

УДК 621.757.06

А.А. Гусев, профессор, д-р техн. наук,**И.А. Гусева, канд. техн. наук,****К.А. Хайбуллов, доцент, канд. техн. наук***Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**Вадковский переулок 3-а, Москва, Россия, 127994***ЭКОНОМИЧНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

Для проектирования станочных приспособлений предложен метод «аппликации» и показано преимущество этого метода, позволяющего небольшим и средним предприятиям сократить расходы и затраты времени на проектирование.

Ключевые слова: станочное приспособление, метод «аппликации», затраты на проектирование.

Проектирование станочных приспособлений требует значительных трудовых и материальных затрат. Сокращение их за счет автоматизированного проектирования часто не достигает требуемого эффекта, главным образом, из-за ограниченного количества приспособлений, необходимого для данного предприятия.

Механизированное проектирование приспособлений методом «аппликации» с использованием ксерокса, по сравнению с автоматизированным проектированием, требует меньших затрат за счёт исключения затрат на компьютер, принтер, программное обеспечение, подготовку высококвалифицированного работника, владеющего графикой и разработкой программ, а также времени на выполнение работ по программированию и проектированию приспособлений.

Небольшое количество выпускаемых станочных приспособлений на предприятии и использование работника низкой квалификации позволят сократить расходы на проектирование, осуществляемое в короткий срок с помощью ксерокса.

Большинство станочных приспособлений создают по аналогии с имеющимися на производстве конструкциями с учётом стандартных деталей и сборочных единиц, базирующих и зажимных устройств, нормализованных приводов и др., имеющихся в стандартах, нормалях, технической литературе и других источниках.

Сущность предложенного метода состоит в том, что все известные детали проектируемого приспособления копируют на ксероксе в нескольких экземплярах, затем укладывают отдельные элементы приспособления в виде проекций общего вида, фиксируют и осуществляют съёмку. Оставшиеся экземпляры скопированных деталей используют при изготовлении рабочих чертежей.

При ксерокопировании чертежей стандартных узлов станочные приспособления сложной конфигурации можно получить сразу, тогда, как их автоматизированное вычерчивание занимает значительное время.

Целесообразно определить, при каких объёмах выпуска станочных приспособлений возможно использование метода «аппликации», а при каких экономично применение автоматизированного проектирования в графических программах AutoCAD, T-flex CAD, SolidWorks и других.

Например, необходимо спроектировать специальное станочное приспособление для механической обработки главного отверстия в корпусе гидроусилителя руля грузового автомобиля. Произведем для него расчет затрат времени и расходов на проектирование для различных способов. Цены на продукцию представлены на 16.01.09 г.

Определение экономических показателей для проектирования станочных приспособлений в системе Auto CAD:

1. Прямые материальные затраты, в которые включены затраты на материалы и комплектующие, целевым назначением идущие на данную работу, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Прямые материальные затраты

№	Элемент материальных затрат	Цена за шт., руб.	Количество, шт.	Общая стоимость, руб.
1	Бумага, А4	0,34	20	6,8
2	Бумага для плоттера, А0	20,70	3	61,9
3	Картридж для принтера	1,25	20	25,0
4	Картридж для плоттера	40,00	3	120,0
Всего:				213,7

2. Затраты на основную заработную плату проектировщика определяют с учётом среднемесячной заработной платы конструкторов и трудоёмкости проектирования приспособления (таблица 2).

Таблица 2 – Затраты на основную заработную плату

№	Категория рабочего	Заработная плата, руб./мес.	Трудоёмкость, ч.	Основная заработная плата, руб.
1	Проектировщик	27000	7,17	1 100

3. Затраты на дополнительную заработную плату проектировщика определяют в процентах от суммы основной заработной платы – 15 %.

$$Д_{\text{зн}} = 1100 \times 0,15 = 165 \text{ руб.}$$

4. Суммарные проценты отчислений на социальные нужды (ЕСН) составляют 26%, то есть ЕСН = $(1100 + 165) \times 0,26 = 328,9 \text{ руб.}$

5. Расходы на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расходы на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования

№	Элемент затрат	Цена за шт., руб.	Количество, шт.	Общая стоимость, руб.
1	Компьютер AtlaNT X2 5600/250	13 490	1	13 490
2	Монитор Acer TFT 17" AL1716Fs	4 690	1	4 690
3	Мышь A4tech SWOP- 25, PS/2, optical	90	1	90
4	Клавиатура Linkworld LK-801 black, PS/2	104	1	104
5	Принтер HP DeskJet D1460 (CB632A)	989	1	989
6	Струйный плоттер HP Disegnjet T610	96 078	1	96 078
Всего:				115 441

5.1. Амортизационные отчисления, приходящиеся на 1 час работы оборудования, находят по формуле:

$$A = \frac{C \times a}{F},$$

где C – первоначальная стоимость оборудования или отдельных его элементов; $a = 0,25$ – норма амортизации; F – фонд времени работы оборудования за год.

Таблица 4 – Амортизация

№	Элемент затрат	С, руб.	F, ч.	A, руб./ч.	Количество часов работы, ч.	Общая стоимость, руб.
1	Компьютер, монитор, клавиатура, мышь	18374	2112	2,18	7,17	15,63
2	Принтер HP DeskJet D1460 (CB632A)	989	528	11,34	0,3	3,4
3	Струйный плоттер HP Disegnjet T610	96078	264	90,98	0,5	45,49
Всего:						64,52

5.2. Затраты на силовую электроэнергию, приходящиеся на 1 час работы оборудования, определяют как произведение стоимости 1 кВт-час на установленную мощность оборудования в кВт (таблица 5).

Таблица 5 – Затраты на силовую электроэнергию

№	Оборудование	Установленная мощность, кВт	Стоимость 1кВт, руб.	Количество часов работы, ч.	Общая стоимость, руб.
1	Компьютер, монитор, клавиатура, мышь	0,55	2	7,17	7,88
2	Принтер HP DeskJet D1460 (CB632A)	0,17	2	0,3	0,1
3	Струйный плоттер HP Disegnjet T610	0,17	2	0,5	0,17
Всего:					8,15

5.3. Затраты на текущий ремонт и профилактику ($b=0,07$) оборудования представлены в таблице 6.
Таблица 6 – Затраты на текущий ремонт и профилактику

№	Оборудование	C, руб.	F, ч.	$B = C \times b / F$, руб./ч.	Количество часов работы, ч.	Общая стоимость, руб.
1	Компьютер, монитор, клавиатура, мышь	18374	2112	0,6	7,17	4,30
2	Принтер HP DeskJet D1460 (CB632A)	989	528	0,13	0,3	0,04
3	Струйный плоттер HP Disegnjet T610	96078	264	25,48	0,5	12,74
Всего:						17,08

Общая стоимость затрат на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования составит: $64,52+8,15+17,08=86,75$ руб.

6. Затраты на универсальное программное обеспечение (УПО), приходящиеся на проектирование станочных приспособлений, определяют исходя из первоначальной стоимости УПО и срока полезного использования (как правило, 1-2 года). Для расчета указанных затрат необходимо учесть общее время использования данного УПО за год и время использования его для данного проектирования. Таким образом затраты на УПО рассчитываются:

$$З_{upo} = \frac{\Phi_{upo} \times t}{t_{общ} \times T},$$

где Φ_{upo} – первоначальная стоимость УПО, руб.; t – время использования УПО для выполнения данной разработки, ч.; T – срок полезного использования УПО, лет; $t_{общ}$ – общее время использования УПО за год, ч.

Затраты на УПО, приходящиеся на данное проектирование, даны в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на УПО

№	Наименование УПО	Φ_{upo} , руб.	t , ч.	T , лет	$t_{общ}$, ч./год	$З_{upo}$, руб.
1	AutoCAD 2009 COM SLM	122250	8	2	2112	231,5

7. Накладные расходы определяют в процентах от основной заработной платы проектировщика. Обычно принимают 100% от основной заработной платы проектировщиков: $P=1100 \times 1 = 1100$ руб.

Смета затрат на проектирование одного станочного приспособления при проектировании в системе Auto CAD представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Смета затрат на проектирование одного станочного приспособления в системе Auto CAD

№	Затраты	Сумма, руб.
1	Прямые материальные затраты	213,7
2	Затраты на основную заработную плату	1 100
3	Затраты на дополнительную заработную плату	165
4	Отчисления на социальные нужды	328,9
5	Расходы на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования	86,75
6	Затраты на универсальное программное обеспечение	231,5
7	Накладные расходы (100%)	1 100
Итого:		3 226

Аналогично выполнены расчеты для проектирования в системе проектирования T-flex CAD. В стандартную поставку для этой программы входит: библиотека стандартных изделий (≈ 250 стандартов), конструктивных элементов (≈ 70 стандартов) и отдельно приобретена библиотека элементов станочных приспособлений (≈ 110 стандартов). Затраты в данном случае могут быть сокращены до 5,3 ч. Смета затрат представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Смета затрат на проектирование одного станочного приспособления в системе T-flex CAD

№	Затраты	Сумма, руб.
1	Прямые материальные затраты	213,7
2	Затраты на основную заработную плату	813
3	Затраты на дополнительную заработную плату	122
4	Отчисления на социальные нужды	243
5	Расходы на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования	82,5
6	Затраты на универсальное программное обеспечение	64,8
7	Накладные расходы (100%)	813
Итого:		1 552

При увеличении номенклатуры изделий затраты времени на проектирование изделия будут сокращены (до 1,5 ч.) при применении библиотек и использовании ранее сконструированных элементов приспособлений. Перечень затрат представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень затрат при применении библиотек

№	Затраты	Сумма в рублях
1	Прямые материальные затраты	213,7
2	Затраты на основную заработную плату	230
3	Затраты на дополнительную заработную плату	34,5
4	Отчисления на социальные нужды	68,8
5	Расходы на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования	67,8
6	Затраты на универсальное программное обеспечение	9,7
7	Накладные расходы (100%)	230
Итого:		854,5

Для проектирования методом «аппликации» достаточно ксерокса и проектировщика с невысокой оплатой труда по сравнению с другими методами. Как показали эксперименты и пробное проектирование затраты времени не превышают 3,6 ч.

Смета затрат на проектирование одного станочного приспособления при использовании метода «аппликации» представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Смета затрат на проектирование одного станочного приспособления при использовании метода «аппликации»

№	Затраты	Сумма, руб.
1	Прямые материальные затраты	110,5
2	Затраты на основную заработную плату	426
3	Затраты на дополнительную заработную плату	64
4	Отчисления на социальные нужды	127,4
5	Расходы на приобретение, содержание и эксплуатацию оборудования	55,8
6	Накладные расходы (100%)	426
Итого:		1 209,7

На графиках, представленных на рисунке 1, отображена зависимость затрат на проектирование от количества станочных приспособлений, а на рисунке 2 – зависимость затрат времени проектирования приспособлений от их количества для рассмотренных методов проектирования.

Из графиков видно, что при изготовлении малого количества (до 20 шт./год) специальных станочных приспособлений целесообразно использовать метод «аппликации». Этот метод обеспечивает малые материальные затраты (в руб.) и по времени проектирования. Однако при увеличении наименований изготавливаемых приспособлений затраты времени на проектирование в системе T-flex CAD с использованием библиотек данных будут меньше, чем по методу «аппликации». При этом затраты по методу проектирования в T-flex CAD будут превышать значения по «методу аппликации» при номенклатуре от 20 до 40 шт./год.

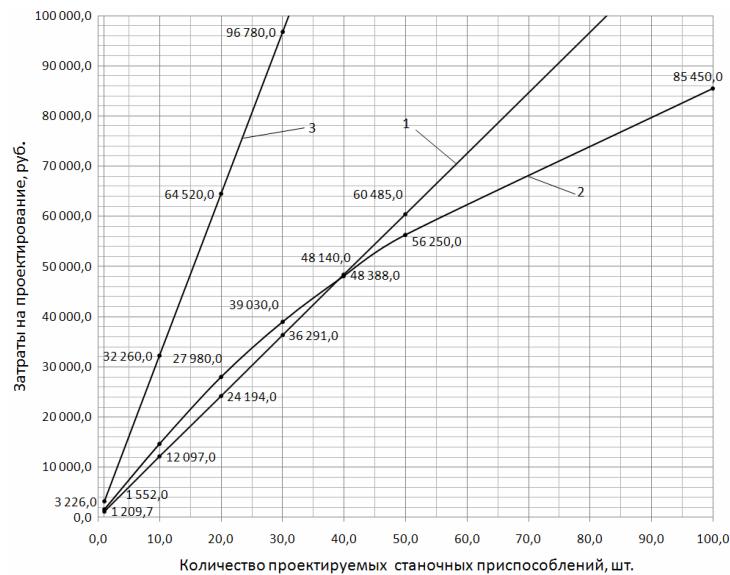


Рисунок 1 – Зависимость затрат на проектирование приспособлений от их количества:
1 – по методу «аппликации»; 2, 3 – при проектировании в AutoCAD и T-flex CAD соответственно

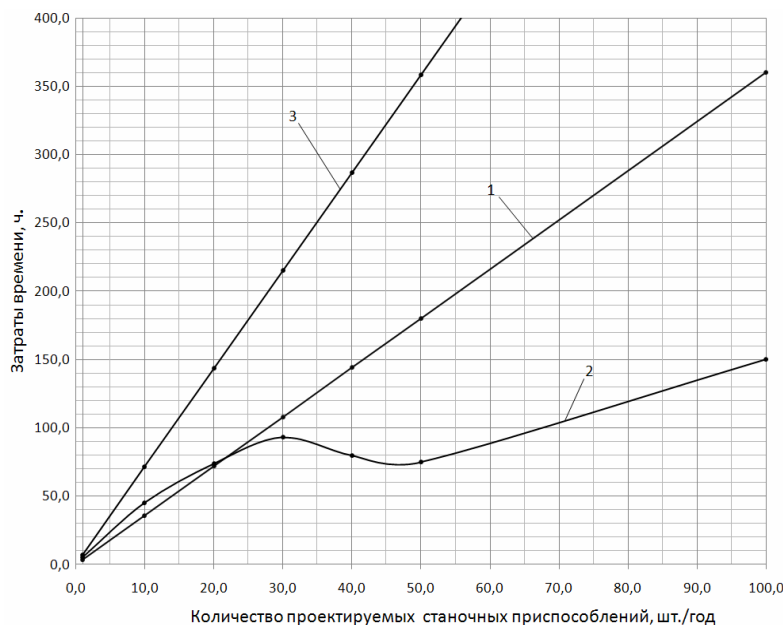


Рисунок 2 – Зависимость затрат времени проектирования приспособлений от их количества:
1 – по методу «аппликации»; 2, 3 – при проектировании в AutoCAD и T-flex CAD соответственно

Таким образом, целесообразно при ограниченных капиталовложениях на проектирование приспособлений в количестве до 20 шт./год – использовать метод «аппликации», а при числе более 40 шт./год – систему T-flex CAD с использованием библиотек данных. При проектировании от 20 до 40 шт./год станочных приспособлений рационально выбрать один из этих методов в зависимости от допустимых сроков проектирования или экономических ограничений. Метод проектирования в AutoCAD в этих случаях не является конкурентоспособным, так как в данной версии нет библиотек стандартных изделий и узлов. Потребность большинства машиностроительных предприятий обычно не превышает 20-40 приспособлений в год, а поэтому использование метода «аппликации» является особенно перспективным для малых предприятий.

Библиографический список

1. Гусев А.А. Технологическая оснастка. Учебное пособие / А.А. Гусев, И.А. Гусева. — М.: ИЦ МГТУ «Станкин». — Янус-К, 2007. — 205 с.

Поступила в редакцию 15.04.2010 г.