

УДК 658.5

 Король В.Н.¹, Матвиенко В.А.²
¹ Государственное предприятие «АНТОНОВ». Украина, г. Киев

² АО «Украинский научно-исследовательский институт авиационной технологии». Украина, г. Киев

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ГРАЖДАНСКИХ САМОЛЕТОВ

Представлены результаты обобщенного анализа ряда технико-экономических показателей, характеризующих деятельность украинских самолетостроительных предприятий в период 2000–2012 гг.

Сформулированы современные тенденции технологической модернизации производства гражданских самолетов; проведена оценка перспектив обеспечения рентабельности их производства.

Ключевые слова: *технический потенциал и технологическая модернизация самолетостроительных предприятий; рентабельность производства самолетов.*

Результаты мониторинга основных технико-экономических показателей деятельности украинских самолетостроительных предприятий в период 2000–2012 г.г. дают основание констатировать следующее:

- современное состояние производства характеризуется признаками, свойственными единичному или мелкосерийному, с неустановившейся программой и циклом изготовления;
- степень износа основных фондов предприятий, в среднем, составляет 80-90%;
- основными статьями расходов в структуре себестоимости самолетов являются затраты на материалы, полуфабрикаты, комплектующие изделия;
- незначительная доля (3–6% в структуре себестоимости самолета) затрат, связанных с оплатой труда основных производственных рабочих;
- значительно более высокую, чем у ведущих мировых производителей, удельную трудоемкость производства самолета;
- существенно более низкий, чем у ведущих мировых производителей, уровень заработной платы персонала самолетостроительных предприятий.

Перечисленные выше и ряд других факторов обуславливают невысокий конкурентный уровень этих предприятий и продукции, которую они выпускают, на мировом рынке. При этом, следует подчеркнуть, что эксплуатационные характеристики выпускаемых самолетов нового поколения соответствуют и часто превосходят соответствующие показатели зарубежных самолетов-аналогов.

Возобновление серийного производства на отечественных самолетостроительных предприятиях

связано с решением комплекса организационных, технических, финансовых проблем.

Не менее актуальной, чем перечисленные выше, проблемой является дефицит квалифицированного производственного персонала в самолетостроении. Анализ показывает, что, при существующем состоянии технического и технологического потенциала предприятий, увеличение по сравнению с существующей (4–6 самолетов в год) программы выпуска самолетов регионального класса даже до масштабов мелкосерийного производства (порядка 22-24 самолетов в год) потребует двукратного увеличения численности основных производственных рабочих (ОПР) (рисунок 1). Учитывая, что украинские самолетостроительные заводы находятся в



Рис. 1. Динамика изменения численности ОПР

городах с развитой промышленностью, решение этой проблемы представляется достаточно сложной задачей.

В этой связи представляется очевидным, что изготовление опытных образцов, установочных партий и возобновление серийного производства самолетов необходимо осуществлять на принципах технологической модернизации и технического перевооружения самолетостроительных предприятий. При этом, основное внимание должно быть сосредоточено на реализации мероприятий, позволяющих существенно сократить не только трудоемкость, но и цикл производства самолета.

Зарубежный опыт показывает, что на современном этапе развития авиастроения технологическая модернизация и техническое перевооружение самолетостроительных предприятий является достаточно сложной организационно-технической, а также финансово затратной задачей, решение которой происходит поэтапно и, как правило, при существенной и разнообразной поддержке со стороны государств, в которых находятся предприятия – производители самолетов [1, 2]. Целесообразным и своевременным представляется поэтапная реализация таких программ и в Украине.

Известно, что основная доля трудоемкости изготовления самолета сосредоточена в сборочном, механо-обрабатывающем, заготовительно-штамповочном производствах и в производстве конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ) (рисунок 2). Очевидно, что технологическая модернизация и техническое перевооружение, прежде всего, этих видов производств является комплексом мер, позволяющих получить максимальный технический, экономический и социальный эффект.

Анализ потенциала отечественных самолетостроительных предприятий и опыта ведущих мировых производителей самолетов регионального класса позволяет сформулировать базовые направления повышения технического потенциала предприятия до конкурентоспособного уровня.



Рис. 2. Укрупненная структура трудоемкости производства самолета

К интегрирующим для всех видов производства шагам, направленным на технологическую модернизацию предприятий самолетостроения, могут быть отнесены работы по созданию единой электронной конструктивно-технологической среды (КТС) самолета и системы управления производством, гармонизированной с аналогичными системами предприятий-кооперантов и поставщиков разных уровней [3].

Учитывая высокую сложность и значительный объем выполненных работ, представляется целесообразным первый этап создания такой системы посвятить сборочному производству. В качестве одной из возможных может быть принята концепция построения системы, описанная в работе [4], адаптированная к существующей корпоративной базе и апробированная на российских самолетостроительных предприятиях.

На первом этапе технологической модернизации и технического перевооружения производства представляется целесообразным внедрение:

– технологий и оборудования для автоматической клепки панелей крыла и фюзеляжа (рисунок 3);

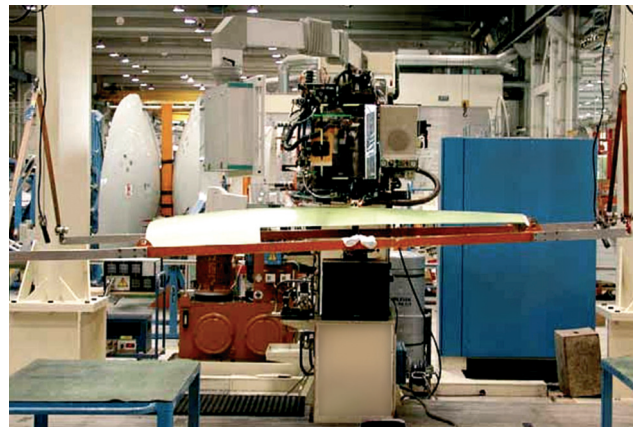


Рис. 3. Оборудование для автоматической клепки панелей крыла и фюзеляжа

– гаммы современного инструмента и комплексно-механизированных технологий сборки.

Современный отечественный и зарубежный опыт [5, 6] самолетостроения свидетельствует о том, что в агрегатно-сборочном производстве до 40 % трудоемкости реализуется с использованием механизированных технологий, базирующихся на применении ручного или встраиваемого в сборочную оснастку механизированного инструмента.

Это объясняется несколькими основными обстоятельствами:

– значительными габаритами собираемых агрегатов, что затрудняет их перемещение к стационарному оборудованию;

– невозможностью комплексной автоматизации сборочных процессов, значительная часть которых выполняется в местах конструкции агрегатов и

планера в целом, недоступных для автоматизированного оборудования;

– значительным количеством и номенклатурой технологических процессов, отличающихся друг от друга характером воздействия на собираемую конструкцию (клепка, образование отверстий, герметизация, пайка и т.д.).

Сборка является одним из завершающих этапов изготовления самолета. Технология сборочного производства должна обеспечивать, наряду с высокой производительностью, стабильное качество объектов сборки. В сборочном производстве выполняется значительная часть особоответственных технологических процессов, непосредственно влияющих на ресурс планера и эксплуатационные характеристики самолета в целом. Следует также отметить, что, несмотря на высокий уровень интегрированности конструкций из ПКМ, сборными являются узлы, отсеки и агрегаты планера самолета.

Этим обусловлена сохраняющаяся актуальность проблемы совершенствования механизированных технологий агрегатно-сборочного производства и внимание, которое ей уделяют продуценты самолетов, прежде всего, гражданских.

Значительная часть механизированных технологий сборки приходится на выполнение высоконагруженных соединений (ВС), являющихся, как правило, особоответственными в конструкции планера.

Учитывая высокие требования, предъявляемые к ресурсу и надежности ВС, их сборку целесообразно выполнять с использованием проблемно-ориентированных комплексов (ПОК) средств технологического оснащения, основу которых составляет универсальный, специализированный и специальный механизированный инструмент (МИ) (рисунок 4).

Опыт создания ПОК механизированного инструмента позволяет сформулировать несколько



Рис. 4. Проблемно-ориентированные комплексы механизированного инструмента для агрегатно-сборочного производства

организационно-методических положений, способствующих эффективной реализации сборочных технологий в серийном производстве:

1. В состав формируемого ПОК целесообразно включать продукцию тех изготовителей МИ, в производственных программах которых присутствует возможно большее количество моделей инструмента, предусмотренного соответствующими технологическими процессами сборки.

2. При определении номенклатуры универсального МИ, с целью включения в состав ПОК, предпочтительно использование информации, содержащейся в директивных (или других аналогичных) технологических материалах, разрабатываемых, как правило, на ранних стадиях проектирования агрегата планера самолета, в процессе отработки технологичности конструкции соединений.

3. Процедуры создания (проектирования и изготовления) специализированного и специального МИ также целесообразно начинать на ранних этапах проектирования агрегата, поскольку разработке конструкций МИ, как правило, предшествует проведение комплекса соответствующих опытно-технологических и опытно-конструкторских работ.

Второй этап технологической модернизации и технического переоснащения самолетостроительного производства, как показывает опыт, является намного более финансово затратным, чем первый. Приступить к реализации второго этапа целесообразно при наличии достаточно объемного портфеля твердых заказов на базовую модель самолета и его модификации. Анализ информации, посвященной реализации масштабных программ выпуска гражданских самолетов ведущими мировыми производителями [7, 8], позволяет сформировать укрупненный перечень мероприятий по технологической модернизации основных видов производства современного самолетостроительного предприятия:

Сборочное производство.

Организация автоматизированного и комплексно-механизированного поточно-стендового производства агрегатов и планера самолета в целом (рисунок 5);

- Внедрение автоматизированных технологий и оборудования для:

- обработки стыковых поверхностей агрегатов планера;

- стыковки агрегатов при сборке планера в целом (рисунок 6);

- контроля геометрической точности собранных агрегатов и планера самолета в целом.

- Реализация комплекса технических мероприятий по результатам выполнения работ по отработке на производственную технологичность конструкции планера самолета:



Рис. 5. Линия поточно-стендовой сборки агрегатов и планера самолета в целом

— оптимизация количества и видов сборочных баз; использование в качестве сборочных баз, преимущественно, поверхностей, отверстий – базовых и сборочных;

— повышения уровня конструктивно-технологической завершенности отсеков и агрегатов, поступающих на окончательную сборку планера самолета в целом;

— унификация крепежных элементов, герметизирующих и уплотняющих материалов, используемых в конструкции планера;

- Реализация комплекса организационных и инженерных мероприятий, направленных на исключение простоев и обеспечение ритмичности поточно-стендовой сборки.

Механообрабатывающее производство.

- Создание и внедрение единой электронной конструкторско-технологической информационной среды и системы управления механообрабатывающим производством предприятия;

- Внедрения современного механо-обрабатывающего оборудования:

- комплекса многокоординатных обрабатывающих центров для обработки деталей разных габаритов (рисунок 7);



Рис. 7. Пятикоординатный модульный обрабатывающий центр



Рис. 6. Автоматизированные стенды стыковки агрегатов планера

- портальных обрабатывающих центров для обработки длинномерных деталей каркаса планера (рисунок 8);



Рис. 8. Пятикоординатный портальный обрабатывающий центр

- для гидроабразивной и ленточной резки (рисунок 9);

- для формования и пневмо-динамического упрочнения деталей.

- Внедрение современного автоматизированного оборудования в сфере контроля продукции и подготовки механо-обрабатывающего производства:



Рис. 9. Станок с ЧПУ для гидроабразивной резки

- контрольных контактно-лазерных измерительных машин (рисунок 10);
- для динамической балансировки и заточки режущего инструмента.



Рис. 10. Контактно-лазерные измерительные машины

Заготовительно-штамповочное производство.

- Создание и внедрение единой электронной конструкторско-технологической информационной среды и системы управления заготовительно-штамповочным производством.
- Внедрение современного высокопроизводительного автоматизированного оборудования, в том числе:
 - прессов для продольной и поперечной обтяжки обшивок (рисунок 11);



Рис. 11. Пресс для продольной и поперечной обтяжки обшивки

- прессов для штамповки-вытяжки эластичной средой (рисунок 12);
- листопрямительных малковочных машин;
- доводочных машин с эластичными исполнительными органами;
- профилегибочных станков (рисунок 13);
- станков для ротационной вытяжки.

Производство конструкций из ПКМ.

- Создание и внедрение единой электронной конструкторско-технологической информационной



Рис. 12. Пресс для штамповки малогабаритных деталей



Рис. 13. Профилегибочный станок с ЧПУ

среды и системы управления производством конструкций из ПКМ.

- Внедрение современного высокопроизводительного автоматизированного оборудования, в том числе, предназначенного для:
 - выкладки армирующего материала при формовании конструкций (рисунок 14);
 - выполнения технологических отверстий, используемых в качестве сборочных баз при сборке планера самолета.
- Внедрение современного механизированного инструмента для обработки конструкций из ПКМ, оснащенного устройствами для отсоса пыли и стружки (рисунок 15).
- Реализация комплекса технических мероприятий по результатам выполнения работ по отработке на производственную технологичность конструкций планера самолета из ПКМ.

Общепризнано, что технологическая модернизация и техническое переоснащение, несмотря на высокий уровень затратности этих мероприятий,



Рис. 14. Робот для выкладки армирующего материала



Рис. 15. Механизированный инструмент, оснащенный устройствами отсоса пыли и стружки

создают объективные предпосылки для достижения точки безубыточности производства и дальнейшей рентабельной деятельности предприятия.

В соответствии с [9, 10], под «точкой безубыточности производства» понимается «такая выручка от реализации продукции, при которой предприятие уже не имеет убытков, но ещё не имеет прибыли, равна нулю т.е. результатов от реализации продукции после отчисления переменных затрат в точности достаточно для покрытия постоянных затрат».

На рисунке 16 представлены одни из результатов проведенного авторами анализа возможных вариантов развития производства самолетов регионального класса в Украине.

Как следует из приведенного выше рисунка, с учетом тенденций изменения цены региональных самолетов на мировом рынке [11], в Украине может быть реализован сценарий развития серийного про-

изводства таких самолетов, который обеспечит достижение точки безубыточности в период, изготовленных самолетов порядковых номеров 45 ÷ 58 и дальнейшее функционирование самолетостроительного предприятия в режиме рентабельности.

Литература

- [1] Король В.Н. Факторы эффективности при производстве авиационной техники. «Технологические системы», 1999, № 1, стр. 31–35.
- [2] Матвиенко В.А., Щербак А.А. Формирование и реализация программ создания гражданских самолетов нового поколения. Опыт ведущих зарубежных производителей.
- [3] Король В.Н. Компьютеризация авиационного производства «Технологические системы», 2000, № 3, стр. 42–47.
- [4] Давыдов Ю.В., Самсонов О.С. Интеграция конструирования и подготовки производства – одна из составляющих качеств наукоемких изделий «Технологические системы», 2005, № 2, стр. 5–10.
- [5] Кривов Г.А., Матвиенко В.А., Зворыкин К.О. Механизированные технологии в современном агрегатно-сборочном производстве самолетов «Наука и технологии в промышленности», Москва, 2011, № 3, с. 49–51.
- [6] Кривов Г.А., Матвиенко В.А., Пекарш А.И. и др. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов. Москва, издательство «Аграф Пресс», 2006, стр. 303.
- [7] Кривов Г.А., Матвиенко В.А., Щербак А.А., Щереди-на Т.Н. Гражданское самолетостроение в начале XXI столетия. Деятельность ведущих мировых производителей Киев, Издательская компания «КИТ», 2008, 168 с.

Затраты/Выручка

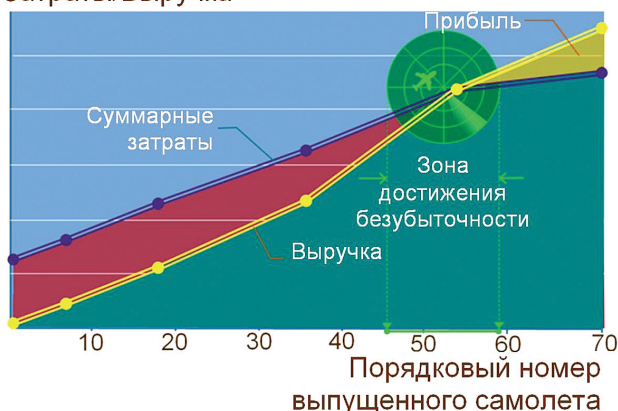


Рис. 16. Робот для выкладки армирующего материала



- [8] Король В.Н., Двейрин А.З. и др. Создание агрегатов самолетов из композиционных материалов – новые подходы, интегральные решения. «Технологические системы», 2011, № 4. стр. 32–36.
- [9] Методические рекомендации оценки влияния изменений экономических факторов на себестоимость производства продукции (работ, услуг). Книга 2. К.: ГП ГИКТЭИ, 2012. – 437 с.
- [10] Методические рекомендации оценки влияния изменений экономических факторов на результатные показатели прибыли, рентабельности производства и реализации продукции (работ, услуг). Книга 3. К.: ГП ГИКТЭИ, 2012. – 126 с.
- [11] Гальченко А.В., Тегин В.А. Долгосрочное прогнозирование инвестиций в гражданскую и военно-транспортную авиацию.

Korol V.N.¹, Matvienko V.A.²

¹ ANTONOV, State-owned Enterprise. Ukraine, Kiev

² Ukrainian Research Institute of Aviation Technology, JSC. Ukraine, Kiev

TRENDS OF CIVILIAN AIRCRAFT PRODUCTION TECHNOLOGICAL MODERNIZATION

Presents the results of the generalized a number of technical and economic indicators analysis for the Ukrainian aircraft manufacturing enterprises activities in the 2000-2012.

Formulated by the current trends of civil aircraft production; assess prospects for securing profitability of their production.

Keywords: technical capacity and technological modernization of aircraft manufacturing enterprises; the profitability of production aircraft.

References

- [1] Korol V.N. Faktoryi effektivnosti pri proizvodstve aviatsionnoy tehniky. «Tehnologicheskie sistemyi», 1999, # 1, str.31–35.
- [2] Matvienko V.A., Scherbak A.A. Formirovaniye i realizatsiya programm sozdaniya grazhdanskih samoletov novogo pokoleniya. Opyit veduschih zarubezhnyih proizvoditeley.
- [3] Korol V.N. Kompyuterizatsiya aviatsionnogo proizvodstva «Tehnologicheskie sistemyi», 2000, # 3, str. 42–47.
- [4] Davyidov Yu.V., Samsonov O.S. Integratsiya konstruirovaniya i podgotovki proizvodstva – odna iz sostavlyayuschih kachestv naukoemkih izdeliy «Tehnologicheskie sistemyi», 2005, # 2, str. 5–10.
- [5] Krivov G.A., Matvienko V.A., Zvoryikin C.O. Mehanizirovannyye tehnologii v sovremennom agregatno-sborochnom proizvodstve samoletov «Nauka i tehnologii v promyshlennosti», Moskva, 2011, # 3, s. 49–51.
- [6] Krivov G.A., Matvienko V.A., Pekarsh A.I. i dr. Sovremennyye tehnologii agregatno-sborochnogo proizvodstva samoletov. Moskva, izdatelstvo «Agraf Press», 2006, str. 303.
- [7] Krivov G.A., Matvienko V.A., Scherbak A.A., Scheredina T.N. Grazhdanskoe samoletostroeniye v nachale XXI stoletiya. Deyatelnost veduschih mirovyih proizvoditeley Kiev, Izdatelskaya kompaniya «KIT», 2008, 168 s.
- [8] Korol V.N., Dveyrin A.Z. i dr. Sozdaniye agregatov samoletov iz kompozitsionnykh materialov - novyye podhodyi, integralnyye resheniya. «Tehnologicheskie sistemyi», 2011, #4. str. 32–36.
- [9] Metodicheskie rekomendatsii otsenki vliyaniya izmeneniy ekonomicheskikh faktorov na sebestoimost proizvodstva produktsii (rabot, uslug). Kniga 2.K.: GP GIKTEI, 2012. – 437 s.
- [10] Metodicheskie rekomendatsii otsenki vliyaniya izmeneniy ekonomicheskikh faktorov na rezultatnyye pokazateli pribyili, rentabelnosti proizvodstva i realizatsii produktsii (rabot, uslug). Kniga 3.K.: GP GIKTEI, 2012. – 126 s.
- [11] Galchenko A.V., Tegin V.A. Dolgosrochnoye prognozirovaniye investitsiy v grazhdanskuyu i voenno-transportnyuyu aviatsiyu.