

# Введение

Современное производство в значительной степени опирается на использование станков с ЧПУ. Сами станки усложняются, становятся более интеллектуальными. Вместе с тем их эффективная эксплуатация требует эффективного управления. Усиление конкуренции и потребность рынка в сложных изделиях заставляют предприятия задумываться о комплексной автоматизации подготовки производства и самого производства. В такой постановке стадия разработки управляющих программ уже не воспринимается как автономная задача, а должна быть связана с другими этапами конструкторско-технологической подготовки производства.

Сокращение серийности, а также увеличение вариантности выпуска продукции, ведет к необходимости гибкого изменения управляющих программ в соответствии с изменениями. Разработка новой управляющей программы с «нуля» – самый неэффективный путь. Необходимо максимально использовать предыдущие наработки.

От САМ-системы требуется наличие инструментов проверки программ на резезы и столкновения. Это позволяет существенно сократить процесс внедрения УП на станке, так как станок должен в максимальной степени использоваться для выпуска продукции. Время его наладки, а тем более время простоя в результате поломки, дорого обходится предприятию. Необходима проверка управляющих программ вне станка на основе G-/M-кодов с учетом всей технологической системы (Станок–Приспособление–Инструмент–Деталь).

Появление современных токарно-фрезерных многофункциональных станков существенно меняет саму технологию производства, увеличивается концентрация операций, значительно уменьшается количество установов. Программирование таких станков должно в максимальной степени учитывать текущее состояние заготовки, в том числе при передаче между токарными и фрезерными операциями. Наличие нескольких рабочих органов (например, фрезерный шпиндель и револьверная головка) позволяет выполнять обработку параллельно для получения максимальной производительности. Такая работа еще в большей степени требует проверки УП в контексте всего станка, включая технологическую оснастку.

Одним из наиболее популярных решений в области САМ (Computer Aided manufacturing) является система NX от компании Siemens PLM Software – комплексное CAD/CAM/CAE-решение для конструкторско-технологической подготовки производства. Система успешно применяется на предприятиях авиакосмической отрасли и автомобилестроения, в судостроении и энергетике, в производстве медицинского оборудования, в сфере станкостроения и машиностроения и др.

В книге «Программирование обработки в NX CAM» речь пойдет о модуле CAM – системе для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Внедрение системы позволяет предприятию повысить производительность и эффективность оборудования, сократить его простои, устранить ошибки в УП, повысить качество обработки. В книге особое внимание уделено способам достижения конкретных результатов с использованием этой флагманской системы. Она сопровождается большим количеством примеров. Все модели, рассмотренные в книге, можно найти на корпоративном сайте Siemens PLM Software по следующей ссылке [www.siemens.com/plm/ru/cam\\_models](http://www.siemens.com/plm/ru/cam_models). Лицензии NX можно приобрести в офисах компании Siemens PLM Software.

Желаем Вам интересных открытий и успешной работы!

# Содержание

|  |    |
|--|----|
| Глава 1. Первые шаги .....   | 3  |
| Первые шаги .....  | 4  |
| Запуск NX CAM и главное окно .....                                   | 4  |
| Этапы разработки управляющих программ .....                          | 5  |
| Наследование параметров в навигаторе операций .....                  | 6  |
| Создание нового проекта .....  | 7  |
| Принцип мастер-модели .....  | 7  |
| Инициализация .....  | 7  |
| Подготовка модели к обработке .....                                  | 9  |
| Анализ геометрии .....   | 10 |
| Создание/Редактирование родительских групп .....                     | 12 |
| Создание операции .....  | 16 |
| Проверка программ .....  | 17 |
| Постпроцессирование .....  | 19 |
| Контекстное меню .....   | 21 |
| Глава 2. Черновая обработка – операция CAVITY_MILL .....             | 22 |
| Черновая обработка – операция CAVITY_MILL .....                      | 23 |
| Операция CAVITY_MILL: основы .....                                   | 23 |
| Уровни резания и шаблон резания .....                                | 24 |
| Параметры резания .....  | 30 |
| Вспомогательные перемещения (Параметры без резания) .....            | 32 |
| Скорости и подачи .....  | 34 |
| Глава 3. Проверка траектории инструмента .....                       | 36 |
| Проверка траектории инструмента .....                                | 37 |
| Верификация (проверка) операций .....                                | 37 |
| Операция CAVITY_MILL – доработка .....                               | 38 |
| Верификация операций – продолжение .....                             | 40 |
| Глава 4 . 2.5-осевое фрезерование – обработка плоских граней .....   | 42 |
| 2.5-осевое фрезерование – обработка плоских граней .....             | 43 |
| Операция обработки пола и стенок (FLOOR_WALL) .....                  | 44 |
| Контрольная геометрия .....  | 47 |
| Операция обработки дна и стенок с учетом ЗвПО (FLOOR_WALL_IPW) ..... | 49 |
| Другие параметры операций FLOOR_WALL .....                           | 50 |
| Операция обработки граней на основе границ (FACE_MILL) .....         | 55 |
| Подход к контуру .....   | 56 |
| Обработка поднутрений .....  | 57 |
| Обработка наклонных граней .....                                     | 58 |
| Операция SOLID_PROFILE_3D .....                                      | 59 |
| Глава 5. 2.5-осевое фрезерование: обработка по Z-уровням .....       | 61 |
| 2.5-осевое фрезерование: обработка по Z-уровням .....                | 62 |

|   |            |
|---|------------|
| Операция ZLEVEL_PROFILE .....   | 62         |
| Операция ZLEVEL_CORNER .....  | 64         |
| <b>Глава 6. Обработка с использованием границ – PLANAR_MILL .....</b> | <b>66</b>  |
| Обработка с использованием границ – PLANAR_MILL .....                 | 67         |
| Обработка контуров .....  | 67         |
| Обработка тел на основе границ.....                                   | 74         |
| Коррекция инструмента .....   | 76         |
| <b>Глава 7. Библиотеки, события пользователя, постпроцессоры.....</b> | <b>78</b>  |
| Библиотеки, события пользователя, постпроцессоры.....                 | 79         |
| Библиотека инструментов .....   | 79         |
| Библиотека режимов резания.....                                       | 80         |
| События пользователя .....  | 82         |
| Операция Управление станком.....                                      | 83         |
| Постпроцессирование.....  | 84         |
| <i>Настройка постпроцессора</i> .....                                 | 85         |
| Цеховая документация.....   | 86         |
| <b>Глава 8. Обработка отверстий.....</b>                              | <b>88</b>  |
| Обработка отверстий.....  | 89         |
| Операция сверления .....  | 89         |
| <i>Использование геометрических групп</i> .....                       | 91         |
| <i>Нарезание резьбы метчиком</i> .....                                | 93         |
| <i>Сверление отверстий произвольной ориентации</i> .....              | 94         |
| Фрезерование отверстий .....  | 95         |
| Резьбофрезерование .....  | 96         |
| <b>Глава 9. 3-осевое фрезерование: контурные операции .....</b>       | <b>99</b>  |
| 3-осевое фрезерование: контурные операции .....                       | 100        |
| Операции FIXED_CONTOUR и CONTOUR_AREA .....                           | 101        |
| <i>Многопроходная контурная обработка</i> .....                       | 107        |
| <i>3D-коррекция инструмента</i> .....                                 | 108        |
| <i>Выделение наклонных и ненаклонных участков</i> .....               | 109        |
| <i>Подобласти обработки (CUT REGIONS)</i> .....                       | 110        |
| <b>Глава 10. Контурные операции (продолжение) .....</b>               | <b>114</b> |
| Контурные операции (продолжение) .....                                | 115        |
| Операция STREAMLINE (Вдоль потока) .....                              | 115        |
| <i>Обработка поднутрений на 3-осевом станке</i> .....                 | 119        |
| Операции по доработке углов.....                                      | 120        |
| Другие методы управления.....   | 125        |
| <i>Метод Линии/Точки</i> .....  | 125        |
| <i>Метод Радиальное резание</i> .....                                 | 125        |
| Гравировка текста.....  | 126        |
| <b>Глава 11. Высокоскоростная обработка .....</b>                     | <b>130</b> |
| Высокоскоростная обработка .....                                      | 131        |
| Трохоидальный шаблон резания .....                                    | 133        |
| Фрезерование погружением (PLUNGE_MILLING) .....                       | 134        |

|   |     |
|---|-----|
| Глава 12. Инструменты CAD в модуле CAM .....                      | 137 |
| Инструменты CAD в модуле CAM .....                                | 138 |
| Инструменты технологического анализа.....                         | 138 |
| Технология синхронного моделирования для технологов.....          | 140 |
| Упрощение модели для производства .....                           | 141 |
| Ассоциативность операций .....                                    | 142 |
| Создание модели заготовки по модели детали .....                  | 143 |
| Зашивка отверстий – заплатки.....                                 | 144 |
| Помощник замены .....   | 146 |
| Глава 13. Перенос заготовки и 5-осевая позиционная обработка..... | 150 |
| Перенос заготовки и 5-осевая позиционная обработка.....           | 151 |
| Поддержка позиционной обработки в операциях.....                  | 151 |
| Перенос заготовки .....   | 151 |
| Главная и локальные системы координат.....                        | 153 |
| Перенос заготовки (продолжение) .....                             | 154 |
| Поддержка позиционной обработки в операциях (продолжение) .....   | 156 |
| FLOOR_WALL_IPW (продолжение).....                                 | 156 |
| Обработка боковых пазов (GROOVE_MILLING).....                     | 157 |
| Операция общего перемещения (GENERIC_MOTION) .....                | 160 |
| Глава 14. Измерительные операции (PROBING).....                   | 167 |
| Измерительные операции (PROBING).....                             | 168 |
| Измерение точки .....   | 168 |
| Использование результатов измерения .....                         | 170 |
| Измерение цилиндра .....  | 171 |
| Глава 15. Симуляция работы станка .....                           | 173 |
| Симуляция работы станка .....                                     | 174 |
| Подключение модели станка .....                                   | 174 |
| Использование примеров из стандартной поставки.....               | 176 |
| Симуляция внешнего файла .....                                    | 180 |
| Навигатор станка.....   | 182 |
| Репроцессор .....   | 183 |
| Глава 16. 5-осевая непрерывная обработка.....                     | 185 |
| 5-осевая непрерывная обработка.....                               | 186 |
| Управляющая поверхность .....                                     | 186 |
| Ориентация инструмента .....                                      | 188 |
| Обработка лопатки .....   | 189 |
| Внешние управляющие поверхности.....                              | 191 |
| Обработка винта.....  | 194 |
| Операция 5-осевая вдоль потока – VARIABLE_STREAMLINE.....         | 196 |
| Обработка лопатки (продолжение).....                              | 197 |
| Управление подачей и переменный угол опережения .....             | 198 |
| Глава 17. 5-осевая непрерывная обработка (продолжение) .....      | 200 |
| 5-осевая непрерывная обработка (продолжение) .....                | 201 |
| Операция Профиль по контуру – CONTOUR_PROFILE .....               | 201 |

|  |            |
|--|------------|
| Операция Контурная с переменной ОИ – Интерполяция вектора .....                | 207        |
| Операция 5-осевая по Z-уровням – ZLEVEL_5AXIS.....                             | 208        |
| Операция Обработка цилиндра -ROTARY_FLOOR.....                                 | 208        |
| Функция отклонения оси инструмента для преобразования операций .....           | 212        |
| <b>Глава 18. Операции для обработки моноколес – MULTIBLADE MACHINING.....</b>  | <b>218</b> |
| Операции для обработки моноколес – MULTIBLADE MACHINING.....                   | 219        |
| Задание геометрии.....   | 219        |
| Черновая обработка моноколеса (Multiblade Roughing) .....                      | 220        |
| Чистовая обработка лопатки (Blade Finishing) .....                             | 222        |
| Чистовая обработка ступицы (Hub Finishing).....                                | 222        |
| Чистовая обработка скругления (Blend Finishing).....                           | 225        |
| <b>Глава 19. Обработка на основе элементов (Feature Based Machining) .....</b> | <b>226</b> |
| Обработка на основе элементов (Feature Based Machining) .....                  | 227        |
| Учет заданных технических условий (PMI).....                                   | 227        |
| Навигатор элементов обработки.....   | 228        |
| Редактор правил обработки .....  | 231        |
| Автоматическое распознавание для ручного расчета траекторий .....              | 234        |
| Обучение элементам и операциям.....  | 237        |
| <b>Глава 20. Токарная обработка.....</b>                                       | <b>240</b> |
| Токарная обработка.....  | 241        |
| Инициализация для токарной обработки .....                                     | 241        |
| Задание систем координат и геометрии .....                                     | 241        |
| Создание операций .....  | 244        |
| <i>Торцевание – подрезка торца</i> .....                                       | 245        |
| <i>Черновое наружное точение</i> .....   | 245        |
| Создание инструмента .....   | 252        |
| Создание операций (продолжение) .....  | 252        |
| <i>Чистовое наружное точение</i> .....   | 253        |
| <i>Осевое сверление</i> .....  | 254        |
| <i>Черновая и чистовая внутренняя расточка</i> .....                           | 255        |
| <i>Обработка канавок</i> .....   | 258        |
| <i>Нарезание резьбы</i> .....  | 260        |
| <b>Глава 21. Токарно-фрезерная обработка .....</b>                             | <b>262</b> |
| Токарно-фрезерная обработка .....  | 263        |
| Инициализация для токарно-фрезерной обработки .....                            | 263        |
| Задание систем координат и геометрии .....                                     | 264        |
| Обработка в главном шпинделе .....   | 265        |
| Обработка в контршпинделе.....   | 268        |
| Работа в контексте 3D модели станка и симуляция обработки .....                | 270        |
| <i>Загрузка готового проекта</i> .....   | 271        |
| <i>Замена компонента</i> .....   | 273        |
| <i>Обновление операций и новые операции</i> .....                              | 274        |
| <i>Использование револьверной головки</i> .....                                | 275        |
| <i>Менеджер синхронизации</i> .....  | 277        |

|  |     |
|--|-----|
| Глава 22. Интеграция NX CAM и Teamcenter. Применение данных в производстве ..... | 280 |
| Интеграция NX CAM и Teamcenter. Применение данных в производстве .....           | 281 |
| Базовые настройки.....   | 284 |
| Пример обработки детали в NX CAM в среде Teamcenter.....                         | 286 |
| Отображение производственных данных в Teamcenter и NX CAM.....                   | 288 |
| Применение данных в производстве .....   | 289 |
| Глава 23. Библиотека ресурсов MRL и каталоги поставщиков инструмента.....        | 292 |
| Библиотека ресурсов MRL и каталоги поставщиков инструмента.....                  | 293 |
| Описание установки.....  | 293 |
| Описание установки библиотеки MRL.....   | 294 |
| Создание сборных инструментов.....   | 295 |
| MRL Connect for NX.....  | 297 |