

УПРАВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ОТРАСЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Ю.С. Балашова, В.Д. Вермель, О.Б. Мамонтов,
И.Ю. Овсянников, А.М. Подлеснов, А.И. Хардин (ФГУП «ЦАГИ»)

Рассмотрена автоматизация управления инструментальным обеспечением опытного производства аэродинамических моделей летательных аппаратов (ЛА). Выполнен анализ известных комплексных предложений и представлена разработанная специализированная автоматизированная система управления инструментальным складом в составе интегрированной системы управления и изготовления аэродинамических моделей ЛА.

Ключевые слова: опытное производство, инструментальный склад, автоматизированная система управления, инструментальное обеспечение, складская система.

Научно-производственный комплекс, входящий в структуру Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), является одним из важнейших обеспечивающих подразделений. Наряду с сопровождением функционирования экспериментальной базы института, ключевой задачей комплекса является проектирование и изготовление аэродинамических моделей летательных аппаратов (ЛА) всех типов как вновь разрабатываемых, так и эксплуатируемых, подлежащих улучшающей модернизации. В экспериментальных исследованиях на изготавливаемых моделях отрабатывается аэродинамическая компоновка ЛА, определяются действующие нагрузки, необходимые для разработки конструкции, а также характеристики устойчивости и управляемости необходимые для разработки системы управления. Типовые модельные материалы включают конструкционные стали, алюминиевые и в ограниченном объеме титановые сплавы.

Центральным технологическим процессом при изготовлении аэродинамических моделей является механическая обработка на оборудовании с ЧПУ. В этой связи дорогостоящим расходуемым ресурсом с ограниченным сроком использования является режущий инструмент (фрезы, режущие пластины, точные резцы, сверла, зенкеры, развертки), а также оснастка для его закрепления в шпинделях станков с ЧПУ.

В связи с продолжительными в современных условиях сроками приобретения и, как правило, существенно ограниченными сроками изготовления модели, оценка наличия инструмента, его актуального распределения по рабочим позициям (магазины станков с ЧПУ, инструментальные тумбочки, заточной участок) и инструментальным кладовым становится актуальной задачей. Задержки своевременной поставки инструмента могут привести к соответствующей задержке в изготовлении деталей и даже к нарушению сроков завершения изготовления аэродинамических моделей.

Эффективное решение данной задачи не может быть получено в существующей структуре опытного производства, несмотря на то, что, контроль наличия и использования инструмента обеспечивается тремя сотрудниками. Им не удается своевременно

установить наличие и состояние инструмента, что приводит к избыточному его приобретению, причем не всегда наиболее рациональной номенклатуры. При разработке управляющих программ для станков с ЧПУ технологи-программисты, не имея актуальной информации о наличии инструмента, могут выпускать управляющие программы обработки для другого менее рационального инструмента или ориентироваться на каталоги фирм производителей, стимулировать дополнительную закупку, удлиняющую сроки выполнения работы.

Введение автоматизации, обеспечивающей актуальный контроль наличия и размещения инструмента, его технического состояния, срока использования и необходимости восстановления, а также обеспечения потребности в упреждающих закупках, становится важным и актуальным.

Анализ известных систем управления инструментальным обеспечением


Рассмотрим системы управления инструментальным складом предлагаемые для использования в ограниченных масштабах опытных и единичных производств.

Учетные складские системы представляют собой программное обеспечение для оперативного учета прихода, расхода и списания инструмента. Наряду с маркой инструмента и возможностью оценки его износа сохраняется информация о поставщике и изготовителе. Данные системы могут поставляться совместно с автоматизированными инструментальными шкапами и стеллажами.


Складские системы, предназначенные для складского учета различных товарно-материальных ценностей, представлены разработчиками 1С. Они требуют адаптации под конкретные производственные условия, так как первоначально ориентированы на складской учет в магазинах товаров народного потребления, а в производственных системах обеспечивают учет поставок выпускаемой продукции.

Технологические базы данных режущего инструмента, которые предлагаются фирмами производителями режущего инструмента (Iskar, Sandvik Coromant, TaeguTec, DJTOL и др.), содержат данные о геометрии инструмента, а также параметрах режимов резания в зависимости от обрабатываемого материала (рис. 1).

Концевые цельнотвердосплавные фрезы



Концевые цельнотвердосплавные фрезы
Тип DZ-OCRS
 - 3 и 4 зуба, угол спирали 20°, для черновой обработки с низкими скоростями резания и высокими подачами



Рекомендации по выбору режимов резания

Материал	Углеродистые стали (S45C) ~280HB	Легированные стали (SCM418/SCM) ~280HB	Инструментальные стали (SK) ~255HB	Инструментальные стали (SKT) ~255HB	Штамповые стали (NAK) 35-45HRC
	Чугуны (FC) ~260HB	Высокопрочные чугуны (FCD) ~300HB			
Вид обработки/обработка углов					
	$ap \leq 1.5D$ $ae \leq 0.5D$	$ap \leq 1.5D$ $ae \leq 0.5D$	$ap \leq 1.5D$ $ae \leq 0.5D$	$ap \leq 1.5D$ $ae \leq 0.5D$	$ap \leq 1.5D$ $ae \leq 0.5D$
Диаметр	v (мм/мин)	Vf (мм/зуб)	v (мм/мин)	Vf (мм/зуб)	v (мм/мин)
4	8,000	420	8,000	380	4,800
5	6,400	440	6,400	400	3,800
6	5,300	440	5,300	400	3,200

Рис. 1. Фрагмент страницы каталога режущего инструмента фирмы DIJET

Они предоставляются фирмами изготовителями при покупке инструмента, имеются и в свободном Internet-доступе.

Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), например ТехноПро, ВЕРТИКАЛЬ, содержат базы данных режущего инструмента [1]. Как правило, в них имеются данные по ГОСТированному инструменту, с возможностью расчета технологических параметров обработки по методикам, приведенным в известных справочниках технологов-машиностроителей (рис. 2).

Для всех систем ограничены условия ведения учета внутрицехового движения инструмента, а также возможностей внесения всей современной номенклатуры, включая оснастку для закрепления инструмента и специального мерительного инструмента с контролем его поверки.

Узкие требования к системе управления инструментальным обеспечением опытного производства

Из предлагаемых на рынке и рассмотренных выше реализаций специализированного программного обеспечения для управления инструментальным складом видна их ограниченность по решению складских и производственных задач. Рассмотрим последовательно требования, предъявляемые к системе управления инструментальным обеспечением в условиях опытных и единичных производств.

База данных должна быть масштабируемой, иметь возможность занесения чертежа инструмента с его геометрическими параметрами, в соответствии с каталогами фирм изготовителей, а также значения технологических параметров, необходимых для рационального использования в технологическом процессе.

Рис. 2. Справочник режущего инструмента САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ



Рис. 3. Состав интегрированной системы управления проектированием и производством аэродинамических моделей ЛА

Наряду с режущим инструментом необходимо сохранение технологических приспособлений для его закрепления в шпинделе станка (патроны, оправки, удлинительные оправки и т.д.) и используемого мерительного инструмента.

Реализация связи с каталогами фирм изготовителей ускоряет поиск нового рационального инструмента для использования при обработке конкретных деталей с последующим занесением в базу данных.

Поскольку в опытных и единичных производствах объемы закупок инструмента по числу единиц при возможной чрезвычайно широкой номенклатуре ограничены, необходим контроль в режиме реального времени нахождения инструмента (магазины станков с ЧПУ, инструментальные тумбочки, заточные участки, склады), позволяющий при планировании производственного процесса контролировать как наличие инструмента, так и его текущее использование, включая необходимость проведения дополнительной закупки.

Необходимой возможностью становится контроль расходования инструмента с прогнозом рациональных сроков проведения дополнительных закупок, а также необходимости расширения номенклатуры оформления типовых документов для проведения закупочных процедур.

Важной возможностью является обеспечение актуальной информацией по наличию и использованию определенного инструмента в реальном времени технологов и технологов-программистов, разрабатывающих технологические процессы изготовления деталей аэродинамических моделей.

Программная реализация системы управления инструментальным обеспечением

В качестве программной платформы для разработки подсистемы управления инструментальным обеспечением выбрано отечественное программное обеспечение «1С: Предприятие». Данное программное обеспечение ориентируется на разработку приложений в областях информационного и управленческого обеспечения

организаций и производств, является хорошо отработанным, с необходимой пользовательской документацией, обеспечивающей простоту освоения и использования, предлагается разработчикам новых приложений как открытое с консультационной поддержкой [2].

Система управления инструментальным обеспечением разрабатывалась как составляющая интегрированной системы управления проектированием и производством аэродинамических моделей ЛА. Она представляет собой комплекс программных компонентов, который решает задачи по сокращению временных затрат при распределении работ и технологических ресурсов между исполнителями, разработке заданий,

пооперационного контроля производственных работ, мониторингу состояния и загрузки оборудования, материально-технического снабжения (рис. 3).

Хранение данных об инструменте в системе управления инструментальным обеспечением организовано в виде иерархической структуры. Каждый тип инструмента выделен в отдельную группу со своими уникальными характеристиками. При расширении могут соответственно добавляться новые инструменты, специализированные группы и т.д.

Средствами программной платформы «1С: Предприятие» формируются необходимые отчеты по использованию инструмента.

Возможности технологической базы данных (рис. 4):

- подбор инструмента как по шифрам, так и по необходимым геометрическим параметрам с возможностью просмотра и подбора из имеющихся в наличие инструментальной сборки (корпус, пластину, удлинитель, оправку и т.д.);

- предоставление информации в виде иерархической структуры типов инструментов с детализацией до конкретной инструментальной позиции, отражая реальное число в инструментальной раздаточной кладовой, а также на рабочих позициях (магазины станков с ЧПУ, инструментальные тумбочки, заточной участок);

- многопараметрический поиск инструмента в соответствие с комплексом критериев выборки (геометрические параметры, режимы резания, шифры, наличие);

- информационное сопровождение процесса инвентаризации остатков инструмента, находящихся в инструментальной раздаточной кладовой и в производстве в целом, процедуры резервирования инструмента под заказ, процедуры внутрицехового слежения за движением инструмента (приход инструмента на склад, выдача на рабочие позиции и списание).

Автоматизация управления инструментальным обеспечением и работы по подбору инструмента технологом-программистом также позволяют контролировать наличие инструмента необходимого для выполнения работ с высоким приоритетом, вплоть

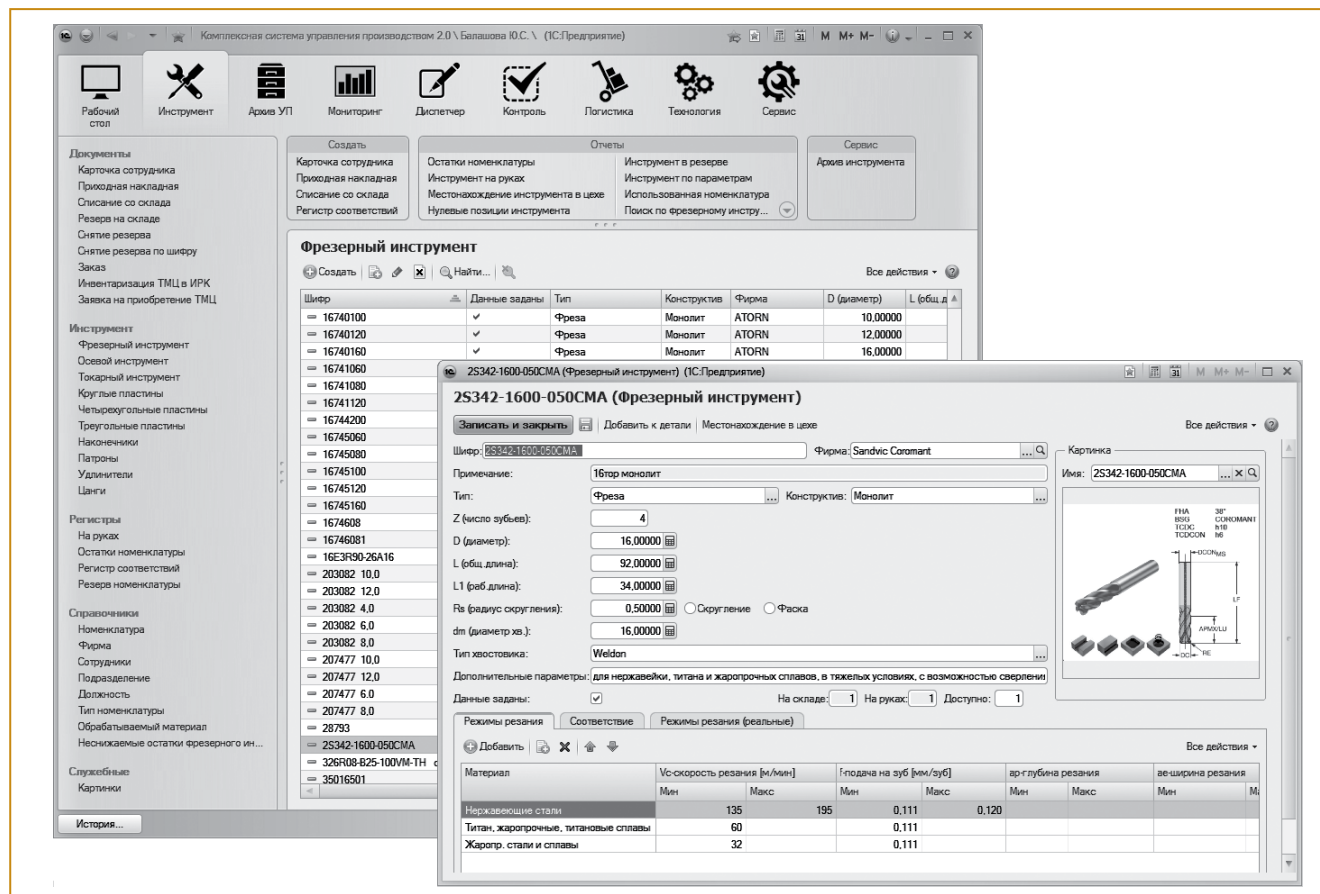


Рис. 4. Возможности технологической базы данных инструмента

до инструмента с других работ, осуществлять планирование закупок [3].

Внедрение системы упростило разработку технологий обработки деталей на оборудовании с ЧПУ, подготовку управляющих программ, своевременный заказ на приобретение инструмента.

Заключение

Опыт использования системы управления инструментальным обеспечением показал, что подготовка обработки деталей сократилась не менее чем в 1,1...1,5 раза [4] за счет подбора инструмента из имеющегося в наличии в опытном производстве и в открытом доступе корпоративной информационной базы, в ~2 раза ускорилось своевременное формирование заявки на приобретение необходимого инструмента.

Список литературы

1. Хармац И. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ инновации // CAD/CAM/CAE Observer #3 (39), 2008, С.56-60.

2. Балашова Ю.С., Вермель В.Д., Мамонтов О.Б., Овсянников И.Ю., Подлеснов А.М., Шиняев А.В. Автоматизация управления производством аэродинамических моделей // Вестник МГТУ «Станкин». 2019. №2 (49). С.29-33.
3. Балашова Ю.С., Зарубин С.Г., Мамонтов О.Б., Подлеснов А.М., Овсянников И.Ю., Сидоров С.А. Комплексная авто-матизация управления производством аэродинамических моделей самолетов // Известия Самарского научного центра Рос-сийской академии наук / глав.ред. В.П.Шорин. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. №4(2). С.597-602.
4. Балашова Ю.С., Вермель В.Д., Мамонтов О.Б., Овсянников И.Ю., Подлеснов А.М., Шиняев А.В. Автоматизация управления проектированием и изготовлением изделий в опытных единичных машиностроительных производствах (на примере аэродинамических моделей для трубных испытаний) // Автоматизация в промышленности. 2019. №5. С.20-22.

Балашова Юлия Сергеевна – инженер 2 категории, **Вермель Владимир Дмитриевич** – д-р техн. наук, начальник, **Мамонтов Олег Борисович** – младший научный сотрудник, **Овсянников Иван Юрьевич** – начальник сектора, **Подлеснов Александр Михайлович** – научный сотрудник, **Хардин Алексей Иванович** – ведущий специалист научно-технического центра ФГУП «ЦАГИ», **Шиняев Андрей Владимирович** – начальник опытного производства института ФГУП «ЦАГИ». E-mail: yuliya.balashova@tsagi.ru; vermel@tsagi.ru; oleg.mamontov@tsagi.ru; ivan.ovsiannikov@tsagi.ru; am_podlesnov@tsagi.ru; andrey.shiniaev@tsagi.ru; aleksey.hardin@tsagi.ru