

# **Курс лекций по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении»**

## ***Тема №1***

### ***Понятие машиностроительного производства. Производственный и технологический процессы***

Разработал:  
ассистент кафедры  
«Технология машиностроения»,  
Ю.А. Темпель

# Тема №1.1

## Понятие машиностроительного производства. Основные определения

**Объектом** машиностроительного производства являются различные машины и механизмы.

**Машина** – это механизм или сочетание механизмов, осуществляющих движения для преобразования энергии или производства работ.

**Изделие** – предмет или совокупность производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

**Деталь** – это изделие, изготовляемое из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями – свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой и т.д.

**Заготовка** – предмет труда, из которого изменением формы, размеров, качества поверхности или материала изготавливают деталь.

**Операционная партия** – производственная партия или часть ее, одновременно поступающая на рабочее место для выполнения технологической операции.

**Задел** – производственный запас заготовок или составных частей изделия для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса.

# Тема №1.1

## Понятие машиностроительного производства

*Машиностроительное предприятие* (производство) - государственная, смешанная, совместная, иностранная, кооперативная или другая производственная единица, созданная для изготовления товарной продукции с преимущественным применением методов технологии машиностроения, действующая на территории страны.

*Главной целью* машиностроительного предприятия является получение максимальной прибыли в долгосрочной перспективе. Следует отметить, что прибыль не всегда является главным побудительным мотивом создания и функционирования предприятия. Им может быть стремление к общественному признанию, обладанию прочными позициями на рынке, сохранению начатого дела.

*Центральная задача* предприятия – полное и своевременное удовлетворение потребностей потребителя. В связи с этим предприятие должно обеспечивать конкурентоспособность выпускаемой продукции на основе её высокого качества, гибкого обновления в зависимости от постоянно изменяющегося спроса.

# Тема №1.1

## Характерные признаки функционирования машиностроительного предприятия

- целенаправленность, т.е. способность создавать конкретную продукцию, оказывать технические услуги (например, сервисные);
- полиструктурность, т.е. одновременное существование на предприятии (как системы) взаимодействующих подсистем (цехов, участков, служб, отделов и т.п.);
- сложность, обусловленная полиструктурностью и воздействием внешней среды;
- открытость, проявляющаяся в тесном взаимодействии предприятия с внешней средой (реализация продукции, кооперированные связи, информационный обмен и т.п.).

# Тема №1.1

## Структура и состав

### машиностроительного предприятия

*Структура и состав* машиностроительного предприятия существенно зависят от типов выпускаемых машин, масштабов производства и специализации. Состав машиностроительного завода в общем виде можно разделить на следующие группы структурных подразделений:

- заготовительные цехи (чугунолитейные, сталелитейные, кузнечно-прессовые, кузнечные, штамповочные и др.);
- обрабатывающие цехи (механические, термические, металлопокрытий, сборочные, окрасочные, упаковочные и др.);
- вспомогательные цехи (инструментальные, ремонтно-механические, модельные, экспериментальные, испытательные и др.);
- складские устройства (склады, эстакады, площадки и др.);
- энергетические устройства (электростанции, компрессорные, газогенераторные установки и др.);
- транспортные участки;
- общезаводские службы (центральная лаборатория, медпункт, столовая, устройства связи и др.).

## Тема №1.2

### Типы производств и их характеристика

**Тип производства** определяется в зависимости от номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В соответствии с ГОСТ 14.004-83 различают три типа производства: **единичное, серийное и массовое.**

#### ***I Единичное производство характеризуется:***

- 1 Широкой номенклатурой изготавливаемых изделий и малым объемом выпуска продукции.
- 2 Количество заготовок для выполнения технологической операции исчисляется штуками и десятками штук.
- 3 На предприятиях единичного производства используются универсальное оборудование и приспособления.
- 4 Технология производства характеризуется применением нормального (стандартного) режущего и универсального измерительного инструмента.
- 5 Технологические процессы изготовления деталей имеют уплотненный характер: на одном станке выполняются несколько операций и часто производится полная обработка разнообразных деталей.
- 6 Технологические операции повторяются нерегулярно или не повторяются совсем.
- 7 Взаимозаменяемость деталей и узлов во многих случаях отсутствует.
- 8 Квалификация рабочих очень высокая, так как от неё в значительной степени зависит качество продукции.
- 9 Технические нормы отсутствуют. Применяется опытно-статистическое нормирование труда.
- 10 Высокая себестоимость продукции. Увеличение программы выпуска с одновременным уменьшением номенклатуры создает возможность перехода от единичного производства к серийному.

## Тема №1.2

# Типы производств и их характеристика

### *II Серийное производство характеризуется:*

- 1 ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями (сериями) и сравнительно большим объемом выпуска.
- 2 Объем выпуска предприятия серийного типа колеблется от десятков и сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий.
- 3 В зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Однако такое разделение является условным, так как производство изделий различных размеров, сложности и трудоемкости при одном и том же количестве в партии может быть отнесено к разным видам серийности.
- 4 В серийном производстве применяются станки разнообразного назначения: универсальные, специализированные и специальные.
- 5 Технологические процессы расчленены на отдельные операции, которые закрепляются за определенными станками.
- 5 Средняя квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве, но выше, чем в массовом.
- 6 Используются специализированные и специальные приспособления, специальный режущий и измерительный инструмент (предельные калибры и скобы).
- 7 Технологическая документация разрабатывается подробно.
- 8 Применяются технически обоснованные расчетные нормы выработки.
- 9 Экономичнее единичного; является наиболее распространенным типом производства в общем и среднем машиностроении (станкостроение, производство прессов, деревообрабатывающих станков).

## Тема №1.2

# Типы производств и их характеристика

### *III Массовое производство* характеризуется:

- 1 узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного времени.
- 2 В массовом производстве используется специальное высокопроизводительное оборудование, которое размещается в цехе по поточному принципу (т.е. по ходу технологического процесса) и во многих случаях связывается транспортирующими устройствами, конвейерами, а также промежуточными складами-накопителями заготовок. Применяются высокопроизводительные многошпиндельные автоматы и полуавтоматы, станки с ЧПУ, обрабатывающие центры.
- 3 Значительное применение находят высокопроизводительная технологическая оснастка, инструменты из сверхтвердых материалов и сплавов.
- 4 Требуемая точность обработки достигается методами автоматического получения и контроля размеров.
- 5 Технические нормы времени выработки тщательно рассчитываются и подвергаются экспериментальной проверке.
- 6 На настроенных станках работают рабочие-операторы низкой квалификации. Одновременно в цехах работают высококвалифицированные наладчики станков, специалисты по электронной технике и пневмо-гидро-автоматике.
- 7 Массовое производство возможно и экономически выгодно при выпуске достаточно большого количества изделий одного конструктивного вида.



# Тема №1.3

## Схема и форма организации

### машиностроительного производства

**Схема организации** машиностроительного производства определяется конструктивно-технологической особенностью выпускаемых изделий, серийностью и годовой программой. Возможны три схемы организации машиностроительного производства:

- *по технологически - замкнутому циклу*, когда в механосборочном цехе производится механическая обработка и сборка одного сборочного узла, например, коробки скоростей;
- *по технологическому циклу*, когда в механическом цехе производится обработка группы конструктивно-подобных деталей, например, цех зубчатых колес или цех корпусных деталей;
- *по смешанному признаку*, когда некоторые детали обрабатываются в цехе по технологически замкнутому циклу, а остальные - по технологическому.

# Тема №1.3

## Схема и форма организации

### машиностроительного производства

**Форма организации** производства определяет порядок выполнения операций технологического процесса, направление движения заготовок и деталей в процессе изготовления, расположение технологического оборудования и рабочих мест. Форма организации производства может быть групповой и поточной:

- *групповая форма* организации производства применяется в цехах единичного, мелкосерийного и серийного производства и характеризуется изготовлением группы конструктивно-подобных деталей на рабочих местах, расположенных по групповому признаку (например, группа токарных станков, далее группа фрезерных станков, группа сверлильных станков и т.д.);

- *поточная форма* характеризуется изготовлением одной - двух деталей на специализированных рабочих местах, расположенных в последовательности выполнения операций технологического процесса или на поточно-механизированных линиях.

## Тема №1.4

# Производственный и технологический процессы и их структура

***Производственный процесс*** - совокупность всех этапов, которые проходят заготовки по пути их превращения в готовую машину. Производственный процесс машиностроительного завода в обобщенном виде включает в себя получение заготовок, различные виды их обработки, контроль качества, транспортирование, хранение на складах, сборку машины, испытание, регулировку, окраску, отделку и упаковку.

***Технологический процесс*** - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Технологический процесс может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки, формообразования и сборки.

### ***Технологические процессы изготовления деталей и сборки представляют:***

- технологическая документация на разработанные ТП изготовления деталей;
  - управляющие программы для оборудования с ЧПУ и сопроводительная технологическая документация;
  - технологическая документация на разработанные ТП сборки узлов и изделий.
- Изготовление изделий машиностроения может быть осуществлено на основе единичных, типовых или групповых ТП.

# Виды технологических процессов

**1 Единичный ТП**, как правило, разрабатывают индивидуально для конкретной детали. Его структуру и содержание технологических операций определяют на основании конструктивно-технологических параметров детали и исходной заготовки, технологических возможностей и ресурсов производства.

**2 Типовой ТП** создают для группы изделий, обладающих общностью конструктивных признаков. В группе деталей выделяют типовую деталь. Под **типом** подразумевают совокупность объектов (заготовок, сборочных единиц) одного класса, имеющих в определенных производственных условиях общий маршрутный ТП изготовления (механической обработки и сборки). **Общий маршрутный ТП** – это процесс, осуществляемый одинаковыми методами (однородное оборудование, одинаковое число установов, приспособление и инструментов). В пределах типа допускаются некоторые отклонения в порядке изготовления (обработки, сборки).

# Виды технологических процессов

**3 Групповой ТП** предназначен для совместного изготовления или ремонта группы изделий различной конфигурации в конкретных условиях производства на специализированных рабочих местах.

**Главной технологической единицей** групповой обработки является группа, в нее объединяют детали, характеризуемые общностью типов оборудования, необходимого для обработки заготовки в целом или отдельных ее поверхностей. Классы заготовок разделяют по видам обработки (токарная, сверлильная, фрезерная и т.п.), по видам заготовок.

**Групповую технологическую операцию** разрабатывают для выполнения технологически однородных работ при изготовлении группы изделий на специализированном рабочем месте при возможности частичной подналадки средств технологического оснащения. Групповая технологическая операция может быть разработана и применена как составная часть группового ТП (отдельная групповая операция). Групповые ТП разрабатывают для всех типов производства только на уровне предприятия в соответствии со стандартами.

**Принципиальное отличие между типовыми и групповыми процессами заключается в следующем:** типовая технология характеризуется общностью технологического маршрута, а групповая – общностью оборудования и оснастки, необходимых для выполнения определенной операции или полного изготовления детали.

# Виды технологических документов

Стандартами предусмотрены следующие виды технологических документов:

**маршрутная карта (МК)** – для описания единичных, типовых и групповых ТП и операций;

**карта эскизов (КЭ)** – для графических изображений к документам и указания наладок, позиций, установок, таблиц и схем;

**карта технологического процесса (КТП)** – для операционного описания при разработке единичных и типовых (групповых);

**карта типового ТП (КТТП)** – для операционного описания типовых ТП;

**операционная карта (ОК)** – для описания единичных, типовых и групповых операций;

**ведомость деталей** (сборочных единиц) к типовому (групповому) ТП (ВТП) или операции (ВТО) – для указания переменной информации к типовому или групповому ТП (групповой или типовой операции) по каждой детали (сборочной единице), входящей в соответствующий ТП или операцию;

**ведомость технологических документов (ВТД)** – для указания состава деталей (сборочных единиц), обрабатываемых по типовому или групповому ТП, и документов, содержащих соответствующую информацию;

**карта наладки инструмента (КН/Н)** – для указания полного состава вспомогательного и режущего инструмента в технологической последовательности его применения совместно с документом, содержащим описание операции (МК, КТП, ОК);

**карта кодирования информации (ККИ)** – для кодирования информации при разработке управляющих программ (применяется совместно с МК, КЭ, КТП и ОК).

# Основные понятия технологического процесса

**Технологическая операция** (применительно к условиям механообрабатывающего производства) - законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все последовательные действия рабочего (или группы рабочих) и станка по обработке заготовки (одной или нескольких одновременно).

**Технологический режим** - совокупность значений параметров технологического процесса в определенном интервале времени. Например, при токарной обработке - скорость и глубина резания, подача (продольная или поперечная). Режим резания, устанавливаемый для обработки детали, является одним из главных факторов технологического процесса.

**Технологическая база** - поверхность, сочетание поверхностей, ось или точка, используемые для определения положения предметов труда в процессе изготовления. Поверхность, сочетание поверхностей или точка должны принадлежать предмету труда.

# Основные понятия технологического процесса

**Обрабатываемая поверхность** - поверхность, подлежащая воздействию в процессе обработки.

**Припуск** - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. К свойствам обрабатываемого предмета труда или его поверхности относятся размеры, форма, твердость, шероховатость и т.п.

**Операционный припуск** - припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

**Промежуточный припуск** - припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

**Допуск припуска** - разность между наибольшим и наименьшим размерами припуска.



## Тема №1.4

### Структура технологического процесса

**Установ** - часть технологической операции, состоящая в установке, закреплении и снятии обрабатываемой детали или заготовки.

**Позиция** – каждое последовательное положение, занимаемое заготовкой совместно с приспособлением в пространстве. Позиция как элемент технологического процесса характеризуется неизменностью положения заготовки совместно с приспособлением относительно оборудования или рабочего места во время выполнения части технологического процесса.

**Технологический переход** - законченная часть технологической операции по обработке каждой новой поверхности или сочетания поверхностей детали, выполняемая одними и теми же средствами технологической оснастки при постоянных режимах резания и установки. Изменение только одного из элементов: обрабатываемой поверхности, инструмента или режима резания - определяет новый технологический переход.

**Проход** - относительное однократное движение режущего инструмента и обрабатываемой детали, в результате которого с поверхности заготовки снимается один слой материала.

**Наладка** - подготовка технологического оборудования и технологической оснастки к выполнению технологической операции. К наладке относятся установка приспособления, переключение скорости или подачи, настройка заданной температуры и т.п.

## Тема №1.5

### Показатели качества изделий машиностроения

Показатели качества изделия, установленные ГОСТ 15467 – 79, обычно разделяют на **три группы**: определяющие технический уровень, эксплуатационные и производственно-технологические.

**1 К показателям, определяющим технический уровень**, относят мощность, точность работы и производительность (например, станка), КПД, удельный расход горюче-смазочных материалов (например, двигателя), степень механизации и автоматизации, экономичность, экологичность и т.д.

**2 Производственно–технические показатели**, или показатели технологичности конструкции, устанавливают эффективность конструктивных решений с точки зрения обеспечения оптимальных затрат труда и средств на изготовление изделия, его эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт.

# Тема №1.5

## Показатели качества изделий машиностроения

### *3 Эксплуатационные показатели:*

**Надежность** – свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в определенных пределах в течение требуемого промежутка времени или наработки.

Надежность – это комплексный показатель, который в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации может включать в себя безотказность, сохраняемость, ремонтпригодность и долговечность изделия и его частей.

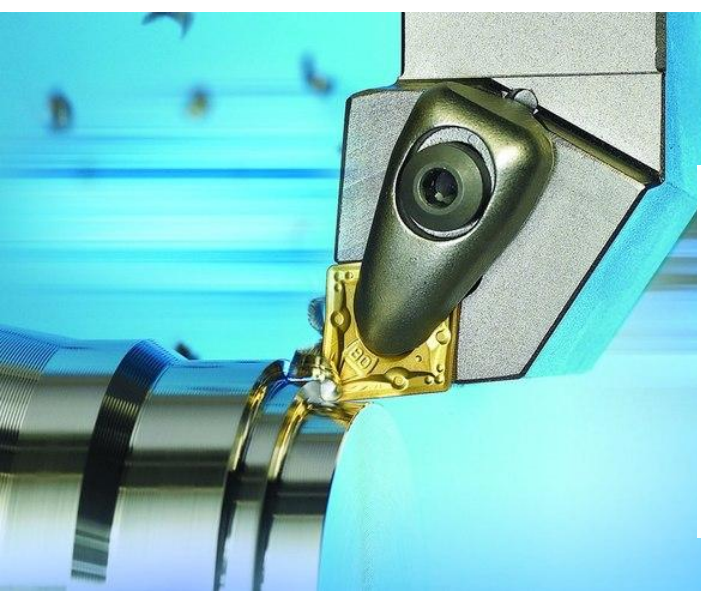
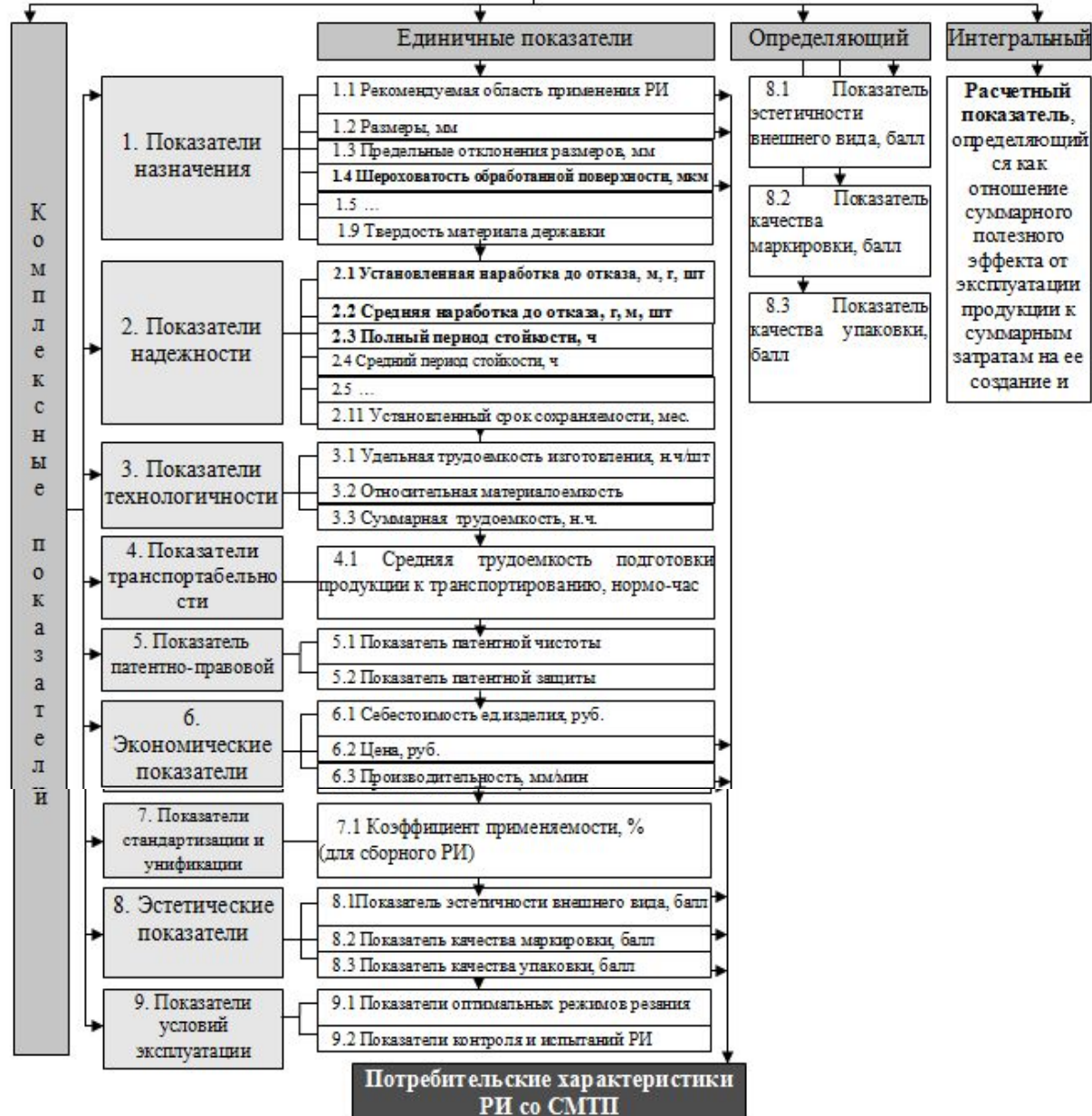
**Безотказность** – свойство изделия сохранять работоспособность в заданных условиях эксплуатации в течение некоторого времени или выполнении определенного объема работы без вынужденных перерывов. В технологии машиностроения под работоспособностью понимают состояние изделия, при котором в данный момент времени его основные (рабочие) параметры находятся в пределах, установленных требованиями технической документации.

**Сохраняемость** – свойство изделия сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и (или) транспортирования.

**Ремонтпригодность** – свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, отысканию и устранению в нем отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

**Долговечность** – свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Понятию долговечности тождественно понятие ресурса машины (изделия), т.е. общее время работы в часах до первого капитального ремонта.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НА СБОРНЫЙ РИ СО СМТП



# ТЕМА №1.6 Технический контроль качества продукции. Виды технического контроля

В соответствии с ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения:

**Контроль качества продукции** - проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям.

**Технический контроль** - проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Организационные формы и виды процессов технического контроля качества продукции весьма разнообразны. Поэтому целесообразно их деление на группы по классификационным признакам.

Выделяют следующие виды контрольных операций.

# Технический контроль качества продукции. Виды технического контроля



Классификация видов контроля качества продукции

## Тема №1.7

# Временные характеристики технологического процесса (операции)

**Трудоемкость** – количество времени, затрачиваемого работающим при нормальной интенсивности труда на выполнение того или иного технологического процесса или его части.

Различают **фактическую трудоемкость**, понимая под ней количество времени, фактически затраченного работающим на выполнение работы, и **расчетную или нормативную трудоемкость**, понимая под ней то количество времени, которое должно быть затрачено на выполнение той или иной работы. Единицей измерения трудоемкости служит человеко-час.

**Станкоемкостью** называют время, в течение которого фактически занят (*фактическая станкоемкость*) или должен быть занят (*расчетная станкоемкость*) станок, несколько станков или других видов оборудования для выполнения отдельных или всех операций по обработке детали или целого изделия. В соответствии с этим различают станкоемкость операции, станкоемкость детали и станкоемкость изделия. Единицей измерения станкоемкости обычно служит станко-час.

## Тема №1.7

# Временные характеристики технологического процесса (операции)

**Норма времени** – установленное (нормированное) количество труда надлежащей квалификации и нормальной интенсивности, необходимое для выполнения какой-либо операции или целого технологического процесса в нормальных производственных условиях. Норма времени измеряется в единицах времени (часах, минутах) с указанием квалификации рабочего, например, 10 часов 5-го разряда.

**Норма выработки** – устанавливаемое (нормируемое) количество заготовок, деталей или изделий, которое должно быть обработано или сделано в установленную единицу времени (час, минуту). Единицей измерения нормы выработки является количество штук в единицу времени с указанием квалификации работы, например 1200 шт. в час, работа 3-го разряда.

**Цикл** – промежуток календарного времени, измеренный от начала какой-либо периодически повторяющейся операции технологического или производственного процесса до её окончания. Различают **цикл операций**, т.е. промежуток календарного времени от начала до конца операций; **цикл изготовления детали** – промежуток календарного времени от начала первой операции до окончания последней операции изготовления детали; **цикл изготовления машины** – промежуток календарного времени, начиная от запуска в производство первой заготовки до окончания упаковки готовой машины.



## Тема №1.7

# Временные характеристики технологического процесса (операции)

**Подготовительно-заключительное время ( $T_{ум}$ )** - интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены или выполнения этой операции для партии предметов труда.

**Подготовительно-заключительное время устанавливается на всю партию деталей и используется:**

- на ознакомление рабочего с работой и изучение чертежа;
- на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента, приспособления для обработки заданной партии деталей;
- на снятие инструмента и приспособления по окончании обработки данной партии деталей;
- на уборку станка, сдачу технологической оснастки и чертежа в инструментально-раздаточную кладовую, сдачу готовой продукции ОТК.

## Тема №1.7

# Временные характеристики технологического процесса (операции)

Величина подготовительно-заключительного времени принимается по общемашиностроительным нормативам, в зависимости от типа станка, способа установки, применяемых приспособлений, количества режущих инструментов в наладке.

**Штучное время ( $T_{шт}$ )** - интервал времени, равный отношению времени цикла технологической операции ( $T_{ц}$ ) к числу одновременно обрабатываемых деталей ( $N$ ).

$$T_{шт} = T_{ц} / N. \quad (1)$$

**Штучно-калькуляционное время ( $T_{шк}$ )** – складывается из штучного времени и доли подготовительно-заключительного времени, приходящейся на одну штуку:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{п} + T_{пз} / N. \quad (2)$$

## Тема №1.7

# Временные характеристики технологического процесса (операции)

**Основное время ( $T_o$ )** - часть штучного времени, затрачиваемого на изменение состояния предмета труда (снятие стружки). Если этот процесс совершается только станком без непосредственного участия рабочего, то это время будет машинно-автоматизированным; если же процесс снятия стружки совершается станком при непосредственном управлении инструментом или перемещение детали рукой рабочего, то время будет машинно-ручным.

В основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебеги инструмента, на обратные ходы (на строгальных долбежных и других станках), на проход инструмента при пробных стружках; поэтому при подсчете основного времени расчетная длина обработки принимается с учетом этих приемов. Основное время рассчитывают по эмпирическим формулам.

## Тема №1.7

# Временные характеристики технологического процесса (операции)

**Вспомогательное время ( $T_{всп}$ )** – часть штучного времени, затрачиваемого на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения состояния предмета труда. В состав вспомогательного времени входят:

- время управления станком – пуск в ход, останов, изменение скорости или подачи и т.п.;
- время на ускоренное перемещение инструмента (подвод, отвод);
- время на установку, закрепление и снятие детали;
- время на приемы измерения детали: взять контрольный инструмент, установить инструмент, отложить инструмент.