

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

The background features a dark blue gradient with a subtle pattern of white stars and technical diagrams. On the right side, there are several circular diagrams resembling gauges or dials with numerical scales (e.g., 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210) and arrows. At the bottom, there are dashed circular paths with arrows indicating direction.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

- **Производственный процесс** - совокупность отдельных процессов, осуществляемых для получения из материалов и полуфабрикатов готовых изделий.
- **В производственный процесс входят процессы:**
  - непосредственно связанные с изготовлением деталей и сборкой из них машин;
  - вспомогательные процессы, обеспечивающие возможность изготовления и реализации продукции (например, транспортирование материалов и деталей, изготовление приспособлений и инструмента, реализация готовых изделий).
- **Технологический процесс** - часть производственного процесса по качественному изменению формы, размеров, свойств материала или полуфабриката в целях получения детали или изделия с заданными техническими требованиями.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

- Производственный процесс дизелестроения разделяется на следующие этапы:
  1. изготовление заготовок (литье, ковка, штамповка);
  2. обработка заготовок на металлорежущих станках для получения деталей согласно ЧТД;
  3. сборка узлов и агрегатов;
  4. сборка всей машины;
  5. испытание;
  6. окраска и отгрузка машины.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

- **Элементы технологического процесса мех. обработки**
- Для наиболее рационального процесса механической обработки заготовки составляется план обработки с указанием, какие поверхности необходимо обработать, в какой последовательности и какими способами. Весь процесс механической обработки расчленяется на отдельные составные части: технологические операции, установы, переходы, приемы.
- **Технологическая операция** - законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте (ГОСТ 3.1109–82).
- Технологическая операция – основная единица планирования и учета, для которой устанавливаются нормы времени, расценки, определяется количество необходимого оборудования и количество рабочих.
- В состав ТП включаются также операции транспортные, моечные, контрольные, маркировочные и т.п. , необходимые для общего процесса изготовления.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

- Элементы технологического процесса мех. обработки
- **Установ** – часть технологической операции выполняемая при одном закреплении детали.
- **Позиция** – однократное фиксированное положение, занимаемое закрепленной в приспособлении деталью, относительно инструмента либо неподвижной части станка.
- **Технологический переход** – часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и обрабатываемой поверхности.
- **Вспомогательный переход** – часть технологической операции не сопровождаемая изменением формы и размеров детали, но необходимая для выполнения технологической операции. Примером вспомогательных переходов может служить установка заготовки, контроль детали, смена инструмента.
- **Прием** – элементарные действия рабочего при выполнении операции (перехода), объединенные одним целевым назначением.
- Операциям и переходам в технологической документации придают порядковые номера (операциям 05, 10, 15, 20 и т. д.; переходам 1, 2, 3 т. д.). Названия операций формулируются кратко по виду обработки согласно классификатору технологических операций, например: токарная, фрезерная, сверлильная, слесарная, шлифовальная.
- Для более ясного и точного представления способа обработки технологический процесс иллюстрируется эскизами со схематическим указанием поверхностей обработки, способа крепления детали на станке (в приспособлении). При необходимости могут также приводиться схемы технологических наладок.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

Проектирование технологического процесса механической обработки деталей включает решение следующих основных вопросов:

- установление типа производства и организационной формы выполнения технологического процесса;
- определение величины партии деталей запускаемых в производство одновременно для серийного производства, и определение величины такта выпуска деталей для поточного производства;
- выбор вида заготовки и определение ее размеров;
- установление плана и методов механической обработки поверхностей деталей с указанием последовательности технологических операций.
- выбор типов оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента;
- определение режимов обработки на выбранных станках по каждой операции;
- определение нормы времени на обработку по каждой операции;
- определение квалификации работы;
- оценка технико-экономической эффективности спроектированного технологического процесса;
- оформление документации технологического процесса.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

Установление типа производства и организационной формы выполнения технологического процесса;

## 1. Тип производства.

Тип производства и соответствующая ему форма организации работы определяют характер технологического процесса и его построение. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию технологического процесса, необходимо установить вид производства (единичное, серийное, массовое) и соответствующую ему форму выполнения технологического процесса, исходя из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали.

- **Крупносерийное и массовое производства** - технологические процессы изготовления отдельных деталей разрабатываются подробно. При этом освещают все указанные выше факторы и составляют технологические карты, в которых фиксируют все необходимые сведения по указанным вопросам.
- **Единичное производство** - технологические процессы подробно не разрабатывают. На единичные детали составляют только маршрут операций с указанием последовательности их выполнения, оборудования, приспособлений, инструмента и приближенного суммарного времени на обработку.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

- Для поточной или прямоточной организации производства, при проектировании технологического процесса определяют такт выпуска.
- **Такт выпуска** - интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий.
- $T_v = 60 F_d H K_p / D$ , мин, где:
- $F_d$  – действительный (он же эффективный, расчетный) годовой фонд работы оборудования в 1 смену-номинальный годовой фонд работы за минусом потерь, час.
- $H$  – число рабочих смен;
- $D$  – годовая программа выпуска изделий, шт. /год ;
- $K_p$  – коэффициент потерь по организационно-техническим причинам, в т. ч. от переналадки оборудования (0,6...0,9)
- **Номинальный фонд (Фн)** - количество часов, которое теоретически должно работать оборудование при 40 часовой рабочей неделе в течение года с учетом праздничных дней:
  - при работе в 1 смену – 2070 часов;
  - в 2 смены – 4140 часов;
  - в 3 смены – 6210 часов.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

**Потери номинального фонда** - время проведения плановых ремонтов оборудования (осмотровых, средних, капитальных).

Затраты времени на проведение ремонта зависят от сложности оборудования и режима его эксплуатации (в 1, 2, 3 смены), % от Фн

Сложность оборудования определяется числом единиц ремонтной сложности (ЕРС) – механической и электрической частей.  
(устанавливается конструктором оборудования)

Для обычных м/р станков ( токарных, фрезерных, сверлильных, строгальных массой до 10 т.) потери:

- при работе в 1 смену – 1,4% ;
- в 2 смены – 1,9% ;
- в 3 смены – 2,4% .

Для тех же станков массой свыше 10 т (до 100 т):

- при работе в 1 смену – 3,3 % ;
- в 2 смены – 3,8 % ;
- в 3 смены – 4,3 % .

Для м/р станков с ЧПУ и ОЦ массой свыше 10 т.:

- при работе в 2 смены – 8,0 % ;
- в 3 смены – 9,0 % .

Для автоматической линии:

- при работе в 2 смены – 9,5 % ;
- в 3 смены – 11,5 % .

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

$F_d$  – действительный (он же эффективный, расчетный) годовой фонд работы оборудования (при работе в 2 смены):

- м/р станки массой до 10 т. - 4060 ч.
- м/р станки массой свыше 10 до 100 т. - 3985 ч.
- м/р станки с ПУ массой до 10 т. - 3890 ч.
- м/р станки с ПУ массой свыше 10 до 100 т. - 3865 ч.
- м/р станки с ПУ типа ОЦ до 10 т. - 3890 ч.
- м/р станки с ПУ типа ОЦ свыше 10 до 100 т. - 3810 ч.
- агрегатные станки - 4015 ч.
- Автоматические станки - 3745 ч.

Действительный годовой фонд времени рабочих - 1860 ч.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

- Время выполнения каждой операции при поточной организации равно или кратно такту выпуска.
- Если синхронизация времени выполнения операций выдерживается не на всех участках линии, то на отдельных операциях создаются заделы необработанных деталей. Такая организация производства называется **прямоточной**. Детали между операциями передаются поштучно или партиями с помощью грузоподъемных механизмов.
- При серийном производстве для достижения достаточной загрузки станков на каждой линии обрабатывается несколько деталей разных наименований, сходных по размерам и конфигурации. Обработка таких деталей проводится попеременно партиями деталей одного наименования. Если при этом такт выпуска деталей разных наименований должен быть одинаковый, то величина такта определится по формуле,
- $T_v = 60 \sum_{i=1}^n F_{di} \cdot K_{pi} / D_i$ , (мин), где  
     $D_1; D_2; D_3 \dots D_n$  – количество деталей разных наименований.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

Исходные данные и последовательность разработки технологического процесса

- Основой для проектирования технологических процессов механической (или других способов) обработки являются:
- детальная производственная программа, составленная на основе общей производственной программы завода;
- рабочие чертежи машины;
- технические условия на ее изготовление.

**Производственная программа машиностроительного завода** содержит номенклатуру выпускаемых изделий, количество изделий каждого наименования, перечень и количество запасных частей.

**Рабочие чертежи машины должны включать:** рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи узлов и отдельных механизмов, чертежи общих видов машин. На рабочих чертежах, необходимых для проектирования технологического процесса, должны быть указаны:

1. вид заготовки (если это отливка или штамповка);
2. материал и его марка;
3. обрабатываемые поверхности (их класс шероховатости);
4. допуски на размеры;
5. вид термической обработки при необходимости.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

## 2. Величина партии деталей.

Характерной особенностью серийного производства изготовление деталей сериями (партиями), запускаемыми в производство одновременно, что обеспечивает повторяемость операций, при которых возможно применение специальных приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

При выборе величины партии деталей возникает вопрос, насколько целесообразно и рентабельно брать ее в размере, превышающем потребность в деталях на определенный промежуток времени, так как материал, затраченный на изготовление деталей, и вложенные в них средства, продолжительное время находятся без движения. С другой стороны, чем больше количество деталей в партии, тем меньше подготовительно-заключительное время и себестоимость наладки станков. Партия деталей, удовлетворяющая этим условиям, будет оптимальной. Можно считать нормальными запасы деталей на промежуточных складах для серийного производства до 10 дней работы. Чем лучше организована работа в цехах, тем меньше может быть запас деталей на складах. Следовательно, по этому упрощенному способу количество деталей в партии можно выразить следующей формулой:

$$n = D t / \Phi, \text{ где}$$

$n$  – количество деталей в партии;

$D$  – годовая программа выпуска;

$t$  – число дней на сколько необходимо иметь запас деталей на складе;

$\Phi$  – число рабочих дней в году.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

## 3. Выбор заготовки

Выбор вида заготовки и ее размеров определяется на стадии согласования технической документации и зависит от конструктивных форм детали, ее назначения, условий работы.

## 4. Установление плана и методов обработки.

План и метод обработки имеет цель обеспечить наиболее рациональный процесс обработки детали.

В плане указывается последовательность выполняемых операций и по каждой операции устанавливается: метод обработки, используемое оборудование, применяемое приспособление, режущий и мерительный инструмент, режимы обработки, нормы времени, квалификация работы. Выбор метода обработки зависит от требований предъявляемых к точности обработки и классу шероховатости поверхностей.

При выборе метода обработки необходимо учитывать экономическую целесообразность его применения.

При проектировании технологических процессов пользуются, составленными на основании опытных данных таблицами средних величин экономической точности различных методов



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

При установлении последовательности операций следует руководствоваться следующими общими положениями:

1. В первую очередь надо обработать поверхности детали, которые являются базами для дальнейшей обработки.  
Затем следует обработать поверхности, с которых снимаются большие припуска.
2. Операции, где существует вероятность брака из-за дефектов в материале или сложности обработки, должны выполняться в начале процесса.
3. Далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности: чем точнее должна быть поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка каждой последующей поверхности может вызвать искажение ранее обработанной поверхности. Это происходит из-за того, что снятие каждого слоя металла с поверхности детали вызывает перераспределение внутренних напряжений, что вызывает деформацию детали.
4. Поверхность, имеющая более высокую точность, должна обрабатываться последней.
5. Совмещение черновой и чистовой обработки на одном и том же станке может привести к снижению точности обработанной поверхности, вследствие влияния значительных сил резания и сил зажатия при черновой обработке.

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

## Выбор оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

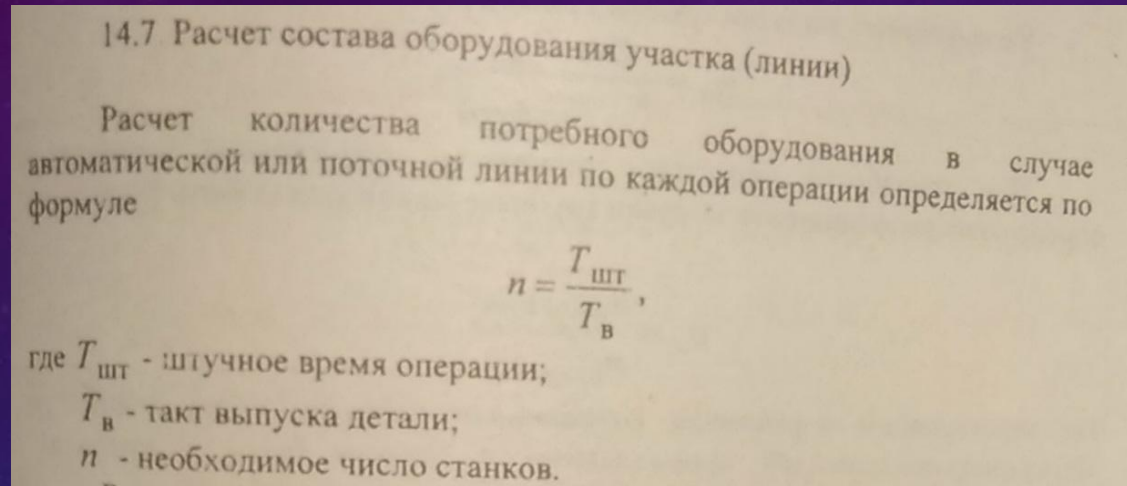
1. При проектировании технологических процессов, для выбора оборудования, необходимо иметь технические характеристики станков, определяющие их производственные возможности (иметь паспорта станков).
2. При выборе станка, прежде всего определяют его возможности обеспечить технические требования в отношении точности размеров и формы детали. Если по характеру обработки ее можно выполнить на различных станках, выбирают тот или иной станок на основе следующих соображений:
  - соответствие основных размеров станка габаритным размерам детали;
  - соответствие производительности станка количеству деталей подлежащих обработке;
  - возможность более полного использования станка по мощности;
  - обеспечение наименьшей себестоимости обработки;
  - необходимость использования имеющихся станков и другие.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

Выбор оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

3. Решающим фактором является экономичность процесса обработки. При необходимости делается экономический расчет обработки на разных станках.



4. Одновременно с выбором станка выбирается приспособление, необходимое для выполнения намеченной операции. Если возникает необходимость в специальном приспособлении, то производится его разработка. Обычно разработка приспособлений выполняется в заводских конструкторских бюро, или поставляется вместе со специальным станком.

В единичном и мелкосерийном производстве применяют универсальные приспособления, в крупносерийном и массовом производстве специальные.

5. Для выбранного оборудования назначается режущий и мерительный инструмент, обеспечивающий требуемую производительность, точность и шероховатость. При необходимости разрабатывается специальный режущий и мерительный инструмент. Измерительный инструмент выбирается исходя из вида измеряемой поверхности и требуемой точности



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

## Расчет потребного количества станков

Требуемое время обработки по каждому виду работ определяется, ч:

$$\Sigma T = t_1 n_1 + t_2 n_2 + \dots + t_n n_n,$$

тогда потребное количество станков по конкретному виду работ

$$n_{\text{расч}} = \frac{\Sigma T_{\text{вида работ}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot H},$$

где  $\Sigma T$  - суммарное время вида работ, ч;

$\Phi_{\text{д}}$  - действительный годовой фонд работы станка в 1 смену;

$H$  - принятое число рабочих смен.

Расчетное число станков  $n_{\text{расч}}$  на выполнение вида работ округляется до ближайшего целого числа =  $n_{\text{принятое}}$ .

# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

## Коэффициент загрузки

Под коэффициентом загрузки станка понимается отношение расчетного времени обработки деталей на данном станке к времени его действительного годового фонда.

Коэффициент загрузки  $\eta_3$  1-го станка равен  $\frac{\Sigma T}{\Phi_d}$ .

Коэффициент загрузки группы станков данного вида (типа, модели)

$$\eta_3 = \frac{\Sigma A_i \cdot T_{штi}}{F_d \cdot n_{пр(факт)}}$$

При разработке проектных технологий допустимым вариантом определения коэффициента загрузки группы станков может быть формула

$$\eta_3 = \frac{n_{расчетное}}{n_{принятое}}$$

По действующим нормативам коэффициент загрузки оборудования в металлообрабатывающей промышленности должен быть в пределах 0,65...0,85.

Отдельные типы оборудования могут иметь коэффициент загрузки и ниже 0,5. Такое оборудование называется технологически необходимым.



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

Ведомость расчета оборудования участка механической обработки

Деталь	Годовая программа, шт	Трудоемкость по видам оборудования на деталь в станко-часах								
		токарные работы				фрезерные работы			сверлильные работы	
		1К62	1А341	16К20Ф30	16К30	6М42К	6Р12	ГФ-2171 с ЧПУ	2М12	2С550
Деталь №1	30240		8127			5400			540	1200
№2	10320	8400		12306			1120	3400		6710
№3	1668		6205				3740			250
...										
№19	1800				3100			520	700	170
№20	8100									
Трудоемкость годовой программы (ст.ч)		19250	14020	13700	3900	7210	8100	11500	1020	13950
Действительный годовой фонд работы станка (ч)		4060	4060	3945	4060	4060	4060	3865	4060	4060
Расчетное количество оборудования (единиц)		4,74	3,45	3,47	0,96	1,77	1,99	2,97	0,25	3,43
Принятое количество оборудования (единиц)		6	4	4	1	2	3	4	1	5
Коэффициент загрузки		0,79	0,86	0,86	0,96	0,88	0,66	0,74	0,25	0,68



# ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

## Установление режимов резания.

Режимы резания, устанавливаемые для обработки детали, определяют ее себестоимость. Режимы резания включают в себя следующие основные элементы: глубина резания  $t$  мм, подача  $S$  мм/об.; скорость резания  $V_m$ /мин.

Выбор величины элементов резания при точении ведется в следующем порядке:

1. Выбирается глубина резания, устанавливаемая в зависимости от припуска на обработку и числа проходов.
2. Выбирается режущий инструмент.
3. Определяется подача в зависимости от детали, инструмента, чистоты обработки.
4. Выбирается период стойкости инструмента.
5. Определяется скорость резания и число оборотов шпинделя станка в зависимости от ранее выбранных факторов. Скорость резания выбирают по справочной литературе или может быть рассчитана по имперической формуле.
6. Определяются составляющие силы резания, крутящий момент и потребную мощность станка.
7. По установленным режимам обработки рассчитывают  $T_o$  и  $T_{шт}$ .

При необходимости проводят технико-экономический анализ разработанного техпроцесса и экономическое сравнение вариантов технологического процесса

• СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ