Оглавление

[Глава 1. Что такое технологическая оснастка? 2](#_Toc4416006)

[1.1. Технологическая оснастка 3](#_Toc4416007)

[1.2. Классификация технологических оснасток 4](#_Toc4416008)

[Глава 2. Бизнес функциональные требования к разрабатываемой системе 9](#_Toc4416009)

[2.1. Назначение документа 11](#_Toc4416010)

[2.2. Термины и определения 11](#_Toc4416011)

[2.3. Предпосылки создания программного продукта 13](#_Toc4416012)

[2.3.1. Потребности 13](#_Toc4416013)

[2.3.2. Целевой сегмент – потребители 15](#_Toc4416014)

[2.4. Краткое описание Системы 15](#_Toc4416015)

[2.5. Требования к Системе 16](#_Toc4416016)

[2.5.1. Функциональные требования 16](#_Toc4416017)

[2.5.2. Основные требования к визуальному интерфейсу 17](#_Toc4416018)

[2.6. Сценарий использования Системы 18](#_Toc4416019)

[Глава 3. Постановка задачи 33](#_Toc4416020)

[1. Содержательная постановка 34](#_Toc4416021)

[2. Концептуальная постановка 35](#_Toc4416022)

[3. Математическая постановка 36](#_Toc4416023)

[Глава 4. Проектирование базы данных 42](#_Toc4416024)

[Список литературы 50](#_Toc4416025)

**Глава 1. Что такое технологическая оснастка?**

С каждым годом в современное машиностроение вносятся такие технологии, которые бы обеспечили снижение себестоимости продукции и повышение производительности труда. Оно отличается от машиностроения, которое было 10-20 лет назад. В настоящее время данная отрасль основывается на наукоёмких, компьютерных технологиях. В этом и заключается главное отличие – развитие и процветание машиностроения зависит не только от имеющихся ресурсов, энергии, но и от применяемых в неё технологий.

В машиностроении используется такой термин, как технологическая оснастка - совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, транспортирования заготовок, полуфабрикатов, деталей или изделий.

Таким образом, для производства высокого качества деталей, агрегатов нужна технологическая оснастка.

Общей целью моей работы является создание модели технологической оснастки, которая объединяет в себе все виды оснастки (несмотря на их разнообразия), используемых на «Редуктор-ПМ», чтобы пользователи могли отслеживать ВСЕ процессы (жизненные циклы изделий) технологической оснастки. Проблемой является отсутствие единой БД и подхода к управлению процессами технологической оснастки на «Редуктор-ПМ». Данная тема является актуальной, так как на «Редуктор-ПМ» отсутствует общий подход управления всеми используемыми видами технологической оснастки.

* 1. **Технологическая оснастка**

Технологическая оснастка – весь комплекс механизмов и инструментов, которые устанавливаются для будущих заготовок и деталей. Они необходимы для выполнения задач по сборке или транспортировке.

Различные виды технологической оснастки позволяют значительно упрощать специальную обработку деталей. Часто к такому оборудованию относятся вспомогательные устройства, которые используются при механической обработке, а также во время сборки заготовок в готовое изделие.

Использование технологической оснастки позволяет:

1. Улучшить производительность и качество собираемого продукта.
2. Понизить себестоимость выпускаемой продукции.
3. Уменьшить число нерентабельных рабочих мест.
4. Упростить условия труда и обеспечить сотрудников необходимой безопасностью.
5. Сократить число устаревшего оснащения на производственных площадях.
6. Такое оборудование может быть совершенно разным.
   1. **Классификация технологических оснасток**

ТО классифицируется по трем основным признакам:

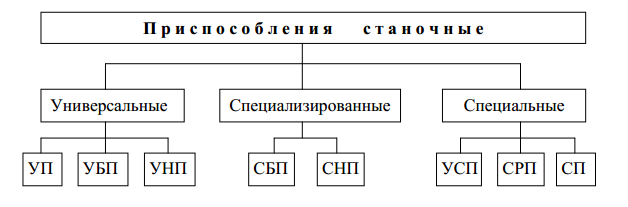
1. По целевому назначению
2. По степени специализации
3. По степени механизации и автоматизации

По ***целевому назначению*** приспособления делятся на пять групп:

1. Станочные приспособления используют для установки и закрепления обрабатываемых заготовок на станках. В зависимости от вида механической обработки различают токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и другие станочные приспособления. Они являются самой многочисленной группой и составляют 70-80% общего числа приспособлений.
2. Приспособления для крепления рабочих инструментов - характеризуются большим числом нормализованных конструкций, что объясняется нормализацией и стандартизацией самих рабочих инструментов. Приспособления первой и второй групп являются составными частями технологической системы.
3. Сборочные приспособления - используют для соединения сопрягаемых деталей и сборочных единиц, крепления базовых деталей собираемого изделия, предварительного деформирования собираемых упругих элементов (пружин, рессор и т.д.), выполнения сборочных операций, требующих приложения больших сил (клепка, вальцовка, запрессовка и т.д.) и др.
4. Контрольные приспособления применяют для контроля заготовок, промежуточного и окончательного контроля обрабатываемых деталей, а также для проверки собранных сборочных единиц и машин.
5. Приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок, применяемые в основном в автоматизированном массовом и крупносерийном производствах.

По ***степени специализации*** приспособления делятся на следующие виды:

1. Универсальные;
2. Специализированные;
3. Специальные.



**По степени специализации**

**Рисунок 1. Приспособления по степени специализации**

***Универсальные приспособления*** (УП) – применяют для установки и закрепления заготовок разных по форме и габаритным размерам, обрабатываемых на различных металлообрабатывающих станках, в единичном и мелкосерийном производствах. К ним относятся различные патроны, машинные тиски, делительные головки и т.д.

***Универсальные безналадочные приспособления (УБП)*** – используют для закрепления заготовок широкой номенклатуры и различной конфигурации. К ним относятся: универсальные патроны с неразъемными кулачками, универсальные фрезерные и слесарные тиски, поводковые патроны, центра и т.д.

**Универсальные наладочные приспособления (УНП)** – применяют для установки и закрепления определенной группы, схожих по форме заготовок деталей, обрабатываемых на токарных, фрезерных, сверлильных и др. станках. УНП состоит из двух частей: универсальной (постоянной) и наладочной (сменной).

**Специализированные безналадочные приспособления (СБП)** – используют для закрепления заготовок, близких по конструктивно-технологическим признакам, с одинаковыми базовыми поверхностями, требующих одинаковой обработки. При осуществлении однотипных операций на этих приспособлениях необходимо осуществлять регулировку отдельных элементов. К таким приспособлениям относятся: приспособления для групповой обработки деталей типа валов, втулок, фланцев, дисков, кронштейнов, корпусных деталей и т.п.

**Специализированные наладочные приспособления (СНП)** – состоят из двух частей. Первая часть - базовый агрегат, вторая часть – специальная сменная наладка. Во многих случаях базовый агрегат имеет одну или несколько вспомогательных базовых поверхностей для установки на них специальных сменных наладок, предназначенных для направления режущего инструмента, механизма зажима заготовки и других деталей и сборочных единиц. После установки сменной наладки базовый агрегат преобразуется в законченное приспособление для выполнения конкретной операции по изготовлению конкретной детали. Специальная сменная наладка проектируется и изготавливается с учетом специфики конкретной заготовки, при этом учитываются оптимальные условия ее установки в приспособлении. Типы и основные размеры СНП определены ГОС стандартами. Область применения СНП охватывает все типы серийного производства в условиях групповой обработки заготовок.

**Универсально-сборные приспособления (УСП)** – собирают из нормализованных деталей и узлов, входящих в комплект УСП. Этот комплект состоит из базовых, корпусных, установочных, направляющих, прижимных, крепежных и др. деталей и нормализованных узлов, различных по конструкции и назначению. Комплект УСП содержит 1500…25000 деталей. Из комплекта в 20000 деталей можно одновременно собрать 200…250 приспособлений, для изготовления деталей на различных станках. Изготовление приспособления из деталей УСП включает в себя: 1. Разработку схемы сборки приспособления в соответствии с видом технологической операции обработки детали и станка 2. Сборку приспособления из нормализованных деталей 3. Использование собранного приспособления для изготовления детали на станке 4. Разборку приспособления 5. Раскладку деталей УСП для хранения. Применение УСП в 2-3 раза сокращает сроки технологической подготовки производства к выпуску нового изделия. Затраты на восстановление комплекта деталей УСП за год составляют 3,5% от всей себестоимости комплекта. Основой комплекта являются гидравлические блоки. Конструктивно они выполнены в виде прямоугольных плит УСП, в корпус которых встроены гидроцилиндры двустороннего действия. Срок использования деталей и узлов УСП примерно 25 лет. УСП применяют в опытном, единичном, мелкосерийном и частично в среднесерийном типах производства.

**Сборно-разборные приспособления (СРП) –** являются разновидностью оснастки многократного применения. В СРП элементом фиксации является ***цилиндрический палец и точное отверстие*** (в УСП фиксация деталей осуществляется системой «шпонка – точный паз»). Этот способ фиксации имеет ряд эксплуатационных и технологических преимуществ: достигается более высокая точность обработки, а также жесткость системы, что позволяет работать на более высоких режимах обработки. Отверстия предназначены для фиксации на плите специальных сменных наладок, установочно-крепежных и других элементов или обрабатываемых заготовок. Кроме того, они могут быть использованы в качестве «нулевой точки» при установке приспособления на станке с ЧПУ. Также для крепления сменных наладок и др. на верхней поверхности плиты предусмотрены Т-образные пазы. Из деталей и сборочных единиц СРП разработаны два специализированных комплекта – первый комплект предназначен для оснащения сверлильных и фрезерных станков с программным управлением, второй – для многооперационных и расточных станков с ЧПУ.

**Специальные приспособления (СП)** – используют для выполнения определенной операции при обработке конкретной детали, они являются одноцелевыми. При смене объекта производства такие приспособления, как правило, приходится списывать, независимо от степени их физического износа. Эти приспособления трудоемки и дороги в изготовлении. Их изготавливают в единичном производстве, а применяют главным образом в крупносерийном и массовом производствах.

По ***степени механизации и автоматизации*** приспособления подразделяют на следующие типы:

1. Ручные

2. Механизированные

3. Полуавтоматические

4. Автоматические

Выбор приспособлений зависит от типа производства, программы выпуска деталей, формы и габаритных размеров деталей, точности их изготовления и от технических требований, предъявляемых к деталям, подлежащим изготовлению.

**Глава 2. Бизнес функциональные требования к разрабатываемой системе**

Существует определённая последовательность действий, позволяющая обеспечить определённую степень качества продукта. Эту последовательность действий можно описать следующим образом.

**1 ЭТАП - Сбор требований о требуемой системе**. На данном этапе собирается информация о потребностях компании заказчика, возможностях их удовлетворения и методах, допустимых для заказчика, пользователя программного продукта, базовых сущностях и их взаимодействиях. Формируются цели и задачи проекта.

**2 ЭТАП - Проектирование.** На основе информации, полученной на первом этапе, выбирается платформа для развертывания системы, языки программирования, на которых система будет реализована, система управления базами данных, каналы передачи информации между компонентами системы, а также пользователями. Формируются требования к технической и аппаратной частям, комплекс организационных материалов, а также ответственные за приобретение, установку и настройку оборудования.

**3** **ЭТАП – Реализация программного продукта** в соответствии с методологией и этапами, соблюдаемыми в компании разработчика. В разработке используют экспертные оценки, анализ, эксперименты. В ходе реализации появляются прототипы различного назначения: экспериментальные, презентационные, рабочие; различного масштаба: от реализации одной функции до прототипа крупного модуля и даже системы. Завершающей частью этого этапа является выпуск работающего продукта, соответствующего заявленным характеристикам.

**4 ЭТАП – Тестирование.** В первую очередь к тестированию приступают сотрудники компании-разработчика, желательно, не участвующие в этапе реализации. Они производят максимально возможную проверку всех модулей программного продукта перед сдачей его на тестирование заказчику. Лишь убедившись в работоспособности системы, её устойчивости и стабильности её работы, можно предавать программный продукт заказчику до следующего этапа.

**5 ЭТАП – Передача программного продукта в опытную эксплуатацию.** На этом этапе производится установка программного продукта на оборудование заказчика, желательно, чтобы оно соответствовало требованиям, предъявленным ранее, в ином случае появляется необходимость оговаривать новые требования к системе до появления необходимого программно-аппаратного обеспечения. Производится обучение работе с системой сотрудников заказчика, участвующих в этапе пробной эксплуатации. Если в ходе опытной эксплуатации не было выявлено существенных недостатков и недоработок в системе, этап завершается сдачей программного продукта.

Вся перечисленная последовательность действия основывается на этапе сбора требований. Ведь чем дальше зайдет ошибка в работе над проектом, тем дороже обойдется её исправление. Поэтому столь пристальное внимание уделяется первому этапу. Одной из частей первого этапа является составление бизнес функциональных требований (БФТ) к разрабатываемой системе. Процесс составления БФТ является важным этапом, как для заказчика, так и для разработчика. В ходе этого процесса заказчик, благодаря помощи сотрудников компании-разработчика, определяется со своими потребностями и сообщает разработчику. Тот в свою очередь оценивает сроки и затраты на данный проект, а также возможность его исполнить. Если заказчик и исполнитель смогли договориться основным пунктам, формируются соответствующие документы для дальнейшей работы над проектом. В данной работе будут предоставлены лишь некоторые обязательные пункты.

* 1. **Назначение документа**

Назначение данного пакета требований к системе управления жизненным циклом технической оснастки (далее ТО), используемых на «Редуктор-ПМ» (далее Система) состоит в описании требований к данной Системе.

В данном документе отражено следующее:

* Краткое описание разрабатываемой системы
* Функциональные требования к Системе
* Требования к пользовательскому интерфейсу
* Требования к отчётности
* Требования к нагрузке на Систему.
  1. **Термины и определения**

Использованы термины согласно ГОСТ 3.1109-82 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения»:

* ***Технологическая оснастка* -** средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.  
  Примеры ТО: режущий инструмент, штампы, приспособления, калибры, пресс-формы, модели, литейные формы и т.д.
* ***Жизненный цикл*** - это не временной период существования, а процесс последовательного изменения ее состояния, обусловленный видом производимых на нее воздействий. Реально существование продукции как таковой начинается после окончания ее изготовления, т.е. практически ее жизненный цикл ограничивается стадией эксплуатации (применения). Но стадии [разработки](javascript:void(9719)) и производства являются определяющими. Поэтому началом жизненного цикла продукции условно считают формирование исходных требований к ней. И хотя на начальных этапах работ продукция, как правило, существует только в виде замысла, [требований](javascript:void(21350)), [технической документации](javascript:void(9773)), считается, что ее жизненный цикл уже начался. Первым уровнем деления жизненного цикла продукции является деление его на стадии жизненного цикла.
* ***Стадия жизненного цикла*** – часть жизненного цикла продукции, характеризуемая определенным состояние продукции, видом предусмотренных работ и их конечными результатами. В общем случае для жизненного цикла продукции приняты следующие стадии: исследование и проектирование, изготовлении, обращение и реализация, эксплуатация или потребление.

**Сокращения:**

* ТО – технологическая оснастка;
* ЖЦ – жизненный
* ТБ – техника безопасности;
* ОПП – оперативно-производственное планирование;
* КБПО – конструкторское бюро перемоточного оборудования;
* КОПИ – конструкторский отдел по инструментам;
* КОПП – конструкторский отдел по приборам;
* ТКП – технико-коммерческое предложение;
* ИРК – инструменто-раздаточная кладовая;
* БИХ – бюро инструментального хозяйства;
* ДСЕ – деталь или сборочная единица;
* КД – конструкторская документация;
* ГЗП – грузозахватные приспособления;
* КБПО
* ОТДМТ
* ИЗ-ПМ
* РИ – режущий инструмент
* РЕМПРИ
* СИ – средства измерения;
* БТК – бюро технического контроля;
* КПП
* ВО
* ИИ
  1. **Предпосылки создания программного продукта**
     1. **Потребности**

В связи отсутствия «Системы управления ЖЦ» были выделены следующие проблемы:

1. Отсутствие полной технической информации о ТО приводит к:

* временным затратам технологов и программистов на подбор и расшифровку обозначения стандартного режущего инструмента по бумажному каталогу, уточнение наличия наличие ее в ИРК (нет учета ТО, выданной на руки);
* временным затратам технологов и программистов на подбор приспособлений (нет базы данных параметров специальной спроектированной ТО, в СУ «АГАТ» хранятся только чертежи);
* отсутствию унификации - обширная номенклатура взаимозаменяемой ТО;
* наличию неиспользуемой ТО (не внедренная);

1. Временные затраты технологов и программистов на согласование заказов ОГТ275-6/-7 и списков ОГТ275-46/-47;
2. Временные затраты конструкторов на согласование чертежей ТО;
3. Временные затраты технологов на создание операционных карт (даже если есть 3D модель детали технологический процесс проектируется в AutoCAD);
4. Временные затраты технологов на создание ведомости оснастки;
5. Временные затраты программистов на создание пооперационных 3D-моделей в NX (если бы технологи проектировали ТП в NX, то программисты в более короткие сроки рассчитывали бы управляющие программы и станки бы не простаивали);
6. Временные затраты программистов на создание 3D моделей приспособлений в NX, когда требуется точный расчет на соударение (3D модели проектируют только на литейную оснастку, остальные приспособления проектируют в AutoCAD);
7. Временные затраты технологов ввиду отсутствия системы для проектирования технологического процесса с возможностью поиска по заданным фильтрам ТО.
8. Временные затраты на добавление ТО программистами в карту наладки;
9. Временные затраты кладовщиков на согласование заявок ОГТ275-5-4.
10. Временные затраты кладовщиков на добавление применяемости в программе КУ, ИРК и карточке учета.
11. Временные затраты кладовщиков на поиск ТО в ИРК. (Зависимость своевременной выдачи ТО от кладовщика ввиду отсутствия регламентированной системы хранения, которая является частью системы управления жизненным циклом ТО);
12. Большие складские площади, является следствием проблемы п.1;
13. Единовременная затрата больших денежных средств (годовые закупки) и длительное ожидание ТО
14. Небрежное отношение рабочих к ТО.

Результатом функционирования Системы управления ЖЦ ТО будет **снижение затрат**:

* На приобретение ТО вследствие – контроля над уровнем запасов и неликвидной продукцией.
* Рабочего времени технологов на подбор и расшифровку ТО;
* Рабочего времени программистов на создание карт наладок, - расчет управляющей программы;
* Рабочего времени технологов на согласование списков новой ТО.
* Рабочего времени конструкторов на согласование моделей, чертежей ТО;
* Рабочего времени кладовщиков на согласование заявок на приобретение, на добавление применяемости оснастки;
* На сопровождение (ремонт, парафинирование)
* На хранение (уменьшение складских площадей).
  + 1. **Целевой сегмент – потребители**

Заказ на разработку данной Системы был от технологов предприятия «Редуктор-ПМ». Потребителями разрабатываемой Системы будут являться заказчики, а также их сотрудники, которые причастны к технологическим процессам (к примеру: конструктора, технологи и т.д.).

* 1. **Краткое описание Системы**

Система, которую необходимо реализовать, охватывает большие объёмы данных. При проектировании системы был составлен бизнес-план, который охватывает все этапы жизненного цикла ТО:

1. Формирование заказов и списков на приобретение новой ТО;
2. Проектирование и согласование ТО;
3. Ведение справочника (MDM-система) ТО;
4. Приобретение ТО;
5. Входной контроль новой ТО и после ремонта;
6. Испытание ТО;
7. Добавление ТО в технологический процесс;
8. Ремонт и восстановление ТО;
9. Утилизация ТО.
   1. **Требования к Системе**
      1. **Функциональные требования**
10. Возможность ведения электронного справочника ТО – обозначение, штрих-код, 3D модель, геометрические параметры, применяемость, интеграция с NX.
11. Возможность электронного согласования заказов на проектирование ОГТ275-6/-7 и списков ОГТ275-46/-47
12. Добавления ТО в справочник.
13. Возможность электронного согласования конструкторской документации на спроектированную ТО.
14. Возможность формирования операционных карт с 3D-модели на установленной форме.
15. Возможность автоматического формирования ведомости оснастки на основе операционных карт и карт наладок.
16. Формирование операционных карт с 3D модели в NX на установленной форме.
17. Полный отказ от AutoCAD и моделирование ТО в NX.
18. Ввод системы для проектирования технологического процесса с возможностью поиска ТО по заданным фильтрам и интегрированная с NX. Возможность автоматизации подбора ТО на стадии добавления в ТП.
19. Возможность автоматического поиска ТО по заданным параметрам, при создании инструмента в NX, поиска ТО по PMI-распознаванию обрабатываемых поверхностей.
20. Возможность электронного согласования заявок ОГТ275-5-4.
21. Возможность автоматического добавления применяемости оснастки.
22. Ввод регламентированной системы хранения. Штрихкодирование мест хранения и оснастки, у которой отсутствует штрих-код производителя.
23. Оптимизация хранения.
24. Оптимизация закупок. Возможность автоматического формирования заявки ОГТ275-5-4 и ее электронного согласования при достижении установленного минимума запаса.
25. Получение и возврат ТО по электронному пропуску сотрудника.
    * 1. **Основные требования к визуальному интерфейсу**

Интерфейс ПО должен быть понятен и удобен для пользователя, должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм, а также удобный доступ к основным функциям и операциям. Управление Системой должно осуществляться с помощью экранных меню, кнопок, значков и прочих элементов. Клавиатурный режим ввода должен использоваться при заполнении и/или редактировании полей экранных форм.

Надписи экранных форм, сообщения, выдаваемые пользователю должны быть на русском языке. В Системе должны присутствовать контекстные подсказки там, где у пользователя могут возникнуть затруднения.

Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях система должна выдавать пользователю соответствующие сообщения, после чего возвращаться в рабочее состояние, предшествовавшее неверной /недопустимой команде или некорректному вводу данных. [1]

* 1. **Сценарий использования Системы**

1. Сценарии формирования заказов и списков на приобретение новой технологической оснастки (таблица 1).

Таблица 1. Сценарии формирования заказов и списков на приобретение новой технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает формирование заказов и списков на приобретение новой технологической оснастки |
| Участники сценария | Технолог, инженер тех. По РИ, начальник ТБ, главный технолог, заместитель главного технолога, главный металлург, начальник ОПП, начальник КБПО, ОДК-ПМ, заместитель начальника цеха |
| Критерий успешности сценария | Технолог подобрал ТО из справочника (КУ, ИРК, «АГАТ») |
| Базовые шаги сценария | 1. Технолог подбирает ТО из справочника. Если из справочника не подобрал, то подбирает ТО по каталогам различных производителей. 2. Если технолог подобрал ТО, то далее идет 3 пункт (ведение справочника ТО) 3. Технолог оформляет список на приобретение ТО в Системе. 4. Начальник ТБ проверяет, согласовывает в Системе 5. Инженер тех. по РИ проверяет, редактирует, согласовывает в Системе    1. Рассылает заказ на проектирование поставщикам       1. Если не получает ТКП, то проверяет, согласовывает в Системе       2. Главный технолог/ главный металлург утверждает, устанавливает сроки проектирования в Системе       3. Начальник КБПО проверяет правильность оформления в Системе. Распечатывает из Системы заказ и списки передает в КОПИ/КОПП       4. Начальник ОПП устанавливает сроки изготовления       5. Начальник КОПИ/КОПП подписывают и передают список с заказами в КБУГТ для регистрации и копирования заказа, оригинал отправляют начальнику КБПО       6. Начальник КБПО снимает копию с подписанных ОДК-ПМ заказов и списков. Вводит в Систему.   5.2.1. Если получает ТКП, то совместно с технологом определяет рациональное предложение, вписывает в список обозначение ТО.   * + 1. Главный технолог/заместитель главного технолога/ главный металлург утверждает в Системе     2. Начальник ОПП устанавливает сроки приобретения в Системе |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Технолог подбирает ТО из справочника. 2. Если из справочника не подобрал, то оформляет заказ на проектирование и список на изготовление в Системе: режущий и абразивный. 3. Далее п.4 из базового сценария. |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Технолог подбирает ТО из справочника. 2. Если из справочника не подобрал, то оформляет заказ на проектирование/изменения в КД и список в КОПИ и КОПП: (1. Режущий, 2. Приспособления - сложные контрольные, ГЗП, 3.Измерительный - резьбовые средства контроля). 3. Далее п.4 из базового сценария |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Технолог подбирает ТО из справочника. 2. Если из справочника не подобрал, то оформляет заказа и списка на проектирование в КБПО, БПШ, ТБ в Системе. 3. Начальник ТБ проверяет, согласовывает в Системе 4. Заместитель начальника цеха проверяет согласовывает в Системе 5. Главный технолог/ главный металлург подтверждает необходимость, устанавливает сроки проектирования в Системе 6. Начальник КБПО проверяет правильность оформления, определяет исполнителя с отметкой в Системе 7. Начальник ОПП устанавливает сроки изготовления в Системе 8. Начальник ОПП до 5 следующего месяца отмечает сроки изготовления в электронной заявке, следит за своевременным изготовлением 9. Далее идет сценарий ведения справочника. |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Технолог подбирает ТО из справочника. 2. Если из справочника подобрал, то далее идет сценарий добавления ТО в технологический процесс. |

1. Сценарий проектирования и согласования ТО

Таблица 2. Сценарий проектирования и согласования технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает проектирование и согласование технологической оснастки |
| Участники сценария | Технолог, начальник ТБ, главный технолог, заместитель главного технолога, главный металлург, начальник ОПП, начальник КБПО, ОДК-ПМ, заместитель начальника цеха, начальник БИХ, учетчик ИРК, нормоконтроль, метролог-контроллер, конструктор КБПО, начальник КОПИ/КОПП, документовед, Инженер-технолог по РИ. |
| Критерий успешности сценария | 1. Начальник КБПО снял копию с подписанных ОДК-ПМ заказов и списков, ввел информацию в Систему. 2. Конструктор КБПО ввел обозначение ТО в справочник, внес обозначение ТО в заказ. 3. Инженер-технолог по РИ заводит параметры, КД +3D-модель в Справочник. |
| Базовые шаги сценария | 1. ОДК-ПМ/конструктор КОПИ/КОПП выпускает/изменяет КД (оформляет заявку-заказ ИО-39-5. Проверяет КД, отправляет на согласование технологу (заполняет 1 талон «дата отправки на согласование», отправляет технологу. 2. Технолог подписывает КД (заполняет талон №1 «кол-во рабочих мест». Вносит обозначение оснастки в оригинал списка. 3. Начальник ТБ подписывает КД разработки ОДК-ПМ. Согласовывает КД разработки «Редуткор-ПМ» в Системе. Направляет в ИРК (подписывает талон №1, направляет в ИРК). 4. Начальник БИХ проверяет, подписывает талон №1, заполняет графу «заказ в штуках». 5. Зам. начальника цеха проверяет, подписывает КД и направляет в КБПО (подписывает, заполняет «цех-изготовитель»). 6. Начальник КБПО подписывает талон №1 – трудоемкость согласована. 7. Начальник ОПП проверяет, подписывает заказ, включает в портфель заказов. Передает в почту к начальнику КБПО. 8. ОДК-ПМ (конструктор КОПИ/КОПП) забирает КД, отправляет на нормоконтроль, метрологический контроль, утверждение. Передает в ОТДМТ КД. Делает скан-копию КД и отправляет ее начальнику КБПО Outlook. Делает 3D-модель, если было указано в заказе и направляет начальнику КБПО. Забирает заявку-заказ вместе с КД. Передает в ПДО ИЗ-ПМ. |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Констркутор КБПО согласно СПТ275.113 выпускает/изменяет КД. Запускает согласование КД в Системе. 2. Начальник КБПО проверяет КД, отправляет на согласование технологу. Согласовывает в Системе. Заполняет 1 талон «дата отправки на согласование» Отправляет технологу. В Системе фиксируется дата отправки на согласование. 3. Технолог подписывает КД. Согласовывает КД разработки Редуктор-ПМ в Системе. (заполняет талон №1 «кол-во рабочих мест». Вносит обозначение оснастки в оригинал списка) В Системе заполняет количество рабочих мест. 4. Начальник ТБ подписывает КД. Согласовывает КД. Подписывает талон №1. (Направляет в ИРК). 5. Метролог-контроллер подписывает КД. Согласовывает КД. 6. Главный технолог подписывает КД. Согласовывает КД. 7. Нормоконтроллер подписывает КД. Согласовывает КД. 8. Начальник БИХ проверяет, согласовывает (подписывает талон №1), заполняет графу «заказ в шт». 9. Зам. начальника цеха проверяет, согласовывает (подписывает) КД. Согласовывает (Подписывает), заполняет «цех-изготовитель» Если изготавливать будет РЕМПРИ, отправляет в КБПО. 10. Начальник КБПО отправляет КД на нормоконтроль и метрологический контроль, утверждает у гл. технолога в Системе. Распечатывает, при изготовлении в ИЗ-ПМ – отправляет КД на технологическую проработку ТБ ИЗ-ПМ. Отправляет ИО-39-5 в БТЗ ИЗ-ПМ для расчета трудоемкости и заполнения талона №1. Передает комплект документов в ООП. 11. Начальник ОПП проверяет, подписывает ИО-39-5. Отправляет нач. КБПО/БПШ. 12. Документовед выполняет сканирование КД с подписью технолога ИЗ-ПМ и помещает файл в папку P://OGT/Scan/ КБПО/, подлинник КД возвращает конструктору КБПО (БПШ, ТБ-69) |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Технолог согласовывает КД в Системе. 2. Начальник ТБ согласовывает КД в Системе. |

1. Сценарии ведения справочника (MDM-система) технологической оснастки

Таблица 3. Сценарии ведения справочника (MDM-система) технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает ведение справочника (MDM-система) технологической оснастки |
| Участники сценария | Инженер-технолог по РИ, конструктор КБПО(БПШ), технолог, начальник КБПО. |
| Критерий успешности сценария | 1. Технолог подобрал ТО по каталогам различных производителей. 2. Начальник ОПП установил сроки приобретения в Системе. 3. Начальник ОПП отметил сроки изготовления в электронной заявке. 4. Начальник ТБ согласовал КД в Системе 5. ОДК-ПМ конструктор КОПИ/КОПП утвердил КД. 6. Документовед возвратил конструктору КБПО КД. |
| Базовые шаги сценария | 1. Технолог отправляет в Систему заявку на добавление нового обозначения в Справочник. 2. Инженер-технолог по РИ добавляет новое обозначение в Справочник. |
| Альтернативные шаги сценария. | Инженер-технолог по РИ заводит параметры, КД +3D-модель в Справочник. Получает КД скан от производителя, вводит в Систему и направляет на согласование. |
| Альтернативные шаги сценария. | Конструктор КБПО(БПШ) вводит обозначение ТО в справочник, вносит обозначение ТО в заказ. |
| Альтернативные шаги сценария. | Инженер-технолог по РИ заводит параметры, КД +3D-модель в Справочник. |
| Альтернативные шаги сценария. | Начальник КБПО/ Инженер-технолог по РИ заводит новое обозначение и КД +3D-модель в Справочник. |
| Альтернативные шаги сценария. | Начальник КБПО добавляет в Справочник КД, 3D-Модель. Ставит подпись в журнале учета копий КД по п.6.32 СТП 275.113. Выполняет распечатку необходимого количества копий, ставит штамп цеха-изготовителя, Направляет одну копию архивариусу цеха-заказчика. |

1. Сценарии приобретения технологической оснастки.

Таблица 4. Сценарий приобретения технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает приобретение технологической оснастки. |
| Участники сценария | Учетчик ИРК, начальник БИХ, начальник ТБ, зам. начальника цеха, начальник цеха, начальник ОПП, технический директор, специалист ОПП. |
| Критерий успешности сценария | Технолог вписал ТО в ВО. |
| Базовые шаги сценария | 1. Учетчик ИРК после утверждения списка автоматически формируется заявка на приобретение ТМЦ и запускается процесс согласования. 2. Начальник ОПП согласует 3. Технический директор согласует 4. Специалист ОПП по И275.050: регистрирует Заявку в DIRECTUM. Собирает информацию о возможных поставщиках и стоимости. Заключает договор по И275.002-2013. В Системе заполняет поля срок приобретения, поставщик. Система оповещает заместителя начальника ком. при получении счета на оплату заносит информацию в 1С. Обозначение в 1С берут из Справочника |

1. Сценарии входного контроля новой технологической оснастки и после ремонта

Таблица 5. Сценарии входного контроля новой технологической оснастки и после ремонта

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает входной контроль новой технологической оснастки и после ремонта. |
| Участники сценария | Кладовщик центрального склада, специалист ОПП, начальник БИХ, контроллер КПП |
| Критерий успешности сценария | Водитель транспортировал технологическую оснастку на склад «Редуктор-ПМ» с СД.  Учетчик ИРК принял ТО в ТОРГ-12. |
| Базовые шаги сценария | 1. Кладовщик центрального склада учитывает приход ТО по СД в 1С. 2. Специалист ОПП принимает ТО на складе с кладовщиком. 3. Впервые приобретаемые импортные СИ проверяются с начальником метрологического обеспечения. |
| Альтернативные шаги сценария. | 1. Начальник БИХ по СТП275.043 передает паспорт и ТО контролеру КПП под роспись в книге паспортов. 2. В Систему отправляет талон №3 технологу и оповещение старшему мастеру и контроллеру. Оформляет заявки УПП-6 и УПП-20 на доработку абразивного инструмента в ц.63 ИЗ-ПМ. 3. Контроллер КПП ставит отметку краской желтого цвета до испытаний, проводит входной контроль. 4. При входном контроле паспортизованного РИ (протяжек, прошивок, червячных фрез и др.) производит внешний осмотр инструмента и проверку паспорта на полноту заполнения, наличия отметок ОТК, а также проверку параметров, которые можно замерить в условиях КПП. В случае выявления несоответствия при эксплуатации проверяет РИ по необходимым параметрам. 5. РИ, технологически обеспечивающий отдельные параметры деталей, согласно перечню (в котором указывается участок, обозначение детали, обозначение инструмента и конструкторский параметр на инструменте), составленному ТБ, подлежит стопроцентной проверке и парафинированию в КПП цеха и клеймению БТК (по возможности). Перечень ТБ пересматривает ежегодно до 25 декабря, подписывает техническим советом цеха и согласовывает с контрольным мастером КПП. Основанием для включения в перечень является требование чертежа или технологическая необходимость в парафинировании. |

1. Сценарий испытаний технологической оснастки

Таблица 6. Сценарий испытаний технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает испытания технологической оснастки |
| Участники сценария | Технолог, рабочий, контроллер КПП контрольный мастер, техсовет участка, старший мастер, начальник БИХ, учетчик ИРК. |
| Критерий успешности сценария | Контроллер КПП провел входной контроль. |
| Базовые шаги сценария | 1. Технолог отслеживает в Системе сроки испытаний. (Составляет перечень (КОС–301) поступившей ТО, перечень передается старшему мастеру участка). Старший мастер устно извещает об испытаниях технолога и контрольного мастера. 2. Добавление ТО в ТП. 3. Рабочий проводит испытание паспортизированной оснастки изготовленной впервые и после ремонта под контролем техсовета участка. 4. Контроллер КПП:  * Контроль первой ДСЕ и оформление ОТК-42 * Контроль СДК согласно раздела 8 СТП275.043 Комплектовочные карты по форме ОПП 275-2, График проверки скомплектованных СДК составляется в журнале по форме ОПП 275-4. * Разрабатывает графики проверки контр-шаблонов, контр-калибров ОПП 275-4 и подписывает техническим советом цеха * Перечни периодической проверки оправок и приспособлений для проверки станков на точность по форме СГМ 275-12 оформляют и направляют в КПП механики цехов согласно СТП 275.045  1. Контрольный мастер оформляет акт испытания ОТК-5190 на основании ОТК-42. 2. Техсовет участка:  * Делает запись в ОТК-42: 1) «периодическому контролю подлежит, технологу включить в перечень ТО, подлежащей периодическому контролю, контролеру уточнить график» * Делает запись в ОТК-42: 2) «периодическому контролю НЕ подлежит, в график «Не включать». Проверка по мере поступления с рабочих мест  1. Контроллер КПП:  * При положительных испытаниях: делает отметку в графике (ОТК-218-1), закрашивает пятно зеленым цветом * При положительных испытаниях: если ТО не подлежит периодическому контролю, желтое пятно удаляется * При отрицательных испытаниях: выписывает ремонтную ведомость и закрашивает пятно красным цветом  1. Технолог заполняет талон №3 в Системе, включает ТО в перечень периодической проверки ОГТ275-4 в Системе, которая обеспечивает параметры или технические требования ДСЕ, не проверяемых на операции согласно технологическому процессу, а также контрольные приспособления. 2. Учетчик ИРК проводит выдачу ТО рабочему по ОК, КН, ВО на пропуск (с записью в ИО-35 под подпись). 3. Рабочий после выполнения операций, сдает ТО в ИРК в чистом и укомплектованном виде. 4. Начальник БИХ предъявляет ТО в КПП после каждого возврата в ИРК с рабочих мест. |

1. Сценарии добавления технологической оснастки в технологический процесс

Таблица 7. Сценарии добавления технологической оснастки в технологический процесс

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает добавление технологической оснастки в технологический процесс |
| Участники сценария | Технолог, начальник ТБ, учетчик ИРК, начальник БИХ, заместитель начальника цеха, контроллер, программист |
| Критерий успешности сценария | Технолог подобрал технологическую оснастку из ИРК. |
| Базовые шаги сценария | 1. Технолог оформляет ИИ/ изменяет ВО, КН/ОК в Системе. 2. Начальник ТБ согласовывает в Системе, подписывает ВО. 3. Учетчик ИРК проверяет ВО на наличие ТО в ИРК или списки с указанными сроками приобретения/ изготовления. 4. Начальник БИХ, заместитель начальника цеха, контроллер согласовывают в Системе. 5. Системе автоматически указывает применяемость. 6. Учетчик ИРК если подобранной ТО недостаточно, то:  * Согласно СТП275.065 оформляет ИО-39-5 и передает в ПДБ ИЗ - ПМ; * Согласно И275.050 оформляет ОГТ275-5-4. * Если подобранная ТО в другом цехе, то согласовывает возможность получения. Оформляет новую КУ по ИО-9. Делает заказ КД у архивариуса. |
| Альтернативные шаги сценария | 1. Технолог оформляет ИИ/ изменяет ВО, КН/ОК в Системе. 2. Программист согласовывает в Системе. 3. Учетчик ИРК если подобранной ТО недостаточно, то:  * Согласно СТП275.065 оформляет ИО-39-5 и передает в ПДБ ИЗ - ПМ; * Согласно И275.050 оформляет ОГТ275-5-4.  1. Если подобранная ТО в другом цехе, то согласовывает возможность получения. Оформляет новую КУ по ИО-9. Делает заказ КД у архивариуса. |
| Альтернативные шаги сценария | 1. Технолог оформляет ИИ/ изменяет ВО, КН/ОК в Системе. 2. Начальник ТБ, контроллеры согласовывают в Системе. 3. Учетчик ИРК если подобранной ТО недостаточно, то:  * Согласно СТП275.065 оформляет ИО-39-5 и передает в ПДБ ИЗ- ПМ; * Согласно И275.050 оформляет ОГТ275-5-4.  1. Если подобранная ТО в другом цехе, то согласовывает возможность получения. Оформляет новую КУ по ИО-9. Делает заказ КД у архивариуса. |
| Альтернативные шаги сценария | Технолог известил об испытаниях, вписывает ТО в ВО. |

1. Сценарии организации ремонта и восстановления технологической оснастки

Таблица 8. Сценарии организации ремонта и восстановления технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает организацию ремонта и восстановления технологической оснастки |
| Участники сценария | Контроллер КПП, учетчик ИРК, начальник БИХ, заместитель начальника цеха, начальник ОПП, начальник БТК, бухгалтерия цеха, контроллер ОДК. |
| Критерий успешности сценария | Технологическая оснастка предъявлена в КПП. |
| Базовые шаги сценария | 1. Контроллер КПП проводит контроль годности (либо ставит клеймо годности в графике ОТК-218-1, либо выписывает: акт ИО-10-2 или ОТК-275-1789 в 2 э-х, в которых на лицевой стороне указывает конкретные отклонения от чертежа, с регистрацией выдачи в ремонт в журнале ИО-396 и передает начальнику ИРК под расписку в ИО- 396. Закрашивает ТО красным цветом. Для СДК, использованных при приемочном контроле, составляются акты ОТК275-1722). 2. Учетчик ИРК ведет сбор необходимого количества для отправки на восстановление РИ по ИО-22. 3. Начальник БИХ передает браковочные документы заместителю начальника цеха. 4. Заместитель начальника цеха, начальник ОПП принимают решение об исполнителе и сроках ремонта или утилизации 5. Учетчик ИРК отправляет: приспособления на ремонт в цех-изготовитель с УПП-17+ ИО- 10-2 и паспортом; СДК с УПП-18. 6. Ведется ремонт ТО, переточка и контроль ОТК по договору оказания услуг ц.62 АО «ИЗ-ПМ» (СПТ450.07.140 Нормы износа). Парафинированный инструмент подвергают 100% контролю в БТК цеха-изготовителя или цеха- заточки. 7. Начальник БИХ ведет предъявление на входной контроль. |
| Альтернативные шаги сценария | 1. Контроллер КПП проводит контроль годности (либо ставит клеймо годности в графике ОТК-218-1, либо выписывает: акт ИО-10-2 или ОТК-275-1789 в 2 э-х, в которых на лицевой стороне указывает конкретные отклонения от чертежа, с регистрацией выдачи в ремонт в журнале ИО-396 и передает начальнику ИРК под расписку в ИО- 396. Закрашивает ТО красным цветом. Для СДК, использованных при приемочном контроле, составляются акты ОТК275-1722). 2. Начальник БТК при забраковании СДК, принимает решение о проведении контроля задела ДСЕ согласно СТП275.031 |
| Альтернативные шаги сценария | 1. Контроллер КПП отправляет на проверку в ЦИЛ «ОДК- ПМ» эталоны более 400 мм для настройки индикаторных скоб, нутромеров размером с заказом (ОТК 358-1) в 2 экземплярах для КПП и бухгалтерии. 2. Бухгалтерия цеха подписывает ОТК358-1. Регистрирует движение ТО в 1С (ИНФО). 3. Контроллер ОДК при соответствии ставит кислотное клеймо годности и дату следующей проверки на эталон. При наличии отклонений выписывает браковочное извещение ОГМетр-35-1. 4. Контроллер КПП на основании данных вносит отметку о соответствии в график ОПП275-4 или выписывает заявку на ремонт УПП-18, или бракует эталон. 5. Начальник БИХ передает браковочные документы заместителю начальника цеха. 6. Заместитель начальника цеха, начальник ОПП принимают решение об исполнителе и сроках ремонта или утилизации 7. Учетчик ИРК отправляет: приспособления на ремонт в цех-изготовитель с УПП-17+ ИО-10-2 и паспортом; СДК с УПП-18. 8. Ведется ремонт ТО, переточка и контроль ОТК по договору оказания услуг ц.62 АО «ИЗ-ПМ» (СПТ450.07.140 Нормы износа). Парафинированный инструмент подвергают 100% контролю в БТК цеха-изготовителя или цеха- заточки. 9. Начальник БИХ ведет предъявление на входной контроль. |

1. Сценарий ремонта и восстановления технологической оснастки

Таблица 9. Сценарий ремонта и восстановления технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает ремонт и восстановление технологической оснастки |
| Участники сценария | Учетчик ИРК, начальник БИХ, контроллер КПП |
| Критерий успешности сценария | Технологическая оснастка была добавлена в технологический процесс. |
| Базовые шаги сценария | 1. Учетчик ИРК проводит сбор необходимого количества для отправки на восстановление РИ по ИО-22 или на ремонт. 2. Начальник БИХ предъявляет на контроль в КПП. 3. Контроллер КПП проводит выборочный контроль на предмет дальнейшей заточки согласно КД и СТП450.07.140. 4. Переточка и контроль ОТК по договору оказания услуг 5. Начальник БИХ предъявляет на контроль в КПП. |

1. Сценарий утилизации технологической оснастки

Таблица 10. Сценарий утилизации технологической оснастки

|  |  |
| --- | --- |
| Назначение сценария | Сценарий описывает утилизацию технологической оснастки |
| Участники сценария | Учетчик ИРК, специалист ОПП, бухгалтерия цеха, начальник БИХ, начальник ОПП, покупатель металлоотходов. |
| Критерий успешности сценария | Технологическая оснастка прошла согласно СТП275.043 п.4. |
| Базовые шаги сценария | 1. Учетчик ИРК проводит списание: 2. по утере/утилизации МБ-8, подписывает комиссией. Если есть виновник, то по МБ-4. 3. СИ по СТП275.079. 4. Алмазного инструмента по И275.138. 5. Отражает движение ТО в 1С (КУ и КУ ИРК). Ежемесячно до 25 числа передает МБ-8, МБ-4 в бухгалтерию. 6. Специалист ОПП ставит печать в акте МБ-8 или МБ-4 «Технадзор». 7. Бухгалтерия цеха проводит списание по МБ-8, МБ-4 в 1С. 8. Начальник БИХ организовывает хранение ТО под списание (не более 1 месяца). 9. Начальник ОПП проводит выбор покупателя металлоотходов на основании цены и условий отгрузки. Заключает договор. 10. Начальник БИХ оформляет в бухгалтерии ТОРГ-12, счет- фактуру, приемо-сдаточный акт, форму А5 на вывоз покупателем металлоотходов с территории «Редуктор-ПМ». 11. Учетчик ИРК проводит сортировку, взвешивание и опломбирование тары в присутствии покупателя. 12. Бухгалтерия цеха ведет учет по сопроводительным документам в 1С. 13. Покупатель металлоотходов подписывает сопроводительные документы, вывозит. |

**Глава 3. Постановка задачи**

ТО является важным фактором успешного осуществления прогресса в машиностроении. В промышленности эксплуатируется более 25 миллионов специальных станочных приспособлений.

Задача повышения эффективности, оптимизации производства, качества технологической оснастки стала одной из важнейших проблем. Алгоритм в таких задачах выступает в качестве строгой последовательности операций.

Существующая задача разработки общего подхода управления всеми видами ТО состоит из двух больших этапов:

1. Логический этап включает в себя: составление технического задания на разработку ПО, различной документации, прописывания всех обязанностей рабочих, составление алгоритма выборки данных по критериям.
2. Этап реализации – этап, на котором благодаря всей имеющейся и разработанной информации, реализуется система

Для того чтоб алгоритм правильно подбирал технологическую оснастку для производства, необходимо составить постановки моделирования задачи:

1. Содержательная постановка – перечень сформулированных в содержательной (словесной) форме основных вопросов об объекте моделирования, интересующих заказчика.
2. Концептуальная постановка - формированные в терминах конкретных дисциплин перечень основных вопросов, интересующих заказчика, а также совокупность гипотез относительно свойств и поведения моделируемого объекта.
3. Математическая постановка - совокупность математических соотношений, описывающих свойства и поведения объекта моделирования.
4. **Содержательная постановка**

Содержательная постановка задачи — это формулировка задачи, излагаемая в терминах некоторой конкретной области науки.

Суть этого этапа в том, что здесь четко и подробно формулируется: что дано? что найти? как найти?

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления определенной детали.

В качестве исходных данных конструктор должен иметь чертежи заготовки и детали с техническими требованиями их приемки; операционный чертеж на предшествующую и выполняемую операции; операционные карты технологического процесса обработки данной детали. Из них выявляют последовательность и содержание операций, принятое базирование, используемое оборудование и инструменты, режимы резания, а также запроектированную производительность с учетом времени на установку, закрепление и снятие обрабатываемой детали. Конструктору необходимы стандарты на детали и узлы станочных приспособлений, а также альбомы нормализованных конструкций.

У любого приспособления есть свои параметры, своя последовательность действий, нужны определённые станки и цех при создании. Одни параметры можно измерить, другие рассчитать, а третьи вообще могут быть не известны. Чтобы описать весь этот алгоритм действий, необходимо создать метод автоматического подбора технологической оснастки для производства проектируемого приспособления.

***Содержательная постановка:*** Найти метод, который позволяет **автоматически** подбирать технологическую оснастку для производства, если она имеется в наличии. Если таковой нет, то вести подбор так, чтоб проектируемая модель технологической оснастки была максимально близка к необходимой технологической оснастке.

1. **Концептуальная постановка**

На основании содержательной модели разрабатывается концептуальная постановка задачи моделирования.

Концептуальная постановка задачи моделирования - это сформулированный в терминах конкретных дисциплин перечень основных вопросов, интересующих заказчика, а также совокупность гипотез относительно свойств и поведения объекта моделирования.

Как правило, эти гипотезы правдоподобны в том смысле, что для их обоснования могут быть приведены некоторые теоретические доводы и использованы экспериментальные данные, основанные на собранной ранее информации об объекте.

Измеримые параметры их большое количество. Для каждого приспособления существует свой определённый набор параметров. Например, для станочных приспособлений: тип базовых поверхностей заготовки, ее размеры и точность, величины сил резания, точность центрирования, толщина заготовки, допуск плоскостности ее базовой поверхности, частота вращения шпинделя при установке по центровым отверстиям, а также величина нагрузки на опоры при базировании заготовки по плоскости. Также учитывались характеристики жёсткости, надёжности зажимных механизмов, их быстродействие, возможность обеспечения стабильности сил закрепления, а также удобства установки заготовки.

Все вышеперечисленные параметры и условия это отдельный набор для категории станочных приспособлений. К тому же, эта категория делится на токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и другие станочные приспособления. И у каждой подкатегории свои параметры.

**Гипотеза:** Технологическая оснастка может быть описана некоторым конечным набором измеримых параметров. Исходя из этого, необходимо определить алгоритм (метод), который позволяет решить задачу в автоматическом режиме и находит технологическую оснастку, параметры которой максимально близки к требуемой.

1. **Математическая постановка**

Конструирование приспособления тесно связано с разработкой технологического процесса изготовления данной детали.

В задачи ***конструктора*** входят:

* конкретизация принятой технологом схемы установки;
* выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособления;
* определение величины необходимой силы закрепления; уточнение схемы и размеров зажимного устройства;
* определение размеров направляющих деталей приспособления;
* общая компоновка приспособления с установлением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления.

В задачу ***технолога*** входят:

* выбор заготовки и технологических баз;
* установление маршрута обработки;
* уточнение содержания технологических операций с разработкой эскизов обработки, дающих представление об установке и закреплении заготовки;
* определение промежуточных размеров по всем операциям и допусков на них;
* установление режимов резания; определение штучного времени на операцию по элементам; выбор типа и модели станка.

Несмотря на четкое разделение функций, между технологом и конструктором должны существовать тесное взаимодействие и технически правильное согласование действий.

В качестве исходных данных конструктор должен иметь чертежи заготовки и документы к деталям с техническими требованиями их приёмки; операционный чертёж на предшествующую и выполняемую операции; операционные карты. *Операционные карты - документ, содержащий последовательность и содержание операций, принятое базирование, используемое оборудование и инструменты, режимы резания, а также запроектированную производительность с учетом времени на установку, закрепление и снятие обрабатываемой детали.* Конструктору необходимы стандарты на детали и узлы станочных приспособлений, а также чертежи и ГОСТы нормализованных конструкций.

Из чертежей заготовки и готовой детали выявляют размеры, допуски, шероховатость поверхностей, а также марку и вид термической обработки материала. Из технологического процесса получают сведения о станке, на котором ведут обработку: его размерах, связанных с установкой приспособления (размеры стола, размеры и расположение Т-образных пазов, наименьшее расстояние от стола до шпинделя и т.д.)

Необходимо также ознакомление со станком в цехе для выявления особенностей приспособления и наиболее выгодного расположения органов его управления.

Все эти сведения нужно иметь при конструировании каждого специального приспособления. При конструировании переналаживаемых и групповых приспособлений нужно, кроме того, определить детали, обрабатываемые с использованием данного приспособления и иметь перечисленные выше сведения по каждой детали.

Отметим признаки классификации станочных операций, которые могут быть использованы для построения схем приспособлений. Рассмотрим их.

**Признак 1** — по числу устанавливаемых заготовок: одно - и многоместные приспособления Признак влияет на компоновку и конструкцию приспособления.

**Признак 2** — по числу используемых инструментов: (одно- и многоинструментные приспособления. Вид, размеры и расположение инструментов влияют на конструкцию приспособления. При одновременном использовании нескольких инструментов требуется усиленное закрепление заготовки и расширение рабочей зоны для их размещения. По единовременному использованию нескольких инструментов приспособления можно разделить на одно - и многосторонние.

**Признак 3** — по порядку применения инструментов и расположения заготовок: приспособления для последовательной, параллельной и параллельно-последовательной обработок. Этот признак может оказать влияние на компоновочные и конструкционное решения в части размещения установочных, зажимных и поворотных элементов приспособления.

Кроме приведенных, рассмотрим дополнительные признаки классификации станочных приспособлений.

**Признак 4** — по числу позиций, занимаемых заготовкой по отношению к инструменту: одно - и многопозиционные. Многопозиционные приспособления, в свою очередь, могут быть использованы для последовательного выполнения технологических переходов обработки и для параллельной обработки, когда на различных позициях совмещаются по времени обработка с установкой и снятием заготовки.

**Признак 5** — по степени непрерывности обработки: приспособления для дискретной и для непрерывной обработки. В непрерывной обработке установка и снятие заготовок происходит без остановки станка, а затраченное на это время перекрывается основным временем.

**Признак 6** — по участию человека в обслуживании приспособлений: ручные, полуавтоматические и автоматические.

Можно иметь большое количество различных схем приспособлений, сочетая рассмотренные признаки.

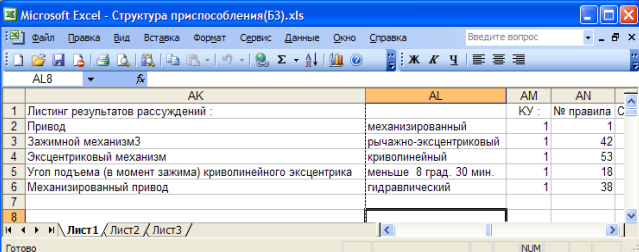
Пусть вышеперечисленные признаки называются ***производственные признаки***. Для начала необходимо понять, каким набором производственной категории признаков обладает проектируемое приспособление. Проектируемое приспособление – частный случай ТО.

Пусть нам известен набор производственных признаков, также нам известен набор измеримых параметров, все условия производства.

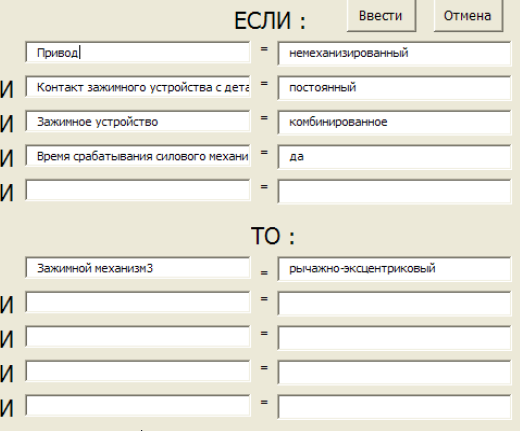
Исходя логически, если у нас в будущем будет создаваться экспертная система, в основе которой лежит база знаний, в ней же прописаны все правила действий ЕСЛИ -> ТО.

Существует альтернативная система Inter. Но, уникальностью нашей системы будет то, что она будет предназначаться для предприятия «Редуктор-ПМ». Поэтому, мы аналогичную систему просто рассмотрим.

На примере экспертной системы Inter [5] можно увидеть, что для каждого приспособления прописываются определённые параметры (рисунок 1), благодаря которым в базе знаний прописываются правила (рисунок 2).



**Рисунок 1. Параметры приспособления**

****

**Рисунок 2. Правила производства приспособления, хранящиеся в базе знаний**

Это был первый вариант создания системы. Второй вариант такой, что система будет обучаться с помощью нейронной сети. Для нейронной сети необходимо обучающее множество. Но, откуда его взять?

По началу, в системе будет создаваться база данных, в которой будут храниться все параметры, условия для каждой создаваемой технологической оснастки. База данных будет создана, и связи между таблицами тоже. Теперь необходимо выявить логику последовательности действий.

Можно предположить, что обучающим множеством тоже будут правила, как в экспертной системе. Следовательно, тогда на вход нейронной сети и будет поступать множество правил. Следуя по правилам (пример рисунок 3), система будет выдавать результат.



**Рисунок 3. Пример дерева вывода правил для производства ТО**

Впоследствии (в идеале), нейронная сеть будет обучаться с прибавляющимся количеством правил – обучающим множеством. И уже для новой технологической оснастки, система будет выдавать набор близких параметров, условий и действий.

**Глава 4. Проектирование базы данных**

Выбор приспособлений для изготовления изделий является решающим фактором в процессе формирования парка оснастки многократного применения на предприятии и планирования эффективности его эксплуатации.

Внедрение стандартных методов выбора и проектирования приспособлений обеспечивает: поиск оптимальных вариантов станочных приспособлений; оснащение единичных операций оснасткой для серийного производства; сокращение воспроизводства оснастки за счет повышения ее загрузки; повышение производительности труда и интенсивности эксплуатации оборудования.

Для обеспечения автоматического выбора технологической оснастки необходимо создать базу данных, где будут отражаться таблицы, необходимые для хранения как частной, так и общей информации, и связи между ними.

ER-модель (от англ. entity-relationship model, модель «сущность — связь») — модель данных, которая позволяет описывать концептуальные схемы предметной области. ER-модель используется при высокоуровневом проектировании баз данных. С её помощью можно выделить ключевые сущности и обозначить связи, которые могут устанавливаться между этими сущностями

Перед выполнением проектирования БД были получен некоторый классификатор данных, по которому уже можно приступать к самой работе. Классификатор представлен в таблице 1.

**Таблица 1. Классификатор ТО**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод обработки металлов | Операция обработки металлов | Вид технологической оснастки |
| Литейное производство |  | Пресс-формы |
| Обработка металлов давлением | Прокатка | Валки |
| Волочение | Волочильные станы |
| Прессование | Матрица |
| Матрицедержатель |
| Прессшайба |
| Пуансон |
| Контейнер с втулкой |
| Игла |
| Иглодержатель |
| Ковка | Наковальня |
| Молот |
| Клещи |
| Вилки для гнутья |
| Слесарно-кузнечные зубила |
| Штамповка | Штампы |
| Обработка металлов резанием | Токарная обработка | Токарные резцы |
| Нарезка резьбы | Резцы |
| Свёрла |
| Цековка |
| Зенковка |
| Развертки |
| Метчики |
| Плашки |
| Фрезы |
| Резание абразивными материалами | Круги |
| Сегменты |
| Бруски |
| Шкурка |
| Обработка напильником | Напильники |
| Сварка металлов | Газовая сварка | Ацетиленовые генераторы |
| Баллоны для сжатых газов |
| Резак |
| Рукава |
| Электрическая сварка | Стальная щетка |
| Молоток |
| Шлакоотбиватель |
| Зубило |
| Стальная линейка |
| Пайка | Паяльник |
| Канифоль |
| Электроизмерительный тестер |
| Припой |

По данным можно заметить, что каждый столбец может стать отдельной таблицей в БД. Тогда: первый столбец будет называться «**Метод обработки металлов»**, второй – «**Операция обработки металлов»**, третий – «**Технологическая оснастка»**.

Чтобы составить ER-диаграмму, необходимо выделить признаки, которыми будет обладать та или иная сущность (в будущем таблица). К примеру, каждая сущность будет точно иметь 2 признака – идентификатор и название. Далее каждая сущность будет разобрана по отдельности в таблице.

1. Сущность «Метод обработки металлов» - «MethodOfTreatmentOfMetals».

**Таблица 2. Сущность «Department»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes | Id\_MethodOfTreatmentOfMetals | Integer | Yes |
|  | NameMethodOfTreatmentOfMetals | Varchar |  |

Всего у нас 4 вида метода обработки металлов, которые отображены в таблице 1. У каждого метода имеется название.

1. Сущность «Операция обработки металлов» - «MetalworkingOperation»

**Таблица 3. Сущность «Manufacture»**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Вторичный  ключ  (FK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes |  | Id\_ MetalworkingOperation | Integer | Yes |
|  |  | Name MetalworkingOperation | Varchar |  |
|  | Yes | Id\_ MethodOfTreatmentOfMetals | Integer | Yes |

Аналогично образуем сущность «Обработка». Так как данная сущность относится к определённому отделу, то связываем их с помощью связи «Один ко многим» - один отдел – много «обработки».

1. Сущность «Тип технологической оснастки» - «TypeOfTooling»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Вторичный  ключ  (FK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes |  | Id\_ TypeOfTooling | Integer | Yes |
|  |  | NameTypeOfTooling | Varchar |  |
|  | Yes | Id\_ MetalworkingOperation | Integer | Yes |
|  | Yes | Id\_Quantity | Integer | Yes |
|  | Yes | Id\_GeometricFeatures | Integer | Yes |

В данной таблице будет храниться информация о типе технологической оснастки, которая отображена в таблице 1. Таблица относится к MetalworkingOperation связью «один ко многим» - одна «обработка» - много видов ТО. Также «TypeOfTooling» имеет связь «один к одному» с таблицами Quantity и GeometricFeatures.

1. Сущность «Количество» - «Quantity»

**Таблица 4. Сущность «Quantity»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes | Id\_Quantity | Integer | Yes |
|  | InStock | Integer |  |
|  | InProduction | Integer |  |

На производстве имеется большое количество технологической оснастки, которая применяется уже в производстве, а какая имеется на складе. Для этого создана сущность «Quantity», которая несёт за собой информацию о количестве определённого вида ТО, имеющейся на складе и уже используемой на производстве. Столбец «InStock» - количество ТО, имеющееся на складе. «InProduction» - количество ТО, используемое в производстве на данный момент времени.

1. Сущность «Геометрические признаки» - «GeometricFeatures»

**Таблица 5. Сущность «GeometricFeatures»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes | Id\_GeometricFeatures | Integer | Yes |
|  |  |  |  |

Каждая технологическая оснастка имеет набор геометрических признаков. Этот набор будет храниться в данной таблице. В таблице «TypeOfTooling» напротив каждого типа ТО будет стоять идентификатор набора геометрических признаков.

1. Сущность «Материал» - «Material»

**Таблица 6. Сущность «Material»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes | Id\_Material | Integer | Yes |
|  | NameMaterial | Varchar |  |

Для производства очень важен материал, из которого изготовлена ТО. Поэтому создана сущность «Material», в которой будет содержать информацию о материалах.

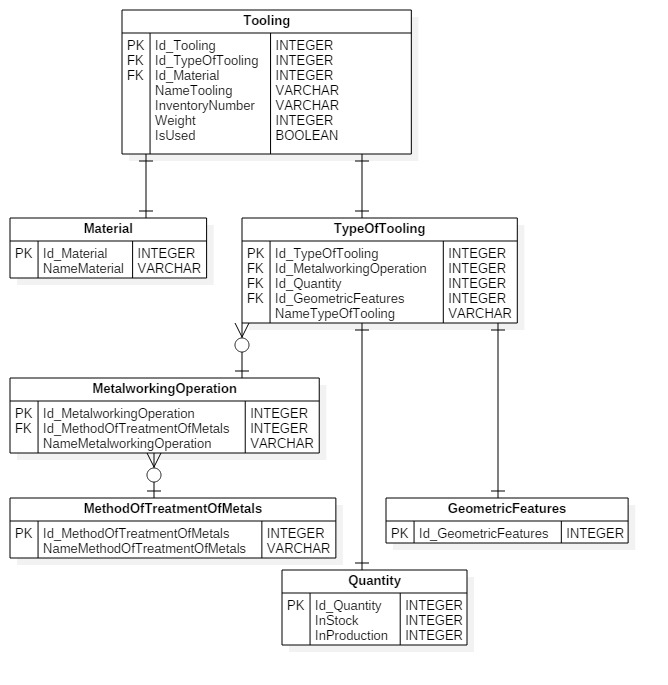
1. Сущность «Технологическая оснастка» - «Tooling»

**Таблица 7. Сущность «Tooling»**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Первичный ключ  (PK) | Вторичный  ключ  (FK) | Название признака | Тип | Not Null |
| Yes |  | Id\_Tooling | Integer | Yes |
|  | Yes | Id\_ TypeOfTooling | Integer | Yes |
|  | Yes | Id\_Material | Integer | Yes |
|  |  | NameTooling | Varchar |  |
|  |  | InventoryNumber | Varchar |  |
|  |  | IsUsed | Boolean |  |

Данная таблица связана с другими. Из таблицы 7 видим, что она имеет связь с «TypeOfTooling», «Material». С таблицей TypeOfTooling идёт связь «один к одному», ТО бывает лишь одного вида. Такой же связью обладают и другая таблица.

Естественно, что на каждую единицу ТО есть свой инвентарный номер – InventoryNumber типа Varchar. Также необходимо учитывать используется она или нет, поэтому напротив каждой единицы ТО создан флаг IsUsed с типом Boolean.

****

**Рисунок 1. ER-диаграмма БД**

**Список литературы**

1. Ковалев, Ю.Г. Литейная технологическая оснастка: конспект лекций / Ю. Г. Ковалев. – М.: Изд-во ПГТУ, 1999. – 209 с.
2. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства./Под ред. Ю.М. Соломенцева.- М.: Высш. шк., 1999 – 415с.
3. Классификация приспособлений [Электронный ресурс] – Режим доступа:URL:http://www.newtemper.com/raznoe/klassifikatsiya\_prisposobleniy\_2152 – (дата обращения: 19.12.2017).
4. Андреев, Г.Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства / Г.Н. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе – М.: Изд-во Москва «Высшая школа», 1999. – 418с
5. Пашкевич В.Н. Проектирование приспособлений на основе использования технологий экспертных систем /В.Н. Пашкевич, М.Н. Миронова - Вестник белорусского национального технического университета, 13-17с.
6. Методические указания. Система стандартов технологической оснастки. Приспособления к металлорежущим станкам. Информационно-поисковая система по выбору. Основные требования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/391107/> - (дата обращения: 14.02.2018)
7. Технологическая оснастка на предприятиях [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.metobr-expo.ru/ru/articles/2016/tehnologicheskaya-osnastka-na-predpriyatiyah/> - (дата обращения: 14.02.2018)