

увеличения магнитного зазора с ростом эксцентрикитета. На этих режимах можно обрабатывать деталь на черновых и получистовых операциях с припусками для соответствующих видов обработки. После выключения электромагнита, без снятия детали, проводятся чистовые и финишные виды обработки с меньшими силами резаниями, когда не требуется большая несущая способность. Жесткость при этом увеличивается, что позволяет получать точность, заданную требованиями на обработку детали.

Вышеприведенный анализ, о применения газомагнитных опор в высокоскоростных шпиндельных узлах металлорежущих станков, показывает, что данное техническое решение позволит более эффективно использовать станочное оборудование за счет уменьшения вспомогательного времени на установку и снятие детали. Кроме этого обработка детали за один установ позволяет добиться наибольшей точности из всех технологических схем обработки.

ВСТРАИВАНИЕ КАЧЕСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

Матюхин П.В.¹, Марков В.О., Рабунец П.В.

¹Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Белгород, Россия

Для современных промышленных производств, всё более важной задачей становится изготовление качественной продукции, отвечающей постоянно возрастающим к ней требованиям. Актуальность этой задачи подтверждается практикой лучших японских компаний, показывающих на своём примере, что намного эффективнее и дешевле обеспечить качество на рабочем месте с первого раза и не допустить передачу дефектной продукции дальше по ходу производственного цикла, чем заниматься проверкой качества готовых изделий и исправлением дефектов по завершению цикла.

Значительных успехов в обеспечении высокого качества продукции и во внедрении принципиально новой системы встраивания качества в процессы производства автомобилей достигла компания Toyota. В основе системы лежит идея получения стопроцентного качества продукции в любое время на протяжении всего производственного процесса и без необходимости дальнейшего контроля качества. Главная цель системы встраивания качества, получившей название «дзидока» - делать скрытые производственные проблемы явными и немедленно привлекать внимание к каждой проблеме, потому что скрытые проблемы достаточно сложно разрешить. «Дзидока» реализуется в незамедлительной остановке производственного процесса при возникновении проблемных ситуаций ради встраивания качества в процесс и состоит из следующих принципов [1]:

- принципа автоматической остановки оборудования при возникновении любых отклонений от нормального течения технологического процесса;

- принципа ручной остановки процесса с использованием сигнальной системы «андон».

Согласно первому принципу «дзидока» также называют «автономизацией», то есть наделением оборудования человеческим интеллектом, что выражается в оснащении технологических линий специальными устройствами, которые обнаруживают любые проблемы и отклонения, в результате чего станки останавливаются автоматически [2].

Для ручной остановки всей технологической линии производства или её отдельного участка, используется сигнальная система «андон» (в переводе с японского означает «сигнал, зовущий на помощь») в виде специальных пультов остановки или шнурков, расположенных на рабочих позициях. При этом, на весь производственный персонал возложена ответственность за качество изготавливаемой продукции, и, любой работник без обращения к своему руководящему составу может самостоятельно с помощью «андон» своевременно остановить линию в случае, если он заметил отклонение от стандартного хода технологического процесса или операции, и затем осуществить пуск оборудования без задержек, как только проблемная ситуация будет им диагностирована и устранена. «Андон» устроен таким оптимальным образом, чтобы персонал, отвечающий за устранение проблем, мог быстро и точно определить рабочее место, на котором они возникли. В момент остановки оборудования сигнальные флаги или звуко-световая индикация оповещают весь рабочий коллектив, что на определенном месте или участке производственного цикла требуется незамедлительная помощь для устранения возникшей проблемы. В определённых случаях «андон» сигнализирует о риске появления проблемных ситуаций, из-за которых возможна в течение короткого промежутка времени полная остановка производственной линии. Например, практически на всех сборочных линиях заводов компании Toyota у персонала есть 5-30 секунд до остановки оборудования, для того чтобы быстро решить проблему или обнаружить, что проблему можно решить без остановки линии [2].

Ещё одним элементом системы встраивания качества является то, что каждое рабочее место оснащено методами и устройствами для предупреждения ошибок, называемых «показёк», которые исключают возможность рабочему персоналу совершить какое-либо неточное действие или какую-либо ошибку. Эти устройства представляют собой различные фотоэлементы, фиксаторы, ограничители и другие простые механизмы, препятствующие отклонению от стандартных процедур и как следствие, появлению дефектной продукции [1].

Таким образом, в сравнении с традиционными методами обеспечения качества продукции на основе статистического анализа, по нашему мнению, именно остановка производства с целью решения оперативных проблем в сочетании с встраиванием качества в производственные процессы современных промышленных предприятий может позволить достичь высокого уровня качества готовой продукции без необходимости последующего контроля и способствовать формированию производственной культуры, ориентированной на выпуск качественной продукции с первого раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лайкер Дж. «Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира» / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.
2. Лайкер Дж., Майер Д. «Практика дао Toyota: Руководство по внедрению принципов менеджмента Toyota» / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 584 с.

**ЛАЗЕРНОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ
ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА МЕДЬЮ**
Морозова Е.А., Муратов В.С.
Самарский государственный технический
университет
Самара, Россия

При исследованиях варьировались два параметра – исходная толщина медного покрытия и скорость прохода лазерного луча. Все образцы с выбранными толщинами покрытий 1,0; 2,5; 5,0; 10,0 и 15 мкм подвергались воздействию лазерного луча со скоростями 1,66; 2,5 и 3,33 мм/с. Установлено, что глубина зоны оплавления, определяемая металлографически и по данным рентгеноспектрального анализа, при одинаковых скоростных режимах уменьшается по мере возрастания толщины наносимого покрытия. При скорости прохода лазерного луча 1,66 мм/с процентное содержание меди максимально при наибольшей толщине покрытия. Однако при данном режиме в локальном объеме образуется сплав с микротвердостью лишь 5500 МПа. Максимальное значение микротвердости поверхностного слоя при данной скорости достигается при толщине покрытия 10 мкм и составляет 6300 МПа.

На рентгенограмме, снятой с поверхности образца, подвергнутого лазерному легированию, имеются отражения от интерметаллидов $TiCu_3$, $TiCu$, Ti_2Cu , Ti_3Cu . Определено, что интерметаллиды Ti_2Cu и Ti_3Cu присутствуют в большом количестве на глубине ~10 мкм. Отражения от меди в основном исчезают с глубины 12–15 мкм, а последнее отражение из соединений меди с титаном Ti_3Cu зафиксировано на глубине 30–35 мкм. На глубине более 35 мкм никаких признаков интерметаллидов не обнаружено, а наблюдаются толь-

ко отражения от линий α_{Ti} (010), (002), (011) и (012). Для данной системы трудно что-либо определенно сказать об образовании интерметаллида $TiCu$, так как три его наиболее интенсивные линии совпадают по вульф-брэгговскому углу с интенсивными линиями α -фазы титана, меди и соединения $TiCu_3$. По всей вероятности, интерметаллид $TiCu$ присутствует в зоне легирования. Интерметаллидные соединения встречаются в последовательности $TiCu_3$, $TiCu$, Ti_2Cu , Ti_3Cu , т.е. по мере удаления от поверхности образца наблюдаются интерметаллиды, все более обогащенные титаном и обедненные медью. Послойный фазовый анализ показал, что интерметаллиды, определяющие упрочнение поверхностных слоев, распространяются до больших глубин, что является качественной характеристикой для улучшения физико-механических свойств поверхностного слоя при легировании медью.

ОСОБЕННОСТИ ШЛИФОВАНИЯ И ЗАТОЧКИ ИНСТРУМЕНТА ИЗ ЛИТОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Хараев Ю.П., Бадмаев З., Бардаханов А.,
Лысых С., Попов А.
Восточно-Сибирский государственный
технологический университет
Улан-Удэ, Россия

В настоящее время быстрорежущие стали являются одним из основных материалов для изготовления режущего инструмента, несмотря на то, что инструмент из твердого сплава, керамики и сверхтвердых материалов обеспечивает более высокую производительность обработки. Широкое использование быстрорежущих сталей для изготовления сложнопрофильных инструментов определяется сочетанием высоких значений твердости (до $HRC \geq 68$) и теплостойкости ($600-650^{\circ}C$) при высоком уровне прочности и вязкости, значительно превышающих соответствующие значения для твердых сплавов. Высокие режущие свойства быстрорежущих сталей обеспечиваются за счет легирования такими карбидобразующими элементами как вольфрам, молибден, ванадий. Учитывая использование дорогих и достаточно дефицитных легирующих элементов наряду с наличием больших объемов инструментальных отходов в виде лома, стружки и шлама, литой инструмент из быстрорежущей стали представляется весьма перспективным с точки зрения ресурсосбережения, снижения затрат и экологичности.

Шлифование и заточка является важным технологическим этапом формирующим структуру и эксплуатационные свойства режущего инструмента. Одной из причин недостаточного распространения литого инструмента является отсутствие достоверных данных и рекомендаций по шлифованию и заточке, и их влиянию на качест-