

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ОЛОВОМ НА ХАРАКТЕР ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

М.С. Никитин, А.В. Рябов

INFLUENCE OF TIN ADDITION ON THE CUTTING PROCESS OF STRUCTURAL STEELS

M.S. Nikitin, A.V. Ryabov

Рассматривается влияние добавок олова на изменение условий процесса резания конструкционных низколегированных сталей. Проведена предварительная оценка обрабатываемости резанием данных материалов с использованием методики ОАО «АвтоВАЗ».

Ключевые слова: автоматная сталь, легирование, олово, обрабатываемость резанием, эффект Ребиндера.

The paper considers the effect of tin additions on the change of conditions of the cutting process of low-alloy structural steels. A preliminary estimation of machinability of these materials is made using the "AvtoVAZ" technique.

Keywords: free-cutting steel, alloying, tin, machinability, Rehbinder effect.

Анализ вопроса повышения производительности процесса резания за счет совершенствования применяемых конструкционных материалов приводит к выводу о потребности в наличии сталей с высокими и стабильными показателями механической обрабатываемости. В этом отношении важнейшую роль играют так называемые автоматные стали, в которых улучшение данных характеристик достигается путем ввода регламентированного количества специальных добавок: серы, фосфора, свинца и ряда других элементов. Они являются основой организации обработки металла на токарных станках-автоматах, станках с программным числовым управлением и обеспечивают возможность комплексной автоматизации производства [1].

Вместе с тем широко известные недостатки современных автоматных сталей [2], обусловленные, в первую очередь, физико-химическими свойствами самих добавок, повышающих механическую обрабатываемость, определяют непрерывающийся поиск новых способов улучшения условий процесса резания металлических материалов, в том числе и за счет применения нетрадиционных легирующих элементов. В качестве такой альтернативы с точки зрения технологичности стали в процессе выплавки может рассматриваться олово [3].

В настоящее время на машиностроительных предприятиях зачастую используются ускоренные методы определения обрабатываемости резанием. В частности, металлографическое исследование корня стружки позволяет судить о характере процессов, происходивших на контактных площадках, и оценить степень деформации в поверхностных слоях детали, что, в свою очередь, может рассматриваться в качестве косвенного показателя сопротивления материала резанию. В связи с этим в данной работе была проведена предварительная оценка механической обрабатываемости металла с повышенным содержанием олова в условиях ОАО «АвтоВАЗ» по методике, изложенной в технологической инструкции И 12031.37.101.269–2007 «Проведение лабораторных исследований обрабатываемости резанием конструкционных сталей».

В качестве объекта для исследования была выбрана сталь 30ХМ с базовым составом по ГОСТ 4543–71. Выплавка производилась в лабораторной индукционной печи. Для легирования использовали металлическое олово квалификации ЧДА согласно ТУ 6-09-2704-88. Перед выпуском металла из печи отбиралась проба для определения химического состава методом атомно-адсорбционного анализа, результаты которого представлены в таблице.

Химический состав сталей

Номер образца	Массовая доля компонентов, %									
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Sn
1	0,28	0,49	0,24	0,017	0,005	0,89	0,18	0,29	0,07	0,004
2	0,29	0,52	0,27	0,020	0,006	0,88	0,18	0,23	0,06	0,076
3	0,28	0,56	0,25	0,018	0,008	0,86	0,17	0,22	0,10	0,179

Слитки подвергались горячей пластической деформации методом свободной ковки на молотах с рабочей массой 500 кг не менее чем в два прохода до получения прутков квадратного профиля диаметром около 40 мм, которые впоследствии перетачивались на круг диаметром 30 мм. Из каждого прутка были изготовлены четыре образца, которые в дальнейшем подвергались механической обработке на токарно-винторезном станке

типа 16К20 с ЧПУ инструментами из быстрорежущей стали марки Р6М5 по соответствующему режиму. Внешний вид заготовок до и после проведения испытаний представлен на рис. 1.

В ходе металлографического изучения условий процесса резания производили вырезку корня стружки, после чего тщательно полировали его боковую сторону, а затем подвергали травлению. Подготовленные шлифы просматривали под мик-

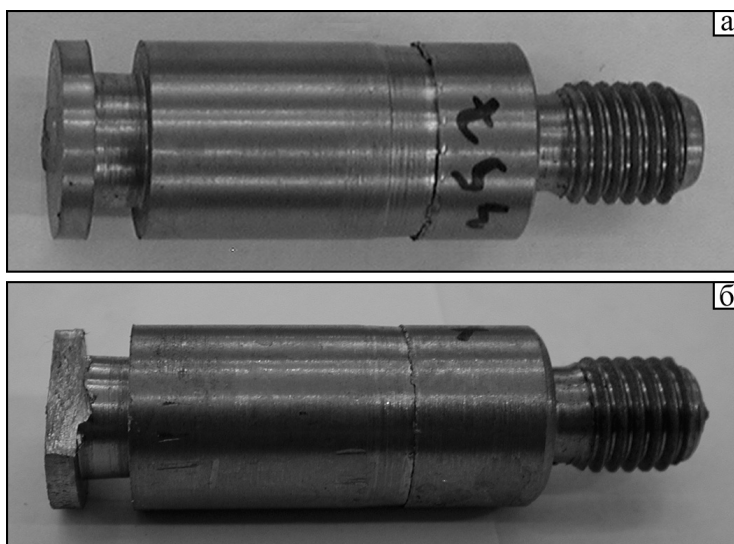


Рис. 1. Внешний вид образцов до (а) и после (б) механической обработки

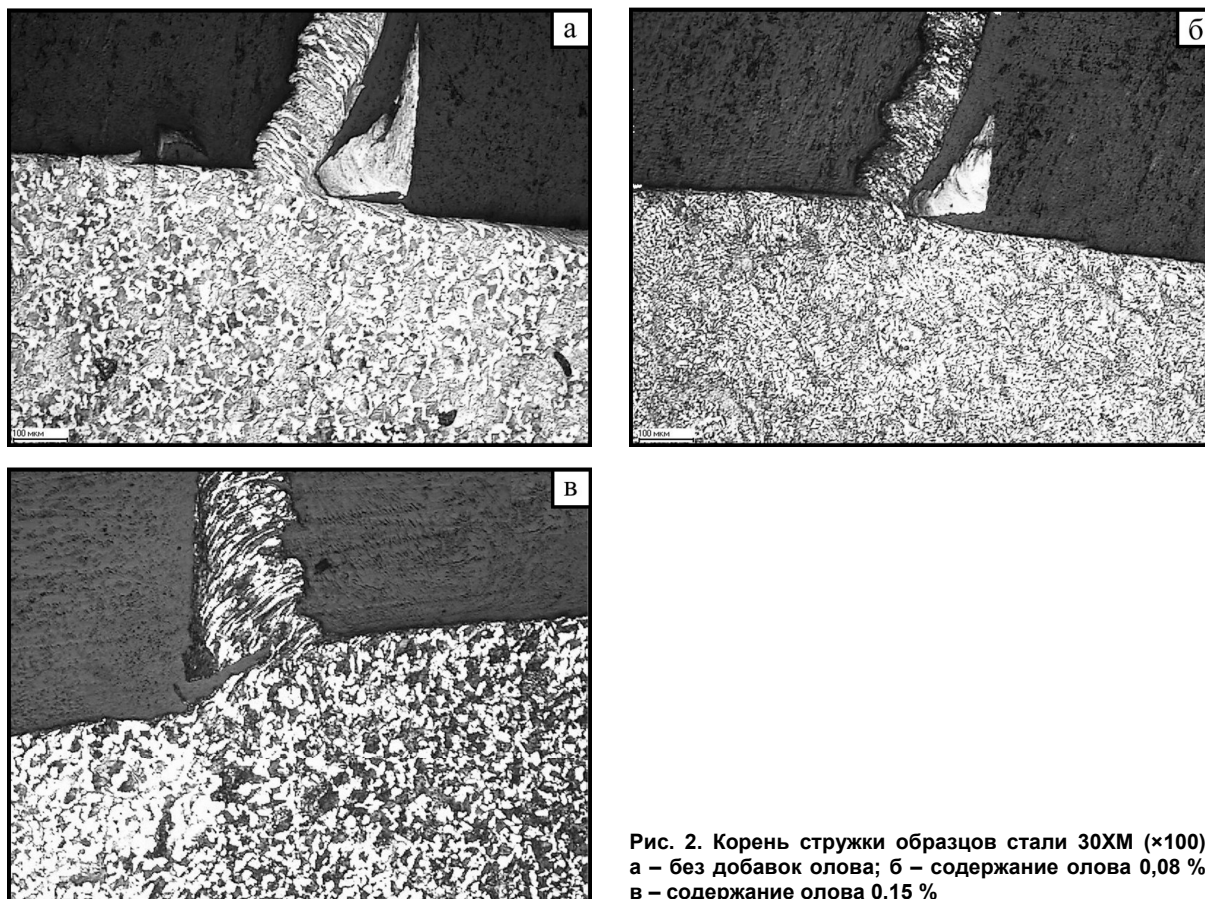


Рис. 2. Корень стружки образцов стали 30ХМ (×100): а – без добавок олова; б – содержание олова 0,08 %; в – содержание олова 0,15 %

роскопом при увеличении в 100 раз. Фотографии корня стружки представлены на рис. 2.

На рис. 2, а, б отчетливо виден нарост, сформировавшийся на передней поверхности режущей кромки инструмента в процессе лезвийной обработки образцов стали 30ХМ без добавок олова и при его содержании в металле на уровне 0,08 %. В то же время прослеживается тенденция к ослаблению явлений адгезии и наростообразования с увеличением концентрации данного легирующего элемента (рис. 2, в).

Являясь продолжением резца, нарост определяет интенсивность его износа за счет изменения первоначальных геометрических размеров и оказывает влияние на качество обработанной поверхности, которые, в свою очередь, являются двумя важнейшими критериями оценки уровня обрабатываемости стали резанием. В случае обработки материалов, склонных к образованию нароста, в том числе конструкционных легированных сталей, его высота снижается с увеличением твердости и уменьшением пластичности детали [4].

Улучшение условий резания и облегчение деформации и разрушения поверхностных слоев металла, дополнительно легированного оловом, в значительной степени обусловлены эффектом Ребиндера – явлением адсорбционного понижения его прочности и пластичности. При этом, с одной стороны, в данном случае имеет место внешний адсорбционный эффект, определяющий снижение предела текучести и коэффициента упрочнения срезаемого слоя.

С другой стороны, вследствие адсорбции олова в междендритных пространствах и на границах зерен проявляется внутренний эффект [5], обуславливая уменьшение работы образования новых поверхностей и облегчение распространения микротрещин, возникающих и развивающихся по дефектам структуры или в результате скоплений дислокаций [6], формированию которых в том числе способствует и наличие в кристаллической

решетке железа атомов олова. В результате это приводит к хрупкому интеркристаллитному разрушению и резкой потере прочности обрабатываемого материала.

Выводы

1. Дополнительное легирование металла оловом приводит к заметному улучшению условий процесса его механической обработки резанием инструментом из быстрорежущей стали.

2. Ослабление адгезионных связей между инструментальным и обрабатываемым материалом и снижение сил трения на контактных площадках, выражающееся в уменьшении величины нароста, в достаточной степени объясняется эффектом Ребиндера.

Литература

1. Нагаи, Т. Автоматные стали производства фирмы "Kobe Seikose" / Т. Нагаи; пер. с яп. А.Н. Косникова. – М.: Всесоюз. центр переводов науч.-техн. лит. и документации, 1978. – 25 с.

2. Гольдштейн, Я.Е. Конструкционные стали повышенной обрабатываемости / Я.Е. Гольдштейн, А.Я. Заславский. – М.: Металлургия, 1977. – 248 с.

3. Никитин, М.С. К вопросу об оценке степени усвоения и равномерности распределения олова при легировании стали / М.С. Никитин, А.В. Рябов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2011. – Вып. 17. – № 36 (253) – С. 26–29.

4. Бобров, В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

5. Заславский, А.Я. Современные автоматные стали. Состав, включения, свойства / А.Я. Заславский. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 206 с.

6. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учеб. для вузов / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.

Поступила в редакцию 11 марта 2012 г.