

Машиностроение

УДК 621.9.025.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT8

А.Н. Белов

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Приведены сравнительные результаты исследования процесса стружкообразования при точении титанового сплава VT8 инструментами с покрытием NbC и без покрытия.

Ключевые слова: титановый сплав, стружка, покрытие NbC, режимы резания.

Высокопрочные титановые сплавы относят к труднообрабатываемым материалам, и все более широкое их применение в некоторых отраслях промышленности предъявляет повышенные требования к качеству режущего инструмента с точки зрения улучшения их эксплуатационных характеристик.

Одним из эффективных технологических методов улучшения качественно эксплуатационных характеристик режущих инструментов является применение высокопрочных износостойких покрытий, наносимых на режущие поверхности инструмента. Использование в качестве покрытий для режущего инструмента карбида, нитрида, карбонитрида титана, нитрида молибдена и некоторых других соединений позволяет увеличить износостойкость твердосплавных инструментов в несколько раз, улучшить качество и точность обработанных изделий и повысить производительность труда.

Однако применение покрытий из тугоплавких соединений титана, наиболее широко используемых в настоящее время, малоэффективно при обработке резанием титановых сплавов из-за их высокого химического сродства покрытий к титану.

Карбид ниобия (NbC), обладая высокими физико-химическими свойствами и не уступая в этом плане карбиду титана, характеризуется значительно меньшей степенью химического сродства с титаном.

В данной статье представлены некоторые результаты комплексного исследования влияния покрытия из карбида ниобия на качество поверхностного слоя обрабатываемой детали (на базе изучения механики процесса резания), напряженно-деформированного состояния срезаемого слоя, контактных и тепловых явлений, а также износостойкости инструмента с покрытием.

Исследовались величины продольной и поперечной усадки стружки в зависимости от скорости резания и подачи при точении титанового сплава VT8 твердосплавными неперетачиваемыми пластинами BK8 с покрытием из карбида ниобия и без

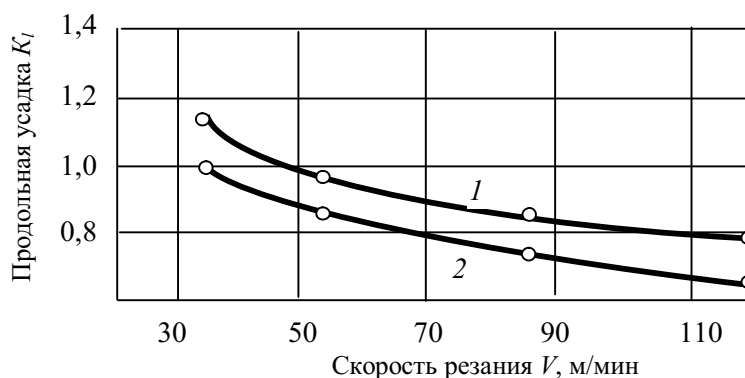
Анатолий Николаевич Белов (к.т.н.), доцент кафедры «Автоматизация производств и управление транспортными системами».

покрытия. Величина поперечной усадки стружки определялась экспериментально, а величина продольной усадки рассчитывалась аналитически с учетом коэффициента сплошности стружки. Покрытие наносилось на твердосплавные пластины методом осаждения при пониженном давлении из газовой фазы (газообразной смеси пентахлорида ниобия и метана). Толщина слоя покрытия на инструменте составляла 5 – 8 мкм, микротвердость – 24,0 – 28,0 МПа.

Титановые сплавы характеризуются весьма малыми величинами усадки стружки, что связано с физическими и химическими свойствами этих сплавов. Особенностью процесса стружкообразования при резании титановых сплавов является различие коэффициентов усадки по длине и толщине (K_l , K_a) и характера самой стружки. При точении α - и $(\alpha+\beta)$ -сплавов на скоростях резания 5 – 10 м/мин образуется сус-тавчатая стружка; в интервале скоростей 10 – 30 м/мин элементы в срезаемом слое слабо обозначены, а при увеличении скоростей от 30 – 40 до 100 м/мин и более наблюдается образование элементной стружки [1, 2]. Срезаемые в указанных условиях элементы не подвергаются заметным искажениям, и преобладающей деформацией в зоне резания является деформация сдвига [1, 3]. Преобладание деформации сдвига связано, по мнению некоторых ученых, с пониженной возможностью скольжения в плотноупакованных гексагональных кристаллах α - и $(\alpha+\beta)$ -сплавов титана [1] и, кроме того, с явлением охрупчивания контактных слоев стружки вследствие известного факта поглощения ими кислорода, водорода и азота воздуха при температурах, превышающих 500 °С.

По мнению М.Ф. Полетики [2] и В.Н. Подураева [4], относительно небольшая деформация элементов стружки и увеличение ее элементности с увеличением скорости связаны с повышенной чувствительностью титановых сплавов к скорости деформирования.

На рис. 1 представлены кривые зависимости продольной усадки стружки от скорости резания.

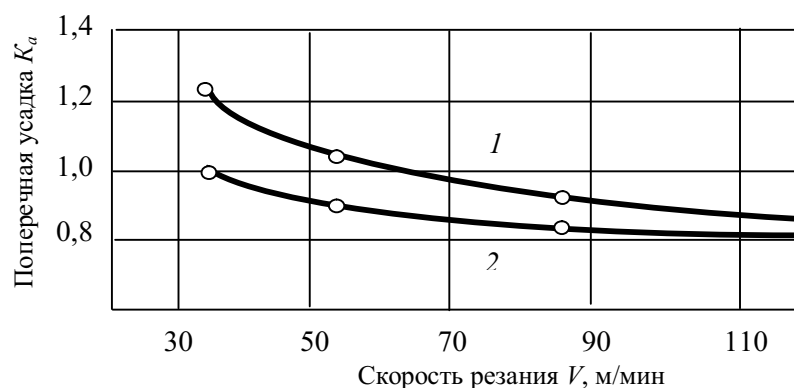


Р и с. 1. Влияние скорости резания на продольную усадку стружки:
1 – BK8; 2 – BK8 + NbC ($S = 0,16$ мм/об; $t = 1,0$ мм)

Как видно из графиков, величина продольной усадки при резании твердым сплавом BK8 без покрытия характеризуется весьма небольшими значениями, коррелирующими с результатами других исследований [1, 3, 4, 5]. При скорости резания, превышающей 50 м/мин, продольная усадка становится меньше единицы.

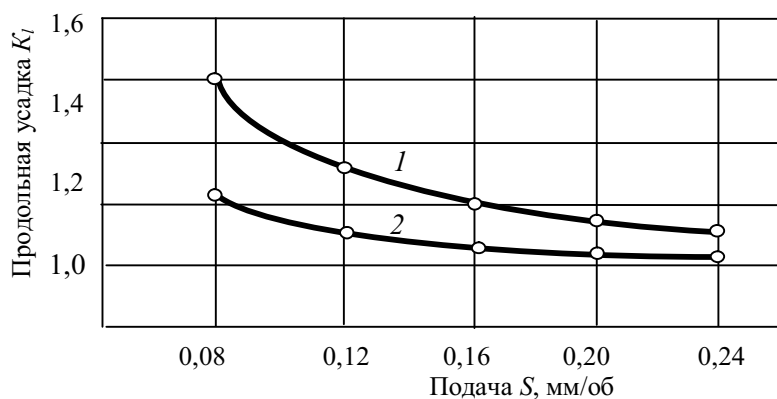
С увеличением скорости резания продольная усадка уменьшается, причем наибольшее уменьшение наблюдается в скоростном диапазоне 35...70 м/мин; при дальнейшем увеличении скорости кривая выполаживается.

По поводу образования удлиненной стружки у исследователей нет единого мнения. Авторы работ [1, 4] объясняют отрицательную усадку тем, что при резании титановых сплавов высокая контактная температура приводит к линейному удлинению стружки и сопровождается структурными изменениями. В этих условиях стружка склонна к интенсивному поглощению газов. Изменившаяся стружка теряет пластичность и фиксируется в этом состоянии.



Р и с. 2. Влияние скорости резания на поперечную усадку стружки:
1 – ВКВ; 2 – ВК8 + NbC ($S = 0,16$ мм/об; $t = 1,0$ мм)

Зависимость поперечной усадки от скорости резания для случая резания твердым сплавом ВК8 с покрытием и без покрытия представлена на рис. 2.



Р и с. 3. Влияние подачи на продольную усадку стружки
1 – ВКВ; 2 – ВК8 + NbC ($V = 56$ м/мин; $t = 1,0$ мм)

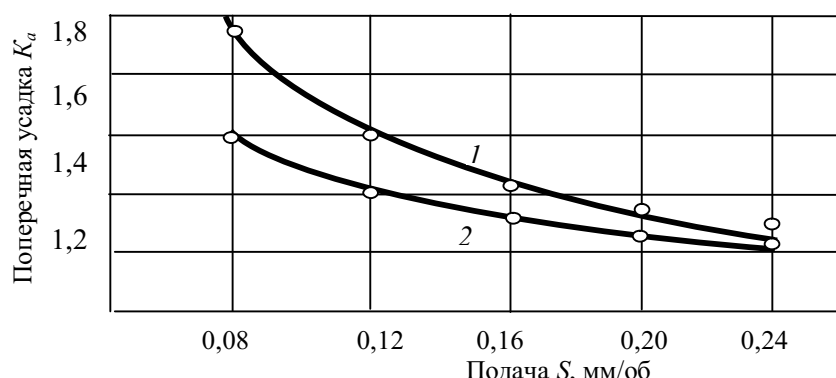
Качественная картина зависимости K_a от скорости резания аналогична зависимости $K_i = f(V)$: с увеличением скорости поперечная усадка уменьшается, причем наиболее интенсивно в диапазоне 35 – 70 м/мин. По величине поперечная усадка для случая резания инструментом с покрытием меньше, чем без покрытия.

Можно предположить, что такой характер изменения продольной и поперечной усадок для сравниваемых инструментов в зависимости от скорости резания связан с закономерностями протекания контактных процессов в зоне резания.

На рис. 3 и 4 представлены зависимости продольной и поперечной усадок стружки от величины продольной подачи.

Как следует из этих данных, с увеличением подачи в пределах 0,08 – 0,24 мм/об

и продольная, и поперечная усадки уменьшаются. Отметим, что наиболее интенсивное уменьшение усадки происходит в диапазоне подач 0,08 – 0,12 мм/об.



Р и с. 4. Влияние подачи на поперечную усадку стружки:
1 – VK8; 2 – VK8 + NbC ($V = 56$ м/мин; $t = 1,0$ мм)

Величина продольной и поперечной усадки стружки для случая резания инструментом с покрытием NbC меньше, чем без покрытия.

Приведенные результаты экспериментов зависимости усадки стружки от скорости резания и подачи качественно подтверждают данные, полученные при исследовании механики процесса резания различных материалов инструментами с покрытиями из карбида и карбонитрида титана, дисульфида молибдена, нитрида молибдена и инструментами с покрытием на основе сплава никель – фосфор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кривоухов В.А., Чубаров А.Д. Обработка резанием титановых сплавов. – М.: Машиностроение, 1970. – 180 с.
2. Полетика М.Ф. Исследование процесса резания титановых сплавов // Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов: Сб. науч. тр. – Куйбышев: КуАИ, 1962. – С. 28-35.
3. Резников Н.И., Черемисин А.С. Физические особенности процесса резания и обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов // Исследование обрабатываемости жаропрочных и титановых сплавов: Сб. науч. тр. – Куйбышев, 1973. – С. 5-17.
4. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. – М.: Высшая школа, 1974. – 590 с.
5. Резников Н.И. Об «отрицательной» усадке при обработке титановых сплавов // Повышение производительности процессов резания: Сб. науч. тр. – Куйбышев: КуАИ, 1959. – Вып. 9. – С. 5-10.

Статья поступила в редакцию 13 марта 2013 г.

THE INVESTIGATION OF SHAVING FORMING PROCESS DURING BT8 TITANIUM ALLOY SHAPING

A.N. Belov

Samara State Technical University
224, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The comparative results' investigation of shaving forming process during BT8 titanium alloy shaping with covering NbC and without covering are presented.

Keywords: titanium alloy, shaving, NbC covering, cutting modes.

Anatoliy N. Belov (Ph.D (Techn)), Associate Professor.