

УДК 629.73:658.512.011

А. И. Бабушкин, д. т. н.
С. Г. Кушнарченко, к. т. н.
А. А. Бабушкин, асп.

К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА СБОРКИ ПО УФО И САПР-ПР ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ САМОЛЕТОВ

Одним из главных вопросов проектирования технологии сборки является выбор метода сборки, обеспечивающего заданное качество изделия при минимальных затратах на осуществление процесса производства. Технологические процессы сборки, построенные на использовании метода сборки по установочно-фиксирующим отверстиям (УФО), приводят к сокращению трудоемкости сборочных работ, лучшему использованию стационарного оборудования, инструмента и производственных площадей, позволяют достичь заданной точности выполнения контуров агрегатов в соответствии с техническими требованиями, сокращают расходы на подготовку производства (особенно за счет упрощения сборочной оснастки).

Внедрение новых технологических процессов неразрывно связано с применением прогрессивных форм организации производства. Эффективной формой организации выполнения технологического процесса сборки является внедрение поточных методов. Внедрение поточной сборки требует оптимизации взаимноувязанных, но разнородных вопросов, таких как определение состава поточных линий, формирование сборочных заданий, расчет необходимого числа рабочих и оборудования, оптимальное распределение работ на рабочих местах поточной линии, определение очередности выполнения сборочных заданий. Решение этих вопросов связано с обработкой больших объемов исходной информации, что делает целесообразным разработку документации, организации и управления поточной сборкой с помощью ЭВМ.

При сборке с применением отверстий в качестве сборочных баз происходит перераспределение объема работ между подразделениями, участвующими в подготовке производства и изготовления изделия, вызванное коренными изменениями технологического процесса, средств изготовления деталей и сборки, способов обеспечения взаимозаменяемости и монтажа сборочной оснастки. Опыт применения отверстий как основных сборочных баз показывает, что при этом претерпевают изменения трудовые затраты на подготовку производства, заготовительно-штамповочное и агрегатно-сборочное производство.

Основной задачей организации выполнения технологических процессов является организация ритмичных повторений согласованных во времени операций или групп операций, закрепленных за специализированными или универсальными рабочими местами и исполнителями. Основным технологическим и организационным документом поточной сборки является цикловой график. Нормальная работа поточной линии по цикловым графикам постоянно нарушается из-за случайных причин, что приводит к сбоям в ритмичной работе, простоям, сверхурочным работам, необходимости постоянно корректировать графики сборки. Новый подход к организации инженерного труда состоит в использовании комплексной системы автоматизированного проектирования документации поточной сборки (САПР-ПС). Система автоматизированного проектирования документации поточной сборки (САПР-ПС) обеспечивает при соответствующих условиях существенное улучшение

многих технико-экономических показателей работы предприятия.

При внедрении сборки по УФО и САПР-ПС оценка экономической эффективности выполнена по затратам в сфере подготовки производства и сфере основного производства.

В сфере подготовки производства:

трудоемкость плазово-шаблонных работ возрастает на величину трудовых затрат, связанных с разметкой и изготовлением отверстий (УФО) на шаблонах, плазах, объемных носителях размеров и форм деталей, узлов агрегатов, а также с изготовлением специальных шаблонов (ШОК, ШСО и др.), необходимых для сверления УФО в деталях сложного контура, в которых эти отверстия нельзя сверлить по ШР; затраты эти носят разовый характер и могут быть отнесены к единовременным затратам на оснащение производства:

трудоемкость на изготовление сборочной оснастки значительно снижается вследствие упрощения форм и уменьшения числа фиксирующих элементов (рубильников, фиксаторов, ложементов и др.), а также уменьшением количества сборочных приспособлений;

применение ЭВМ для разработки цикловых графиков поточной сборки значительно сокращает затраты инженерного труда, обеспечивает получение оптимальных графиков, позволяет оперативно корректировать их при изменении условий производства, повышает творческое начало в работе ИТР.

В сфере основного производства:

снижаются затраты на сборочные работы вследствие уменьшения времени выполнения вспомогательных операций (открытие и закрытие многочисленных рубильников, установка ложементов и фиксаторов и др.), расширение фронта работ, удобства подходов к рабочим зонам, возможности более широкого применения средств механизации сборочных операций, использования рабочих с более низкой квалификацией;

снижается трудоемкость сборочных работ за счет оптимизации цикловых графиков с помощью ЭВМ, обеспечивающих лучшую загрузку рабочих и сокращение циклов сборки.

В качестве основного показателя для определения экономической эффективности от внедрения технологического процесса сборки по УФО и организации выполнения технологического процесса сборки узлов, панелей, агрегатов, изделий с применением ЭВМ использован показатель годового экономического эффекта.

Величина годового экономического эффекта (Эгэ) определяется по формуле:

$$\text{Эгэ} = \text{Эу. г.} - \text{Ен} * \text{Кдоп.},$$

где Эу. г. — условно-годовая экономия на текущих затратах;

Ен — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений и единовременных затрат;

Кдоп — дополнительные капитальные вложения и единовременные затраты, необходимые для осуществления нового метода сборки и применения САПР-ПС.

Методика расчета Эгэ заключается в следующем.

Условно-годовая экономия Эу. г. состоит из экономии, полученной за счет внедрения метода сборки по УФО и внедрения САПР-ПС

$$\text{Эу. г.} = \text{Эп. пр.} + \text{Эпб.}$$

где Эп. пр. — экономия в сфере подготовки производства, Эпб. — сни-

жение затрат на производство.

Экономия в сфере производства получается за счет снижения трудоемкости сборочных работ при внедрении метода сборки по УФО и за счет оптимизации кода выполнения технологического процесса сборки, сокращения цикла сборки

$$Эп = (T_1 - T_2) * r * B,$$

где T_1 – годовая трудоемкость сборочных работ в базовом варианте, нормо-ч; T_2 – то же в новом варианте; r – средняя часовая ставка рабочего, грн; B – коэффициент, учитывающий премии, дополнительную зарплату и отчисления на соцстрах рабочих (принят равным 1,57).

Одним из основных источников снижения затрат при разработке технологической и организационной документации сборки является экономия от снижения себестоимости проектирования в САПР-ПС.

Годовая экономия от снижения себестоимости проектирования

$$Эп.пр. = (C_1 - C_2) * A,$$

где C_1 – себестоимость проектирования одного комплекта документов при существующем способе разработки; C_2 – себестоимость проектирования одного комплекта документов при автоматизированном проектировании; A – количество комплектов документов.

Расчет себестоимости проектирования ручным способом производится по формуле:

$$C_1 = t_1 * C_{11} + a * t_1 * p * C_{11} + b * t_1 * p * C_{12},$$

где t_1 – затраты времени на составление эталонного комплекта документации без применения ЭВМ; C_{11} – стоимость одного часа работы проектировщика (с начислениями); a – коэффициент, учитывающий трудоемкость корректирования в долях от затрат времени на составление комплекта (0,2); p – количество корректировок комплекта документации в год; b – коэффициент, учитывающий трудоемкость тиражирования документации, в долях от затрат времени на составление эталонного комплекта; C_{12} – стоимость одного часа работы технического персонала (с начислениями).

Себестоимость проектирования одного комплекта документов с помощью САПР-ПС

$$C_2 = t_2 * C_{11} + t_3 * C_{13} + C_{мр} * T_{авт}.$$

где t_2 – затраты времени на подготовку исходной информации, ч.; t_3 – затраты времени на подготовку данных на машинных носителях; C_{13} – стоимость одного часа работы персонала, занятого подготовкой данных для ЭВМ; $T_{авт}$ – трудоемкость обработки информации на ЭВМ; $C_{мр}$ – стоимость часа работы ЭВМ, на которой эксплуатируется САПР-ПС.

Капитальные вложения и единовременные затраты, связанные с внедрением сборки по УФО и созданием и применением САПР-ПС

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{лз}} + K_{\text{кз}} \pm H_{\text{оо}}$$

где $K_{\text{лз}}$ – предпроизводственные затраты; $K_{\text{кз}}$ – капитальные вложения в основные фонды предприятия на приобретение дополнительного технологического оборудования и технических средств САПР – ПС; $H_{\text{оо}}$ – изменение величины оборотных средств, связанных в незавершенном производстве.

Предпроизводственные затраты $K_{\text{лз}}$, связанные с внедрением метода сборки по УФО, включают в себя затраты на проектирование и изготовление оснастки, а при разработке, отладке и внедрении способа автоматизированного проектирования включают в себя затраты на подготовительные работы по автоматизации проектирования; привязку типовых подсистем САПР–ПС к конкретным условиям производства; разработку необходимых производственных инструкций по автоматизации проектирования; обучение персонала, обслуживающего комплекс технических средств и переподготовку ИТР, опытную эксплуатацию и внедрение системы.

Капитальные вложения $K_{\text{кз}}$ на внедрение метода сборки по УФО и создание САПР–ПС представляют собой дополнительные вложения в производственные фонды предприятия и включают затраты на приобретение, доставку, установку, монтаж, наладку и пуск дополнительного технологического оборудования, технических средств САПР–ПС, вычислительной техники, периферийных устройств, средств связи, вспомогательного оборудования.

Если приобретаемые технические средства используются для решения целого комплекса задач, затраты на решение задач САПР–ПС оцениваются пропорционально коэффициенту загрузки технических средств решением этой задачи:

$$K_{\text{к}} = \frac{T_{\text{авт}}}{\Phi_{\text{то}}}$$

где $\Phi_{\text{то}}$ – полный годовой фонд времени работы технических средств.

Расчет размера высвобождаемых оборотных средств $H_{\text{оо}}$ за счет ускорения их оборачиваемости производится по формуле:

$$H_{\text{оо}} = (T_{\text{ц1}} - T_{\text{ц2}}) * \frac{N}{\Phi_{\text{о}}} * C_{\text{изл}} * K_{\text{на}}$$

где $T_{\text{ц1}}$, $T_{\text{ц2}}$ – длительность производственного цикла изготовления изделия в календарных днях соответственно до и после применения САПР–ПС; N – годовая производственная программа; $\Phi_{\text{о}}$ – количество рабочих дней в году; $C_{\text{изл}}$ – полная себестоимость изготовления узла, агрегата, отсека; $K_{\text{на}}$ – коэффициент нарастания затрат (представляет собой отношение средних затрат на сборку узлов, агрегатов, находящихся в незавершенном производстве к их полной себестоимости) для сборочных цехов принят в размере 0,9.

Внедрение метода сборки по УФО и САПР–ПС оказывает влияние и на ряд других показателей экономической эффективности, в частности на рост производительности труда.

Итоговые данные по достигнутому экономическому эффекту от внедрения метода сборки по УФО и САПР поточной сборки Л. А. приведены в таблице N 1 (без учета дисконтирования).

Таблица N 1

| Наименование объектов сборки | Суммарный годовой экономич. эффект в тыс. руб по расц. 1990 | Предприятие, на котором внедрены разработки | Разработчик НИР |
|--|---|--|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Внедрение метода сборки по УФО | | | |
| 1) Агрегаты и отсеки планера самолета ТУ-134: | | Харьковское авиационное производственное объединение | Харьковский филиал Украинского НИИАТ |
| фюзеляж (носовая, средняя и хвостовая части) | 210 | | |
| крыло (центральная и концевая части) | 250 | | |
| оперение (киль и стабилизатор) | 125 | | |
| гондолы для размещения двигателей, шасси | 105 | | |
| элероны, закрылки, интерцепторы, рули | 95 | | |
| 2) Плоские узлы и панели (нервюры, шпангоуты, лонжероны и др.) | 225 | | |
| Внедрение СА ПР-ПС | | | |
| 1) Агрегаты и отсеки планера самолета ТУ-134: | | Харьковское авиационное производственное объединение | Харьковский филиал Украинского НИИАТ |
| крыло | 170 | | |
| фюзеляж | 210 | | |
| гондолы шасси и двигателей | 150 | | |
| стабилизатор, элероны, закрылки | 120 | | |
| 2) Агрегаты, отсеки и панели планера самолета ДН72 | | | |
| крыло (отъемная часть, панели) | 180 | | |
| фюзеляж (передний отсек, средняя часть, панели, шпангоуты) | 175 | | |
| хвостовое оперение (киль, стабилизатор) | 150 | | |
| закрылки, предкрылки, элероны | 125 | | |
| 3) Агрегаты, отсеки, панели и узлы самолета СУ-18 | | Тбилисский авиационный завод | |
| крыло (кассон, панели) | 150 | | |
| фюзеляж (головная, средняя и хвостовая части) | 220 | | |

Анализ результатов расчетов экономического эффекта от внедрения метода сборки по УФО и САПР-ПС показал, что основную долю экономии дает использование сборочных приспособлений новой конструкции (см. табл. 2), а также повышение производительности труда на 25-45 %, высвобождение рабочих на 10-15 % и уменьшение производственного цикла на 20-28 % при сборке планера ЛА.

Таблица N 2

Снижение затрат на изготовление сборочной оснастки

| Наименование сборочной оснастки | Снижение показателей, % | | |
|--|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| | расход металла | трудоемкость изготовления | требуемая площадь под оснастку |
| Приспособления для сборки узлов и панелей | 80 | 73 | 77 |
| Приспособления для сборки отсеков и агрегатов | 30 | 43 | 29 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин А. И., Васильченко Л. П. Использование метода сборки по УФО при производстве самолетов Ту-134. Ж. Авиационная промышленность, N 3. М.: Машиностроение, 1988.
2. Бабушкин А. А. Автоматизированное проектирование стапельно-сборочной оснастки. В кн. Новые технологии в машиностроении, по материалам третьей международной конференции. Харьков-Рыбачье, 1994.
3. В. П. Пименов, А. А. Бабушкин. Разработка базы данных для машинного проектирования стапельно-сборочной оснастки. Технический отчет по НИР. Хар-кий филиал УкрНИИАТ. Харьков, 1993.