

Multi-Master – логично, выгодно, эффективно

Создание новой концепции в развитии инструмента – явление редкое, создание удачной концепции тем более. Система **Multi-Master (MM)** – яркий пример удачной концепции, и её реализации (Рис. 1).

Исторически все концевые фрезы были монолитными и изготавливались преимущественно из быстрорежущей стали. Появление твёрдого сплава разделило традиционно концевые фрезы на два класса – сборные со сменными многогранными пластинами (СМП) из твёрдого сплава (для больших диаметров фрез) и монолитные твёрдосплавные (для меньших диаметров фрез). Изначально граница перехода пролегла ориентировочно в диапазоне диаметров 16...25 мм. Очевидно, что каждая конструкция инструмента ввиду наличия, как преимуществ, так и недостатков имеет свою рациональную область применения.

Сборные фрезы с СМП значительно экономичнее, но из-за конструктивных сложностей долго не удавалось существенно снизить минимальный диаметр сборных фрез. Монолитные фрезы отличались более высокой производительностью и качеством обработки, но существенно превосходили фрезы с СМП по стоимости. Особенность эксплуатации твёрдосплавных монолитных фрез, в отличие от их предшественников – фрез из быстрорежущей стали, заключалась в том, они могли работать на высоких скоростях резания, но из-за меньшей прочности на изгиб не могли работать с большой глубиной резания (ар) и одновременно с большой шириной фрезерования (ае). В результате монолитные фрезы различной длины при черновой обработке работают преимущественно «кончиком»: с малыми глубинами резания, как правило, до 0,5 диаметра. Отсутствие качественной переточки монолитных фрез на большинстве предприятий делает их применение



Рис. 2



Рис. 1

при черновой обработке очень дорогостоящим. Основное преимущество монолитных фрез – длинная спиральная кромка, позволяющая качественно обработать высокую стенку и при этом наиболее эффективно вести окончательную обработку с малой шириной фрезерования. Именно эту область применения следует считать основной и рациональной для использования монолитных твёрдосплавных фрез.

Появление сборных монолитных твёрдосплавных фрез с укороченной режущей частью (фрез **Multi-Master**) явилось логичным промежуточным решением между фрезами с СМП и монолитными фрезами (Рис. 2).

Фрезы **MM**, отличающиеся высокой жёсткостью и максимальным удобством при эксплуатации, стали идеальным альтернативным экономичным решением по сравнению с традиционными монолитными твёрдосплавными фрезами диаметром более 8 мм. Фрезы **MM** представляют собой сборную конструкцию: режущую головку и хвостовик. Конструктивные особенности соединения таковы, что базирование головки происходит одновременно по конической части и с упором в торец. Данное соединение является очень точным и жёстким как в осевом ($\pm 0,01$ мм), так и в радиальном направлении. Большое значение в достижении высокой прочности сборной конструкции связано с разработкой оригинальной прочной конструкции резьбового соединения, позволившей минимизировать концентрацию напряжений.

Сегодня диапазон диаметров фрез **MM** составляет от 8 до 25 мм (для отдельных конструкций от 6 мм), диапазон длин хвостовиков – от 55 до 250 мм. Первоначально все головки изготавливались монолитными из твёрдого сплава, а хвостовики различных форм – стальными. Впоследствии, для повышения жёсткости фрез появились хвостовики из твёрдого сплава и из вольфрамового сплава. В настоящее время значительная часть хвостовиков изготавливается с каналом для внутреннего подвода СОЖ.

Кроме того, стандартная линия Мульти-Мастер содержит хвостовики для непосредственной установки в корпус цангового патрона (вместо пружинной цанги) либо непосредственно в шпиндель станка. Прямой зажим в патроне или в шпинделе станка обеспечивает повышение жёсткости соединения и его точности, а также снижение общего вылета инструмента относительно базового торца шпинделя.

По мере развития мелкогабаритных фрез с СМП появились головки **MM** диаметром 10...20 мм с СМП стандартных линий HeliPlus (HP), HeliMill (HM), BallPlus (HCE), а затем современных линий SUMOMILL с тангенциальными пластинами (T290 и T490) с внутренним подводом СОЖ. Работы по развитию системы **Multi-Master** – по наращиванию многообразия конструкций фрез и хвостовиков ведутся непрерывно. Последни-

ми новинками в развитии системы **Multi-Master** стало появление фрез с СМП диаметром 12...20 мм с внутренней подачей СОЖ линии TS. Отличительной особенностью данных фрез является исполнение головок с внутренней, а хвостовиков – с наружной резьбой (рис. 3).

Данные конструкции имеют определённые преимущества, но приемлемы только для фрез с СМП со стальными корпусами и твёрдосплавными хвостовиками. Для использования стандартных головок с наружной резьбой с хвостовиками типа TS предлагается переходная втулка с внутренней резьбой с двух сторон.

Разнообразие конструкций фрез **MM** включает в себя всё многообразие конструкций монолитных фрез (прямого профиля и сферические; черновые и чистовые) и целую гамму отличительных конструкций, присущих только фрезам **MM** (Рис. 4). Это угловые и центровочные фрезы (**MM HCD; MM HCF; MM HDF; MM HCS**), грибовые фрезы для T-образных пазов (**MM TS; MM GRIT**), торидальные (**MM HT**), с внутренними радиусами (**MMHR 1...6**), фрезы работающие с высокой подачей (**MM FF**), резбозерновые головки (**MM TRD; MT-MM**).



Рис. 4

Фрезерные головки различаются по числу зубьев, углу подъёма винтовой канавки, точности и режущей геометрии для обеспечения эффективной обработки различных конструкционных материалов.

Возможность устанавливать на один хвостовик головки различных конфигураций и для одной головки использовать хвостовики различной конструкции и длины делает систему **Multi-Master** крайне удобной в эксплуатации, позволяющей существенно сократить номенклатуру инструмента и максимально разнообразить технологические возможности выбора нужного инструмента. При этом сокращается потребность в специальных инструментах различных конструкций и длин.

Гладкие хвостовики и хвостовики с прямой шейкой (хвостовики А-типа) являются хвостовиками общего назначения для различного применения. Усиленная версия хвостовика (тип В) применяется в основном для фрезерования шпоночных пазов и также предлагается для высокопроизводительного фрезерования и более тяжелой механической обработки.

При обработке с большими вылетами хвостовик с длинной конической шейкой (тип D) обладает рядом преимуществ: он имеет уклон в 1° на сторону и спроектирован в основном для фрезерования глубоких карманов и впадин. Очевидно, что этот хвостовик не должен использоваться при тяжело-нагруженных условиях с большими радиальными усилиями.



Рис. 3

Материалами для изготовления хвостовиков служат: сталь (S), твёрдый сплав (C) и вольфрамовый сплав (W), содержащий свыше 90 % вольфрама. Наиболее универсальным с точки зрения функциональных возможностей является стальной хвостовик. Твёрдосплавный хвостовик (C), отличающийся большой жёсткостью, предназначен главным образом для чистовых и получистовых операций, работе на больших вылетах и фрезерования внутренних кольцевых канавок. Для неустойчивого резания хорошие результаты достигаются за счёт применения хвостовика из вольфрамового сплава (W), обладающего значительными демпфирующими свойствами. Следует принять во внимание, однако, что такой хвостовик не рекомендуется для тяжёлонагруженной обработки.

Использование всего многообразия стандартных элементов системы **Multi-Master** различных типоразмеров фрез и хвостовиков, различных конструкций фрез, типов и длин хвостовиков обеспечивает более 15000 комбинаций инструментов (рис. 2, 3, 4, 5).

При сборке фрез **MM** следует учитывать некоторые особенности конструкции.

При сборке фрез НЕ ДОПУСКАЕТСЯ СМАЗКА резьбового соединения и ПЕРЕТЯГИВАНИЕ фрез при затяжке. Чрезмерное затягивание может привести к поломке фрезы при сборке, особенно фрез малого диаметра, либо к созданию сверхдопустимых растягивающих напряжений в резьбовой части фрезы, что приведёт к развитию трещин и поломке фрезы в процессе эксплуатации.

В процессе установки головка первоначально вкручивается вручную. При этом остается маленький зазор (Δ) между контактирующими торцами хвостовика и головки, а затем головка затягивается посредством ключа. Затяжка головки вызывает пластическую деформацию в радиальном направлении контактирующей области хвостовика.

При сборе фрез рекомендуется применять только штатные или динамометрические ключи (особенно для малых диаметров).

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПРИМЕНЯТЬ ключи увеличенной длины. Затяжку следует осуществлять плавно, визуально контролируя зазор (Δ) по торцу между головкой и хвостовиком. При уменьшении зазора до «0», сопровождающегося увеличением усилия затягивания процесс затяжки следует прекратить. Дальнейшее затягивание бессмысленно и может привести лишь к раз-

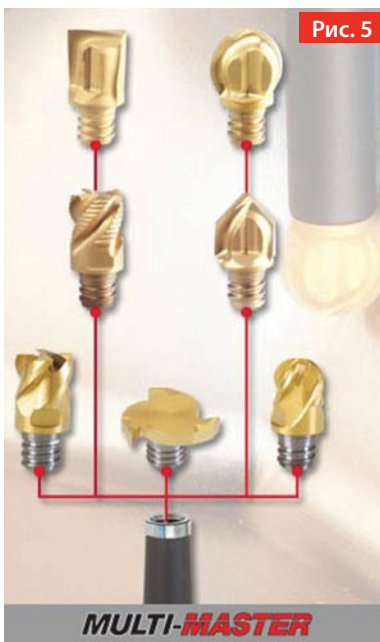


Рис. 5

рушению соединения. В то же время наличие зазора (Δ) между фрезой и хвостовиком после сборки не допускается. При использовании динамометрических ключей следует руководствоваться уровнем допустимых крутящих моментов ($M_{кр}$) приведённых в таблице 1.

Рекомендуемый момент затяжки фрез Мульти-Мастер

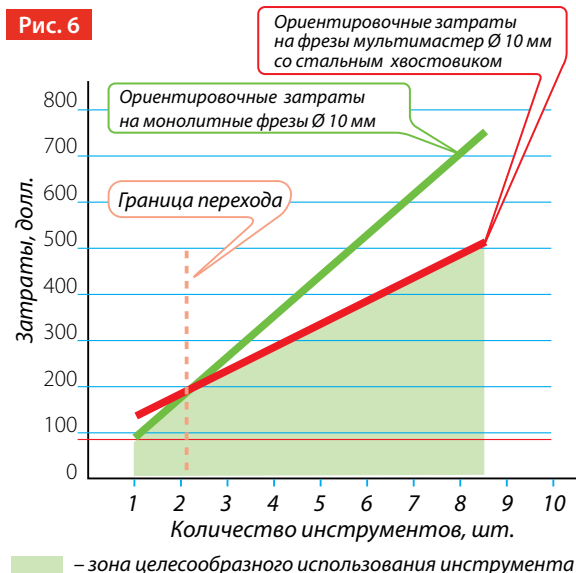
Таблица 1

Диаметр фрезы, мм	Размер резьбы	Момент затяжки, Н x см
6, 8	T05	700
10	T06	1000
12	T08	1500
16	T10	2800
20	T12	2800
25	T15	2800

Выбор того или иного инструмента всегда определяет экономическую целесообразность. Граница перехода в определении экономической целесообразности перехода от монолитных фрез на фрезы **MM** зависит от цены инструмента и его расхода. Так при штучном потреблении фрез, как правило, целесообразней пользоваться монолитными фрезами, а при большом потреблении фрез – фрезами **MM**. На рис. 6 и рис. 7 показаны графики определения границы экономически оправданного перехода от монолитных фрез на фрезы **MM**. При этом, чем больше диаметр фрезы и чем она длиннее (чем она дороже), тем меньшим будет количество монолитных фрез, при достижении которого экономически целесообразно переходить на фрезы **MM**. В сравнительных расчётах с одной стороны учитывалась стоимость монолитных фрез, а с другой – один хвостовик и такое же количество головок **MM**.

Как видно из графика (рис. 6) при потребности фрез в количестве до 2-х штук включительно экономически выгоднее приобретать монолитные фрезы. Но при потребности фрез в количестве 3-х штук и более уже выгоднее переходить на фрезы **MM**. При проведении расчётов экономической целесообразности применения фрез **MM** с твёрдосплавным хвостовиком (рис. 7) видно, что граница целесообразного перехода на данные фрезы определяется минимальным количеством в 6 фрез.

В таблице 2 приведены ориентировочные значения минимального расхода монолитных фрез (при равной стойкости с фрезами **MM**), при котором целесообразно переходить на фрезы **MM**. Для сравнения брались монолитные фрезы средней серии типа ЕС-В-4 и головки **MM-ЕС-4** как со стальным хвостовиком, так и с твёрдосплавным хвостовиком типа **MM S-A** средней длины.



Значения границы целесообразного перехода на фрезы Multi-Master вместо монолитных фрез средней серии

Таблица 2

Диаметр фрез, мм	Минимальное количество монолитных фрез, при котором целесообразен переход на фрезы MM, шт	
	При переходе на фрезы MM со стальным хвостовиком	При переходе на фрезы MM с твёрдосплавным хвостовиком
8	3	6
10	3	6
12	2	3
16	1	2
20	1	2
25	1	2

Из таблицы 2 следует, что при диаметре фрез от 16 мм и более даже при приобретении всего одной фрезы выгоднее приобретать фрезу **MM** (со стальным хвостовиком).

Преимущества системы Multi-Master :

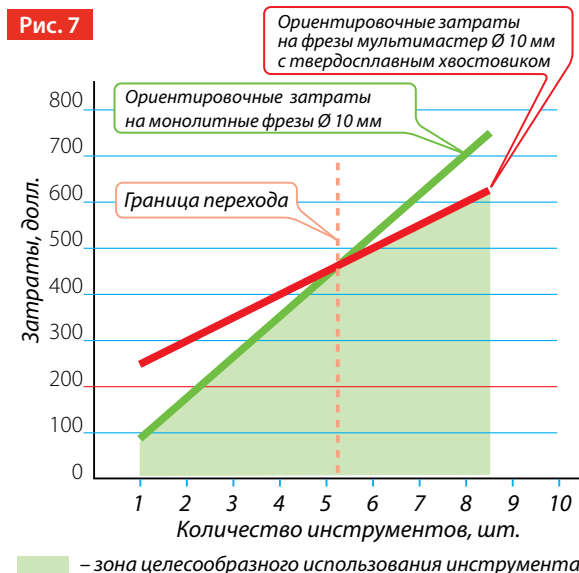
- По сравнению с монолитными фрезами:
 - простота и быстрота смены фрезы (головки), причём непосредственно на станке;
 - исключение потерь времени при смене фрезы (головки) на повторную настройку на размер с использованием измерительных систем настройки инструмента на станке или вне станка;
 - возможность внутреннего подвода СОЖ к режущей кромке;
 - сокращение затрат на инструмент.
- По сравнению со сборными фрезами с СМП:
 - более высокая точность базирования ;
 - более высокое качество обработки;
 - более высокая производительность;
 - возможность переточки.
- За счёт особенности конструкции:
 - разнообразие форм режущей части отличных от монолитных и сборных фрез;
 - возможность собрать фрезу нужной длины;
 - возможность собрать фрезу повышенной жёсткости.

Как «практика – критерий истины», так и объём продаж – критерий рынка.

Значительный удельный вес фрез **Multi-Master** в общем объёме продаж, постоянный рост потребителей фрез **Multi-Master** и возрастающий объём их продаж – лучшее подтверждение эффективности найденного решения.

Горелик М. Е.

Руководитель Техничко-аналитического отдела
 ООО «Искар»
 Москва, 129085, ул. Годовикова, д. 9, стр. 10
 тел./факс: +7 495 660 9125, 495 6609131
 www.iscar.ru





Уважаемые читатели!

Предлагаем Вам подписаться
на «Комплект: ИТО»
на первое полугодие 2013 года

Подписаться можно в любом почтовом отделении

по объединенному каталогу

«ПРЕССА РОССИИ»

Цена на 6 месяцев – 2442 рублей!
(см. каталог <http://www.pressa-rf.ru/cat/1/indx/42049/>)

Цена на 12 месяцев – _____ рублей! (см. каталог)

индекс **42049**

Для оформления подписки в почтовом отделении можно вырезать и заполнить данную форму

Ф. СП-1		АБОНЕМЕНТ на газету 42049 журнал (индекс издания)									
«Комплект: ИТО»		Количество комплектов:									
на 2013 год по		месяц а м:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									
ПВ		место		ли-тер		ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА на газету 42049 журнал (индекс издания)					
«Комплект: ИТО»		Стои-мость		подписки руб. коп.		Количество комплектов					
		переадресовки руб. коп.									
на 2013 год по		месяц а м									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									

ООО «Инструменты. Техно логия. Оборудование»
107023, РФ, Москва, ул. Б. Семеновская, д. 49, оф. 334
Тел./факс: +7 (095) 366-98-00, 369-57-08
e-mail: exp@ito-baza.ru; www.ito-news.ru

