

Основы технологии машиностроения

Тема 5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



Основы технического нормирования

Техническое нормирование в широком смысле этого понятия представляет собой установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов.

При этом под производственными ресурсами понимаются энергия, сырье, материалы, инструмент, рабочее время и т.д.

В современных условиях механосборочного производства экономия производственных ресурсов приобретает чрезвычайно важное значение.

Особенно важной задачей, решаемой при проектировании ТП, является задача технического нормирования рабочего времени, т.е. нормирование труда.

Оно осуществляется методами технического нормирования и опытно-статистическим методом.

Техническое нормирование труда – это совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой сметы труда.

Задачами технического нормирования являются выявление резервов рабочего времени и улучшение организации труда на предприятии, установление норм времени и в конечном счете – повышение производительности труда и увеличение объема производства.

При техническом нормировании труда (т.е. при аналитическом определении нормы времени) технологическая операция разлагается на элементы:

- *машинные,*
 - *машинно-ручные*
 - *ручные,*
- и на:*
- *переходы,*
 - *ходы,*
 - *приемы*
 - *движения.*

При этом каждый элемент подвергается анализу как в отдельности, так и в сочетании со сменными элементами.

Перед расчетом норм времени производится анализ структуры операции с целью ее улучшения.

Нормы времени, определенные аналитическим методом, называются технически обоснованными нормами или просто техническими нормами.

Технически обоснованная норма времени – это время необходимое для выполнения единицы работы, установленное расчетом исходя из рационального использования в данных условиях производства труда рабочего (живого труда) и орудий труда (овеществленного труда) с учетом передового производственного опыта.

Назначение технической нормы времени не ограничивается определением оплаты за труд и его производительности.

Она служит основой для определения требуемого количества и загрузки оборудования, производственной мощности участков и цехов, расчета основных показателей по труду и заработной плате, а также основой календарного (оперативного) планирования.

С развитием техники и технологии нормы времени должны корректироваться в сторону их снижения с учетом растущей производительности труда.

Опытно-статистический метод

нормирования – применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства, не предназначен для аналитического расчета трудоемкости выполняемой работы.

Норма времени устанавливается на всю операцию в целом путем сравнения с нормами и фактической трудоемкостью выполнения в прошлом аналогичной работы.

В условиях единичного и мелкосерийного производства экономически нецелесообразно расчленять операции на дифференцированные элементы для определения норм времени.

Классификация затрат рабочего времени.

Затраты рабочего времени в течение рабочего дня (за исключением обеденного перерыва) подразделяются на нормируемые и ненормируемые затраты.

К нормируемым относятся затраты необходимые для выполнения заданной работы, и потому подлежащие включению в состав нормы времени.

К ненормируемым затратам относятся затраты которые не включаются в состав нормы времени, к ним относятся потери рабочего времени по организационным и техническим причинам.

Нормируемые затраты рабочего времени делятся на:

- - *подготовительно-заключительное время, $T_{пз}$;*
- - *оперативное время, $T_{оп}$;*
- - *время обслуживания рабочего места, $T_{обс.}$;*
- - *время перерывов на отдых и личные потребности рабочего, $T_{отд.}$.*

Норма подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$ – это норма времени на подготовку рабочих и средств производства к выполнению механической операции и приведение их в первоначальное состояние после ее окончания.

$T_{пз}$ включает в себя:

- - получение материалов, инструментов, приспособлений, технической документации и наряда на работу;*

Тема 5. Обеспечение эффективности технологических процессов

- - ознакомление с работой, технологической документацией, чертежом, получение инструмента;
- - установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим работы;
- - снятие приспособлений и инструмента;
- - сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации, наряда.

Тпз затрачивается один раз на всю партию обрабатываемых изделий и рассчитывается по нормативам.

*Норма оперативного времени
Топ – это норма времени на
выполнение технологической
операции, состоящая из суммы
норм основного времени То и
неперекрываемого им
вспомогательного времени:*

$$T_{op} = T_o + T_v$$

Основное время T_0 – это норма времени на достижение непосредственной цели данной технологической операции или перехода по качественному или количественному изменению предмета труда (изменение размеров и формы, внешнего вида и состояния поверхности, взаимного расположения частей сборочной единицы и их крепление, и т.д.)

Основное время T_0 может быть:

- - машинным;
- - машинно-ручным;
- - ручным;
- - аппаратурным.

$$T_0 = L_{обр} / S_{мин}$$

или

$$T_0 = (L_1 + L_2 + L) / S_{мин}$$

где L – величина хода инструмента непосредственно с резанием металла;

L_1 – врезание;

L_2 – перебег.

Вспомогательное время T_v

представляет собой норму времени на осуществление действий, создающих возможность выполнения основной работы, являющейся целью технологической операции или перехода, и повторяющихся с каждым изделием или через определенное их число (установка и снятие изделия, пуск и выключение станка, подвод и отвод инструмента, перемещение стола или суппорта, промеры изделия, смена инструмента или его переустановка).

Вспомогательное время T_v определяется по таблицам нормативов и бывает:

- *- ручным;*
- *- механизированным.*

Время обслуживания рабочего места $T_{обс}$ – представляет собой часть штучного времени, затрачиваемую исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и ухода за ними и рабочим местом.

Время на личные потребности $T_{отд}$ – это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и дополнительный отдых (обычно не выше 2% от продолжительности рабочей смены).

Структура норм времени

Норма времени – это регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации (ГОСТ).

$$T_{ш-к} = T_{ш} + T_{пз}/n$$

где $T_{ш-к}$ – норма штучно-калькуляционного времени;

$T_{пз}$ – норма подготовительно-заключительного времени;

n – количество заготовок в обрабатываемой партии.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования.

$$\begin{aligned} T_{шт} &= T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд} = \\ &= T_{оп} + T_{обс} + T_{отд} \end{aligned}$$

Методы расчета экономической эффективности вариантов технологических процессов

1. Бухгалтерский метод

Себестоимость обработки партии заготовок определяется по формуле:

$$C = A \cdot n + B \quad (1)$$

где C – себестоимость партии заготовок;

n – количество заготовок в партии;

A – текущие затраты, т.е. затраты повторяющиеся при изготовлении каждой отдельной заготовки;

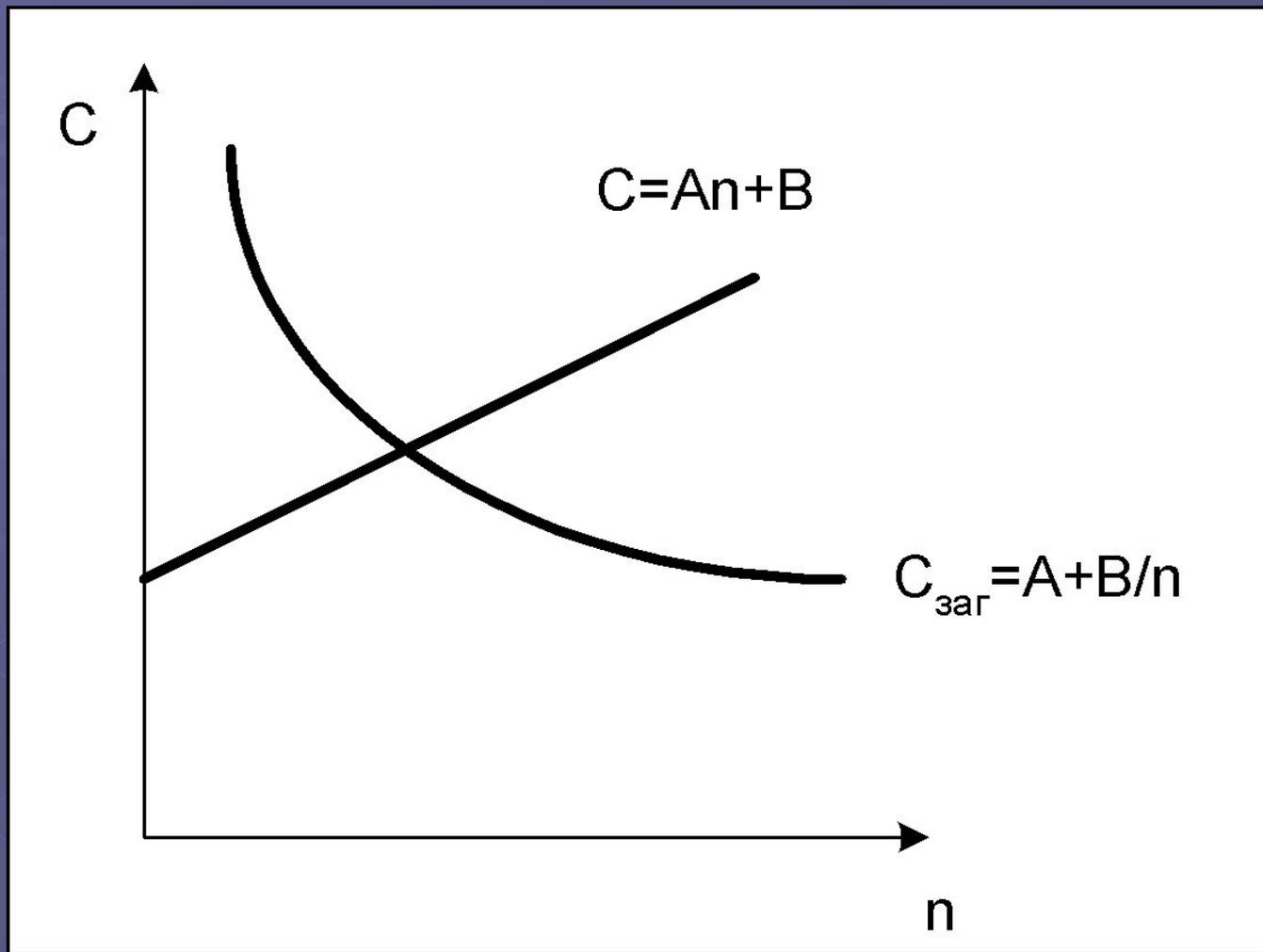
B – единовременные затраты, т.е. затраты, которые производятся один раз на все количество заготовок или периодически на определенную их партию.

Себестоимость одной заготовки
определяется формулой:

$$C_{заг} = A + B/n \quad (2)$$

В формуле (2) с увеличением количества заготовок себестоимость их обработки снижается по гиперболической зависимости (пока увеличение количества заготовок не приведет к невозможности изготовления в заданный срок без изменения ТП).

Тема 5. Обеспечение эффективности технологических процессов



При сопоставлении экономичности технологических вариантов, в качестве наилучшего принимается тот, который дает при заданном количестве заготовок меньшую себестоимость.

В состав единовременных затрат (B), входящих в формулы (1) и (2) включаются затраты на приобретение специальных станков, приспособлений и инструмента, а также на наладку станков.

Текущие затраты (А) включают в себя:

- стоимость исходной заготовки Сзаг,
- затраты на заработную плату основных рабочих Сз,
- цеховые расходы, связанные с амортизацией и ремонтом оборудования, содержанием зданий,
- затраты на силовую электроэнергию,
- затраты на нормативный режущий, мерительный и вспомогательный инструмент и универсальные приспособления,
- затраты на зарплату ИТР, управляющего и обслуживающего персонала,
- затраты на зарплату вспомогательных рабочих цеха.

Цеховые расходы принято при калькулировании себестоимости определять в % от зарплаты основных рабочих цеха (C_3).

$$A = C_{заг} + C_3(1 + P/100) \quad (3)$$

где P – процент накладных расходов, в зависимости от типа производства и условий производства составляет от 150 до 800%.

Преимущества бухгалтерского метода: простота и наглядность.

Недостатки: небольшая точность.

Область применения : приближенное определение себестоимости сравнительно однородной продукции цеха, изготавливаемой на оборудовании и оснастке, одинаковых по степени сложности и размерам.

2. Элементный метод

В общем случае полная технологическая себестоимость соответствует цеховой себестоимости и складывается из следующих элементов:

$$C_t = C_z + C_{zn} + C_{\text{э}} + C_{\text{в}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{м}} + C_{\text{а}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}} + C_{\text{пл}} + C_{\text{о}} + C_{\text{исх.заг}}$$

где C_z – заработная плата рабочих с начислениями;

C_{zn} – зарплата наладчиков с начислениями;

Тема 5. Обеспечение эффективности технологических процессов

Сэ – затраты на силовую электроэнергию;

Св – затраты на вспомогательные материалы;

Срем – затраты на амортизацию, заточку и ремонт универсального и специального режущего инструмента;

См – затраты на амортизацию и ремонт мерительного инструмента;

Са – затраты на амортизацию и ремонт оборудования;

Ср – затраты на ремонт и модернизацию оборудования;

Сп – затраты на ремонт, модернизацию и амортизацию приспособлений;

Спл – затраты на амортизацию, ремонт и эксплуатацию производственных помещений;

Со – затраты на общие цеховые расходы;

Сисх.заг – стоимость исходной заготовки.

При сопоставлении различных вариантов, близких по характеру, некоторые слагаемые (С_о, С_{исх.заг}) можно исключить.

Этот метод является основным методом сопоставления экономичности ТП во всех ответственных случаях, особенно для массового и крупносерийного производства.

3. Оценка экономической эффективности варианта по приведенным затратам

Когда один из сравниваемых вариантов предусматривает приобретение дорогостоящего специального оборудования или специализированной оснастки, сравнение вариантов только по технологической себестоимости и трудоемкости обработки может оказаться недостаточным, так как может быть выбран вариант с большими капитальными затратами.

Тема 5. Обеспечение эффективности технологических процессов

Целесообразность дополнительных затрат на оснащение ТП можно определить с помощью коэффициента экономической эффективности капитальных вложений:

$$E = (C1 - C2) / (K2 - K1)$$

где C1 и C2 – себестоимость годового выпуска деталей по двум вариантам (руб./год);

K2 и K1 – капитальные затраты, связанные с осуществлением вариантов ТП (руб.).

E – выражает годовую экономию на себестоимости заготовок, связанную с применением нового оборудования и оснастки на 1 рубль капитальных вложений.

Для машиностроения нормативный коэффициент капитальных вложений $E_n = 0,2$ руб. на 1 рубль капитальных вложений.

$$E > E_n$$

При сравнении экономичности различных вариантов вновь проектируемых ТП, требующих значительных капитальных вложений, целесообразно подсчитать так называемые приведенные затраты.

$$Z_{пр} = C_{заг} \cdot q + E_n \cdot k$$

где $Z_{пр}$ – приведенные затраты на осуществление годового выпуска заготовок (руб.);

$C_{заг}$ – себестоимость одной заготовки (руб./шт.);

q – годовой выпуск деталей (шт.);

k – капитальные вложения по данному варианту (руб.).

Таким образом приведенные затраты позволяют установить экономическую целесообразность отвлечения капитальных средств от других объектов данной отрасли.

Приведенные затраты определяются для каждого сравниваемого варианта. Лучшим признается вариант с минимальными приведенными затратами.

Производительность и себестоимость обработки

Производительность и себестоимость обработки заготовок в значительной степени зависит от предъявляемых требований точности и шероховатости поверхности изготавливаемых деталей.

Уменьшение допусков на обработку и высоты неровностей обрабатываемых поверхностей повышает трудоемкость и себестоимость обработки приблизительно по закону гиперболы.

Это объясняется тем, что возрастает основное время в связи с появлением дополнительных ходов и снижением режимов резания, увеличивается вспомогательное время, связанное с контрольными операциями, установкой, выверкой положения заготовки на станке, установкой режущего инструмента на размер (при обработке по методу пробных ходов); применяются более сложные и точные, а следовательно и более дорогие станки; возрастают затраты на режущий инструмент и в ряде случаев применяются более дорогие способы обработки.

Например, при повышении точности обработки стальных валиков диаметром 10-18 мм на токарно-револьверных станках с 11 до 7 квалитетов, фактически суммарные затраты времени на обработку, установку резца на размер и на измерение заготовок возрастают в три раза.

Заданная чертежом точность обработки и требуемая шероховатость поверхности могут быть достигнуты при использовании различных видов обработки, разных станков, инструментов и приспособлений.

Например, отверстие 9-го квалитета точности с $Ra=6,3$ мкм может быть получено в стальной заготовке путем обычного растачивания быстрорежущими и твердосплавными резцами, развертыванием, протягиванием и прошиванием, алмазным растачиванием, шлифованием, хонингованием, раскатыванием роликами или шариками.

К основным и наиболее объективным примерам целесообразности выбора наиболее подходящего для данных конкретных условий варианта обработки относятся его производительность и экономичность.

Даже при обработке заготовок определенным способом необходимо установить экономичность применения того или другого типоразмера станка или технологической оснастки.

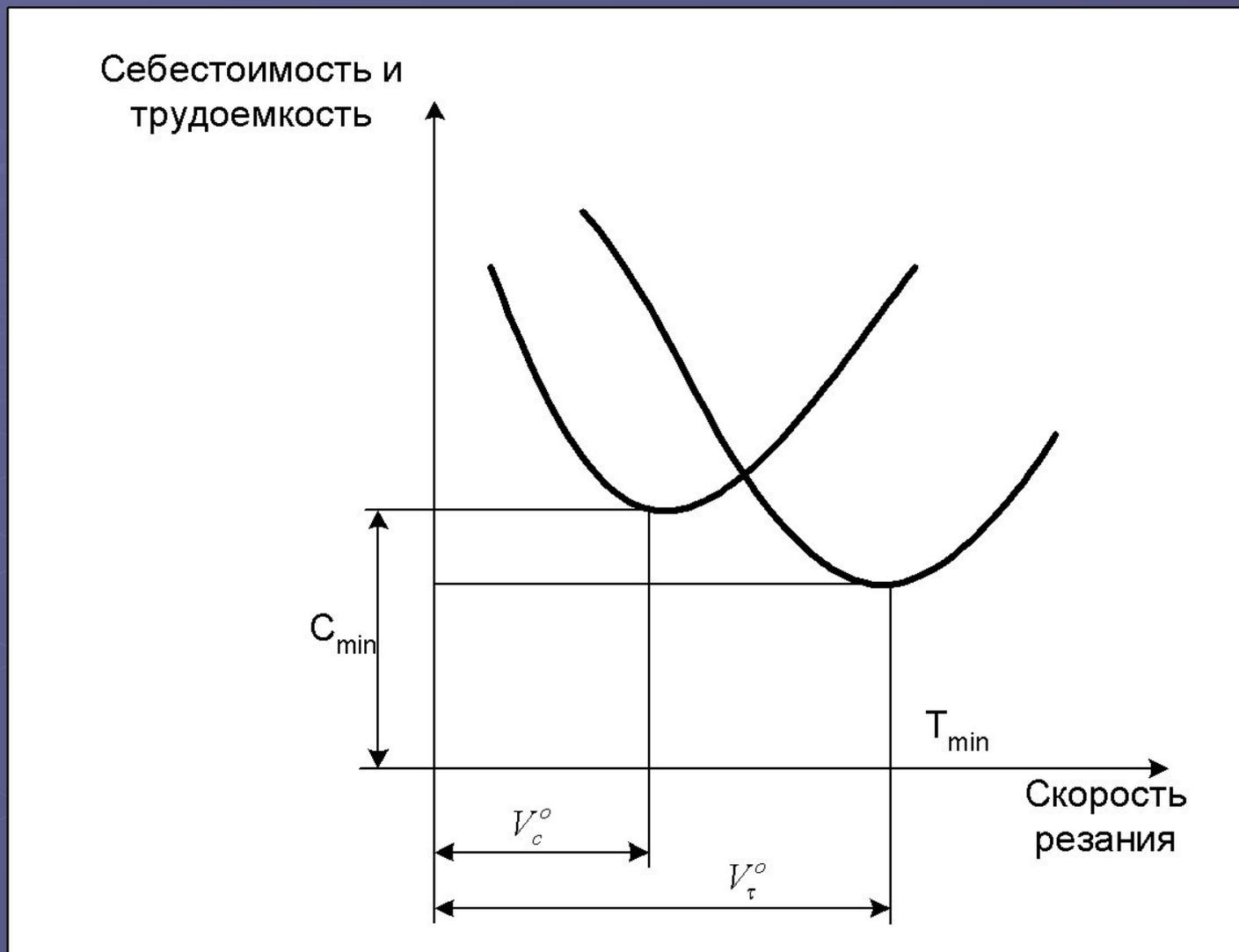
Например, наиболее высокая производительность операции тонкого обработки зависит не только от требуемой точности применяемых методов обработки и растачивания достигается при обработке на специальном алмазно-расточном станке.

Выполнение тех же операций на горизонтально-фрезерном станке увеличивает трудоемкость на 40-50%, а на токарных станках на 65-80%.

Трудоемкость и себестоимость также зависят от применяемых режимов резания.

С увеличением скорости резания трудоемкость и себестоимость обработки сначала снижается а затем, перейдя через некоторые минимальные значения и возрастают (в связи с увеличением износа режущего инструмента и затрат времени на его замену).

Тема 5. Обеспечение эффективности технологических процессов



Важно отметить, что оптимальные скорости резания, соответствующие T_{min} и S_{min} , не совпадают.

Скорость резания, оптимальная по себестоимости всегда меньше оптимальной скорости по производительности.

Чем дешевле режущий инструмент и меньше доля затрат на него в общей себестоимости обработки, тем выше оптимальная скорость резания по себестоимости обработки и тем ближе она подходит к оптимальной скорости резания по производительности.

Выбор скорости резания по наибольшей производительности или по наименьшим затратам осуществляется для каждого конкретного случая с учетом сложившейся обстановки (степень срочности задания, степень загрузки данного станка, возможности инструментального цеха по выполнению повышенного расхода инструмента и т.д.)

В любом случае скорость резания не должна выходить за пределы оптимальных скоростей по производительности и себестоимости.

В ответственных случаях определения экономической эффективности технологических процессов необходимо вести расчет по двум ее основным критериям.

- *- производительность (трудоемкость), выражаемая штучно-калькуляционным временем;*
- *- себестоимость, представленная в виде технологической себестоимости.*

Если один из сравниваемых вариантов связан с применением дорогостоящего оборудования или специальной технологической оснастки, анализ экономичности процессов следует дополнить расчетом приведенных затрат.

Экономическая эффективность технологических процессов в большой степени зависит от масштабов годового выпуска изделий и размеров партии заготовок, запускаемых в производство.

Известно, что приобретение высокопроизводительных, но дорогостоящих многошпиндельных автоматов и полуавтоматов окупается только при достаточно больших количествах выпускаемых изделий.

При использовании простых и дешевых токарных и револьверных станков основная часть себестоимости обработки приходится на долю заработной платы, достигающей 80-90%.

При переходе к высокопроизводительным автоматам доля заработной платы в общей себестоимости снижается до 55% для одношпиндельного и до 20% для шестишпиндельного автомата.

Соответственно возрастает доля затрат на амортизацию (до 35%) и освоение (до 20%) станка.

Повышенные эксплуатационные расходы окупаются за счет высокой производительности станка при достаточно большом объеме выпуска.

Для каждого станка существует определенная величина партии заготовок данной сложности и размеров, начиная с которой достигается наиболее экономичная работа станка.

Например, при обработке малых партий наиболее экономичным является применение токарного станка.

С увеличением партии заготовок наиболее экономичной оказывается обработка соответственно на револьверном, одно-, четырех- и шестишпиндельном токарных автоматах.

Все вышеуказанное делает актуальной проблему оценки экономической эффективности создания и применения новой техники и технологии производства в значительной степени определяет направление и темпы дальнейшего технического прогресса машиностроения.

Спасибо за внимание!

