

Результаты механических испытаний детали "звено внутреннее"

Номер звена	Режим термической обработки	Усилие разрыва, кН	Твердость, HRC	
			шейка	ушко
1	Закалка 840°C + отпуск 200°C	486	шейка	47-49
			ушко	48-49
2	Закалка 840°C + отпуск 200°C	570	шейка	47-49
			ушко	49-50
3	Закалка 840°C + отпуск ТВЧ 400-450°C шеек	454	шейка	33-35
			ушко	47-48
4	Закалка 840°C + отпуск ТВЧ 400-450°C шеек	440	шейка	33-34
			ушко	46-48
5	Закалка 840°C + отпуск 300°C	776	шейка	44-46
			ушко	45-46
6	Закалка 840°C + отпуск 300°C	728	шейка	44-46
			ушко	45-46
7	Закалка 840°C + отпуск 400°C	606	шейка	36-37
			ушко	39-40
8	Закалка 840°C + отпуск 400°C	598	шейка	35-36
			ушко	39-41

Элемент цепи "валик" был подвергнут закалке ТВЧ взамен объемной термообработки, что позволило значительно повысить твердость поверхности, подверженной износу.

Распределение твердости на рабочей поверхности детали представлено на рис.5. Глубина закаленного ТВЧ слоя составляет 2 - 3,5 мм.

Разработанная технология позволяет повысить стойкость цепи, в 2-2,2 раза, сокращает затраты электроэнергии при производстве, уменьшает затраты при ремонте.

УДК 621.915

В.Г. Куптель, А.Ф. Присевок

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ

*Белорусская Государственная Политехническая Академия
Минск, Беларусь*

Обработка резанием существенно изменяет эксплуатационные свойства деталей за счет формирования определенного качества поверхностного слоя: волнистости, шероховатости, наклепа и остаточных напряжений. Особенно это проявляется в процессе резания труднообрабатываемых материалов при наличии вибраций технологической системы. Поэтому обработка резанием должна рассматриваться не только как способ получения деталей определенной формы и размеров, но как эффективный способ управления эксплуатационными качествами деталей.

При обработке высокопрочных сталей и жаропрочных сплавов образуется сливная стружка, вызывающая затруднения в работе оборудования и служащая источником производственного травматизма. В настоящее время существует достаточно большое число методов и конкретных устройств, направленных на решение этой проблемы, однако они носят частный характер и имеют ограниченные области применения.

Принципиально новый подход к вопросу управления формой образующейся стружки основан на применении автоколебательного вибрационного резания, использующего положительные свойства вибраций. Сущность процесса заключается в том, что на обычно принятую для данной операции кинематическую схему накладывается дополнительное направленное вибрационное движение инструмента относительно заготовки, источником которого является непосредственно процесс резания.

Освоение методов резания с вибрациями, в том числе и с направленными автоколебаниями, показало, что если вопросы устойчивого стружкодробления и точности решаются практически достаточно легко, то обеспечение высокого качества поверхности требует тщательного внимания.

Высоту микронеровностей поверхности определяли при обработке заготовок из коррозионно-стойкой стали X18H9T с постоянной глубиной резания $t=2$ мм и подачей $S=0,3$ мм/об при различных амплитудах колебаний A . С помощью двойного микроскопа МИС-11 определяли на обработанной поверхности десять самых больших микронеровностей и вычисляли среднее арифметическое их величин. Кроме того, с помощью профилографа-профилометра модели 525 определяли параметр R_a .

На рис.1 приведена зависимость максимальной высоты микронеровностей h_{max} от амплитуды автоколебаний A . В этой же системе координат построена прямая, соответствующая расчетной максимальной высоте микронеровностей исходя из кинематики процесса (штриховая линия), т.е. прямая отвечающая выражению (1) при принятых в эксперименте $S=0,3$ мм/об; $\varphi_n=90^\circ$; $\varphi_1=10^\circ$.

$$h_{max} = 0,176 (S_p + 2A) \quad (1)$$

Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает, что различие между ними достаточно мало, причем фактическая высота микронеровностей меньше, чем расчетная. Различие между теоретическими и экспериментальными данными объясняется упругими и пластическими деформациями заготовки и инструмента, которые не учитывались при рассмотрении кинематики процесса резания с автоколебаниями.

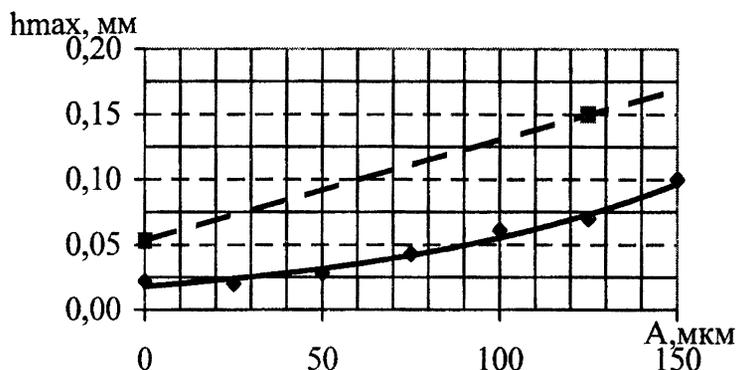


Рис.1. Зависимость максимальной высот микронеровностей от амплитуды автоколебаний

На рис.2 приведена зависимость шероховатости поверхности от амплитуды автоколебаний. Как видно из графика, повышение амплитуды колебаний вызывает ухудшение параметров шероховатости. Однако, при возбуждении автоколебаний в направ-

лении движения подачи с амплитудами до 30 мкм шероховатость поверхности несколько уменьшается по сравнению с обычным резанием. Следует также отметить, что поверхность, полученная при резании с направленными автоколебаниями амплитудой 80-100 мкм имеет рисунок расположения штрихов (фактуру) в виде ромбовидной сетки. Наличие таких ромбовидных рисок способствует лучшему удержанию смазки.

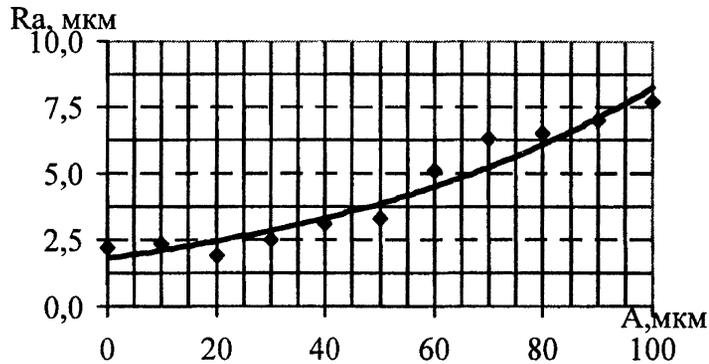


Рис.2. Зависимость шероховатости поверхности от амплитуды автоколебаний.

Важным показателем качества обработанной поверхности является наклеп, оказывающий значительное влияние на эксплуатационные характеристики деталей. Равномерный наклеп поверхностного слоя оказывает благоприятное влияние на предел усталостной прочности деталей, работающих при нормальных температурах, но у деталей, работающих при температурах выше 873 К, приводит к снижению предела длительной прочности и тем сильнее, чем больше степень наклепа. Наклеп приводит к изменению коррозионной стойкости поверхности.

Картина получения наклепанного слоя при резании с вибрациями аналогична формированию шероховатостей. По мере резания образуется переменная глубина наклепа, пропорциональная толщине срезаемого слоя. Однако при последующих проходах, так как распространение наклепанной зоны в глубь обрабатываемого материала значительно и имеется сдвиг фаз, зоны более глубокого распространения наклепа перекрывают одна другую. Поэтому значительной неравномерности распределения наклепа по длине и глубине обработанной поверхности ожидать не следует; при этом за счет некоторого циклического воздействия следует ожидать некоторого увеличения глубины.

Исследование степени наклепа поверхностного слоя в зависимости от амплитуды автоколебаний проводилось при точении резцами с материалом режущей части ВК8 коррозионно-стойкой стали 12Х18Н9Т. Режимы резания $S=0,08$ мм/об; $V=60$ м/мин; $t=1$ мм. Микротвердость измеряли с помощью прибора ПМТ-3 при увеличении $500\times$ с нагрузкой 1Н. Степень наклепа рассчитывали по формуле:

$$N = \frac{HM' - HM}{HM} 100, \quad (2)$$

где HM' , HM – микротвердости обработанного слоя и исходного материала соответственно.

Результаты опытов показаны на рис.3.

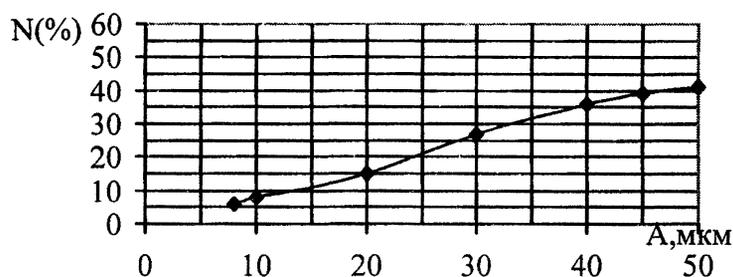


Рис. 3. Зависимость степени наклепа от амплитуды автоколебаний.

Циклическое взаимодействие обработанной поверхности с задней поверхностью инструмента возрастает прямо пропорционально квадрату амплитуды и частоты колебаний. Автоколебания с частотой $f=1800-2100$ Гц и амплитудой до $A=30$ мкм приводят к увеличению степени наклепа до 30%.

Технологические остаточные напряжения, оказывают влияние на усталостную прочность деталей, статическую и динамическую прочность, коррозионную стойкость изделий.

Остаточные напряжения, возникающие в поверхностных слоях деталей при механической обработке, являются следствием воздействия теплоты, возникающей в зоне резания, структурных превращений и силового поля, создаваемого силами резания. При работе лезвийным инструментом существенное значение в формировании остаточных напряжений приобретает силовой фактор. Степень воздействия силового поля на формирование остаточных напряжений существенно увеличивается с повышением интенсивности относительных колебаний инструмента и заготовки во время резания.

Вибрационное движение высокой частоты изменяет напряженное состояние в зоне резания. Знак остаточных напряжений, образующихся в поверхностном слое обработанной резанием детали, определяется знаком напряженного состояния этой поверхности в процессе резания. Процесс пластической деформации срезаемого слоя определяется деформациями сдвига и сжатия; вследствие этого при резании инструментами с положительными передними углами происходит интенсивное растяжение материала, формирующего поверхностный слой, образование зоны растягивающих напряжений.

На этот процесс накладывается явление накатки – уплотнение материала самого верхнего слоя, которое происходит при обычном резании только под действием определенного радиуса скругления режущей кромки и контакта задней поверхности инструмента. Оно вызывает образование зоны сжимающих напряжений. Соотношение между размерами этих зон и действующими в них остаточными внутренними напряжениями определяется схемой обработки, режимами ее выполнения. Например, при обычном резании интенсивность явления накатки мала. Циклический характер взаимодействия обработанной поверхности с задней поверхностью инструмента при резании с вибрациями значительно повышает интенсивность этого явления прямо пропорционально частоте и амплитуде вибраций. Кроме того, при этом может иметь место качественный скачок, когда на части периода колебаний происходит резание с отрицательными задними углами.

Такие условия обработки создаются прежде всего при точении с высокочастотными колебаниями. В этом случае циклический характер приложения сил при весьма интенсивном взаимодействии обработанной поверхности с задней поверхностью инструмента обеспечивает существенное изменение напряженного состояния в формируемом процессе резания поверхностном слое в сторону образования поля сжимающих напряжений; рост амплитуд колебаний интенсифицирует этот процесс. Поэтому при то-

чении с высокочастотными колебаниями степень и глубина наклепа увеличиваются, одновременно снижаются и остаточные растягивающие напряжения, образующиеся наиболее часто при обычном резании.

Следовательно, циклический характер взаимодействия задней поверхности инструмента с поверхностью резания при вибрациях, существенно повышая упрочнение поверхностного слоя, одновременно приводит к росту остаточных напряжений сжатия, которые увеличиваются с повышением амплитуды и частоты. Образование в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений значительно увеличивают ресурс деталей, работающих при знакопеременных нагрузках. Путем управления интенсивностью автоколебаний или рационального использования вынужденных колебаний можно изменить в нужном направлении эксплуатационные характеристики изделий.

УДК 621

С.Л. Кожуро, Л.М. Кожуро

КОНСТРУКЦИИ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ СТАНКОВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

За последнее время в области металлообработки определилось направление, связанное со снижением припусков и расширением объема финишных операций. Снижение припусков позволяет экономить материальные ресурсы на изготовление деталей и машин, а все возрастающие требования к точности и качеству обработанных поверхностей определяют тенденцию к использованию финишных операций, особенно когда речь идет о высокой точности обработки. Одним из прогрессивных направлений технологии машиностроения является совершенствование финишных операций, среди которых магнитно-абразивная обработка (МАО) [1] занимает достойное место, являясь высокопроизводительным методом обработки металлов. Она позволяет при наименьших съемах материала наиболее активно воздействовать на обрабатываемую поверхность и управлять микрогеометрией и физическим состоянием поверхности, обеспечивая высокие эксплуатационные свойства обработанных изделий.

Поскольку при МАО связкой магнитно-абразивного порошка является энергия магнитного поля электромагнита или постоянного магнита, способная зерна порошка (инструмента) удерживать в подвижно-связанном состоянии, а также координировать их относительно обрабатываемой поверхности, то появляется возможность существенным образом изменить условия обработки.

Для финишной обработки фасонных поверхностей тел вращения эффективно использовать магнитно-абразивные станки [2], где обработка деталей производится в рабочей зоне – пространстве, ограниченном полюсными наконечниками, в котором создается постоянное магнитное поле и находится порошок с магнитными и абразивными свойствами. Рабочая зона образуется магнитной системой, представляющей собой совокупность источника магнитного поля с магнитопроводами, по которым магнитный поток подводится в зону обработки деталей.

Рабочая зона является основной частью станков для МАО. Именно она определяет все конструктивные характеристики станков, а также в значительной степени влияет на производительность процесса и качество обработанных поверхностей. Рабочая зона