

УДК 621.9-114:004.94

**А.Н. Поляков, Р.Т. Мурзакаев**

**A.N. Polyakov, R.T. Murzakaev**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

## **КОНТРОЛЬ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ НА G-КОДАХ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

### **G-CODE CONTROL PROGRAM VERIFICATION FOR CNC MACHINES**

Рассматривается вопрос верификации управляющих программ на G-кодах для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Проанализированы возможные последствия ошибок в управляющих программах. Предложены способы верификации посредством графической имитации работы инструмента и подсветки синтаксиса управляющей программы.

**Ключевые слова:** G-коды, технология резки, листовый материал, станки с ЧПУ.

The paper looks through CNC G-code control program verification problem. Possible consequences of errors in control programs are analyzed. Verification ways via graphical imitation of instrument movement and syntax highlighting of control program code.

**Keywords:** cutting technology, sheet material, nesting, CNC machines, G-code.

На сегодняшний день существует проблема, связанная с формированием корректных управляющих программ для станков с числовым программным управлением. Зачастую карты раскроя достигают крайне высокой сложности из-за большого количества деталей на листе материала и сложности самих контуров [1]. Вследствие этого написание текстовой управляющей программы, являющейся представлением большого количества геометрических примитивов, становится затруднительным для программиста. Пример небольшого участка карты раскроя и управляющей программы представлен на рис. 1.

Ошибка в программе обработки может привести к большому количеству проблем – от забракованной детали и поврежденного инструмента до выхода из строя станка или травмы оператора [2]. Подобные проблемы являются причиной простоя станка, дополнительных расходов на материалы и ремонт оборудования. Последствия некоторых ошибок, допущенных в управляющей программе, представлены в таблице.

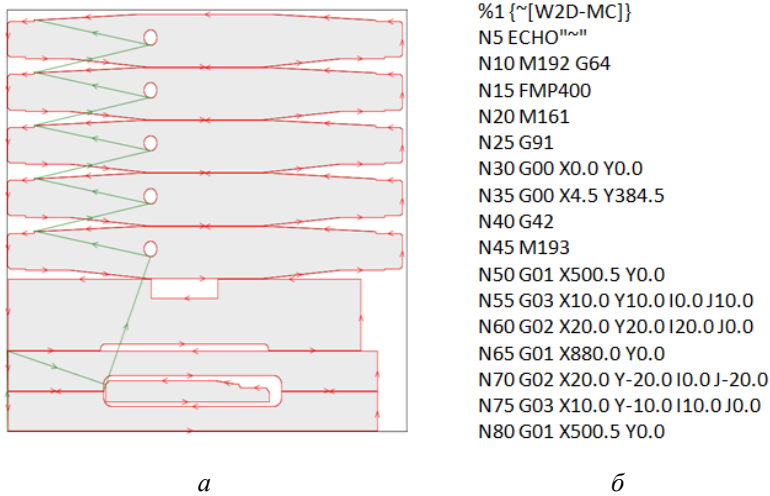


Рис. 1. Карта раскроя (а) и управляющая программа (б)

### Ошибки в управляющей программе и их последствия

№ п/п	Ошибка	Последствия
1	Неправильный порядок выполнения операций	Бракованная деталь или испорченный лист материала
2	Не включен/не выключен инструмент при обработке	Бракованная деталь или испорченный лист материала
3	Неправильные режимы резания	Бракованная деталь
4	Оператор станка неправильно установил рабочую систему координат	Бракованная деталь, или испорченный лист материала, или повреждения инструмента
5	Выход за пределы рабочего стола	Повреждения инструмента или поломка станка

Очевидно, что дешевле и проще проверить программу заранее, чем ошибиться при выполнении обработки на станке. Основным методом верификации является графическая симуляция обработки. Такая верификация выглядит как прорисовка траектории инструмента и называется имитацией резки. Ошибка в управляющей программе может быть обнаружена программистом, который просто наблюдает за траекторией перемещения инструмента на мониторе персонального компьютера.

В рамках программного комплекса раскроя листового материала ITAS Nesting был реализован имитатор резки. С учетом того что каждая строка управляющей программы отвечает за одну атомарную операцию станка, легко представить их в виде простейшего внутреннего представления [3]. Пример отрисовки детали приведен на рис. 2.

Помимо этого, для облегчения проверки правильности управляющей программы была введена подсветка синтаксиса. Внутренняя нумерация строк под-

свечивается синим, команды – желтым, а координаты для удобства чтения – попеременно зеленым и голубым. Команды включения и выключения инструмента обозначены фиолетовым. Кроме того, по включению и отключению компенсации инструмента можно определить единичный контур и наглядно объединить его в блок, который можно свернуть. Добавлена также вспомогательная нумерация строк, не зависящая от станка.

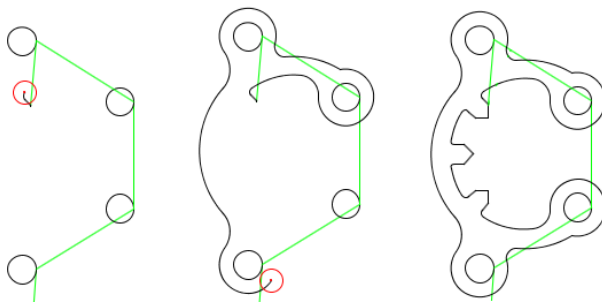


Рис. 2. Процесс имитации резки

Отдельно стоит отметить наглядное соответствие строки управляющей программы и примитива в имитации, реализованное с помощью простого ассоциативного массива.

Подобные инструменты облегчают восприятие абстрактного текста человеческим глазом и повышают эффективность работы ЧПУ-программиста [4]. Реализация инструментария представлена на рис. 3.

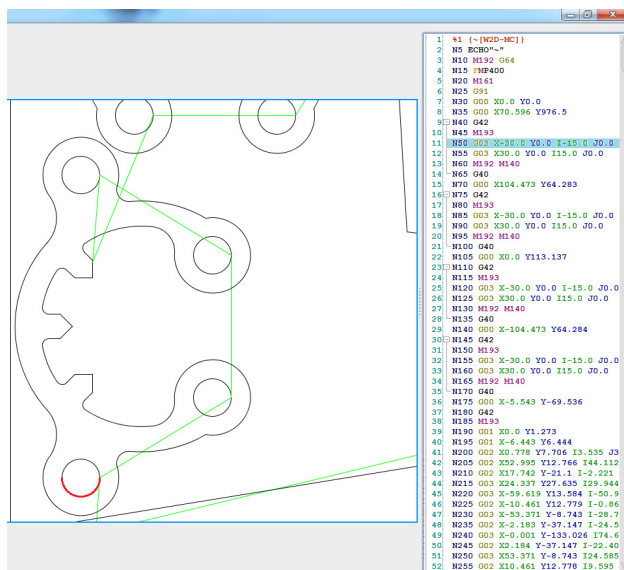


Рис. 3. Подсветка синтаксиса управляющей программы и соответствующей части контура детали

В итоге подобные средства позволяют значительно облегчить труд программиста станка с ЧПУ, сократить затраты времени и средств, обезопасить оборудование и сырье.

### Список литературы

1. Шилов В.С. Алгоритм объединения контуров деталей при формировании карт раскроя для робототехнических комплексов резки материала // В мире научных открытий. Естественные и технические науки. – 2015. – № 10.2 (70). – С. 980–992.

2. Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ. CAD-CAM программирование: учеб. пособие. – М.: Эльф ИПР, 2006.

4. Григорьев С.В., Вербицкая Е.А. Инструментальная поддержка встроенных языков в интегрированных средах разработки // Моделирование и анализ информационных систем. – Ярославль, 2014. – С. 131–143.

3. Поляков А.Н., Мурзакаев Р.Т. Разработка программного модуля формирования управляющей программы для станков с ЧПУ// Автоматизированные системы управления и информационные технологии: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Пермь, 2015. – С. 128–132.

Получено 02.09.2016

**Поляков Анатолий Николаевич** – студент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: SquarePants\_07@mail.ru.

**Мурзакаев Рустам Талгатович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы», электротехнический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: rustmur@gmail.com.