

УДК 621.9.02

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОГО РАСТОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ**

Кожин-Гребенщиков Павел Петрович

*Студент 6 курса**кафедра «Инструментальная техника и технологии»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.Р. Маслов,**доктор технических наук, профессор кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

Модульная технология является важным шагом в развитии единичной, типовой и групповой технологий и аккумулирует их преимущества. Она позволяет значительно повысить эффективность механообрабатывающего производства [1].

Разработанные научные основы модульной технологии позволяют представить детали совокупностью поверхностей. С учетом типа оборудования и последовательности обработки каждой совокупности отдельных поверхностей применяют универсальную переналаживаемую оснастку, пригодную для изготовления любой совокупности деталей.

Типовая деталь объединяет совокупность деталей, имеющих одинаковый план (маршрут) обработки, осуществляемый на однородном оборудовании с применением однотипных приспособлений и инструмента.

На рис. 1 показана типовая деталь «Втулка», которую характеризуют сочетание трех внутренних поверхностей  $D_{l1}$ ,  $D_{l2}$  и  $D_{l3}$ , обрабатываемых тремя разными резцами 2, 4 и 6 в широком диапазоне длин  $l_1$ ,  $l_2$  и  $l_3$ .

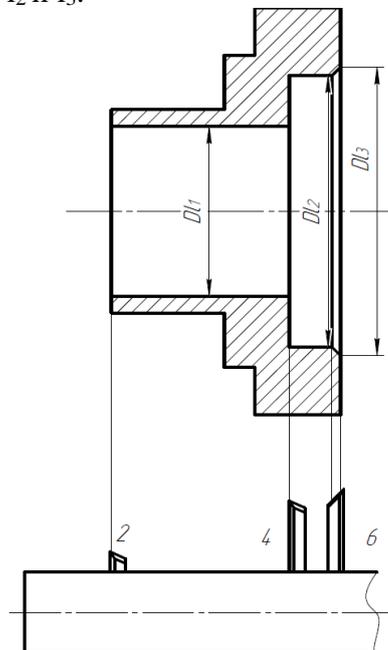


Рис. 1. Типовая деталь «Втулка» и схема расположения резцов

Для изготовления любого варианта из совокупности деталей «Втулка» на токарных автоматах с ЧПУ целесообразно разрабатывать технологическую оснастку по

принципу переналаживаемых приспособлений из базисных и сменных наладок (модулей) [2].

В современной металлообработке имеется опыт применения модульных расточных инструментальных наладок, в которые входят модули следующих типов: резцовые вставки, резцовые головки, переходники, удлинители и державки [3].

На основании этого опыта разработан модульный расточной инструмент (МРИ) (рис. 2), в котором, благодаря наличию подвижных соединений модулей, заложена возможность компоновать и регулировать модули 1, 2 и 3 в соответствии с требованиями обработки.

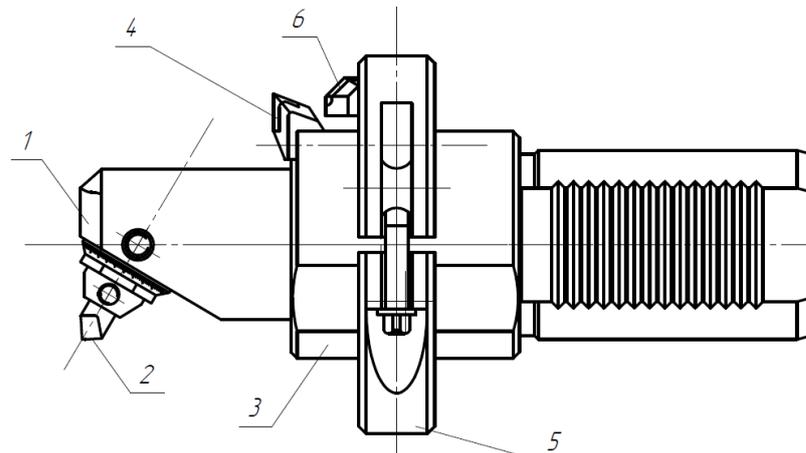


Рис. 2. Модульный расточной инструмент: модуль 1 – оправка с резцом 2 для чистового растачивания первой ступени; модуль 2 – корпус 3 с унифицированным хвостовиком и внутренним отверстием для установки модуля 1 и резцом 4 для получистового растачивания второй ступени; модуль 3 – кольцо 5 с резцом 6 для снятия фаски.

Так как число вариантов компоновок модулей является конечным, то возможно формализовать процесс проектирования наладки на основе теории графов [4]. В этом случае задача проектирования МРИ может быть поставлена как задача поиска в графе (рис. 3).

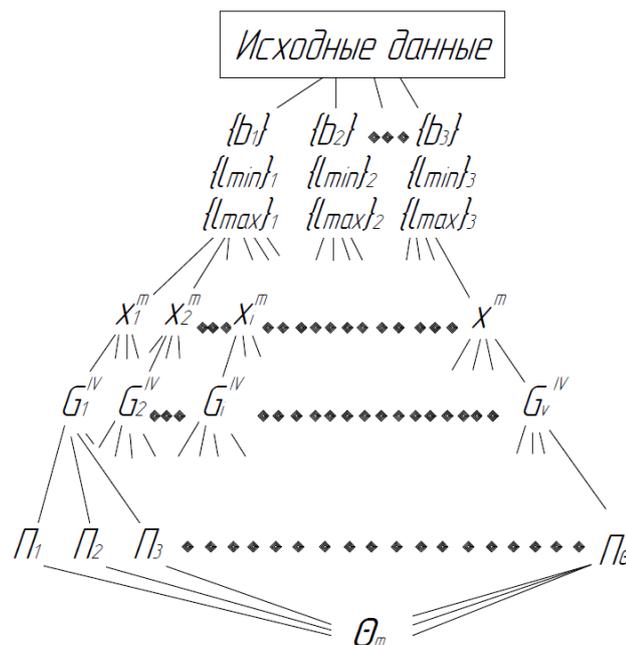


Рис. 3. Граф множества возможных конструкций модульных расточных инструментов

При таком подходе необходимо определить множество путей  $\Pi$  в графе  $G$  включающих вершины  $X_i^m \in \Pi_i \in X$  и образующих такое подмножество, чтобы из модулей, обладающих заданными свойствами можно собирать  $i$ -й вариант МРИ для выполнения заданного технологического перехода на данном станке. Множество путей  $\Pi$  соответствует множеству возможных вариантов конструкции модульного расточного инструмента, удовлетворяющих входным условиям.

В результате формируются конечное множество путей  $\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_\theta\}$  в графе  $G$ , соответствующих:

1. Различным последовательностям ввода резцов в работу, описываемым упорядоченным множеством  $\{b\} = \{b_1, b_2, \dots, b_3\}$ , и соответствующим им схемам расположения резцов.
2. Различным вершинам в подмножествах  $X_i^m$ .
3. Различным путям в порожденных подграфах  $G_i^{IV}$  между вершинами подмножеств  $X_i^m$  и  $X_{i+1}^m$ .

Каждый путь  $\Pi_m$  проходит через вершины графа  $G = \{X_{jm}, \dots, X_{zm}\}$ , соответствующие модулям, образующим множество  $\Theta_m$ , которое соответствует  $m$  конструкциям МРИ. На рис. 4 приведена схема объектов сборки модулей.

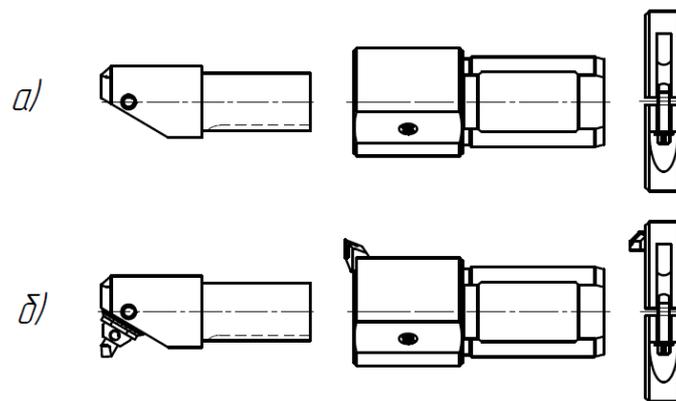


Рис. 4. Объекты сборки модулей: а) державки; б) модули с установленными резцами

Подробное описание указанной задачи определения конструкции разработанного модульного расточного инструмента с оптимальным соотношением размеров вылетов модулей приведено в работе [5].

## Литература

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении // М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.
2. Маслов А.Р. Модульные инструментальные наладки // М.: Янус-К, 2021– 68 с.
3. Маслов А.Р., Смолкин Е.М., Тивирев Е. Г. Модульные расточные инструментальные наладки // Станкоинструмент, № 4 (025), 2021. – с. 48-57
4. Зыков А.А. Основы теории графов // М.: Вузовская книга, 2004. – 664 с.
5. Кожин-Гребенщиков П.П., Маслов А.Р., Тивирев Е.Г. Оптимизация конструкций модульного расточного инструмента // Евразийский Союз Ученых (Сер. Технические и физико-математические науки), №1(94), Т. 1, 2022. – с. 26-31