

УДК 004.65:621.9.06-529

В. А. ПАНАСЕНКО, В. Ф. МОЗГОВОЙ, К. Б. БАЛУШОК

АО "Мотор Сич", Запорожье, Украина

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ИХ РАЗРАБОТКИ НА АО "МОТОР СИЧ"

Статья посвящена описанию разработанной и внедрённой на АО "Мотор Сич" системе учёта, хранения, редактирования и мониторинга управляющих программ для станков с ЧПУ. Новая интегрированная система включает широкий функционал для организации процесса разработки программ, начиная с выдачи задания исполнителю, до архивирования готовых технологических проектов и документов, относящихся к данной операции. Разработан механизм передачи УП из базы по заводской сети непосредственно на станки с ЧПУ, минуя физические носители информации. Основной целью работы по организации системы хранения и учёта управляющих программ является переход на безбумажную технологию за счет организации заводской электронной сети, включающей центральный сервер, цеховые серверные станции и микроконтроллеры ввода/вывода управляющих программ на станках с ЧПУ.

Ключевые слова: база данных, управляющая программа, пользователь, станок с ЧПУ, исходные данные, технологический проект, архив, программное обеспечение, информационная система, файл, многоуровневая система.

Введение

Современное наукоёмкое производство диктует необходимость глубокой технической модернизации с внедрением современного оборудования с ЧПУ, обладающего высокими техническими и технологическими характеристиками. Производство деталей авиационных двигателей - моноколёса, лопатки и сложнопрофильные детали, обуславливает поиск и внедрение новых методов расчёта, контроля и последующей передачи на станок с ЧПУ управляющих программ. Разработанные управляющие программы обработки таких деталей отличаются высокой сложностью и большим объёмом. В этой связи автоматизированная информационная система учёта и хранения управляющих программ является важным элементом программно-аппаратных средств по управлению всей информационной базой предприятия и сопутствующих им документов. Цель информационной системы - минимизировать затраты технолога на поиск, корректировку и изменение документации технологического программирования, создать максимально благоприятные условия информационного обслуживания для технологов-программистов на базе интегрированной системы учёта программ и управления процессами их разработки.

Целью данной работы является рассмотрение опыта создания системы сквозного архивирования, хранения и учёта управляющих программ и элек-

тронных документов на предприятии, связанных с результатом работы технологов-программистов. Описать принципы построения базы данных и пути решения проблемных вопросов, связанных с внедрением системы учёта управляющих программ для станков с ЧПУ и управления процессами их разработки в условиях реального производства.

Содержание и результаты работ

Современное производство ГТД диктует широкое внедрение компьютеризации с целью создания единого информационного пространства для всех участников этого процесса. Важную роль в обеспечении выпуска качественной и конкурентоспособной продукции имеет оборудование с ЧПУ, являющееся составной частью объединённого информационного пространства. Назначение системы направлено на выполнение главной задачи - обеспечение максимальной загрузки оборудования с ЧПУ. Этот вопрос неразрывно связан с продуктивностью работы технологов-программистов. Если раньше только на проектирование траектории движения инструмента в CAD/CAM системе технолог тратил около 1/3 всего времени на разработку программы (рис. 1) [1], то с внедрением сквозной технологии - это время сократилось до 10 % (рис. 2). Менеджмент управляющих программ раньше составлял до 15 % трудозатрат технолога, то сейчас - около 5 %.

Поэтому, с целью создания интегрированной

системы учёта управляющих программ для станков с ЧПУ, на АО "Мотор Сич" несколько лет назад была реализована программа по объединению всех станков с ЧПУ в единую DNC сеть предприятия [1]. Результатом этого объединения стало:

- повышение мобильности автоматизированного производства;
- сокращение цикла подготовки производства применительно к станкам с ЧПУ;
- сокращение времени на передачу информации на станки;
- возможность оперативно решать вопросы о перемещении обработки деталей со станка на станок;
- отказ от физических носителей информации.



Рис. 1. Диаграмма затрат служб ТПП на подготовку УП на основе данных чертежа детали и полученной перфоленты (вчера)

Главным компонентом корпоративной сети стал сервер с базой данных управляющих программ (БДУП). К центральному серверу были подключены цеховые сервера реплицированные в одностороннем порядке с центральным сервером. В свою очередь, цеховые сервера были подключены непосредственно к оборудованию с ЧПУ цеха через специальные микроконтроллеры ввода/вывода [1]. Сигнальные линии от группы микроконтроллеров подключены к универсальному мультиплексору связи. Таким образом, по желанию пользователя, по заводской сети любая управляющая программа, хранящаяся в БДУП, могла быть передана за считанные секунды на любой станок цеха. Для идентификации каждой УП база в автоматическом режиме присваивала программе оригинальный 5-ти значный код. Этот код указывал технолог в наладочном листе для оператора станка. Набирая на микроконтроллере станка нужный код УП, оператор по сети считывал управляющую программу на станок через цеховой сервер и приступал к обработке детали.

Потенциал созданной базы в составе DNC сети предприятия удовлетворял потребностям производства.

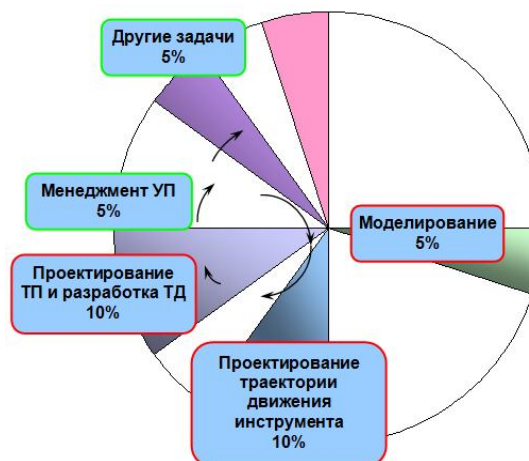


Рис. 2. Диаграмма затрат служб ТПП на подготовку УП на основе математической модели детали и DNC сети предприятия (сегодня)

Однако, с усложнением конструкции деталей и необходимостью сохранения управляющих программ большого объёма, актуальным стал вопрос о создании более совершенной системы. Объём одной управляющей программы, подготовленной для хранения в БДУП, составлял более 150 Мб. Ситуация осложнялась ещё тем, что с наращиванием объёма управляющих программ снижалась надёжность существующей базы. Это проявлялось в случайных потерях информации, "зависании" базы, сбойных ситуациях, случайной перезаписи программ в базе под одним и тем же кодом.

Встал вопрос о создании более совершенной интегрированной системы учёта управляющих программ для станков с ЧПУ и управления процессами их разработки. Комплекс должен был охватить всю инфраструктуру процесса архивирования и хранения технологической информации, оперативно отзываться на потребности технолога-программиста и нести максимально полную и исчерпывающую информацию для разработчиков управляющих программ. Эта задача была успешно решена специалистами АО "Мотор Сич" совместно с НПО "Промит" (г. Киев).

Разработанное специалистами АО "Мотор Сич" техническое задание для создания новой системы охватывало весь спектр деятельности технологов-программистов. Сюда входит: сохранение управляющих программ и технологических проектов, созданных в CAD/CAM системах, сохранение графических документов, листов техинформации и др. документации сопутствующей разработке и внедрению УП. Приобретённый многолетний опыт эксплуатации, знание "узких" мест "старой" базы, помогли

обойти и решить многие проблемные вопросы при написании технического задания при создании новой системы. Неизменным оставался принцип организации комплекса - "DNC сеть - база данных управляющих программ станков с ЧПУ - станок с ЧПУ".

Для поддержания в актуальном состоянии информации по ранее разработанным УП был разработан механизм миграции в новую систему в неизменном виде ранее разработанных управляющих программ. В этот список входили как внедрённые, так и не внедрённые управляющие программы. Эта работа была проведена для каждого цеха предприятия поотдельно с корректировкой правильного написания шифров деталей.

Основой базы хранения управляющих программ стала учётно-регистрационная карта детали (УРК). Под одним УРК детали могли храниться несколько управляющих программ, созданные разными технологами-программистами предприятия.

Система учёта управляющих программ состоит из нескольких самостоятельных модулей, формирующих общую интегрированную среду. Система состоит из следующих модулей:

1. Модуль "Пользователи" - база технологов-программистов предприятия по подразделениям.
2. Модуль "Подразделения" - включающий все механические цеха и отделы предприятия.
3. Модуль "Цеховое оборудование" - отражение уникальных комбинаций по каждому цеху "Модель станка - ЧПУ".
4. Модуль "Типы ЧПУ" - для обеспечения целостности данных и увязки с УП при создании объекта "Оборудование".
5. Модуль "Модели станков" - для обеспечения целостности данных по формированию тандема "Модель станка - ЧПУ".
6. Модуль "УП-Менеджер" - включающий комплект серверных процедур и функций для административного управления базой.
7. Модуль "Блокирование УП от передачи на станок" - для защиты от передачи УП на станок во время корректировки УП.
8. Модуль "Выдача задания и контроль исполнения".
9. Модуль "FANUC" - для обеспечения выдачи "Номера УП" программе, рассчитанной на стойку FANUC. Причём, номер выдаётся в сквозной нумерации по всему заводу.
10. Модуль "Роли пользователей", разделяющий права пользователей.

Расширение функционала коснулось всех этапов подготовки управляющих программ: создание УРК, выдача задания и контроль исполнения, сохранение технологических документов в электрон-

ном виде, архивирование технологических проектов в любой CAD/CAM системе, сохранение в электронном виде всей документации, сопутствующей разработке и внедрению управляющей программы, архивирование самих управляющих программ и исходных данных. Компактность хранения и архитектура взаимных связей позволила пользователю видеть в одной "корзине" все управляющие программы для одной детали в масштабах предприятия, даже если программы были созданы разными исполнителями. Немаловажным является и то, что в системе для каждого разработанного модуля было предусмотрено создание WEB интерфейсов, позволяющих редактировать, добавлять и удалять данные в каждом объекте. Для этого был предусмотрен функционал системного администратора с перечнем разрешённых процедур к модулям.

Для расширения наполняемости новой системы управляющими программами вместо 5-ти значных кодов был разработан механизм, поддерживающий создание 7-ми значных кодов УП. Для адаптации ранее разработанных УП, имеющих 5-ти значный код, при миграции к существующему коду УП автоматически впереди добавлялись два значащих нуля. Таким образом, управляющая программа продолжала храниться в новой системе со всеми документами без изменения своего оригинального кода. Для возможности считывания из базы 7-ми значного кода УП было обновлено программное обеспечение микроконтроллеров ввода/вывода станков с ЧПУ.

Одним из важных факторов при формировании внешнего вида системы является дружелюбность интерфейса для пользователя. Несмотря на насыщенность функциональными возможностями, вложенностью ряда операций и процедур, удалось максимально просто выстроить логическую структуру управления системой. Строковый вид многих функциональных кнопок был заменён на мнемонические значки - иконки. Это значительно упростило доступ пользователю к системе для реализации механических действий при работе с системой.

Задача технолога-программиста после расчёта управляющей программы - максимально полно, по желанию, сохранить результаты своей работы. Сюда входит: управляющая программа, исходные данные, наладочный лист, расчёты режимов резания, технологический проект в CAD/CAM системе, расчётно-технологическая карта (AUTOCAD, Компас и т.д.), операционная карта, модель детали, модель приспособления и другая информация, представляющая интерес для данной операции. Перечень документов, которые возможно архивировать в базе перечислены в всплывающем меню при архивировании. Таким образом, объём ранее хранимой бумажной документации сводился к минимуму, а в некоторых

случаях и вовсе отсутствовал. Одним из важных моментов стала возможность хранения информации в электронном виде.

Возможности системы не исчерпываются техническими возможностями по сохранению документации. Интегрированная система позволяет осуществлять сквозной контроль выполнения задания исполнителем в сроки, оговорённые заданием руководителя. На основе этой информации руководитель может своевременно принять меры, направленные на выполнение заказа в оговорённые сроки. Вся информация о состоянии выполнения задания выводится руководителю в актуальном состоянии на момент просмотра.

Обеспечение безопасности реализуется через разграничение прав доступа пользователей. Для каждого пользователя системы менеджером устанавливаются права на внесение, изменение, удаление и доступ ко всем разделам УРК с прикрепленными к ним УП и вспомогательным файлам. Структура системы позволяет другим пользователям копировать на свой ПК необходимую информацию, независимо от авторства. Структура безопасности системы основывается на индивидуальных паролях пользователей, имеющих высокий уровень секретности.

Заключение

Достигнутые результаты внедрения интегрированной системы хранения и учёта информации по сопровождению и технологическому обслуживанию станков с ЧПУ на АО "Мотор Сич" показывают, что решение на предприятии основной задачи системы - поддержание в актуальном состоянии базы данных управляющих программ и загрузки оборудования с ЧПУ требует комплексного подхода. Реализация

сквозного отслеживания истории создания УП на каждом этапе с использованием локальной сети предприятия и СУБД позволила создать в АО "Мотор Сич" интегрированную систему, обеспечивающую решение задачи подготовки производства в области архивирования и передачи на станки с ЧПУ управляющих программ с применением безбумажной технологии.

Литература

1. *Технология обработки моноколёс высокоскоростным фрезерованием [Текст] / А. Я. Качан, С. А. Петров, В. А. Панасенко, С. В. Мозговой, Г. В. Карась // Вісник двигунобудування. – 2006. – № 1. – С. 113–116.*

2. *Горюнов, А. И. Методы занесения объектов и опыт работы с электронными макетами в среде SIEMENS NX [Текст] / А. И. Горюнов // Сборник докладов : Научно-техническая конференция, Санкт-Петербург, 14-16 ноября 2014 г. – С. 339-347.*

References

1. Kachan, A. Y., Petrov, S. A., Panasenko, V. A., Mozgovoy, S. V., Karas, G. V. Technology of processing of monowheels high-speed milling [Technology of processing of monowheels high-speed milling]. *The bulletin of propulsion engineering*, 2006, no. 1, pp. 113–116.

2. Gorynov, A. I. Methods of entering of objects and experience with electronic models in the environment of SIEMENS NX [Methods of entering of objects and experience with electronic models in the environment of SIEMENS NX]. *The collection of reports: Scientific and technical conference, St.-Petersburg, on November 14-16th 2014*, pp. 339-347.

Поступила в редакцию 11.04.2018, рассмотрена на редколлегии 27.07.2018

ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ КЕРУЮЧИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЇХ РОЗРОБКИ НА АТ "МОТОР СІЧ"

В. О. Панасенко, В. Ф. Мозговой, К. Б. Балушок

Стаття присвячена опису розробленої та впровадженої на АТ "Мотор Січ" системі обліку, зберігання, редагування та моніторингу керуючих програм (КП) для верстатів з ЧПК. Нова інтегрована система включає широкий функціонал для організації процесу розробки програм, починаючи з видачі завдання виконавцю, до архівування готових технологічних проектів і документів, що відносяться до даної операції. Розроблено механізм передачі КП з бази по заводській мережі безпосередньо на верстати з ЧПК, минаючи фізичні носії інформації. Основною метою роботи по організації системи зберігання та обліку керуючих програм є перехід на безпаперову технологію за рахунок організації заводської електронної мережі, що включає центральний сервер, цехові серверні станції і мікроконтролери введення/виведення керуючих програм на верстатах з ЧПК.

Ключові слова: база даних, керуюча програма, користувач, верстат з ЧПК, вихідні дані, технологічний проект, архів, програмне забезпечення, інформаційна система, файл, багаторівнева система.

**FORMATION OF THE INTEGRATED SYSTEM OF THE ACCOUNT OPERATING PROGRAMS
FOR MACHINES CNC AND MANagements OF PROCESSES THEIR WORKING
ON JST "MOTOR SICH"**

V. A. Panasenko, V. F. Mozgovoy, K. B. Baluchok

Modern manufacture engans wide introduction of a computerisation for the purpose of creation of uniform information field for all participants of this process. Today is very important manufacture, support, service and repair of 69 types and updatings of modern, reliable and extremely economic engines for civil and military planes and helicopters in more than 109 countries of the world. The aircraft engines builder Motor Sich represents Ukraine in the world community of the major aircraft companies. In the decision of technological questions creation of the new engine the great value has a technological level. The Primary goal of department is preparation of operating programs for manufacturing of details on CNC machines. Production of blades and monowheels of aviation engines on CNC machine is one of the challenges technological. Modern CNC machines provide performance of design requirements when manufacturing complex details titanium and heat-resistant alloys. Production of blades and monowheels of aviation engines on CNC machine is one of the challenges technological. Manufacturing of details is carried out on 2, 3 and 5 coordinates CNC machines with high-speed processing. Article devoted the description to the system of the account developed and introduced on company "Motor Sich", storages, editing and monitoring of operating programs for CNC machine. The new integrated system includes wide for the organisation process of working out of programs, since delivery of the task to the executor, to archiving end ready technological projects and the documents concerning given operation. The system designation is directed on main task performance - maintenance of the maximum loading of the equipment with ЧПУ. The mechanism of transfer programs base on a factory network directly on the machines CNC is developed, passing physical carriers. Basic the work purpose on the organisation system of storage and the account of operating programs transition to paperless technology at the expense of the organisation of the factory network covering the central server, shop server stations and microcontrollers of input/conclusion of operating programs on machine CNC. In the decision of technological questions creation of the new engine the great value has a technological level.

Keywords: the database, the operating program, the user, the CNC machines, the initial data, the technological project, archive, the software, information system, a file, multilevel system.

Панасенко Валерий Александрович – начальник отдела программирования станков с ЧПУ УГТ АО “Мотор Сич”, Запорожье, Украина, e-mail: ugt@motorsich.com.

Мозговой Владимир Фёдорович – канд. техн. наук, главный технолог АО “Мотор Сич”, Запорожье, Украина, e-mail: ugt@motorsich.com.

Балушок Константин Брониславович – канд. техн. наук, заместитель главного технолога по информационным технологиям, АО “Мотор Сич”, Запорожье, Украина, e-mail: ugt@motorsich.com.

Panasenko Valerij Aleksandrovich – Chief of Department CNC Machines JSC "Motor Sich", Zaporojie, Ukraine, e-mail: ugt@motorsich.com.

Mozgovoy Vladimir Fedorovich – PhD, Chief Process Technology JSC "Motor Sich", Zaporojie, Ukraine, e-mail: ugt@motorsich.com.

Baluchok Konstantin Bronislavovich – PhD, assistant to of Chief Process Technology JSC "Motor Sich", Zaporojie, Ukraine, e-mail: ugt@motorsich.com.