

Режущий инструмент для обработки крупногабаритных деталей



Механическая обработка крупных деталей принципиально мало отличается от резания заготовок средних и даже малых размеров. Однако большие габариты, несомненно, определяют особые требования к снятию стружки, с которыми должны считаться на предприятии

Перемещение деталей в цеху, их установка на станок, настройка оборудования представляют собой определённые сложности. Обеспечение надёжного и жёсткого закрепления детали – ещё одна непростая задача. Обработка крупногабаритной заготовки часто связана с удалением внушительного объёма материала, что может привести к существенным деформациям из-за значительных остаточных напряжений. К тому же, преградой достижения требуемой точности становится изменение размеров вследствие интенсивного теплообразования при резании. Съём большого припуска заостряет проблему действенного отвода стружки для предотвращения вторичного резания, снижающего стойкость применяемого режущего инструмента.

Преодолеваются отмеченные трудности благодаря технологии, основанной на эффективном проектировании процессов резания, результативном использовании возможностей станочного парка, выборе оптимальной схемы базирования и минимизации переустановки заготовки. Обработка за один установ представляется образцовым решением, и производители крупногабаритных деталей на предприятиях тяжёлой индустрии и авиационной промышленности, железнодорожного машиностроения и энергетики прилагают все усилия, чтобы реализовать это идеальное решение. Разумеется, режущему инструменту в нем отводится важнейшая роль.

Отрасли, специализирующиеся на выпуске компонентов крупных габаритов, используют не только габаритный инструмент. Как и в любых других деталях, возникает необходимость выполнять и миниатюрные отверстия, и узкие пазы, и невысокие уступы. Но всё-таки главной особенностью таких задач является массивное потребление РИ внушительных размеров, предназначенных для резания в тяжёлых условиях съёма значительного припуска, особенно в операциях черновой и получистовой обработки.

Требования к инструменту при изготовлении крупногабаритных деталей такие же, как и на любом другом металло-

обрабатывающем производстве: улучшение функциональных показателей, увеличение стойкости и повышение надёжности. Два последних особенно актуальны, так как прямое следствие солидных габаритов – немалое основное время и потребность в замене инструмента (из-за непрогнозируемости его износа или возможной поломки буквально в середине прохода) – чреватые буквально катастрофическими последствиями, и поэтому неприемлемы.

В поиске надлежащего ответа на запросы предприятий, выпускающих крупногабаритную продукцию, инструментальная промышленность предлагает различные решения. В этой связи опыт ISCAR – компании, занимающей одну из лидирующих позиций в производстве режущего инструмента, может быть интересным и полезным.

Тяжелонагруженное торцевое фрезерование

Трудно найти процесс изготовления детали больших размеров без операций фрезерования плоских поверхностей. Для выполнения таких операций требуются различные конструкции фрез. Торцевые фрезы со сменными пластинами (СМП) стандартного исполнения ISCAR выпускаются с диаметром до 315 мм, специализированные исполнения характеризуются значительно большими величинами. Пластины фрез служат для обработки разных конструкционных материалов, например сталь, чугун, титан, и, соответственно, отличаются режущей геометрией.

Среди богатой линейки торцевых фрез ISCAR есть семейства, спроектированные как раз для резания крупных деталей. Одно из них – **HELITANG T465**, представители которого отличаются главным углом в плане 65° и тангенциальным принципом закрепления СМП. Данные высокопрочные инструменты позволяют вести обработку с максимальной глубиной фрезерования 19 мм.

Другое семейство – **HELIDO 890** – составляют фрезы с двусторонними пластинами, закрепляемыми радиально (рис. 1). Угол в плане здесь 89° , что отражает основное назначение **HELIDO 890** – резание плоскости, ограниченной уступом. Популярность фрез определяется их экономичностью – четырёхгранная пластина располагает 8 режущими кромками для работы с глубиной резания до 9 мм.

Эффект удлиненной кромки

Длиннокромочные фрезы (с зубом, формируемым набором пластин) – превосходный инструмент для высокопроизводительной черновой обработки. Они повсеместно применяются для фрезерования глубоких полостей и высоких уступов габаритных деталей. Кроме того, их использование очень эффективно при резании широкого края заготовок, например слябов, блюмов и т. п. для формирования первичного контура.



Рис. 1. Фреза HELIDO 890 с двусторонними пластинами, закрепляемыми радиально



Рис. 2. Длиннокромочная фреза серии DROPMILL 3

Длиннокромочные фрезы широко представлены в линии изделий ISCAR. Они отличаются по конструкции корпуса (цельный или сборный), способу установки на станке (хвостовые и насадные) и методу закрепления пластин (тангенциальный и радиальный). Работая в тяжёлых режимах, такой инструмент испытывает значительные механические и тепловые нагрузки. Интенсивный съём материала диктует необходимость обеспечения надлежащего объёма стружечного кармана фрезы. Увеличение объёма приемлемо до определённого предела, за которым следует ощутимое снижение прочности и жёсткости корпуса. Для достижения оптимального соотношения характеристик поперечного сечения корпуса ISCAR разработал ряд длиннокромочных фрез, несущих СМП со стружкоразделяющей геометрией, преобразующей широкую стружку в малые сегменты. В результате снижаются нагрузки на инструмент и повышается его виброустойчивость.

Среди длиннокромочных фрез самыми распространёнными являются фрезы с углом в плане 90° . В то же время в производстве больших деталей требуется обрабатывать также наклонные и фасонные поверхности. Для них компания предлагает семейство конических фрез с наборным зубом и углом в плане $22.5^\circ \dots 75^\circ$.

В черновом резании сложнопрофильных поверхностей габаритных штампов и пресс-форм хорошим подспорьем оказываются сферически-цилиндрические длиннокромочные фрезы серии *DROPMILL 3* (рис. 2).

Производство крупногабаритных деталей авиационного назначения из сплавов титана – чрезвычайно металлоёмкий процесс. Коэффициент использования материала низкий: масса готовой детали может составлять всего 10% (а иногда и меньше) массы заготовки. Одна из новинок ISCAR – семейство длиннокромочных фрез *XQUAD* – создавалось именно для высокопроизводительного чернового резания глубоких полостей и обработки края таких деталей в струе смазочно-охлаждающей жидкости, подаваемой под большим давлением (рис. 3).

Рабочие характеристики говорят сами за себя: фреза диаметром 80 мм обеспечивает интенсивность съёма материала $700\text{--}1000\text{ см}^3/\text{мин}$.

Активно применяются длиннокромочные фрезы в железнодорожном машиностроении. Значительная часть из них приходится на специализированные конструкции для одновременной обработки сразу нескольких поверхностей детали.



Рис. 3. Длиннокромочная фреза XQUAD

Результативный скоростной

Интенсивный съём материала длиннокромочными и торцевыми фрезами больших размеров напоминает работу тяжёлого экскаватора. Его огромный доверху заполненный грунтом ковш, управляемый мощным двигателем, медленно переносит большой объём материала, обеспечивая отменную производительность. Но существует и альтернативный метод разработки грунтов или погрузки песка. Представьте себе компактный траншекопатель с быстро движущимся рабочим органом в виде цепи со скребками. Каждое звено цепи переносит малую порцию грунта (песка), но делает это стремительно. В резании металлов роль такого траншекопателя выполняют фрезы с высокой подачей на зуб (ВП). Принцип работы следующий: небольшая глубина резания, но при этом значительно превышающая устоявшиеся значения подача на зуб – речь идёт о миллиметрах против привычных десятых долей миллиметра.

Область применения фрез с ВП – черновая обработка плоскостей, полостей, карманов и сложных поверхностей (рис. 4). При производстве крупногабаритных компонентов данный инструмент чаще используется для обработки заготовок из стали и чугуна, но сегодня и фрезерование с высокой подачей таких материалов, как титан и жаропрочные сплавы, уже совсем не редкость.

Мир фрез для высоких подач ISCAR по-настоящему богат: дюжина различных семейств в диапазоне диаметров до 160 мм для обработки основных групп конструкционных материалов отвечает запросам самого взыскательного потребителя.



Рис. 4. Фреза с высокой подачей на зуб



Рис. 5. Сверло SUMOCHAM

В станочном парке предприятий, производящих крупногабаритные детали, зачастую доминирует мощное, но тихоходное металлорежущее оборудование, не позволяющее реализовать фрезерование с ВП. Для таких предприятий ISCAR предлагает иное решение – торцевые фрезы типа MF (moderate feed – умеренная подача), характеризующиеся рабочей подачей на зуб, уступающей ВП, но превышающей обычные. Главный угол в плане у фрез MF больше, чем у фрез с ВП, соответственно, и максимальная глубина резания увеличена. Отмеченные особенности позволяют успешно применять такие торцевые фрезы MF на тяжёлых станках с низкоскоростным приводом подачи.

Нередко крупногабаритные детали производятся из труднообрабатываемых износостойких сталей и чугунов. Сварные и восстановленные сваркой и наплавкой детали тоже сложны в обработке. В таких случаях хорошим подспорьем может оказаться высокоскоростная обработка. Эта технология зародилась при производстве штампов и пресс-форм как действенный метод фрезерования закалённых сталей, позволяющий значительно сократить операции доводки и полирования вручную и уменьшить число переустановок детали. Для высокоскоростной обработки характерно использование быстро вращающегося инструмента, удаляющего материал с малой глубиной резания.

Наиболее подходящим режущего инструмента для таких случаев являются цельнометаллические твёрдосплавные фрезы. Их успешно дополняют сборные фрезы со сменными монолитными головками **MULTI-MASTER**. В линейке инструмента для высокоскоростной обработки ISCAR широко представлены многозубые фрезы и головки из твёрдого сплава диаметром до 20 мм, направленные на резание материалов твёрдостью до HRC 70. Повышение точности заготовок больших деталей вследствие совершенствования технологии приводит к снижению припуска на последующую механическую обработку, что расширяет область применения высокоскоростной обработки.

Сменные головки меняют динамику

Производство крупных деталей зачастую мелкосерийно и даже единично. В таких условиях максимальное сокращение простоя металлорежущего оборудования приобретает исключительную важность. Замена изношенного инструмента, требующая дополнительных замеров, настройки и редактирования управляющей программы ЧПУ, влечёт рост неэффективно потраченного машинного времени.

Линейки режущего инструмента со сменными головками **MULTI-MASTER** (фрезы) и **SUMOCHAM** (свёрла – рис. 5) позволяют уменьшить простой станка. Торцевой контакт между головкой и корпусом инструмента и жёсткий допуск на вылет



Рис. 6. Фрезоточение

режущей части головки обеспечивают высокую повторяемость размеров сборного соединения. Поэтому замена изношенной головки может производиться без извлечения всего инструмента из шпинделя станка, при этом нет необходимости и в дополнительной настройке. Это повышает коэффициент использования оборудования на предприятии.

Курс на фрезоточение

Фрезоточение – метод обработки вращающейся заготовки торцевой фрезой – заслуживает внимания изготовителей габаритных деталей. При точении скорость резания зависит от скорости вращения заготовки. Если привод главного движения токарного станка не позволяет вращать массивную заготовку с нужной частотой, скорость резания будет далеко не оптимальной, что несомненно скажется на эффективности обработки. В случае деталей эксцентрикового типа, например коленчатых валов, неуравновешенные крутящиеся массы приводят к дисбалансу, что осложняет резание. Фрезоточение с её невысокой частотой вращения заготовки предоставляет отличную возможность преодоления возникших проблем (рис. 6).

Надёжность работы

Механическая обработка габаритных деталей занимает немало времени, потому инструмент находится в процессе резания в течение длительного периода. При подборе режущего инструмента его долговечность и надёжность становятся ключевыми параметрами в принятии соответствующего решения, ведь при его неожиданной поломке может быть нанесён серьёзный ущерб детали и даже её утилизация вследствие неисправимого брака.

В распоряжении производителя режущего инструмента не так много возможностей для повышения надёжности своего продукта: грамотное конструирование, использование прогрессивных инструментальных материалов и совершенствование технологии. Их эффективное использование – своего рода «ноу-хау», производственный секрет и, конечно, основа успеха. Новые разработки ISCAR, предложенные в последнее время, говорят о том, что в компании владеют данным секретом.

Технические специалисты представительства компании ISCAR в России готовы оказать отечественным металлообрабатывающим предприятиям помощь в разработке технологических процессов при запуске в производство новых изделий, а также способствовать повышению эффективности использования инструмента ISCAR в текущих проектах.

