

2. Изотермическое деформирование высокопрочных анизотропных металлов / Яковлев С.П. и др. М., Машиностроение. 2003. 440 с.
3. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. М., Metallургия, 1980. 456 с.
4. Смирнов В.И. Курс высшей математики. М. Наука. т. 4. 1974. 336 с.
5. Численные методы анализа / Демидович Б.П. и др. М.Наука. 1967. 368 с.
6. Методы анализа процессов пластического формоизменения / Яковлев С.П. и др. ТулГУ. Тула. 2002. 146 с.

Модульный принцип в инструментальном производстве

д.т.н. проф. Таратынов О.В., к.т.н. доц. Болотина Е.М., д.т.н. проф. Клепиков В.В.

МГИУ

(495)2763328

Аннотация. В данной статье представлен модульный принцип в инструментальном производстве, который позволит распределить весь спектр металлорежущего инструмента, применяемого в настоящее время в машиностроении, в восемь основных модулей. Ограниченная номенклатура модулей должна обеспечивать множество различных инструментальных компоновок путем многообразия сочетаний и положений модулей.

Ключевые слова: модульный принцип, металлорежущий инструмент, инструментальный модуль.

Модульный принцип давно и широко применяется в разных отраслях промышленности (производство станков, технологии и др.), однако до сих пор не разработаны его научные основы. Практически отсутствует строгий методологический аппарат, в литературе можно встретить самые разнообразные, нередко противоречащие друг другу понятия модуля, модульного принципа и др., отсутствует классификация модулей и т.д. Все это затрудняет внедрение модульного принципа в инструментальное производство и требует проведения научных исследований в этой области.

Под модульным принципом будем понимать построение различных технических систем с разнообразными характеристиками путем компоновки их из типовых модулей ограниченной номенклатуры.

Металлорежущие инструменты представляют собой широкий спектр инструментальных модулей, являющихся конструктивно и функционально законченной единицей.

Разработка инструментальных модулей даст возможность проектировать металлорежущие инструменты со значительным сокращением времени и трудоемкости, увеличит надежность работы металлорежущего инструмента за счет отработанности составляющих элементов модуля, а также уменьшит разнообразие конструкций режущего инструмента, что приведет к улучшению условий эксплуатации и ремонтпригодности металлорежущего инструмента.

Инструментальный модуль должен быть составляющим звеном технологического модуля, как показано на рисунке 1, только в таком случае будет достигнут наивысший эффект от применения модульного принципа в машиностроительном производстве. При этом подразумевается, что модульный принцип будет пронизывать все составляющие звенья производственной цепочки, начиная с изделия и заканчивая организацией производственного процесса.

Эффективность производства во многом зависит от уровня производственной цепочки: изделие – технологический процесс – технологическая система – организационная форма производственного процесса. При этом на эффективность производства влияет не только уровень развития каждого звена, но и в не меньшей степени равномерность их развития. Как

показывает практика, развитие каждого звена происходит во многом независимо друг от друга. Это порождает большие сложности в осуществлении производственной цепочки.

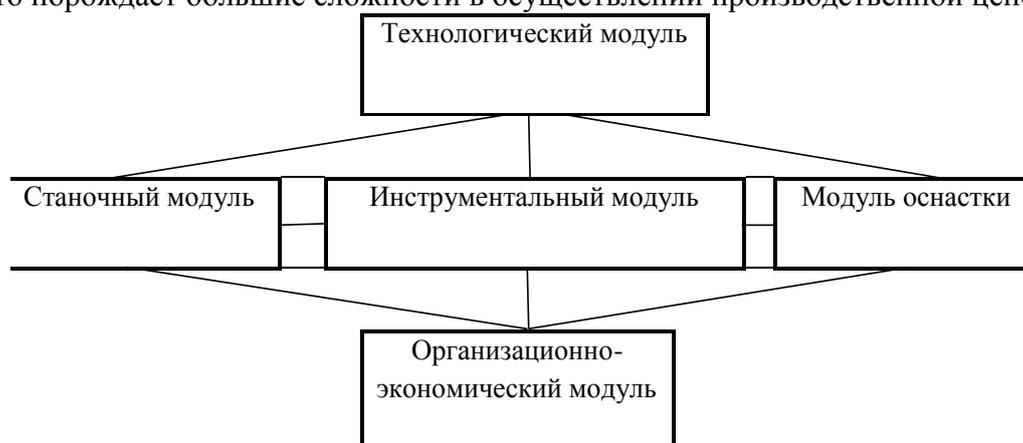


Рисунок 1. Структурная схема технологического модуля

Модульный принцип в инструментальном производстве позволит распределить весь спектр металлорежущего инструмента, применяемого в настоящее время в машиностроении, в восемь основных модулей (таблица 1).

Таблица 1

Инструментальные модули

Модули	Составляющий инструмент	Конструкция РИ
Инструментальный модуль для обработки плоскостей	Цилиндрические и торцевые фрезы, подрезные токарные резцы, строгальные резцы, плоские протяжки и т.д.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки цилиндрических поверхностей (валы)	Токарные резцы, фрезы и т.д.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки отверстий	Сверла, зенкеры, зенковки, цековки, развертки, расточные резцы, внутренние протяжки, прошивки и т.д.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки зубчатых поверхностей	Червячные зуборезные фрезы, долбяки, зубострогальные резцы, зубонарезные головки.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки шлицевых поверхностей	Червячные шлиценарезные фрезы, долбяки, строгальные резцы и т.д.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки фасонных поверхностей	Токарные фасонные резцы, фасонные фрезы, осевые инструменты и т.д.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки резьбовых поверхностей	Метчики, плашки, резьбовые токарные резцы и т.д.	Цельные, составные и сборные
Инструментальный модуль для обработки поверхностей методом ППД	Накатные головки, ролики, плоские плашки, бесстружечные метчики и т.д.	Цельные и сборные

Однако в связи с тем, что режущий инструмент обрабатывает детали с различной точ-

ностью, производительностью и используется в большом диапазоне типоразмеров, было решено основные инструментальные модули разбить на подмодули, согласно приведенным выше характеристикам. Так, например (рисунок 2):



Рисунок 2. Инструментальные подмодули

Рассмотрим в качестве примера инструментальный модуль для обработки резьбовых поверхностей. В него входят резьбонарезные инструменты, которые по подмодулю № 1, согласно ГОСТ 3449-84, можно разделить на 3 класса точности:

- 1-й класс – предназначен для получения резьбы по качеству 4Н или 5Н (5G);
- 2-й класс – предназначен для получения резьбы по качеству 6Н или 7Н;
- 3-й класс – предназначен для получения резьбы по качеству 8Н и грубее.

Правильно выбранный и применяемый инструмент позволяет достичь высокой производительности, использовать все потенциальные ресурсы и сделать любую операцию экономически эффективной. Высокая производительность гарантируется с высокой степенью надежности. Следовательно, подмодуль №2 включает в себя резьбонарезной инструмент со стойкостью:

$$T_1 = 20 - 35 \text{ мин};$$

$$T_2 = 35 - 50 \text{ мин};$$

$$T_3 = 50 - 60 \text{ мин}.$$

Резьба на современных крепежных элементах имеет следующие основные параметры:

- 1) шаг — расстояние между двумя соседними нитками резьбы. Шаг резьбы измеряется либо как расстояние в миллиметрах (прямой способ измерения), либо как количество витков резьбы на единицу длины крепежного элемента (косвенный способ измерения). В нашей стране принято измерять шаг резьбы прямым способом. При монтаже быстрее вкручиваются крепежные элементы, имеющие больший шаг резьбы (т.е. меньшее количество витков резьбы на единицу длины);
- 2) внешний диаметр — диаметр крепежного элемента с учетом выступающей части витков резьбы;
- 3) внутренний диаметр — диаметр крепежного элемента в углублениях между нитками резьбы;
- 4) угол вершины — угол на вершине витков резьбы. Если рассматривать крепежные элементы, врезающиеся при монтаже резьбой в основание, то чем острее угол резьбы, тем меньшее сопротивление вкручиванию оказывает материал основания.

По типу резьба на крепежных элементах может быть внутренней (на гайках, соединительных муфтах, гильзах анкеров и т.п.) и внешней (на шурупах, саморезах, болтах и т.д.).

По виду резьба бывает метрической и неметрической. Часто вместо последнего термина используют термин <дюймовая>, противопоставляя метрическую и дюймовую системы измерения длин. Тем не менее, параметры как неметрической, так и метрической резьбы могут быть выражены в любой из вышеупомянутых систем измерения. Для этого существуют специальные таблицы перевода параметров крепежных элементов из одной системы в другую. Необходимость использования таких таблиц возникла в ходе интенсификации международной торговли, т.к. на разных географических рынках используются разные системы измерения длин: например, в США и Великобритании к крепежным элементам применяются

обозначения параметров в дюймах, в континентальной Европе в миллиметрах. Так, для обозначения диаметра крепежных элементов в странах с дюймовой системой измерения длин используются так называемые «калибры» или «размеры»:

Калибр (номер, размер), обозначающий диаметр крепежного элемента в дюймовой системе измерения

Калибр аналогичный дюймовому меру, диаметр крепежного элемента в метрической системе мер (мм)

#5	2.9
#6	3.5
#7	3.9
#8	4.2
#9	4.8
#10	5.0
#12	5.5
#14	6.3

Наиболее распространенными сегодня подвидами резьбы являются:

- 1) резьба с широким шагом;
- 2) разреженная резьба;
- 3) резьба с мелким шагом;
- 4) метрическая резьба;
- 5) двухзаходная (переменная) резьба — состоит из чередующихся высоких и низких витков. Фактически это 2 резьбы с одинаковым шагом, одна из которых нанесена посередине между витками другой. Разница в высоте между высокой и низкой резьбой обычно составляет от 40 до 50% от высоты высокой резьбы;
- 6) ударная (зонтичная) резьба — состоит из толстых покатых витков с тупым углом вершины.

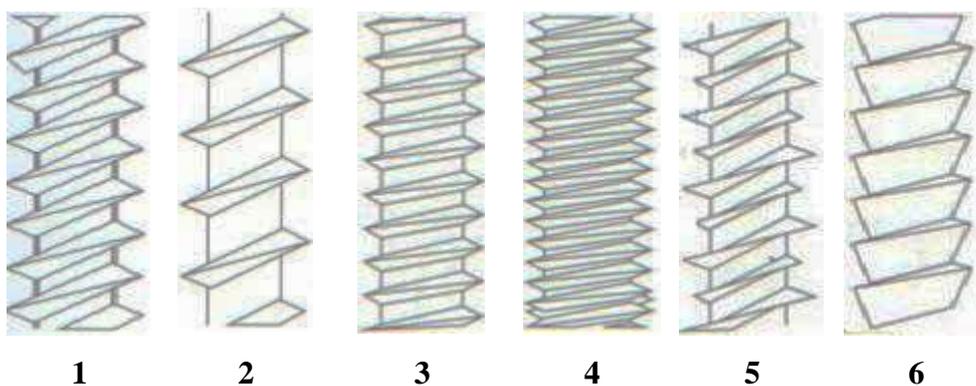


Рисунок 3. Подвиды резьбы

Каждый вид резьбы имеет свое функциональное предназначение, в конечном результате, пригодность резьбового крепежного элемента к использованию в том или ином материале основания определяется в первую очередь видом резьбы. Чем плотнее материал основания, тем меньший шаг резьбы необходим для качественного закрепления. Так, шурупы по дереву имеют *резьбу с широким шагом*, а саморезы по металлу – *резьбу с мелким шагом* либо метрическую. Там, где закрепляемый элемент монтируется в ПВХ и подвержен опасности выдергивания, используются крепежные элементы с двухзаходной резьбой. *Двухзаходная резьба* также используется тогда, когда необходимо достичь прочного закрепления в разнородных материалах закрепляемого элемента и основания. *Разреженная резьба* предназначена

для закрепления в мягкие или пористые материалы такие, как мягкие породы дерева. *Ударная резьба* используется в резьбовых крепежных элементах, монтаж которых осуществляется более быстрым по сравнению со вкручиванием ударным способом. Демонтаж крепежных элементов с ударной резьбой осуществляется традиционным методом выкручивания.

Резьба является постоянным объектом усовершенствования. Так, результатом развития современной инженерной мысли являются:

- *разнообразные проточки*, позволяющие выводить мелкие частицы материала основания, разрушающегося в процессе нарезания в нем внутренней резьбы;
- *углубления и зазубрины на резьбе*, изменяющие ее форму на кончике крепежного элемента и обеспечивающие возможность вкручивания крепежного элемента в относительно мягкие материалы основания (дерево, ДСП, пластмассы) без предварительного сверления;
- *асимметричная резьба* (угол между сторонами ее витков и перпендикуляром, проведенным из вершины витка к оси крепежного элемента, неодинаков, тогда как традиционные виды резьбы являются симметричными относительно такого перпендикуляра). Один из примеров асимметричной резьбы – *ударная*;
- *нанесение резьбы разных видов* на отдельных участках одного крепежного элемента.

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что режущий инструмент, предназначенный для нарезания таких разнообразных по исполнению и размерам резьбовых поверхностей, должен отличаться своими типоразмерами. Поэтому и был предложен подмодуль № 3.

Металлорежущий инструмент находится в тесной взаимосвязи с металлорежущими станками, так как повышение производительности любого станка будет не возможно без оснащения его современными прогрессивными высокопроизводительными конструкциями РИ.

Выбор инструмента для оснащения МС является одним из важных вопросов в технологической подготовке производства. Разнообразие вариантов обработки и оборудования для их осуществления, большой спектр обрабатываемых материалов и другие факторы затрудняют выбор режущего инструмента и делают его трудоемким.

Известны два основных подхода для решения этой задачи: первый подход основывается на анализе соответствия технических характеристик типового инструмента условиям различных производств, второй – на совокупности экономических факторов.

Выводы

Можно выделить основные положения, характеризующие модульный принцип построения и изготовления инструмента:

- модуль – это конструктивно и функционально законченная единица, являющаяся составной частью общей системы инструментов;
- модули характеризуются наименьшим возможным числом связей для присоединения к ним новых модулей;
- ограниченная номенклатура модулей должна обеспечивать множество различных инструментальных компоновок путем многообразия сочетаний и положений модулей;
- модульный принцип проектирования инструмента наиболее полно отвечает требованиям решения конкретной технологической задачи – созданные на этом принципе инструменты не обладают избыточными возможностями и поэтому они более экономичны по сравнению с инструментом универсального исполнения;
- сокращается время и трудоемкость проектирования инструмента, поскольку модульный принцип позволяет более полно использовать выполненные ранее разработки;
- увеличивается надежность работы инструмента за счет отработанности, входящих в него модулей и наибольшего соответствия данной конструкции модулей выполняемой задаче;
- уменьшение разнообразия конструкций модулей и составляющих их элементов улучшает условия эксплуатации и ремонтпригодность;

- модульное проектирование позволяет создавать новый высокопроизводительный инструмент для наилучшей обработки заготовок, а не подгонять процесс под возможности инструмента общего назначения;
- модульный принцип дает реальную возможность заменить устаревшую форму и методы проектирования новых конструкций инструмента и их систем.

Обеспечение требований, предъявляемых к РИ, во многом зависит от методики проектирования инструмента и принятой технологии его производства, причем последняя имеет свои специфические особенности как на этапе получения заготовок, так и при последующей обработке.

Литературы

1. Маслов А.Р. Современные тенденции в конструировании специального режущего и вспомогательного инструмента для автоматизированного производства. – М.: ВНИТЭМПР, 1985. – 48 с.
2. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филипов, А.Н. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленинград. Отд-ния, 1987.
3. Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б. и др. Металлорежущие инструменты: учебник для вузов. / Под ред. Сахарова Г.Н – М.: Машиностроение, 1989.
4. Таратынов О.В., Аверьянов О.И., Земсков Г.Г. и др. Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ. Учебное пособие для вузов / Под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2006. – 380с.
5. Таратынов О.В., Аверьянов О.И., Базров Б.М. и др. Проектирование технологий машиностроения на ЭВМ. Учебник для вузов / Под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2006. – 519 с.
6. Таратынов О.В., Аверьянов О.И., Босинзон М.А. и др. Металлорежущие системы машиностроительных производств. Учебное пособие для вузов / Под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2006. – 488 с.
7. Боровский Г.В., Григорьева С.Н., Маслов А.Р. Справочник инструментальщика / Под общей ред. А.Р. Маслова – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с.
8. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.

Конструкция малогабаритной опытно-производственной профилегибочной машины

Шпунькин Н.Ф., Типалин С.А
 Университет машиностроения
 8 (495) 223-05-23 kiod@mami.ru

Аннотация. Создана малогабаритная опытно-производственная профилегибочная машина новой конструкции, предназначенная для дальнейших исследований, производства тонкостенных профилей и использования в учебном процессе. Для снижения потерь на избыточное деформирование и трение, а также упрощения конфигурации и уменьшения стоимости инструмента предложено первые клетки выполнять с инденторами, выдавливающими в ленте технологические канавки.

Ключевые слова: профилирование, тонкостенный профиль, канавки инденторы, малогабаритная профилировочная машина.

Основными недостатками известных профилегибочных машин для производства тонкостенных профилей являются большие габариты, металлоемкость, трудоемкость изготовления узлов и переналадки при смене выпускаемых изделий [1, 6 – 9].

Большие габариты машины в продольном направлении часто являются следствием не-