


# Производительность и экономическая эффективность технологических процессов



- 1. Основы технического нормирования**
- 2. Структура затрат рабочего времени**
- 3. Методы расчета себестоимости вариантов технологических процессов**

# 1 Основы технического нормирования

**Техническое нормирование представляет собой установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов (ГОСТ 3.1109). При этом под производственными ресурсами понимаются энергия, сырье, материалы, инструмент, рабочее время и т.д.**

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

# Задачи и методы нормирования труда

Определение меры труда и соответствующего вознаграждения является одной из основных задач нормирования. **Нормирование труда осуществляется методами технического нормирования и опытно-статистического нормирования.**

*Техническое нормирование труда – это совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и улучшение организации труда на предприятии, установление правильной меры труда (т.е. определение нормы времени) и в конечном счете – повышение производительности труда и увеличение объема производства.*

**При техническом нормировании труда** технологическая операция разлагается на элементы машинные, машинно-ручные и ручные, на переходы, хода и приемы. При этом каждый элемент подвергается анализу, как в отдельности, так и в сочетании со смежными элементами. Перед расчетом нормы времени производится изучение и анализ структуры нормируемой операции с целью ее улучшения путем:

- 1) исключения из состава операции лишних приемов и движений, без которых работа может быть успешно выполнена;
- 2) сокращения пути движений рук, ног и корпуса рабочего; замены утомительных приемов работы более легкими;
- 3) освобождения рабочего от выполнения подсобных работ по подноске материалов, инструментов, заготовок и по заточке инструмента;
- 4) применения многоместных приспособлений;
- 5) установления рациональных режимов резания;
- 6) использования опыта передовиков по сокращению затрат вспомогательного времени.

*Норма времени, определенная аналитическим методом, называется технически обоснованной нормой или просто технической нормой. Технически обоснованная норма – 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.*

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

## Опытнo-статистический метод нормирования,

*применяемый в условиях единичного и мелкосерийного производств, в отличие от технического нормирования не предполагает аналитического расчета трудоемкости отдельных элементов выполняемой работы и их суммирования. Норма времени устанавливается на всю операцию в целом путем сравнения с нормами и фактической трудоемкостью выполнения аналогичной работы. Статистические данные о фактической трудоемкости аналогичных операций и личный опыт нормировщиков и мастеров являются основой этого метода нормирования. Эти нормы не имеют под собой технической и расчетной базы и, как правило, являются заниженными и не отвечают задачам поиска резервов производства и повышения производительности труда.*

## В отличие от опытно-статистических норм технические нормы:

- 1) предусматривают использование передового производственного опыта; они определяют производительность труда выше среднего достигнутого уровня и являются поэтому прогрессивными;*
- 2) при аналитическом методе нормирования исключается появление неоправданно высокой или чрезмерно низкой оплаты труда;*
- 3) введение объективных и технически обоснованных расчетных норм устраняет конфликты и споры о правильности норм, имеющие место при опытно-статистическом нормировании.*



**Для корректировки технически обоснованных норм и разработки нормативов осуществляют изучение затрат рабочего времени наблюдением. Различают два основных способа изучения рабочего времени наблюдением:**

- **хронометраж**
- **фотографию рабочего дня.**

*С помощью **хронометража** изучают затраты времени на выполнение циклически повторяющихся ручных и машинно-ручных элементов операции для установления их нормальной продолжительности, а также для разработки на этой основе нормативов, используемых при расчете технических норм времени.*

***Фотографией рабочего дня** называют наблюдения с последовательным измерением всех затрат рабочего времени в течение одной или нескольких смен. Основное назначение фотографии рабочего дня – определение потерь рабочего времени, установление времени на обслуживание рабочего места и перерывы.*

## 2. Структура затрат рабочего времени

*Затраты рабочего времени в течение рабочего времени подразделяются на*

- **нормируемые**
- **ненормируемые.**

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

К **ненормируемым** затратам рабочего времени относятся затраты, которые не включаются в состав нормы, (потери вследствие выполнения рабочим случайной непроизводительной работы, такой, как хождение за мастером, наладчиком, документацией, инструментами, транспортными средствами, материалами и т.п.; перерывы в работе по организационным и техническим причинам, связанные с простоем в ожидании работы, крана, подсобного рабочего, с простоями из-за отсутствия электроэнергии и т.п.; потери по вине рабочего в связи с опозданиями и преждевременным уходом с рабочего места, посторонними разговорами и т.п.).

**Нормируемые затраты рабочего времени  
делятся на:**

- **подготовительно-заключительное время;**
- **оперативное время;**
- **время обслуживания рабочего места;**
- **время перерывов на отдых и личные потребности рабочего.**

**Норма подготовительно-заключительного времени  $T_{п.з.}$**  - это норма времени на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после обработки партии заготовок на данной операции. Норма подготовительно-заключительного времени включает в себя затраты времени на подготовку к заданной работе и выполнение действий, связанных с ее окончанием. Она предусматривает затраты времени на:

- 1) получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации и наряда на работу;
- 2) ознакомление с работой, технологической документацией, чертежом, получение необходимого инструмента;
- 3) установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим работы;
- 4) снятие приспособлений и инструмента;
- 5) сдачу готовой продукции, остатков материала, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

*Подготовительно-заключительное время затрачивается один раз на всю партию обрабатываемых изделий, изготавливаемых без перерыва по данному рабочему наряду и не зависит от числа изделий в партии.*

**Норма оперативного времени  $T_{on}$** , - это норма времени на выполнение технологической операции, состоящая из суммы норм основного времени -  $T_o$  и вспомогательного времени  $T_v$ , т. е.

$$T_{on} = T_o + T_v \quad (13.4)$$

*Затраты оперативного времени на выполнение технологической операции повторяются с каждой единицей изделия.*

*Норма основного времени  $T_0$  - это норма времени на достижение непосредственной цели данной технологической операции или перехода по качественному изменению предмета труда. Основное время  $T_0$  представляет собой время, в течение которого осуществляется изменение размеров и форма заготовки, внешнего вида и шероховатости поверхности, состояния поверхностного слоя или взаимного расположения отдельных частей сборной единицы и их крепления и т.п. Основное время может быть машинным, машинно-ручным и ручным.*

При станочных работах основное время определяется отношением величины пути, пройденного обрабатывающим инструментом, к его минутной подаче.

$$T_o = T_{(13.8)} = \frac{L_i}{v_{мин}}$$

где  $i$  – число рабочих ходов;

$$L = l + l_1 + l_2 + l_{дон}$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности;  
 $l_1$  – величина врезания инструмента;  
 $l_2$  – величина перебега (схода) инструмента;  
 $l_{дон}$  – дополнительная величина рабочего хода инструмента, связанная с его безударным врезанием или необходимостью снятия пробных стружек при обеспечении точности методом пробных ходов.

*Из этой общей формулы могут быть получены частные формулы для различных способов резания в зависимости от их кинематики.*

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

*Вспомогательное время бывает ручным, механизированным (установка и снятие изделия краном и другими механизмами) и машинным (автоматический ускоренный обратный ход суппорта или стола).*



**Время обслуживания рабочего места**  
 $T_{\text{обс}}$  представляет собой часть штучного времени, затрачиваемую исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ним и рабочим местом. В условиях массового производства, машинных и автоматизированных операций время обслуживания рабочего места подразделяется на

- **время технического**
- **время организационного обслуживания.**

**Время технического обслуживания  $T_{\text{тех}}$**  – это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом (оборудованием) в течение данной конкретной работы (смена затупившихся инструментов, регулировка инструментов и подналадка оборудования, сметание стружки и т. п.). Время технического обслуживания определяется в процентах к основному времени.

**Время организационного обслуживания  $T_{\text{орг}}$**  – это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом в течение рабочей смены (время на раскладку и уборку инструмента в начале и конце смены, время на осмотр и опробывание оборудования, время на его смазку и чистку и т.п.). Время организационного обслуживания определяется в процентах к оперативному времени.

**Время на личные потребности  $T_{отд}$**  - это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и на отдых. Оно предусматривается для всех видов работ (кроме непрерывных) и определяется в процентах к оперативному времени. Обычно это время не превосходит 2% от продолжительности рабочей смены. На работах физически тяжелых, особенно утомительных, отличающихся большим грузооборотом или производимых ускоренным темпом, кроме того, предусматривается дополнительное время на перерывы для отдыха.

# Структура нормы времени

**Технически обоснованная норма времени состоит из нормы подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых изделий и нормы штучного времени , т.е.**

$$T_{ш.-к.} = T_{ш.} (1 + T_{п.-з.}) / n$$

где  $T_{ш.-к.}$  - норма штучно-калькуляционного времени (норма времени);

$T_{ш.}$  - норма штучного времени;

$T_{п.-з.}$  - норма подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых заготовок;

$n$  - количество заготовок в обрабатываемой партии

**Норма штучного времени - это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования.**

**Штучное время может быть определено как интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции.**

**При техническом нормировании норма штучного времени  $T_{ш.}$  подсчитывается по формуле**

$$T_{ш.} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд}$$

**В условиях массового производства нормируется  $T_{ш.}$ , а в условиях единичного и серийного производства -**

$$T_{ш.-к.}$$

*В связи с тем, что в единичном и серийном производствах время на обслуживание рабочего места не подразделяется на время организационного и технического обслуживания, и также как и время на отдых и личные потребности рабочего, исчисляется в процентах от оперативного времени, формула для подсчета штучного времени упрощается и приобретает вид*

$$T_{ш} = (T_o + T_{з.ч}) \left(1 + \frac{K}{100}\right)$$

где K – процент оперативного времени на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности рабочего.

*Норма затрат рабочего времени может быть выражена количеством продукции, изготовленной в единицу времени. В этом случае она называется нормой выработки.*

### 3. Методы расчета себестоимости вариантов технологических процессов

*Сопоставление себестоимости вариантов технологических процессов во многих случаях производится путем сравнения себестоимости обработки заготовок, отражающей затраты живого и овеществленного труда.*

*Существуют два принципиально отличных метода определения себестоимости:*

- бухгалтерский*
- элементный.*

# Бухгалтерский метод

*Широко распространен метод определения себестоимости обработки партии заготовок по формуле*

$$, C = A + \frac{B}{n}$$

где  $C$  – себестоимость партии заготовок;

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

$n$  – количество заготовок в партии, шт.;

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

*Себестоимость обработки одной заготовки в этом случае определяется по формуле*

$$, C_{\text{заг}} = \frac{(A+B)}{n}$$



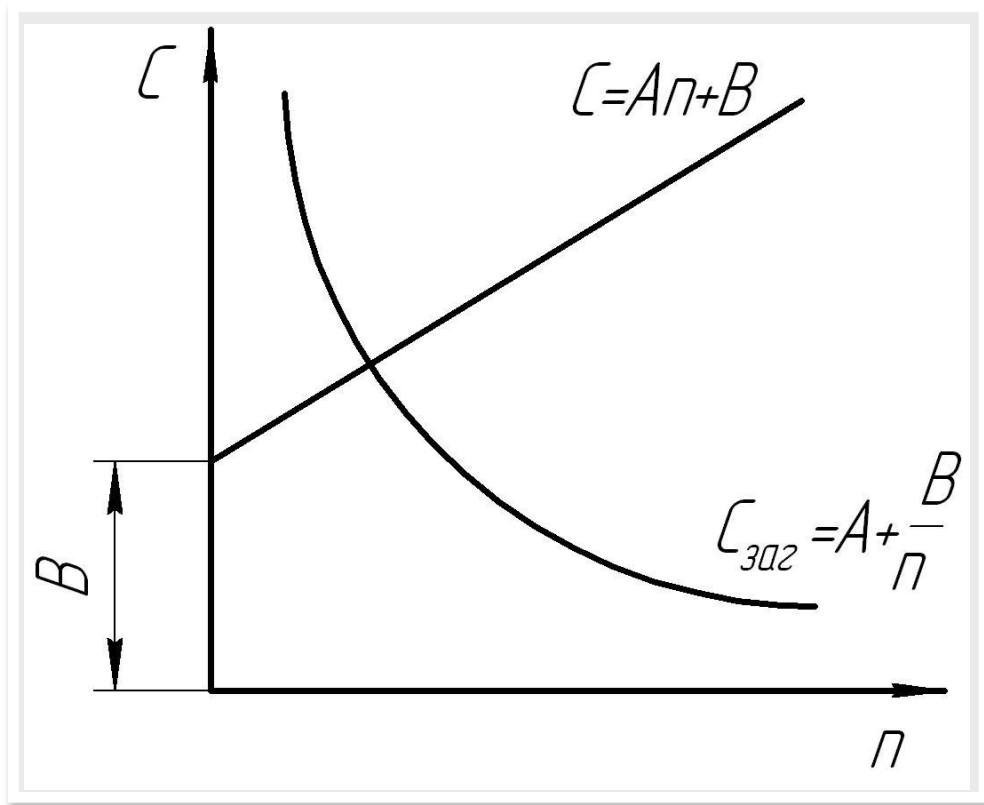


Рис.13.1.Зависимость себестоимости обработки от количества заготовок в партии.

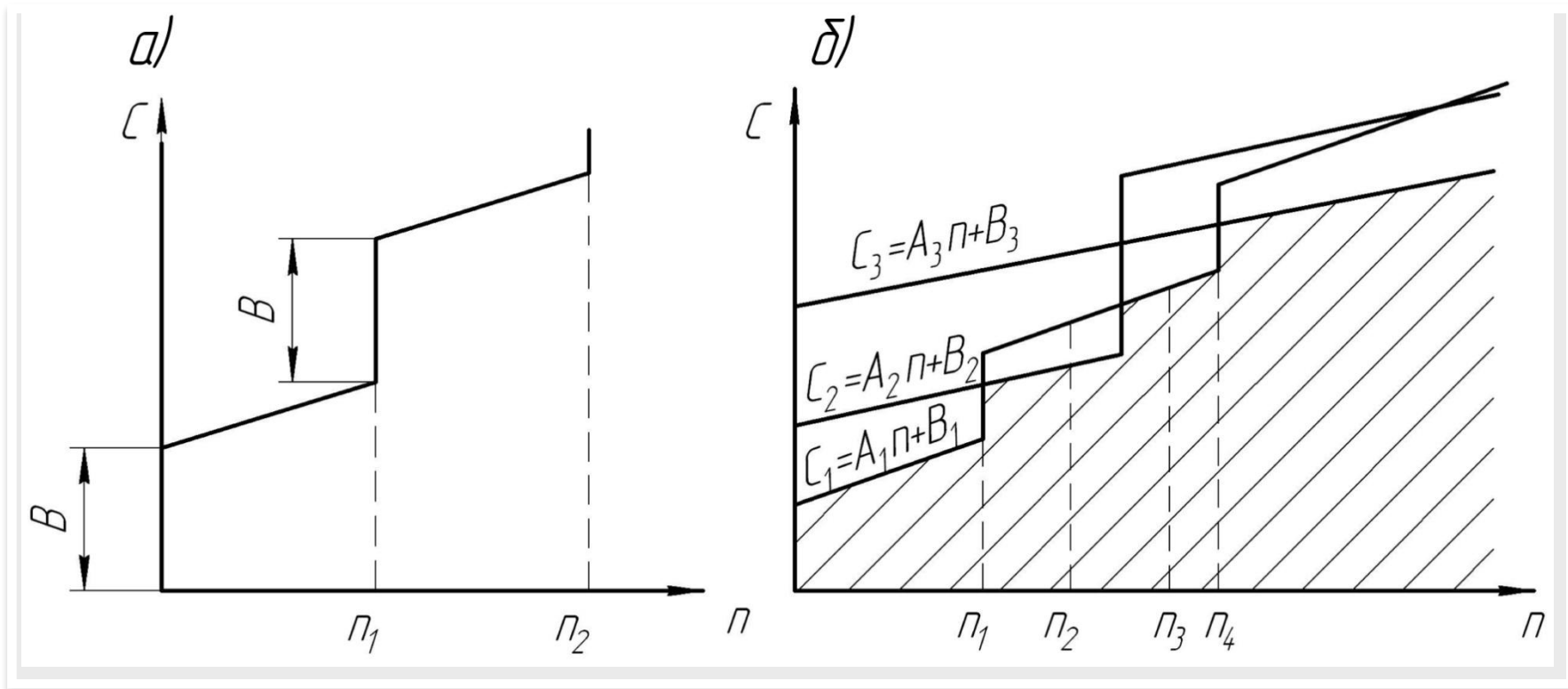


Рис.13.2.Зависимость себестоимости обработки от количества заготовок в партии при его увеличении до  $n_2$  (а) и  $n_4$  (б).

В состав единовременных затрат  $\underline{B}$ , входящих в формулы (13.5) и (13.6), включаются затраты на приобретение специальных станков, приспособлений и инструментов, а также на наладку станков. Текущие затраты включают в себя:  $A$

- стоимость исходной заготовки  $C_{заг}$
- затраты на заработную плату основных рабочих и все цеховые расходы, связанные с амортизацией и ремонтом оборудования, содержанием зданий;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на нормальный режущий, мерительный и вспомогательный инструмент и универсальные приспособления;
- затраты на заработную плату инженерно-технических работников, управленческого и обслуживающего персонала, а также на заработную плату вспомогательных рабочих цеха (инструментальная группа, ремонтники и т.п.).

Цеховые расходы принято при калькулировании себестоимости определять в процентах от заработной платы основных рабочих цеха.

Таким образом, текущие затраты можно найти по формуле

$$A = C_{з(13.7)} \left( 1 + \frac{P}{100} \right)$$

где  $P$  – сумма всех цеховых расходов, выраженная в процентах от заработной платы основных рабочих (процент накладных расходов).

Процент накладных расходов определяется при бухгалтерском методе по отчетным данным работы цеха и колеблется в зависимости от условий производства (серийность, оснащенность цеха, его размеры, степень автоматизации, организационная структура и т.п.) от 150 до 800%.

Изложенный метод расчета себестоимости обработки прост и нагляден. Однако, принятый при этом способ выражения цеховых расходов в процентах от заработной платы основных рабочих (процент накладных расходов) не дает возможности учесть разницу в расходах по эксплуатации и амортизации оборудования и универсальной оснастки, различной по сложности и размерам.

Для сопоставления себестоимости технологических процессов (вариантов) бухгалтерский метод не пригоден.

# Элементный метод

*Наиболее точным методом расчета себестоимости вариантов технологических процессов при их сопоставлении является элементный метод или метод прямого расчета всех составляющих себестоимости.*

*В отдельных случаях при расчете можно не учитывать затраты, которые во всех сравниваемых вариантах остаются постоянными, и определять себестоимость только по затратам, зависящим от сравниваемых технологических процессов. Такая неполная себестоимость, включающая в себя только затраты, обусловленные вариантом технологического процесса, называется технологической себестоимостью  $C_T$*

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

$$C_T = C_3 + C_{3.н} + C_э + C_в + C_{резж} + C_m + C_a + C_p + C_{II} + C_{III} + C_o + C_{исх.заг.}$$

где  $C_3$  - заработная плата основных рабочих с начислениями;

$C_{3.н}$  - заработная плата наладчиков с начислениями;

$C_э$  - затраты на силовую электроэнергию;

$C_в$  - затраты на вспомогательные материалы (смазочно-оптирочные материалы и смазочно-охлаждающие жидкости);

$C_{резж}$  - затраты на амортизацию, заточку и ремонт универсального и специального режущего инструмента;

$C_m$  - затраты на амортизацию и ремонт универсального и специального измерительного инструмента;

$C_a$  - затраты на амортизацию оборудования;

$C_p$  - затраты на амортизацию и ремонт универсальных и специальных приспособлений;

$C_{II}$  - затраты на амортизацию, ремонт, отопление, освещение и уборку производственного помещения;

$C_{III}$  - затраты на общие цеховые расходы (заработная плата вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и служащих цеха с соответствующими начислениями; расходы по ремонту и амортизации общего вспомогательного оборудования и инвентаря цеха; расходы по охране труда и др.);

$C_o$  - стоимость исходной заготовки (включая стоимость ее изготовления и материала за вычетом стоимости реализуемых отходов стружки).

*Элементный метод расчета себестоимости является основным методом сопоставления технологических процессов во всех ответственных случаях, особенно в условиях массового и крупносерийного производства.*

# Оценка экономической эффективности по приведенным затратам

*Оценка экономической эффективности вариантов по технологической себестоимости и производительности обработки в большинстве случаев бывает достаточно объективной, особенно когда затраты на технологическую оснастку и специальное оборудование этих вариантов различаются незначительно.*



*Когда один из вариантов предусматривает приобретение дорогостоящего специального оборудования или специализированной оснастки, сравнение вариантов только по технологической себестоимости и трудоемкости обработки может оказаться недостаточным. Целесообразность дополнительных затрат на оснащение технологического процесса можно определить с помощью коэффициента экономической эффективности капитальных вложений*

$$E = (C_1 - C_2) / (K_2 - K_1) \quad (13.9)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  - себестоимость годового выпуска заготовок по первому и второму вариантам;

$K_2$  -  ~~$K_1$~~  капитальные затраты, связанные с осуществлением первого и второго вариантов технологического процесса.

**Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений**  
**Выражает годовую экономию на себестоимость заготовок, связанную с применением нового оборудования и оснастки, на один рубль капитальных вложений.**

Для определения экономической целесообразности введения новой техники в различных отраслях промышленности установлен нормативный коэффициент экономической эффективности  $E$  который определяет минимальную величину годовой экономии на себестоимости продукции на один рубль дополнительных капитальных затрат (для машиностроения  $E \geq 0,2$  руб. в год на один рубль капитальных вложений).

Экономическая целесообразность дополнительных капитальных вложений может быть определена путем сравнения расчетного  $E$  и нормативного  $E_H$  коэффициентов экономической эффективности согласно неравенству

$$E = (C_1 - C_2) / (K_{из.то} - K_1) \geq E_H$$

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

$$Z_{np} = C_{заг} q (1 + E_H K)$$

где  $Z_{np}$  — приведенные затраты на осуществление годового выпуска заготовок;

$C_{заг}$  — себестоимость изготовления одной заготовки;

$q$  — годовой выпуск заготовок;

$K$  — капитальные вложения на осуществление данного варианта технологического процесса.

Из формулы (13.11) следует, что приведенные затраты складываются из себестоимости годового выпуска ( $C = C_{\text{заг}}$ ) и нормативной годовой экономии, которая должна быть получена в данной отрасли промышленности при рациональном использовании капитальных вложений ( $E_n K$ ).

Лучшим признается вариант с минимальными приведенными затратами.