

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ ТОЧЕНИИ СТАЛИ

© 2011 В.Б. Бутыгин, А.С. Демидов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Поступила в редакцию 18.03.2011

Путём рационального подбора инструментального материала, изменения геометрии резца, применения прямого эксперимента и комбинированной схемы обработки удалось достигнуть повышения эффективности работы твёрдосплавного инструмента в условиях прерывистого резания стали с ударными нагрузками.

Ключевые слова: *твёрдосплавный инструмент, скорость резания, свойства твёрдых сплавов*

В данной статье рассматривается один из способов повышения эффективности использования твёрдосплавного инструмента в условиях прерывистого точения стали. В условиях рынка для машиностроительного предприятия, связанного с металлообработкой, необходимо наиболее полно использовать имеющиеся возможности по обработке материалов. Наряду с новыми методами, применяемыми для получения готовых изделий, важнейшее значение по-прежнему занимает классическая обработка резанием. Для обеспечения эффективности обработки резанием необходимо наличие заготовок, соответствующих расчётным требованиям, что может минимизировать трудоёмкость механической обработки. Не у всех предприятий имеется возможность получения заготовок для последующей механической обработки, или это экономически неоправданно. В ряде случаев вопрос о собственном производстве или покупке заготовок на стороне напрямую связан с критериями качество-цена. Если экономическое состояние предприятия оставляет желать лучшего, то в таких случаях оно вынуждено использовать заготовки собственного производства, с ненормируемыми допусками, либо будет выбирать поставщиков, осуществляющих поставки дешёвых заготовок с пониженными требованиями к точности. Наличие таких сомнительных полуфабрикатов в производстве может быть также сопряжено с некомпетентностью маркетинговых служб либо с личными интересами администрации предприятия. В результате этого получение качественных готовых изделий становится затруднительным. Резко возрастает брак, расход инструмента, износ металлорежущего оборудования.

Бутыгин Виктор Борисович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование». E-mail: mitom@mail.altstu.ru
Демидов Александр Станиславович, кандидат технических наук, доцент

На примере одной из распространённых операций механической обработки – точения, рассмотрим способы повышения эффективности использования твёрдосплавного инструмента, при обработке некондиционных заготовок. Классические представления об эффективности применения твёрдых сплавов при обработке резанием стали общеизвестны. В случае прерывистого точения стали с ударами и наличии корки (окалины) рекомендуется использовать в соответствии со стандартным подходом вольфрамтитанокобальтовые сплавы (ВТК) с повышенным содержанием кобальта типа Т5К10, или вольфрамтитанокобальтовые сплавы (ВТТК) типа ТТ7К12. При прерывистом точении стали без ударов применяют титановольфрамовые сплавы Т14К8, Т15К6. Химический состав и важнейшие свойства некоторых из них приведем в таблице.

К сожалению, в случае значительной ударной нагрузки применение вышеупомянутых сплавов даже с упроченной модификацией (буква В в маркировке) значимого эффекта не даёт. Возможность применения инструмента с режущей частью из данных твёрдых сплавов была исследована при обработке партии 50 шт. некондиционных поковок на ПО «Алтайский тракторный завод» в условиях единичного (мелкосерийного) производства. Материал поковок – сталь 45Х, диаметр заготовки 400 мм. Поверхность заготовки – окалина с фрагментами облоя после ручнойковки. Отношение наружного диаметра поковки к её длине составляло примерно единицу. Поковки зажимались в самоцентрирующем патроне токарно-винторезного станка за необработанную поверхность с упором на торцевую поверхность кулачков. Для обеспечения дополнительной жёсткости при резании поковки центрировались и поджимались усиленным вращающимся центром задней бабки. После базирования в среднем поковки имели: радиальное биение – 30-50 мм, торцевое – 30-50 мм. Биения

меньшей величины получить не удавалось вследствие сильного разброса геометрии базовой поверхности поковки. Для получения полуфабриката – цилиндра $\varnothing 280$ мм с обработанными

торцами требовалось снять припуск по внешнему диаметру всей длины заготовки, а также припуск по обоим её торцам.

Таблица 1. Важнейшие свойства некоторых металлокерамических твердых сплавов

Марка	Плотность, г/см ³	Предел прочности		Твердость, HRA	Температуростойкость °С
		при изгибе $\sigma_{\text{из}}$, ГПа	при сжатии $\sigma_{\text{сж}}$, ГПа		
T5K10	12,2...13,2	1,15	4	88,5	1100
T14K8	11,2...12,0	1,15	4	89,5	1150
T15K6	11,0...11,7	1,10	4	90,0	1150
TT7K12	13,0...13,3	1,65	-	87,0	-

Рассмотрим, каким образом осуществлялся подбор режущего инструмента с целью повышения эффективности обработки данной партии поковок. Исходные данные для обработки говорят о том, что обрабатываемый материал – сталь с повышенным содержанием хрома, что не позволяет применять быстрорежущий инструмент без интенсивного охлаждения. Необходимость использования СОЖ в условиях единичного производства требует дополнительных затрат, снижает культуру производства, ведет к повышенной коррозии оборудования. Кроме этого, обработка должна производиться на низких скоростях резания, не превышающих 30 м/мин. Это ведет к увеличению времени обработки, а соответственно, к повышению себестоимости полуфабриката. Быстрорежущий инструмент имеет пониженную стойкость, что приводит к значительным потерям времени на переточку (замену) режущего инструмента. По этим причинам использование быстрорежущего инструмента для обработки данной партии поковок было отклонено.

Попытка применения резцов с напайками наиболее распространенного твердого сплава T15K6 показала следующее. Возможность использования резцов с напайками T15K6 при прерывистом ударном точении по корке с ударами сильно ограничена. Скорость резания после ряда пробных проходов установили в пределах 60-80 м/мин. Повышение скорости до 100 м/мин оказалось неоправданно, так как наличие облоя повышенной твердости вызывало быстрый (катастрофический) износ резца, как по передней, так и по задней поверхности. Более низкая скорость (менее 50 м/мин) ведет к увеличению времени обработки и также к повышенному и катастрофическому износу твердосплавного инструмента. Применение сплава T15K6 оказалось возможным только при снижении оборотной подачи до 0,015-0,02 м/об, глубине резания до 3мм, наличии положительного угла $\lambda=5-10^\circ$, уменьшении главного заднего угла α до $6-8^\circ$, использовании только проходных резцов с углом в плане большим, чем 90° . Разумеется такое изменение

геометрии при снижении ударной нагрузки на вершину резца не позволяет использовать средние и большие подачи, снижает жесткость при резании и вместе с этим не гарантирует отсутствие явлений скола режущей кромки. Попытка использования резцов с механическим креплением коронок с кобальтовым напылением сплава T15K6 себя не оправдало. Оказалось, что механическое крепление существующих конструкций не выдерживает значительных знакопеременных нагрузок, это приводит к расфиксации режущей пластины с последующим ее изломом. Таким образом, использование твердого сплава T15K6 с учетом вышеупомянутых замечаний возможно, но ведет к значительному увеличению времени обработки. Периодические сколы режущей кромки требуют интенсивного контроля процесса врезания (резания) и своевременной переточки, что приводит к увеличению времени обработки, повышенному расходу инструмента и удорожанию конечного продукта.

Применение резцов с напайками T5K10 показало следующее. Возможность увеличения оборотной подачи для данного сплава сопряжена с необходимостью снижения скорости резания до 50-60 м/мин, что не дает выигрыша времени при обработке по сравнению со сплавом T15K6. Число сколов режущей кромки при одинаковой величине оборотной подачи и некотором уменьшении скорости резания по сравнению со сплавом T15K6 сократилось на 30%. Однако более низкая твердость T5K10 по сравнению с T15K6 обуславливает и более интенсивный износ задней и передней поверхности инструмента. Данное явление вынуждает производить дополнительные переточки инструмента. Это ведет к увеличению времени обработки, повышенному расходу инструмента и, как следствие, высокой себестоимости конечного продукта.

Использование сплава T14K8 оказалось неоправданно. Данный сплав с практической точки зрения не представляет собой оптимальное соотношение твердости и ударной вязкости. При незначительном увеличении ударной вязкости по

сравнению с твердым сплавом Т15К6 (на 0,02 кг·м/см²), его твердость меньше последнего на существенную величину (на 0,5 HRA).

Использование сплава ТТ7К12 для обработки в условиях удара показало следующее. Полностью экспериментально обосновать эффективность его применения не представилось возможным. Данный сплав сравнительно дорогой и редкий. Его применение ограничивается высокой стоимостью, худшей смачиваемостью режущей пластины с припоем при получении резцов с напайкой, это ведет к резкому удорожанию самого режущего инструмента. Получаемый режущий инструмент с напайкой ТТ7К12 обнаруживает склонность к разрушению под действием значительной ударной нагрузки именно в плоскости спая. Пониженная твердость существенно ограничивает скорость резания такого инструмента. При проведении эксперимента единственный экземпляр инструмента с напайкой ТТ7К12 был разрушен в области спая при обработке первой же поковки.

В результате анализа возможности применения и проведенных экспериментов выяснилось, что твердые сплавы групп ВТК и ВТТК в условиях прерывистого точения по корке с ударной нагрузкой оказались малопригодны. Решение данной технологической задачи оказалось возможным при использовании метода прямого эксперимента. Была исследована возможность применения твердых сплавов вольфрамокобальтовой группы (ВК), обычно применяемых для обработки чугуна и неметаллов. С целью предварительного обоснования применения были использованы данные о фактах успешного использования твердых сплавов вольфрамокобальтовой группы (ВК) для обработки труднообрабатываемых специальных сталей. Согласно данным источников при прерывистом точении спецсталей предполагается использование сплавов ВК с

повышенным содержанием кобальта, например ВК6 и ВК8, которые по ударной вязкости, пределу прочности при изгибе и сжатии превосходят сплавы Т15К6, Т5К10, Т14К8.

На основании данных прямого эксперимента было подтверждено эффективность применения сплавов марок ВК6 и ВК8 при прерывистом точении и работе на удар по стали. Главный задний угол α был увеличен до 10-12°, угол наклона режущей кромки составлял величину $\lambda=0-2^\circ$, глубина резания 4-6 мм. Скорость резания была снижена до 50 м/мин, но величину оборотной подачи оказалось возможным увеличить до 0,2-0,3 мм/об., при этом случаи катастрофического износа не были отмечены ни разу. Время обработки повок существенно сократилось. В качестве негативного явления следует отметить повышенный износ твердосплавного инструмента по задней поверхности, что обуславливает необходимость своевременных переточек. Для уменьшения времени обработки была применена комбинированная схема раскроя припуска. Первые проходы осуществляли резцом с напайкой ВК6-ВК8, последующие – резцом с напайкой Т15К6.

Вывод: путем рационального подбора инструментального материала, применения комбинированной схемы обработки удалось достигнуть повышения эффективности работы твердосплавного инструмента в условиях прерывистого резания стали с ударной нагрузкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вульф, А.М. Резание металлов. Изд. 2-е. – Л., Машиностроение, 1973. 496 с.
2. Грановский, Г.И. Резание металлов: Учеб. для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высш. школа, 1985. 304 с.

RATIONAL USE OF HARD-ALLOY TOOL AT DISCONTINUOUS STEEL TURNING

© 2011 V.B. Butygin, A.S. Demidov

Altay State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul

By rational selection of tool material, change of cutter geometry, application of direct experiment and combined scheme of processing it was possible to reach overall performance increase of hard-alloy tool in the conditions of discontinuous steel cutting with shock loadings.

Key words: *hard-alloy tool, cutting speed, properties of hard alloys*

Viktor Butygin, Candidate of Technical Sciences, Professor at the "Machine Building Technologies and Equipment" Department.

E-mail: mitom@mail.altstu.ru

Alexander Demidov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor