

Новые технологические возможности повышения эксплуатационной надёжности инструментов для обработки композиционных материалов

Т.У. Умаров, С.А.Турсунбаев, У.Т. Мардонов

Ташкентский государственный технический университет, им. Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан

В этой статье были приведены комплексные способы решения проблем использования местного и вторичного сырья в качестве ингредиента в производстве экологически чистых полимерных композитов, заменяющих импортные, для улучшения качества материалов из кожи и кости

Ключевые слова: сверло, смазочно-охлаждающей жидкости, быстрорежущей стали, вакуум.

В современной технике все большее применение находят детали из композиционных (труднообрабатываемых) материалов. Анализируя технологию обработки отверстий на предприятиях авиационной и химической промышленности можно сделать вывод, что, несмотря на имеющую достаточно широкую номенклатуру твердосплавного инструмента, по-прежнему доминируют спиральные сверла из быстрорежущей стали.

Главной причиной низкой эффективности спиральных быстрорежущих сверл является недостаточно высокая теплостойкость быстрорежущей стали, которая усугубляется низкой теплопроводностью обрабатываемых материалов. Кроме того, процесс сверления характеризуется малыми площадями контакта передней поверхности инструмента с материалом заготовки. В связи с этим 20 - 25% спиральных сверл заклиниваются в отверстиях по ленточке, несмотря на интенсивную подачу смазочно-охлаждающей жидкости.

С целью повышения производительности и надежности процесса сверления труднообрабатываемых материалов на кафедре «Технология машиностроения» ТГТУ были проведены исследования в трех направлениях:

- повышение теплостойкости спиральных сверл из быстрорежущей стали;
- разработка новых конструкций сверл с механическим креплением твердосплавных пластин;
- повышение производительности инструмента за счет изменения теплового баланса при сверлении.

По первому направлению в качестве основы был взят способ упрочнения инструмента из быстрорежущей стали путем нанесения тугоплавкого покрытия нитрида титана (TiN). Однако из-за низкой адгезионной прочности сцепления покрытия с инструментом эффект от применения покрытия на сверлах крайне нестабилен. Исследования, проведенные в этом направлении, позволили разработать способ термической обработки быстрорежущей стали [1], согласно которому окончательный отпуск совмещают с нанесением покрытия TiN и проводят при температуре 600-620 °С в вакууме.

Такой отпуск приводит к интенсивному выделению мелкодисперсных карбидов легирующих элементов, превращению большей части остаточного аустенита в мартенсит. В целом это позволяет сократить время на термическую обработку инструмента и улучшить качество покрытия за счет увеличения его адгезионной прочности, получающейся при температуре осаждения покрытия TiN 600 - 620 °С, взамен общепринятой температуры осаждения 450 - 500 °С.

Предлагаемый способ обеспечил увеличение надежности сверл из быстрорежущей стали за счет понижения отказов в 1,5 - 2 раза при обработке стали 12Х18Н10Т.

Согласно второму направлению исследований, была разработана конструкция сверл 025 — 30 мм с механическим креплением твердосплавных пластин неправильной трехгранной формы [2].

Сверло содержит цилиндрический корпус, на одном конце которого имеются два гнезда для установки режущих пластин с углами резания в плане $\varphi_1 = -160^\circ$, $\varphi_2 = +160^\circ$. Плоскость пластин наклонена под отрицательным углом $\gamma = 5^\circ$ относительно плоскости подачи. Радиальные колебания размеров отверстий при обработке сверлами с МНИ исследовались при вертикальной технологической наладке в режиме вращения инструмента на станке 6Р13. Прецессия (отклонение реальной оси вращения инструмента от оси вращения, задаваемой шпинделем станка) центра обрабатываемого отверстия измерялась индикатором часового типа, установленным в цанговую оправку на шпинделе станка, с последующим пересчетом на ось отверстия. Индикатор настраивали на номинальный диаметр отверстия (0 24.5) на инструментальном микроскопе [3]. Данные экспериментальных исследований приведены в табл. 1

В результате исследований установлено, что прецессия центра отверстия при обработке стали 45 сверлами с механическим креплением по всей длине отверстия примерно одинакова и составляет 0,02 - 0,15 мм. Такие же величины прецессии наблюдаются и при резании быстрорежущими спиральными сверлами. Однако в этом случае при высоких скоростях ($V = 0,4 - 0,45$ м/с) на выходе сверла прецессия центра отверстия увеличивается и достигает значений 0,2 - 0,25 мм. Траектория движения инструмента при этом представляет собой беспорядочные кривые линии, характеризующие беспорядочные, небольшие по амплитуде поперечные колебания сверла. Колебания являются результатом действия неуравновешенных горизонтальных составляющих сил резания от 15 до 200 Н, в зависимости от режимов обработки отверстий спиральными быстрорежущими сверлами. С увеличением скорости резания неуравновешенная сила непрерывно возрастает, тогда как при работе сверлами с механическим креплением твердосплавных пластин она достигает максимального значения (150 - 200 Н при скорости резания $V=0,811,0$ м/с).

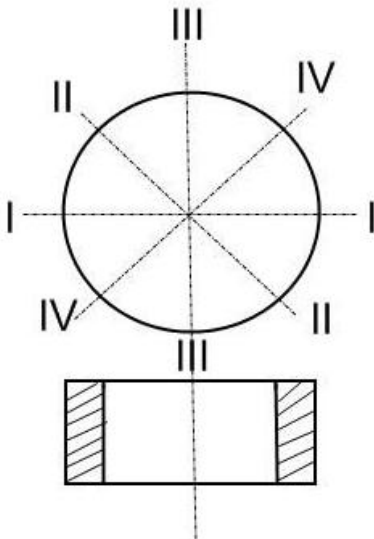
Результаты исследований в этом направлении показали, что при увеличении производительности в 2 - 5 раз при сверлении сверлами с механическим креплением твердосплавных пластин, по сравнению со спиральными сверлами из быстрорежущей стали, точность обработки при этом в обоих случаях остается в одинаковых пределах.

Таблица 1

Прецессия центра отверстия при обработке стали 45 сверлами $\varnothing 24.5$

Сверло с МНП(ВК8)				
Скорость резания, м/с	Величина прецессии(мм)			
	Сечение отверстия			
	I-I	II-II	III-III	IV-IV
0,64	-0,01	-0,03	+0,02	-0,02
0,81	-0,13	-0,1	0	+0,1
1,03	-0,08	-0,08	-0,02	+0,06
1,28	-0,09	-0,07	+0,04	+0,1
Сверло спиральное(Р6М5)				
0,16	-0,03	-0,08	0	-0,02
0,2	+0,04	-0,03	-0,08	-0,09
0,25	-0,08	-0,05	-0,04	-0,02
0,4	-0,05	-0,1	-0,03	0

Подача
 $S = 0,2$ мм/об



Подача
 $S = 0,2$ мм/об

Повышенные точностные требования, предъявляемые к ряду изделий, вынуждают обрабатывать отверстия в закаленных материалах. Реализация этого процесса традиционными методами резания затруднительна, что и предопределило исследования, проводимые в третьем направлении — повышение производительности инструмента за счет изменения теплового баланса при сверлении.

Одним из наиболее эффективных способов повышения работоспособности инструментов для обработки отверстий в высоколегированных закаленных сталях является электроконтактный нагрев срезаемого слоя [4]. В этом случае искусственный подогрев существенно снижает прочностные свойства обрабатываемого материала, но в значительной степени разупрочняет материал режущего инструмента.

Электроконтактный нагрев зоны резания при сверлении закаленной стали 6ХВ2С сверлами $\varnothing 24,5$ мм с механическим креплением пластин из ВК8М позволяет выйти на промышленные режимы обработки ($n = 315 \dots 630$ об/мин,

$S = 0,05 \dots 0,1$ мм/об). Вводимая тепловая мощность составляет 100 ... 250 Вт. Структурный анализ показал, что во всех случаях в приповерхностной зоне имеется троосто-мартенситная структура. Абсолютное значение микротвердости после сверления с электроконтактным нагревом в 1,5 раза ниже, чем при сверлении без нагрева. Значительная разница в твердости достигается на глубине 40 ... 80 мкм. Таким образом, при сверлении заготовок из стали 6ХВ2С (HRC 56...58) твердосплавными сверлами с электроконтактным нагревом происходит отпуск контактного слоя заготовки, в результате чего наблюдается значительно меньшее упрочнение поверхностного слоя по сравнению с обычным резанием. Это приводит, в свою очередь, к увеличению износостойкости режущих пластин.

С увеличением мощности электроконтактного нагрева от 20 до 100 Вт наблюдается уменьшение осевой силы на 20 ... 30%. Дальнейшее увеличение мощности практически не влияет на силы. При мощности 250 ... 300 Вт происходит потеря режущих свойств твердосплавными пластинами.

Помимо ввода дополнительного тепла в зону резания проводилось исследование прямо противоположного процесса — интенсификации процесса охлаждения инструмента. Способ подачи СОЖ свободно падающей струей не обеспечивает соответствующей тепловой разгрузки лезвия инструмента и при обработке высоколегированных сталей оказывается малоэффективным.

Такое положение является в определенной мере следствием ламинарного режима течения жидкости для условий скоростей свободно падающей струи.

Расчеты, выполненные нами, показывают, что в пределах скоростей истечения жидкости, возможных для случая свободно падающей струи, все омываемые участки инструмента при использовании СОЖ на водной основе, а тем более не масляной, находятся в области ламинарного пограничного слоя.

Так, для случая $\nu=3$ м/сек, расстояние до критического сечения, где образуется турбулентное движение будет определяться

$$X_{кр} = R_{екр} \frac{\mu}{\omega \rho}$$

Где $R_{екр} = 5 \cdot 10^5$;

$$X_{кр} = 0.16 \text{ м}$$

Ω - скорость движения жидкости, м/сек;

ρ - плотность жидкости, кг/м³;

μ - динамический коэффициент вязкости, Н/м² ;

что гораздо больше тех поверхностей, которые участвуют в теплообмене в процессе резания.

Для перехода на более интенсивный режим охлаждения (турбулентный) была произведена искусственная турбулизация свободно падающей струи в устройствах типа эжекционных, позволяющих интенсивно перемешивать СОЖ с воздухом (или любым газом). в процессе её истечения [5].

Производственные и лабораторные испытания показывают, что при применении газожидкостной смеси значительно изменяются температурные поля инструмента и возрастает стойкость быстрорежущего сверла в 1,2 ... 1,7 раза.

Анализируя все вышеизложенное, необходимо отметить, что все исследования, проводимые по трем направлениям, объединяются одной общей задачей - перевести процесс получения отверстий в композиционных (трудно-обрабатываемых) материалах в новое качество, которое бы обеспечило, в свою очередь, надежность процесса получения отверстий в различных условиях и при различных технологических режимах.

Библиографический список

1. Умаров Т.У. и др. Способ термической обработки инструмента из быстрорежущей стали. Патент РУз.-№ 4550.
2. Умаров Т.У. Повышение эффективности обработки отверстий сверлами с механическим креплением твердосплавных пластин. //Автореферат диссертации канд.техн.наук.-Украина, 1990.
3. Умаров Т.У. и др. Исследование точности отверстий при высокопроизводительной обработке сверлами с МНП., Ресурсосберегающая технология в машиностроении. //Сб. научн. трудов. /ТашПИ. 1988.-88 с.
4. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов.-М., Высшая школа, 1974.
5. Тимофеев С.М. Оценка эффективности СОЖ по энергетическим характеристикам. //Сб. научных трудов.-вып №323. ТашПИ, 1981.-С. 34.