

УДК 621.990:681.3

А.В. БОГУСЛАЕВ, В.Ф. МОЗГОВОЙ, К.Б. БАЛУШОК, А.Ю. БАСОВ, М.К. БИРУК

ОАО «Мотор Сич», Запорожье, Украина,

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «МОТОР СИЧ» В СРЕДЕ АСТПП НА БАЗЕ КОМПЛЕКСА TECHCARD/SEARCH

В статье рассмотрены основные результаты создания и внедрения автоматизированной системы технологической подготовки производства на ОАО «Мотор Сич» на базе комплекса TechCARD/Search (ОДО «ИНТЕРМЕХ»). Авторами рассмотрены основные принципы создания и состав комплекса средств автоматизации, сведения о функциональности и структуре системы, основные направления ее развития. Также проанализированы основные виды обеспечения: методическое, программное, техническое, информационное, организационное. Показана системная интеграция компонент системы с соответствующими видами обеспечения.

Ключевые слова: автоматизация, подготовка производства, технологический процесс, электронный архив, разработка, программное обеспечение

Введение

В настоящее время перед предприятиями наукоемкого машиностроения стоит задача освоения производства нового поколения техники, что диктует необходимость внедрения принципиально новых интегрированных компьютерных технологий подготовки производства, основанных на принципах непрерывной информационной поддержки изделия на протяжении всего жизненного цикла [1]. **Цель данной работы** – показать основные результаты внедрения автоматизированной системы технологической подготовки производства в ОАО «Мотор Сич».

Постановка задачи. Специфика технологической подготовки производства авиационных двигателей состоит в необходимости совмещения подготовки производства с выпуском товарной продукции, что в свою очередь требует четкого планирования и соблюдения сроков разработки технологической и производственной документации, минимизации сроков проектирования и изготовления технологической оснастки, подбора и применение средств УПТО и УСП. Таким образом, общей целью работ по автоматизации технологической подготовки производства (ТПП) является сокращение сроков и затрат технологической подготовки производства авиационных двигателей за счет комплексной автоматизации элементов ТПП.

1. Основные принципы построения АСТПП

Построение и внедрение сложной многоуровневой системы автоматизации технологической под-

готовки производства требует создания комплекса средств автоматизации (КСА).

Общими требованиями, предъявляемыми к системе в целом, являются:

- комплексность – обеспечение технической и организационной возможности автоматизации всех элементов ТПП;
- инвариантность по отношению к виду и форме представления исходных данных;
- гибкость при выполнении проектных процедур и управлении данными;
- открытость к адаптации, модернизации компонент и интеграции с смежными системами САПР, АСУТП и АСУП.

Создание комплекса средств автоматизации АСТПП диктует необходимость создания и согласования всех его компонент, основными из которых являются:

- организационное обеспечение;
- техническое обеспечение;
- программное обеспечение;
- информационное обеспечение;
- методическое обеспечение.

Основными принципами, определяющими правила создания и согласования компонент КСА являются:

- адекватность средств автоматизации решаемой задаче;
- взаимная совместимость компонент КСА;
- соответствие компонент КСА требованиям действующей нормативной документации.
- открытость компонент КСА к модернизации и адаптации к условиям предприятия.

2. Структура и функции АСТПП

Основной задачей АСТПП является комплексная автоматизация всех элементов технологической подготовки производства.

Для решения этой задачи система должна обладать следующими функциями:

- автоматизированная разработка межцеховых маршрутов;
- автоматизированное проектирование технологических процессов (включая проработку на технологичность и разработку технологической документации);
- автоматизированный учет материалов и трудовое нормирование;
- автоматизированное проектирование средств технологического оснащения (СТО);
- автоматизированная разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ;
- централизованное управление данными ТПП.

Указанные функции подлежат реализации в рамках существующей организационной структуры служб подготовки производства.

Структура системы определяется требованиями к её функциональности. АСТПП включает следующие структурные компоненты:

- систему автоматизированного проектирования технологических процессов в составе:
 - систему разработки межцеховых маршрутов;
 - систему разработки технологической документации;
 - систему расчета трудовых нормативов;
 - систему материального нормирования;
 - систему автоматизированного проектирования СТО в составе:
 - САПР металлургической оснастки;
 - САПР приспособлений;
 - САПР инструмента и средств измерительной техники (СИТ)
 - систему автоматизированной подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ основного производства;
 - систему автоматизированной подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ вспомогательного производства;
 - системы управления данными и документацией ТПП.

3. Состав комплекса технических средств АСТПП

3.1. Организационное и методическое обеспечение системы

Организационное обеспечение – это совокупность документов, устанавливающих организацион-

ную структуру, права и обязанности персонала в условиях функционирования, проверки и обеспечения работоспособности системы [4].

Методическое обеспечение системы - это совокупность документов устанавливающих технологию функционирования, методы выбора и применения пользователем технологических приемов для получения конкретных результатов [4].

Нормативная документация, регламентирующая функционирование элементов АСТПП в ОАО «Мотор Сич» насчитывает несколько десятков стандартов предприятия и технологических инструкций.

Кроме этого, отдельные процедуры, выполняемые средствами АСТПП, регламентируются стандартами, непосредственно не входящими в систему организационного и методического обеспечения системы.

Комплекс нормативных документов системы непрерывно дополняется и совершенствуется.

3.2. Техническое обеспечение системы

Техническое обеспечение АСТПП – это совокупность технических средств, используемых при функционировании системы [4].

Основу комплекса технических средств АСТПП составляют:

- центральный сервер системы технического электронного документооборота на базе кластера HP;
- рабочие станции персонала АСТПП в цехах основного и вспомогательного производства.
- рабочие станции персонала АСТПП в управлении главного технолога.
- активное и пассивное сетевое оборудование, обеспечивающее пропускную способность корпоративной вычислительной сети предприятия на уровне не менее 100 Мбит/с.
- инженерная система Осе TDS422, применяемая в конструкторских отделах УГТ для получения бумажных и электронных копий КД СТО.

3.3. Программное обеспечение системы

Программное обеспечение системы включает универсальные и специальные программные комплексы, как собственной разработки, так и представленные на рынке ПО. Основой системы является система TDM/PDM Search, разработанная Минским ОДО «Итермех».

В соответствии с требованиями п. 2.8 ГОСТ 2.501-88 [5], электронный архив Search представляет собой базу данных, в которой система хранит документы и информацию, необходимую для их идентификации и поиска - обозначение, наименование, формат и т.д. Для упорядочения документов

по их статусу, типу и другим признакам, Search обеспечивает гибкую модель электронного архива, в которой весь архив предприятия строится из необходимого количества архивов различного назначения и статуса.

Каждый документ в архиве имеет электронную карточку подписей, в которой Search фиксирует кто, когда и в какой должности подписал данную версию документа. Автоматизация процедур согласования и утверждения документов обеспечивается путем их рассылки по соответствующим маршрутам различным пользователям для сбора необходимых подписей. Внутренний механизм электронных подписей Search при необходимости может быть легко интегрирован с различными системами электронной цифровой подписи, поддерживающими Microsoft Crypto API.

Основой системы автоматизированного проектирования технологических процессов является интегрированный с системой Search комплекс программных средств TechCARD. Система TechCARD предназначена для комплексной автоматизации проектирования технологической документации на машиностроительных предприятиях, использующих в производстве продукции различные виды работ и, соответственно, проектирующих комплекты технологической документации.

В настоящее время заканчиваются работы по внедрению системы в цехах механосборочного производства. Используются два варианта разработки и утверждения комплектов ТД:

- комплект разрабатывается и утверждается параллельно в электронном виде и бумажном;
- комплект разрабатывается в Techcard, выводится на печать и утверждается в традиционном виде, после чего сканируется и помещается в архив системы Search.

Проектирование средств технологического оснащения выполняется с использованием интегрированных CAD/CAM систем среднего и тяжелого класса. В настоящее время основой комплекса программного обеспечения САПР металлургической оснастки является пакет CadMECH для CAD/CAM Unigraphics (ОДО «Интермех», Siemens PLM Software). Основой САПР САПР приспособлений, инструмента и средств измерительной техники (СИТ) является CAD/CAM. В настоящее время ведутся работы по программной интеграции CAD/CAM ADEM и PDM Search.

Для проектирования и анализа зуборезного инструмента применяется программное обеспечение «Зубообработка», созданное специалистами предприятия.

Одной из основных целей создания и внедрения САПР является обеспечение качества проекти-

рования, которое достигается, прежде всего, за счет наличия возможности анализа принимаемых проектных решений. Для обеспечения качества проектирования дорогостоящей металлургической оснастки, в ОАО «Мотор Сич» применяется программное обеспечение CAE MAGMASoft.

Одним из наиболее сложных элементов технологической подготовки производства авиационных ГТД является разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ.

Для решения этой задачи в основном производстве применяется программное обеспечение CAD/CAM Unigraphics, CAD/CAM Euclid, TS CAM, CAD/ CAM ГеММа 3D (группа «ГеММа» г. Жуковский ЦАГИ).

3.4. Информационное обеспечение системы

Информационное обеспечение представляет собой совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации, применяемой в системе при ее функционировании результатов [4]

Наполнение баз данных автоматизированной системы технологической подготовки производства происходит непрерывно по мере расширения функциональности системы и создания новых условно-постоянных данных ТПП. В настоящее время базы данных системы автоматизированного проектирования технологических процессов содержат:

- материалов – 830;
- оборудования – 8160;
- операций – 1090;
- переходов – 5876;

Параллельно созданы справочники для расчетов режимов резания:

- материалов – 276;
- переходов 3104.

С 1980 года на предприятии работает информационно-поисковая система «Инструмент» для подбора режущего и мерительного инструмента.

В настоящее время БД системы содержит следующие типы инструмента:

- режущий инструмент: сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки, фрезы, резцы, протяжки;
- мерительный инструмент: пробки, скобы, шаблоны, эталоны, стенкомержы, нутромеры, кольца, щупы, инструмент для замера резьбы, индикаторные мерители, а также нормализованный и покупной инструмент.

Общий объем базы данных составляет около 150 тыс. записей

Внедрение комплексной АСТПП привело к необходимости интеграции данных ИПС «Инструмент» с программными средствами САПР ТП и

САПР СТО, в связи с чем на предприятии создано и внедрено поколение ИПС «Инструмент», адаптированное к эксплуатации в условиях АСТПП. Переработанные на основе нового классификатора и увязанные с электронной документацией из архива Search, данные ИПС в актуальном состоянии хранятся в среде БД IMBase (ОДО «Интермех»).

Для обеспечения централизованного хранения и учета УП для оборудования с ЧПУ основного производства, в рамках общей схемы разработки УП, на предприятии создана централизованная база данных управляющих программ (БДУП) основного производства. Основными функциями системы являются:

- обеспечение учета, хранения и доступа подразделений предприятия к УП;
- обеспечение данными приложения DNC-Server, которое обеспечивает передачу УП на обрабатывающее оборудование.

4. Результаты внедрения

В настоящее время основные структурные компоненты АСТПП, обеспечивающее автоматизированное проектирование и создание документации внедрены и применяются при освоении производства новых изделий.

По итогам 2009 года применение компонент АСТПП показало следующие результаты:

- 80% комплектов технологической документации разрабатывается в среде АСТПП;
- 95% конструкторской документации СТО разрабатывается в среде АСТПП;
- все электронные модели СТО разрабатываются в среде АСТПП и помещаются в электронный архив системы;
- все УП основного и вспомогательного производства создаются в среде АСТПП;
- все вновь создаваемые комплекты технологических документов помещаются в электронный архив АСТПП;
- применение ИПС позволило обеспечить количество подбора инструмента на уровне до 40%, а по зуборезному инструменту до 70%.

Развитие системы происходит в направлении расширения её функциональности, в частности выполняются работы:

- по обеспечению обращения всей технической документации ТПП в электронном виде в рамках системы управления электронной документацией Search;
- по внедрению компонент САПР ТП в металлургических цехах и цехах вспомогательного производства;
- по внедрению компонент АСТПП на филиалах предприятия;

- по адаптации покупного программного обеспечения к условиям и требованиям предприятия, системной интеграции программных средств.

- по интеграции АСТПП с АСУП на базе SAP R/3.

Заключение

Опыт внедрения и эксплуатации автоматизированной системы технологической подготовки производства в ОАО «Мотор Сич» показывает, что решение основной задачи системы – комплексной автоматизации ТПП – требует комплексного подхода к созданию всех компонент автоматизированной системы.

Поскольку АСТПП является сложной многоуровневой системой [7], то развитие её функциональности может происходить поэтапно, с учетом специфики и особенностей организационной структуры предприятия. При этом, создание технического, программного и информационного обеспечения сводится к системной интеграции и адаптации стандартных компонент [8] на основе требований, предъявляемых организационным обеспечением системы, т.е. действующими на предприятии нормативными документами. Такой подход позволил создать в ОАО «Мотор Сич» комплексную автоматизированную систему, обеспечивающую решение задач технологической подготовки производства двигателей нового поколения.

Литература

1. Братухин А.Г. Стратегия, концепция, принципы CALS // *Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение* / А.Г. Братухин, В.Г. Дмитриев; гл. ред. А.Г. Братухин. – М.: ОАО «НИЦ АСК», 2008. – С. 15-26.
2. Богуслав В.А. Компьютеризация технологической подготовки производства новых изделий / В.А. Богуслав, В.Ф. Мозговой, К.Б. Балушок и др. // *Авиационная промышленность*. – 1999. – № 2. – С. 16-18.
3. Информационные технологии в наукоёмком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / В.А. Богуслав, В.Ф. Мозговой, К.Б. Балушок и др.; под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка, 2001. – 476 с.
4. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения.
5. ГОСТ 2.501-88. Единая система конструкторской документации. Правила учета и хранения.
6. Суханова А. Для авиадвигателестроения NX – вне конкуренции. Интервью Д.Н. Елисеева, директора по ИТ ММПП «Салют» / А. Суханова // *CAD/CAM/CAE Observer*/ #6(36), 2007. – С. 7-14.

7. Цветков В.Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов / В.Д. Цветков. – М. Машиностроение, 1972. – 330 с.

8. Булавкин В.В. Автоматизированная технологическая подготовка производства ракетно-кос-

мической техники / В.В. Булавкин, В.В. Хоменко, П.Ю. Потапов // Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение / Гл. ред. А.Г. Братухин. – М.: ОАО «НИИЦ АСК», 2008. – С. 318-330.

Поступила в редакцию 5.05.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Я. Качан, Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ВАТ «МОТОР СІЧ» АСПІВ НА БАЗІ КОМПЛЕКСУ TECHCARD/SEARCH

О.В. Богуслав, В.Ф. Мозговий, К.Б. Балушок, О.Ю. Басов, М.К. Бірук

У статті розглянуті основні результати створення й впровадження автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва на ВАТ «Мотор Січ» на базі комплексу TechCARD/Search (ТДВ «Інтермех»). Авторами розглянуті основні принципи побудови та склад комплексу засобів автоматизації (КЗА), відомості про функціональність та структуру системи, основні напрямки її розвитку. Також проаналізовані основні види забезпечення: методичне, програмне, технічне, інформаційне, організаційне. Показана системна інтеграція компонент системи з відповідними видами забезпечення.

Ключові слова: автоматизація, технологічна підготовка, інтегрування, комп'ютерні технології, функціональність.

AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PREPRODUCTION JSC "MOTOR SICH" IN THE SPHERE OF CAM ON THE BASIS OF TECHCARD/SEARCH COMPLEX

A.V. Boguslaev, V.F. Mozgovoy, K.B. Baloushok, A.Y. Basov, M.K. Biruk

The article is devoted to the description of the basic results of creation and introduction of the automated systems of process and methods manufacture preparation on JSC "Motor Sich" on the basis of complex TechCARD/Search. The article contains target setting, the basic principals of creation and composition of complex facilities of automation (CFA), the information about functionality and structure of system, the main directions of it development; it considers supplying types: methodical, program, technical, informational, organizational, and also presented systems integration of components with the supplying types.

Key words: automation, manufacture preparation, integration, computer technologies, functionality.

Богуслаев Александр Вячеславович – канд. техн. наук, доцент, ведущий инженер, ОАО «Мотор Сич», Запорожье, Украина.

Мозговий Владимир Фёдорович – канд. техн. наук, главный технолог, ОАО «Мотор Сич», Запорожье, Украина, e-mail: bvc.ugt@motorsich.com.

Балушок Константин Брониславович – канд. техн. наук, зам. главного технолога, ОАО «Мотор Сич», Запорожье, Украина, e-mail: bvc.ugt@motorsich.com.

Басов Алексей Юрьевич – нач. отдела, ОАО «Мотор Сич», Запорожье, Украина, e-mail: bvc.ugt@motorsich.com.

Бірук Михаил Карпович – инженер-программист, ОАО «Мотор Сич», Запорожье, Украина, e-mail: bvc.ugt@motorsich.com.