудованием. Вместе с тем от уровня организации этого хозяйства и качества инструмента зависит интенсивное использование оборудования, технологические параметры его работы, уровень производительности труда и т.д.

Сложность организации, планирования производства и эксплуатации инструментов обуславливается огромной номенклатурой оснастки, высоким требованиям к ее качеству и стойкости и большим влиянием инструментального хозяйства на экономику предприятия.

Работа по обеспечению инструментами и технологической оснасткой выполняется подразделениями инструментального хозяйства и ведется по двум направлениям:

- инструментальное производство;
- инструментальное обслуживание.

Задачи инструментального хозяйства:

- ✓ обоснование потребности в различных видах инструмента;
- ✓ определение степени потребительской удовлетворенности в инструменте;
- ✓ проектирование специального инструмента;
- ✓ выбор формы обеспечения инструментом (получения со стороны или собственного производства);
- ✓ организация ИТС инструмента;
- ✓ организация хранения инструмента;
- ✓ ремонт и заточка инструмента, определение возможности его восстановления и модернизации.

Инструментальное хозяйство предприятия включает производственные звенья (участок, цех инструментального хозяйства) - инструментальный цех по изготовлению инструмента, складские и комплектующие подразделения (центральный инструментальный склад и инструментально раздаточные кладовые цехов), подразделения по восстановлению и ремонту инструмента, подразделения по инструментальному обеспечению рабочих мест. Деятельность этих служб возглавляются и координируются соответствующими подразделениями аппарата управления в состав, которого входят конструкторы, технологические группы, спецслужбы, организаторы, экономисты, т.е. все специалисты, занимающиеся инструментообеспечением производства.

Основным звеном инструментального хозяйства на предприятии является инструментальный цех, на который возлагаются задачи по изготовлению специнструмента, оснастки для основной продукции, изготовление инструмента, ремонта оснастки.

Начальник инструментального цеха в административном отношении подчиняется главному инженеру и функционально - начальнику инструментального отдела.

Подготовку и управление производством цеха осуществляют службы:

- ✓ технолого-нормировочное бюро - технологическую подготовку;
- ✓ плановое бюро - внутрицеховое оперативное планирование и диспетчирование.

Обслуживание по линии технико-экономического планирования осуществляет экономист цеха.

Хранение и комплектация инструмента осуществляется в ряде звеньев. В организации эксплуатации инструмента большую часть всей роли играет центральный инструментальный склад (ЦИС). Он обеспечивает прием, хранение, регулирование запасов и выдачу инструмента цехам. ЦИС состоит из отделений, специализирующихся на группах инструментов. Нормальный (универсальный) инструмент располагается по типоразмерам, специальный - по изделиям, деталям и операциям. Кроме хранения, учета и регулирования запасов в ЦИСе ведется постоянная работа по снабжению инструментом цеховых инструментально-раздаточных кладовых (ИРК) в пределах установленных лимитов.

Инструментально-раздаточные кладовые организуются в основных и вспомогательных цехах для обеспечения рабочих мест инструментом и своевременной замены притупившегося или пришедшего в непригодность инструмента. Затупившийся инструмент ИРК обменивает в отделении заточки инструмента на заточенный и снабжает им рабочих. Пришедший в непригодность инструмент направляется в сортировочный пункт для проверки возможности дальнейшего его использования. ИРК ведет ежедневный учет расхода и движения инструмента на специальных инструментальных картах (лимитно-расчетные карты). Снабжение рабочих мест инструментом является одной из основных функций ИРК.

Структура управления инструментальным хозяйством состоит в следующем: начальник цеха в подчинении главного инженера.

Начальнику цеха подчиняются:

- ✓ табельщик;
- ✓ экономист.

Бюро технологической подготовки (зам. начальник цеха, технологи, нормировщики, конструкторы):

- ✓ ИРК (зав. ИРК, раздатчики);
- ✓ ремонтная база (слесари и прочие рабочие).

Планово-диспетчерское бюро (планировщики, учетчики, кладовщики, мастера).

На вершине структуры инструментального хозяйства стоит инструментальный отдел, который непосредственно подчиняется главному инженеру или технологу. Он выдает задание на проектирование, производство или изобретение технологической оснастки, осуществляет обзор за эксплуатацией оснастки. Начальник инструментального отдела несет ответственность за:

- ✓ несвоевременное составление и предоставление заявок на все виды инструментов;

- ✓ несвоевременное и неполное обеспечение цехов предприятия всеми видами инструментов;
- ✓ использование фондов на материалы и покупные инструменты;
- ✓ неэкономичное расходование инструмента;
- ✓ несвоевременную подготовку материалов к заключению договоров на поставку инструмента, а также качество этой продукции;
- ✓ состояние трудовой и производственной дисциплины.

2. Классификация и индексация оснастки

Условием рациональной организации и экономического использования инструмента является его четкая классификация. Это необходимо для выбора односложного и взаимозаменяемого инструмента, конструкторски и технически сходных его видов при подборе партии одновременно изготавливаемой оснастки, организации его хранения и т.д. Особое значение классификация инструмента имеет для выявления степени применимости различных видов и обоснование различных форм его получения и изготовления.

По степени применимости выделяют инструменты: общепромышленного, группового и внутривзаводского потребления.

По характеру использования различают универсальный (нормальный, стандартный) и специальный инструменты. Специальный инструмент - производится в инструментальных цехах. Универсальный - должен приобретаться через отделы снабжения у инструментальных заводов или изготавливаться в инструментальных цехах в тех случаях, когда его невозможно получить со стороны.

Значительное число групп, типов, видов осложняет планирование, снабжение и учет. Для этого проводится классификация-группировка по типовым структурным, конструкторским и технологическим признакам.

По назначению инструмент классифицируют на:

- ✓ обрабатывающий;
- ✓ контрольно-измерительный;
- ✓ технологическую оснастку.

Каждый вид инструмента делится на классы. Технологическая оснастка делится на приспособления, штампы, линейную оснастку. Каждый класс делится на подклассы, группы, подгруппы, секции. Номенклатура универсального инструмента устанавливается централизованно и определяется ее стандартами.

В настоящее время наиболее распространена десятичная система классификации. В каждом классифицируемом подразделении выделяется десять групп. На основе классификации осуществляется индексация инструментов - присвоение каждому виду инструмента определенного

условного обозначения. Индекс каждого инструмента состоит из 8 знаков. Первые 4 знака - класс, подкласс, группа, подгруппа и т.д.

В целях предупреждения и излишнего расширения номенклатуры и типоразмеров оснастки в инструментальном производстве ведется постоянная работа по стандартизации инструмента. Здесь выявляются возможности сокращения их номенклатуры и расширения использования универсально-сборочных приспособлений.

3. Организация эксплуатации инструмента

Весь инструмент, изготовленный инструментальными цехами, должен храниться в ЦИС. Громоздкий инструмент передается непосредственно в цех с соответствующим оформлением документов через ЦИС.

Инструмент, поступающий со стороны, принимается с сопроводительными документами (накладные), при приеме - число его проверяется работниками ЦИС, качество - контрольным пунктом ОТК в ЦИС. Инструмент, поступающий из инструментального цеха, принимается по накладным и качественной приемке в ЦИС не подлежит.

ЦИС подразделяется на отделения, в каждом из которых хранится инструмент определенного класса в стеллажах и шкафах соответствующей конструкции.

Инструмент распределяется по стеллажам внутри отделения в следующем порядке:

- ✓ универсальный инструмент - по индексам в порядке возрастания;
- ✓ специальный инструмент - по номерам изделий, деталей, операций.

В одной ячейке стеллажа должен храниться инструмент одного типоразмера или для одной детали-операции. Места хранения инструмента должны быть пронумерованы: нумеруют стеллажи, полки и ячейки каждого стеллажа. Для лучшей освещенности стеллажи должны размещаться перпендикулярно окнам.

Раскладке по стеллажам подлежит только годный инструмент. Инструмент, для которого требуется ремонт или восстановление, должен отправляться в инструментальный цех или на базу восстановления.

На каждый типоразмер инструмента заводится учетная карта. Учет прихода ведется на основании документов, поступающих вместе с партией инструмента, а учет расхода - по документам выдачи инструмента цехам.

В этой же карте проставляется обозначение места хранения и размеры запасов в ЦИС. Выдача инструмента цехам производится в пределах установленного для каждого цеха лимита. Инструмент должен выдаваться в тех количествах, в которых изношенный или поломанный инструмент был сдан цехом на базу восстановления или в утиль в соответствии с актом убыли.

4. Организация работы инструментально-раздаточных кладовых

Основными документами ИРК являются:

- получение инструмента из ЦИС;
- его хранение и учет;
- выдача на рабочие места и приемка обратно;
- проверка;
- отправка на восстановление.

Порядок хранения инструмента в ИРК аналогичен порядку хранения в ЦИС. Специальный инструмент располагается по стеллажам по деталиеоперациям или рабочим местам; в мелкосерийном и единичном производстве - по индексам инструмента.

Инструмент, которому требуется заточка, ремонт или проверка, должен храниться в ИРК отдельно от годного инструмента.

Учет инструмента в ИРК ведется по картам учета. Приходуется инструмент на основании требований, накладных, лимитных карт. Списания в расход определяется на основании актов убыли, в которых указаны причины преждевременного выхода инструмента из строя. По этим актам изношенный инструмент сдается на базу восстановления. Учетные карты хранятся в картотеке в порядке индексов.

5. Учет выдачи инструмента

Выдача инструмента на рабочие места производится по различным системам. Инструмент долговременного пользования выдается рабочему по разрешению мастера и записывается в инструментальную книжку, которую рабочий получает при поступлении в цех; второй экземпляр этой книги хранится в ИРК. Выдача инструмента кратковременного пользования производится по одно-, двух-марочным системам, а также по системам письменных требований. При одно-марочной системе рабочему несколько (5-10) инструментальных марок с его табельным номером; об этом делается запись в инструментальную книгу. Рабочий сдает инструментальную марку в ИРК, а взамен получает инструмент. Его марку кладут в ту ячейку, из которой был взят инструмент. При двух-марочной системе дополнительно имеются инструментальные марки с индексом инструмента, хранящиеся вместе с инструментом. При выдаче инструмента, марку рабочего кладут в ячейку, из которой берется инструмент, а марку с индексом вынимают из ячейки и вывешивают на контрольную доску на номер рабочего, получающего инструмент. Эта система позволяет в любой момент установить, какой инструмент числится за тем или иным рабочим и какие рабочие пользуются данным инструментом.

Система письменных требований заключается в том, что у рабочего имеется книжка с отрывными бланками требований; в них он записывает

нужный ему инструмент и передает их в ИРК. После выдачи ему инструмента требования вводят в картотеку, которая ведется в порядке табельных номеров рабочих. При возвращении инструмента в ИРК письменное требование возвращается рабочему, а в соответствующей картотеке инструмента делается отметка о возврате.

В массовом и крупносерийном производстве при наладке оборудования рабочими-наладчиками применяется жетонная система. Жетоны выдаются наладчику и основному рабочему. Инструмент для наладки оборудования получает наладчик по своему жетону. После наладки он сдает инструмент основному рабочему и взамен получает от него жетон. Затем наладчик сдает в ИРК жетон рабочего и получает из ИРК свой жетон.

Доставка инструмента из ИРК на рабочие места может проводиться по активной пассивной системам. При активной форме инструмент подается и возвращается в ИРК вспомогательными рабочими, а при пассивной - самими рабочими, пользующимися инструментами. Смена инструмента может быть принудительной и по требованию. В первом случае инструмент меняется через промежуток времени, равный нормативной стойкости между двумя очередными переточками. При втором случае, инструмент обменивается при появлении первых признаков поломки (износа).

Весь инструмент, поступивший в ИРК с рабочих мест должен подвергаться технической проверке на контрольно-проверочном пункте. Проверка инструмента долговременного пользования производится периодически контролерами ОТК.

6. Организация восстановления инструмента

Восстановлению подлежит изношенный, поломанный и вышедший из употребления режущий, измерительный и вспомогательный инструмент, а также базовые детали пресс-форм, штампов и др. Выдача нового инструмента производится только в обмен на изношенный, поломанный или вышедший из употребления инструмент того же типа и размера в количестве, сданном на приемно-сортировочный пункт (ПСП). Восстановление производится, централизованно, силами специального подразделения (базы). База восстановления технологической оснастки состоит из ПСП и участка восстановления. Как правило, восстановленная технологическая оснастка должна соответствовать техническим условиям на новую.

В результате функционирования системы восстановления технологической оснастки на предприятии увеличивается обеспеченность рабочих мест дублерами технологической оснастки без увеличения общих сумм затрат на нее, сокращаются затраты изготовления дублеров, уменьшается расход инструментальных материалов, энергии и трудовых ресурсов, занятых в инструментальном производстве; сокращается цикл инструментальной подготовки производства новых изделий.

Система планово-предупредительного ремонта оснастки - это комплекс запланированных организационно-технических мероприятий по техническому надзору за эксплуатацией. Уходу и ремонту технологической оснастки, направленных на предотвращение ее износа и случайных отказов, производительности.

Принципиальное отличие ремонта от восстановления состоит в том, что при ремонте изменение размеров детали происходит в сторону направления износа, а при восстановлении в противоположную сторону до прежних размеров. ППР целесообразен для следующих видов технологической оснастки: приспособления к металлорежущим станкам, штампы всех видов, пресс-форм и т.д.

Принцип организации ППР:

1. Специализированные инструментально-ремонтные участки (мастерские) выполняют все виды плановых ремонтных работ (кроме капитальных ремонтов).
2. В инструментальном цехе централизованно проводят капитальные ремонты технологической оснастки, изготавливают запасные детали и узлы к ней.
3. Качество выполнения любых работ по ППР ТО контролируют на контрольно-измерительных пунктах.
4. Вся технологическая оснастка после выполнения ремонта подлежит испытаниям в соответствии с принципами и в порядке установленном системой испытаний.
5. Затраты по восстановлению обычно составляют 40-60% от стоимости инструмента; 30-40% может быть покрыто за счет потребности в инструменте.

Существуют следующие методы восстановления и ремонта инструмента:

- припаивание пластин (приваривание);
- технология соединений;
- использование глубокого холода;
- хромирование, фосфатирование, борирование деталей;
- электросварка, наплавка;
- применение электрофизических методов (гальванопокрытие).

7. Технический надзор за эксплуатацией

Для обеспечения нормальной эксплуатации инструмента в производственных цехах в системе инструментального хозяйства организуется служба технического надзора.

В задачу этой службы входит:

- контроль за условиями эксплуатации инструмента на рабочих местах;
- установление причин поломок и преждевременного выбытия инструмента, принятие через мастеров и начальников цехов оперативных мер по устранению

и предупреждению обнаружения неполадок в процессе производства, а через руководителей инструментального отдела дефектов инструмента по вине инструментальных цехов и внешних поставщиков.

Функции технического надзора осуществляют специалисты контролеры - инструментальщики инструментального отдела или цеха, закрепленные за производственными цехами. При поломках и преждевременном выбытии инструмента они составляют об этом акт и доводят их до сведения мастеров и начальников цехов, центрального инструментального склада и начальника инструментального отдела для принятия соответствующих мер.

8. Техничко-экономические показатели деятельности инструментального хозяйства. Пути усовершенствования инструментального обслуживания

Основными задачами ТЭП в инструментальном цехе являются: разработка показателей по цеху, учет выполнения плановых заданий, систематический анализ работы цеха и т.д.

Показатели делятся на: утверждаемые инструментальными и планово-экономическими отделами и расчетные.

Результаты инструментального цеха выливаются в показатели:

- объем производства;
- основная номенклатура;
- фонд заработной платы;
- смета затрат на производство;
- удельный вес затрат на инструмент (в себестоимости);
- уровень потерь от простоев рабочих и оборудования вследствие несвоевременного обеспечения рабочих мест оснасткой;
- состояние запасов оснастки.

Главные направления усовершенствования инструментального обслуживания заключаются в следующем:

- централизация и специализация изготовления оснастки;
- внедрение прогрессивной техники и технологий;
- сокращение номенклатуры применяемого инструмента за счет повышения уровня стандартизации;
- расширение объемов восстановления оснастки;
- совершенствование планирования учета на базе применения вычислительной техники.

Внедрение системы АСУП «Инструментальное обслуживание» преследует цель современного обеспечения цехов качественной технологической оснасткой в полном комплекте при минимальных затратах.

Здесь решаются следующие задачи:

- оперативное управление инструментальными подразделениями, подготовка планов запуска и выпуска оснастки, учет и контроль их выполнения;
- определение потребности в оснастке;
- учет движения оснастки на складах и оснастки в оборотной эксплуатации;
- учет выполнения плана поставок.

Большое значение должно уделяться сравнительному технико-экономическому анализу показателей инструментального производства, таких как: материалоемкость, стойкость и себестоимость в сравнении с соответствующими показателями других предприятий.

9. Потребность предприятия в инструменте и технологической оснастке

Потребность предприятия в инструменте и технологической оснастке (далее в инструменте) складывается из расходного и оборотного фондов.

Расходный фонд - это годовая потребность в инструменте для выполнения запланированного объема и номенклатуры продукции. Расчет потребности по каждому виду инструмента ведется по утвержденным нормам расхода и годовой производственной программы.

Оборотный фонд - запас инструментов ($Z_{об}$) для обеспечения нормальной работы производства, образующийся:

- из складских запасов в ЦИСе и ИРК ($Z_{скл}$);
- эксплуатационного фонда на рабочих местах (Z_p);
- инструментов в заточке (Z_z);
- инструментов в ремонте ($Z_{рем}$);
- инструментов на контроле (Z_k).

$$Z_{об} = Z_{скл} + Z_p + Z_z + Z_{рем} + Z_k \quad (10)$$

Размер запасов в основном устанавливается по системе "максимум-минимум", то есть каждый вид инструментов имеет три нормы запаса:

- максимальный Z_{max} ;
- минимальный Z_{min} ;
- запас в "точке заказа" $Z_{m.з}$.

Эти нормы запаса рассчитываются по формулам:

$$Z_{max} = R_{дн} T_{пз} + Z_{min}; \quad (11)$$

$$Z_{min} = R_{дн} T_{с.изг}; \quad (12)$$

$$Z_{м.з} = R_{дн} T_{н.изг}, \quad (13)$$

где $R_{дн}$ - среднедневная потребность ИРК цехов в данном инструменте (шт);

$T_{п.з}$ - периодичность пополнения запаса (дн.);

$T_{с.изг}$ и $T_{н.изг}$ - время срочного и нормального изготовления партии инструментов или приобретения партии покупных инструментов (дн).

Запас точки заказа ($Z_{м.з}$) отражает такую величину запаса, при которой должен выдаваться заказ на изготовление или приобретение инструментов. Объем партии заказа ($Z_{нарт}$) равен

$$Z_{нарт} = Z_{max} - Z_{min}. \quad (14)$$

Заключение

Итак, мы рассмотрели организацию инструментального хозяйства на предприятии.

Инструментальное хозяйство, без сомнения, является очень важным для бесперебойного обеспечения предприятия необходимыми инструментами и оснасткой. Поэтому рациональная организация работы инструментального хозяйства необходима для рентабельной работы предприятия. Из этого можно сделать вывод, что от качества инструмента зависит интенсивное использование оборудования, технологические параметры его работы, уровень производительности труда.

Приоритетным направлением в развитии инструментального хозяйства является его постоянное усовершенствование, которое заключается в следующем:

- ✓ инструментальное обслуживание оснастка техника
- ✓ централизация и специализация изготовления оснастки;
- ✓ внедрение прогрессивной техники и технологий;
- ✓ сокращение номенклатуры применяемого инструмента за счет повышения уровня стандартизации;
- ✓ расширение объемов восстановления оснастки;
- ✓ совершенствование планирования учета на базе применения вычислительной техники.

Все это поможет снизить расходы на содержание этого хозяйства и повысить производительность труда, а, соответственно, и прибыль предприятия.

3.4 РЕШЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ.

Создание Плана внедрения станков с ЧПУ в нескольких этапах. Решение организационных вопросов, связанных с предстоящим внедрением. Создание технологической планировки Механического Цеха с расстановкой и указанием места установки оборудования.

На практике не всегда в полной мере удается реализовать потенциал, заложенный в современное оборудование с ЧПУ.

Опыт поставщиков оборудования с ЧПУ, например, за последние десять лет показывает, что основные причины заключаются в следующем:

- сложность реализации процесса комплексного внедрения как во всех подразделениях, занятых подготовкой производства, так и в конструкторских подразделениях;
- невозможность замены всего оборудования, занятого производством изделия, одновременно. Для этого потребуется либо остановить существующее производство и в результате прекратить выпуск продукции, что в принципе неприемлемо, либо построить новое производство.

Новое производство, конечно, создать можно, но это потребует:

- производственных площадей;
- персонала: конструкторов и технологов, обладающих знаниями соответствующих программных средств, рабочих со знаниями и опытом работы на новых станках с ЧПУ;
- привлечения огромных финансовых ресурсов, что экономически оправданно только для организации выпуска новых, перспективных изделий.

Поэтому замена оборудования в действующем производственном цикле проводится поэтапно в соответствии с появлением производственной необходимости и возможности реализации. Таким образом, и станки, и программные средства внедряются локально, а производственный процесс включает в себя как новые, так и старые технологии.

Знание основных моментов, связанных с внедрением современного оборудования с ЧПУ в действующий технологический цикл, позволит избежать ошибок на нелегком пути модернизации. Тем более, есть множество примеров успешного решения этой сложной задачи.

Демонтаж старого и монтаж нового технологического оборудования

Внедрение станков с ЧПУ в механическом цехе приведет к необходимости демонтажа старых универсальных станков и монтажа новых станков с ЧПУ. Однако пока речь идет о станках с ЧПУ токарной группы. Как уже было отмечено ранее, это связано с тем, что примерно 80 процентов всех деталей, изготавливаемых в механическом цехе для крановой продукции, составляют тела вращения. В разделе «Выбор станков с ЧПУ» приведен подробный анализ номенклатуры, типоразмеров и конструктивных особенностей таких деталей.

На сегодняшний день пока не принято решение о использовании

демонтируемых станков токарной группы. По предварительным расчетам, часть из них, находящаяся в хорошем техническом состоянии, будет использована для подготовки технологических баз для станков с ЧПУ (будет создан участок подготовки баз для всех внедряемых на производстве станков с ЧПУ). Наиболее изношенные и устаревшие морально станки будут утилизированы или проданы малым производствам типа СТО, ремонтных участков и т.п. Завод ведет постоянную подготовку и переподготовку кадрового состава для механического и других цехов. Планируется создание учебно-производственного участка, где и будет использована часть демонтированных токарных станков.

По типовым нормативам, монтаж нового технологического оборудования в механическом цехе составит примерно 0,4 процента от стоимости приобретаемых станков с ЧПУ. Значительно меньшую сумму составят затраты на демонтаж старого оборудования. Это связано с тем, что большинство универсальных станков токарной группы имеют массу до десяти тонн. Такие станки устанавливаются на виброопоры и их демонтаж, при наличии в цехе необходимого кранового оборудования, не будет трудоемким.

Ранее было доказано, что для перспективной программы выпуска крановой продукции на заводе в механическом цехе возможно внедрение двух альтернативных вариантов. По первому варианту, необходимая производительность при перспективной программе для деталей типа тел вращения может быть обеспечена за счет закупки 37 универсальных станков токарной группы, вместо необходимых для сегодняшнего дня 17 станков такого же типа.

При внедрении второго варианта, для реализации перспективной программы изготовления деталей типа тел вращения, потребуется приобретение всего одиннадцать токарных центров с ЧПУ.

Второй вариант, основанный на применении станков с ЧПУ, принят нами за основу. Такой подход не потребует расширения существующих площадей механического цеха. Его внедрение, практически не отразится на инфраструктуре завода, приведенной выше. Основа существующей сегодня на заводе системы электроснабжения, теплоснабжения, канализации, водоснабжения и т.п. останется прежней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследовав существующие технологии изготовления машиностроительных конструкций, оценив производственные возможности АО «ПМЗ», был выявлен ряд проблем, с которым столкнулось нынешнее производство. Это морально и физически устаревшее оборудование, недостаточность высококвалифицированных кадров, отсутствие системы автоматизированного проектирования, и инструментального обеспечения.

Для решения существующих вопросов был разработан эргономичный и гибкий производственный процесс, включающий в себя: замену существующих универсальных станков на высокотехнологичные станки с ЧПУ, подсчёт и обоснование необходимого количества станков с ЧПУ; внедрение системы автоматизированного проектирования на базе комплекса T-Flex; создание инструментального хозяйства с учётом потребности станков с ЧПУ, обоснование кадрового состава работников, для участия в процессе производства машиностроительных конструкций на станках с ЧПУ.

Используя гибкую технологию, основанную на станках с ЧПУ можно обеспечить:

- ✓ гибкость обработки различных заготовок в течение определенного времени;
- ✓ гибкость технологического маршрута, т.е. возможность замены станка для обработки конкретной детали, например в случае изменения производственного задания, или отказа станка;
- ✓ возможность быстрого внедрения в производство конструктивных изменений в обрабатываемых деталях;
- ✓ возможность изменений в программе выпуска конкретных деталей;
- ✓ возможность производства различных деталей и машин на одном и том же технологическом оборудовании в рамках одного предприятия.

Кроме технологических проблемы станки с ЧПУ позволяют решить еще экономические, общественные, социальные причины.

Применение данной научно-исследовательской работы на практике, является возможностью перехода от морально и физически устаревшего производства АО «Павлодарский машиностроительный завод» к новому, автоматизированному, гибкому производству в условиях действующего производства, то есть без остановки либо приостановки существующего.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Гибкие производственные комплексы/под ред. П.Н. Белянина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
- 2 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т./под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 656 с.
- 3 Основы автоматизации производства / под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1995. – 312 с.
- 4 Проектирование автоматизированных участков и цехов / под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1992. – 272 с.
- 5 Проектирование механосборочных цехов/под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
- 6 Станочное оборудование ГПС: справочник / под ред. Е.С. Пуховского. – Киев: Высшая школа, 1990. – 175 с.
- 7 Обработка металлов резанием: справочник технолога / под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1995. – 736 с.
- 8 РТМ2-Н80-3-80. Типовые проекты участков настройки инструментов вне станка и обслуживание инструментом участков станков с ЧПУ. – М.: Изд-во НПО "Оргстанкинпром", 1981. – 162 с.
- 9 Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 588 с.: ил.
- 10 Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие / Ю.А. Бондаренко, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, М.А. Федоренко – 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2009. – 292 с.
- 11 Станки с программным управлением. Справочник. М., Машиностроение, 1975. – 288 с.: ил.
- 12 Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб. Пособие / Е.Э.Фельдштейн, М.А. Корниевич. – 3-е изд., доп. – Минск: Новое знание, 2008. – 299 с.: ил. – (Техническое образование).
- 13 Операционная технология обработки деталей общемашиностроительного применения на токарных станках с ЧПУ: метод. рекомендации. – М.: Изд-во ЭНИМС, 1980. – 87 с.
- 14 Токарь-универсал / Т.А. Багдасарова. - М.: «Академия», 2007. - 288 с.
- 15 Современные системы ЧПУ и их эксплуатация / М.А. Босинзон. - М.: «Академия», 2009. – 192 с.
- 16 Технология машиностроения / В.М.Виноградов. - М.: «Академия», 2006. – 176 с.

- 17 Обработка деталей на станках с ЧПУ / Е.Э. Фельдштейн. – Минск: «Новое знание», 2008.- 299 с
- 18 Автоматизация технологических процессов / В.Ю.Шишмарев. - М.: «Академия», 2007. -352 с.
- 19 Автоматизация производственных процессов в машиностроении / В.Ю. Шишмарев.- М.: «Академия», 2007. – 368 с.
- 20 Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов/ Л.Н.Грачев, В.Л.Косовский, А.Н.Ковшов. – М.: Высшая школа, 1987. – 271 с.
- 21 Работа оператора на станках с программным управлением/ А.Г.Схиртладзе. - М.: «Академия», 2000. -175 с.
- 22 Металлорежущие станки / Б.И.Черпаков, Т.А. Альперович. - М.: «Академия», 2003. – 368 с.
- 23 Автоматизация производства (металлообработка) / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д.Чудаков. - М.: «Академия» , 2004. – 256 с.
- 24 Официальный сайт компании «Топ Системы», <http://www.tflex.ru/>
- 25 Web-сервер журнала САПР и графика,
<http://www.sapr.ru/article.aspx?id=20870&iid=950/>
- 26 Автоматизированное рабочее место в системе управления предприятием, Сборник научных трудов, Ленинград, 1989г.
- 27 В.В.Шураков. Автоматизированное рабочее место для статической обработки данных, 1990г.
- 28 И.Л.Кантарь. Автоматизированные рабочие места управленческого аппарата, 1990г.