

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Рассмотрены вопросы экономической эффективности применения различных конструктивных вариантов станочных приспособлений. Приведены методы расчета величины годовых затрат и себестоимости обработки для переналаживаемых и специальных приспособлений.

Станочные приспособления многообразны по своим конструкторско-технологическим характеристикам и классифицируются по различным признакам: по целевому назначению, по степени специализации, механизации и автоматизации и др. При этом применение того или иного типа станочного приспособления во много определяет экономическую эффективность производства.

Экономический эффект от применения приспособлений определяется путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов приспособлений. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления.

Годовая экономия достигается за счет снижения трудоемкости операций и зависит от совершенства приспособления – наличия или отсутствия быстродействующих зажимных устройств, удобства установки заготовок и др. [1,2].

Приспособление считается рентабельным, если годовая экономия, получаемая от его применения, больше связанных с ним годовых затрат.

Методы расчета годовых затрат на специальные, универсальные и различные системы стандартизованных приспособлений отличаются друг от друга. Расчетные зависимости должны учитывать, что специальное приспособление участвует в обработке детали одного наименования, универсальное приспособление используется для неограниченной номенклатуры деталей, а унифицированное (стандартизованное), образующее различные модификации, применяется для обработки определенной группы деталей. Отсутствие необходимости в проектировании и в изготовлении стандартных элементов универсальных приспособлений также отражается на характере расчетных зависимостей, служащих для определения годовых затрат на эти приспособления.

Кроме себестоимости специального приспособления должны быть установлены коэффициенты затрат на проектирование  $g_n$  и эксплуатацию  $g_3$ , а также срок эксплуатации (срок службы) приспособления  $i_c$ .

Проектируемое приспособление должно быть экономично в тех производственных условиях, для которых оно предназначено. Определяющим в большинстве случаев является объем выпуска и, следовательно, число обрабатываемых деталей.

На практике обычно приходится сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для данной операции. Полагая, что расходы на амортизацию станка, режущий инструмент и электроэнергию при использовании различных вариантов приспособлений остаются неизменными, определяют и сопоставляют лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления. Для многоместного приспособления рассчитывается себестоимость обработки одной детали.

### Расчёт технико-экономических показателей применения специальных приспособлений.

Себестоимость обработки одной детали, включающая элементы, зависящие только от конструкции приспособления, определяется по формуле[2]:

$$C = L_3 \left( 1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{A}{N} \left( \frac{1 + g_n}{i_c} + g_3 \right), \text{ руб.} \quad (1)$$

где  $L_3$  – основная заработная плата рабочего, приходящаяся на одну заготовку, руб.;  $Z$  – процент цеховых накладных расходов, %.  $A$  – стоимость изготовления приспособления, руб.;  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Наиболее эффективным будет вариант приспособления, при использовании которого технологическая себестоимость обработки заготовки минимальная.

На этапе проектирования себестоимость  $A$  изготовления приспособления можно приближенно определить в зависимости от группы сложности приспособления по формуле

$$A = (Z_n + Z_c) \cdot C_o \cdot k_o, \text{ руб.} \quad (2)$$

где  $Z_n$  – количество деталей в приспособлении, шт.;  $Z_c$  – количество десятков крепежных деталей в приспособлении;  $C_o$  – стоимость одной условной детали приспособления;  $k_o$  – коэффициент сложности приспособления (принимается в зависимости от группы сложности приспособления).

#### **Расчёт технико-экономических показателей применения переналаживаемых приспособлений.**

Себестоимость обработки, если данная технологическая операция выполняется на переналаживаемом универсальном приспособлении, оснащённом сменной наладкой [1]:

$$C = L_3 \left( 1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{A_y}{N} \left( \frac{1 + g_{\text{п}}}{i_c} + g_3 \right) + \frac{A_{\text{н}}}{N} \left( \frac{1}{i_{\text{сн}}} + g_3 \right) + \frac{S'_{\text{н}}}{N}, \text{ руб.} \quad (3)$$

где  $A_y$  – стоимость универсального приспособления, руб.;  $A_{\text{н}}$  – себестоимость изготовления сменной наладки, руб.;  $i_{\text{сн}}$  – срок службы сменной наладки, годы, ( $i_c > i_{\text{сн}}$ );  $S'_{\text{н}}$  – расходы на конструирование и отладку сменной наладки, руб.

Расходы на конструирование и отладку сменной наладки:

$$S'_{\text{н}} = A_{\text{н}} g_{\text{пн}} + \text{отладка}, \text{ руб.} \quad (4)$$

где  $g_{\text{пн}}$  – коэффициент проектирования сменной наладки.

Приведённая формула может быть использована для сопоставления рентабельности различных вариантов переналаживаемых приспособлений или специального и переналаживаемого приспособлений.

Формула (3) справедлива при проектировании нового переналаживаемого приспособления. В случае если универсальная часть приспособления заимствуется, а проектируется только сменная наладка, то из формулы (3) следует изъять коэффициент проектирования  $g_{\text{п}}$  универсального приспособления.

#### **Расчёт технико-экономических показателей применения механизированных приспособлений.**

При выборе наиболее рентабельного механизированного привода необходимо учитывать ряд факторов. Конструкция приспособления зависит от типа привода. Так, например, пневматическое приспособление сложнее гидравлического с агрегатированным источником давления, так как обычно требует применения дополнительных механизмов усилителей. Следовательно, пневматическое приспособление дороже гидравлического (без учёта стоимости источника давления).

Оптимальный тип привода определяется из сопоставления суммарных экономических эффектов, получаемых при применении приспособлений с различными приводами.

Как показали исследования, годовые затраты на потребляемую пневмо- и гидроприводами энергию, а также разность времени срабатывания пневмо- и гидроприводов невелики, следовательно, при расчетах ими можно пренебречь. Таким образом, при проектировании приспособления для определенной технологической операции с заданной программой годовая экономия в результате сокращения основного и вспомогательного времени одинакова для приспособлений с пневматическим и гидравлическим приводом.

Критерием для выбора наиболее выгодного типа привода служат годовые затраты на эксплуатацию приспособлений с различными приводами.

Себестоимость обработки технологической операции, выполняемой на механизированном приспособлении, определяется по формуле:

$$C = L_3 \left( 1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{P}{N}, \text{ руб.} \quad (5)$$

где  $P$  – годовые затраты на эксплуатацию приспособления с различными типами приводов, руб.

Расчётные зависимости годовых затрат на эксплуатацию универсальных, специализированных и специальных приспособлений с различными приводами приведены в таблице [3].

Коэффициент использования источника давления определяется длительностью работы привода приспособления за смену и может быть рассчитан по формуле:

$$n = \frac{t_o}{t_{шт}}, \quad (6)$$

где  $t_o$  – основное (машинное) время обработки одной детали, мин;  $t_{шт}$  – штучное время обработки детали, мин.

Если для специальных приспособлений нормативный срок амортизации принять два года ( $i_c = 2$ ), расходы на содержание – 20% от стоимости приспособления ( $g_s = 0,2$ ), а затраты на проектирование – 30% от стоимости приспособления ( $g_n = 0,3$ ), тогда затраты на проектирование и эксплуатацию специальных механизированных приспособлений:

$$P_c = A \left( \frac{1 + g_n}{i_c} + g_s \right) = A \left( \frac{1 + 0,3}{2} + 0,2 \right) = 0,85 A, \text{ руб.} \quad (7)$$

где  $A$  – стоимость механизированного приспособления, руб.

Определение годовых затрат  $P$  на эксплуатацию механизированных приспособлений с различными типами приводов

Гидро- и пневмопривод	Класс приспособлений	
	Универсальные и специализированные	Специальные
Встроенный стационарный Присоединяемый стационарный Встроенные стационарные двигатели и агрегатированный гидравлический источник давления	$P = 0,42 A$	$P = 0,85 A$
	$P = 0,42 A + 0,42 A_{пр} n$	$P = 0,85 A + 0,42 A_{пр} n$
	$P = 0,42 A + 0,42 C_{ист} \frac{n}{m}$	$P = 0,85 A + 0,42 C_{ист} \frac{n}{m}$
Гидропривод присоединяемый со стационарным двигателем и агрегатированным источником давления	$P = 0,42 A + 0,42 A_{пр} n + 0,42 C_{ист} \frac{n}{m}$	$P = 0,85 A + 0,42 A_{пр} n + 0,42 C_{ист} \frac{n}{m}$

Здесь  $A$  – стоимость механизированного приспособления, руб.;  $A_{пр}$  – стоимость привода, руб.;  $C_{ист}$  – стоимость источника давления, руб.;  $m$  – количество станков, обслуживаемых одним источником давления;  $n$  – коэффициент использования источника давления.

Если для универсальных и специализированных приспособлений срок амортизации принять восемь лет ( $i_c = 8$ ), а расходы на содержание – 30% от их стоимости ( $g_s = 0,3$ ), тогда затраты на эксплуатацию универсальных и специализированных приспособлений:

$$P_y = A \left( \frac{1}{i_c} + g_s \right) = A \left( \frac{1}{8} + 0,3 \right) = 0,42 A, \text{ руб.} \quad (8)$$

Если для агрегатированных приводов (источников давления и двигателей) срок амортизации принять восемь лет ( $i_c = 8$ ), а расходы на содержание – 30% от их стоимости ( $g_3 = 0,3$ ), тогда затраты на эксплуатацию источников давления ( $P_{ист}$ ) и двигателей ( $P_{пр}$ ):

$$P_{ист} = C_{ист} \left( \frac{1}{i_c} + g_3 \right) = C_{ист} \left( \frac{1}{8} + 0,3 \right) = 0,42C_{ист}, \text{ руб.} \quad (9)$$

$$P_{пр} = A_{пр} \left( \frac{1}{i_c} + g_3 \right) = A_{пр} \left( \frac{1}{8} + 0,3 \right) = 0,42A_{пр}, \text{ руб.} \quad (10)$$

где  $A_{пр}$  – стоимость привода, руб.;  $C_{ист}$  – стоимость источника давления, руб.

На этапе проектирования для сравниваемых вариантов приспособлений стоимость привода и источника давления следует определить по укрупненным нормативам данных.

Источник гидравлического или пневматического давления может быть встроен в станок, на котором установлено приспособление, т.е. являться узлом этого станка или быть стационарным независимым, например гидравлический мотор, пневмогидроаккумулятор или компрессорная станция.

В случае использования в приспособлении пневматического привода удельные затраты на подвод сжатого воздуха малы и ими можно пренебречь. Тогда в формулах для расчета годовых затрат на эксплуатацию пневматических приспособлений можно не учитывать стоимость источника давления  $C_{ист}$ .

Если в приспособлении применяется гидравлический привод, то стоимость источника давления следует определять по методике расчета стоимости специального приспособления, изложенной выше (см. формулу (2)).

Для приближенных вычислений вместо расчета стоимости источника давления можно использовать его цену. Однако, в этом случае нарушается принцип единства метода расчета, и результат может оказаться менее точным. Использование цены источника давления вместо его расчетной стоимости приемлемо для расчета технико-экономических показателей универсальных приспособлений со стандартными приводами, цены которых также заранее известны.

Стоимость аппаратуры управления и регулирования, обеспечивающую надежную работу привода, следует отнести к стоимости источника давления  $C_{ист}$ .

Из совместного решения двух уравнений, определяющих себестоимости обработки одной заготовки в сравниваемых приспособлениях, относительно  $N$  (при условии  $C_1 = C_2$ ) можно найти оптимальный годовой объем выпуска деталей, при котором оба сопоставляемых варианта приспособления будут равноценны в экономическом отношении  $N'$ .

Например, при сравнении конструкций двух немеханизированных специальных приспособлений, решая совместно уравнения (1), получим:

$$N' = \frac{(A_2 - A_1) \left[ \frac{1 + g_n}{i_c} + g_3 \right]}{(L_{31} - L_{32}) \left( 1 + \frac{Z}{100} \right)}, \text{ шт.}, \quad (11)$$

где индексы 1 и 2 означают параметры, принадлежащие сравниваемым приспособлениям.

При сравнении конструкций немеханизированного специального и немеханизированного переналаживаемого приспособлений, решая совместно уравнения (1) и (3), получим:

$$N' = \frac{(A_y - A_1) \left( \frac{1 + g_n}{i_c} + g_3 \right) + A_n \left( \frac{1}{i_{сн}} + g_3 \right) + S'_n}{(L_{31} - L_{32}) \left( 1 + \frac{Z}{100} \right)}, \text{ шт.} \quad (12)$$

При сравнении конструкций немеханизированного и механизированного приспособлений, решая совместно уравнения (1) и (5), получим:

$$N' = \frac{P - A_1 \left[ \frac{1 + g_{II} + g_3}{i_c} \right]}{(L_{31} - L_{32}) \left( 1 + \frac{Z}{100} \right)}, \text{ шт.} \quad (13)$$

Если заданный годовой объем выпуска  $N$  будет больше значения  $N'$ , выгоднее применять более сложное приспособление (второй вариант), если меньше – то менее сложное (первый вариант).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков /– М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
2. Горохов, В.А. Проектирование и расчет приспособлений: учеб. пособие /– Минск : Высшая школа, 1986. – 237 с.
3. Кузнецов, Ю.И. Станочные приспособления с гидравлическими приводами /– М.: Машиностроение, 1972.

*Е.А. ЕВГЕНЬЕВА, А.И. САМАРКИН, С.И. ДМИТРИЕВ*

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДА ТЯГОВОГО УСТРОЙСТВА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Исследуется конструкция привода тягового устройства, применяемая при изготовлении кабельной продукции.

При изготовлении кабельной продукции используется тяговое устройство.

Привод должен обеспечивать:

- вращение обоих тяговых колес;
- максимальную скорость линии 20 м/мин;
- максимальное усилие тяги не менее 6000 кгс.

Несущей конструкцией привода (рис.1) является рама поз.1. На раме устанавливается двигатель, редуктор и пневмотормоз.

Пуск двигателя поз. 2 осуществляется с частотой не более 1500 об/мин. Выходной вал двигателя соединяется с входным валом редуктора посредством зубчато – ременной передачи поз. 3. На входной вал редуктора поз. 4 насаживается тормозной шкив, на ступице которого располагается ведомый ременной шкив. Рабочая поверхность тормозного шкива находится между двумя тормозными колодками тормоза ТКГ-200 поз 6. Торможение осуществляется с помощью пневмокамеры КАМАЗ.

На выходной вал редуктора насаживается шестерня поз. 5. Она входит в зацепление одновременно с двумя подшипниками – шестернями, приводя во вращение подшипники с тяговыми колесами (внутренние кольца подшипников зафиксированы на станине тягового устройства и закреплены, а на наружных кольцах, которые одновременно являются шестернями, установлены и закреплены тяговые колеса). С учетом передаточного отношения данной зубчатой передачи, тяговые колеса вращаются с частотой 4,98 об/мин, что обеспечивает заданную требованиями линейную скорость линии.