

## СТРУЖКООБРАЗОВАНИЕ ПРИ РЕЗАНИИ МАЛОПЛАСТИЧНОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА

М. Ф. ПОЛЕТИКА, А. И. АФОНАСОВ

Как известно, процесс резания титановых сплавов характеризуется высокой температурой в зоне резания, малой длиной контакта стружки с резцом и весьма малой усадкой стружки. При высоких скоростях резания усадка может даже становиться меньше единицы, причем, как было показано одним из авторов настоящей статьи [1, 2], а также другими исследователями [3, 4], это есть результат перехода сливной стружки в элементную. Особенно это характерно для обработки малопластичных сплавов, что ранее было иллюстрировано опытами, проведенными со сплавом ВТ-2 [1]. В настоящей работе мы освещаем некоторые результаты исследования стружкообразования при резании сплава ВТЗ-1.

На рис. 1 и 2 приведены микрофотографии корней стружек, полученных при различных скоростях с помощью приспособления для мгновенного останова процесса резания. В обоих случаях стружка элементная, и, как легко видеть, с повышением скорости резания элементы становятся более отчетливо разделенными.

Если при малой скорости деформация захватывает почти весь объем отделяемого элемента, то с ростом скорости она локализуется в контактном слое, который служит связующим звеном между элементами. Это хорошо заметно на рис. 2. Контактный слой везде текстурирован, в то время как в основном объеме элемента степень деформации мала и исходная микроструктура почти не трансформируется.

Во многих случаях связь между элементами стружки получается очень прочной, что, по-видимому, и ввело в заблуждение некоторых исследователей [5, 6], посчитавших, что при резании титановых сплавов образуется сливная стружка, которая удлиняется, скользя по передней грани (получает «отрицательную» усадку).

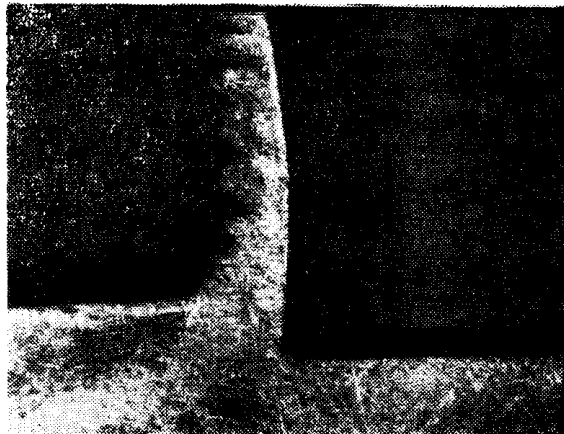


Рис. 1. Микрошлиф зоны резания при малой скорости.  $V=5$  м/мин.;  $S=0,26$  мм/об.;  $t=3$  мм;  
 $\gamma = +10^\circ$ ;  $\alpha = +8^\circ$

Коль скоро стружка имеет элементное строение, усадка, измеренная обычным методом, уже не может быть характеристикой стружкообразования. В качестве такой характеристики правильнее взять предельный угол  $\beta_1$ , определяющий положение плоскости, по которой происходит отделение элемента стружки.

Возможны два способа измерения угла  $\beta_1$ : либо по микрофотографиям, подобным изображенным на рис. 1, 2; либо путем непрерывного наблюдения в процессе резания за боковой поверхностью корня стружки.



Рис. 2. Микрошлиф зоны резания при высокой скорости резания.  $V = 55,4$  м/мин.,  $S = 0,26$  мм/об.;  $t = 3$  мм;  $\gamma = +10^\circ$ ;  $\alpha = +8^\circ$

Первый путь требует очень большого количества шлифов корней, так как для каждой комбинации условий резания необходимо получить несколько корней, фиксирующих различные фазы процесса формирования элемента стружки.

Второй путь несравненно менее трудоемкий, но может привести к ошибкам, так как угол  $\beta_1$ , измеренный у поверхности, порой существенно отличается от среднего значения (среднего по ширине стружки).

В поисках такого хотя бы приближенного способа определения угла  $\beta_1$  мы сначала попытались его вычислять через угол  $\Psi$ , который составляет с передней гранью длинная сторона образовавшегося элемента. При этом мы исходили из того, что при резании малопластичных титановых сплавов элемент в процессе его перемещения по передней грани уже в основном объеме не деформируется, а его поворот тоже незначителен. Угол  $\beta_1$  в этом случае находится по простой формуле:

$$\beta_1 = \frac{\pi}{2} + \gamma^0 - \Psi^0 \dots \quad (1)$$

Более детальное исследование показало, что поворот элемента при движении его по передней грани все же имеет место и является результатом пластической деформации в контактном слое стружки. Элемент поворачивается в сторону уменьшения угла  $\Psi$ , а потому формула (1) будет всегда давать завышенные результаты.

Тогда мы заменим измерение угла  $\Psi$  измерением длины стороны элемента. Деформация этой стороны в процессе перемещения элемента незначительна и выражается лишь в некотором искривлении и удлинении ее приконтактной части. Если обозначить длину элемента через  $l$ , то угол  $\beta_1$  определится:

$$\beta_1 = \arcsin \frac{a}{l} \dots \quad (2)$$

где

$a$  — толщина среза.

Для проверки предлагаемой методики были проведены опыты, в которых угол около элемента  $\beta_1$  определялся другими известными способами. В частности, применялась киносъемка, визуальное наблюдение через микроскоп с градусной шкалой и фотографирование с по-

мощью этого микроскопа боковой поверхности зоны резания, а также определение угла  $\beta_1$  на корнях стружек. На рис. 3 даны результаты из-

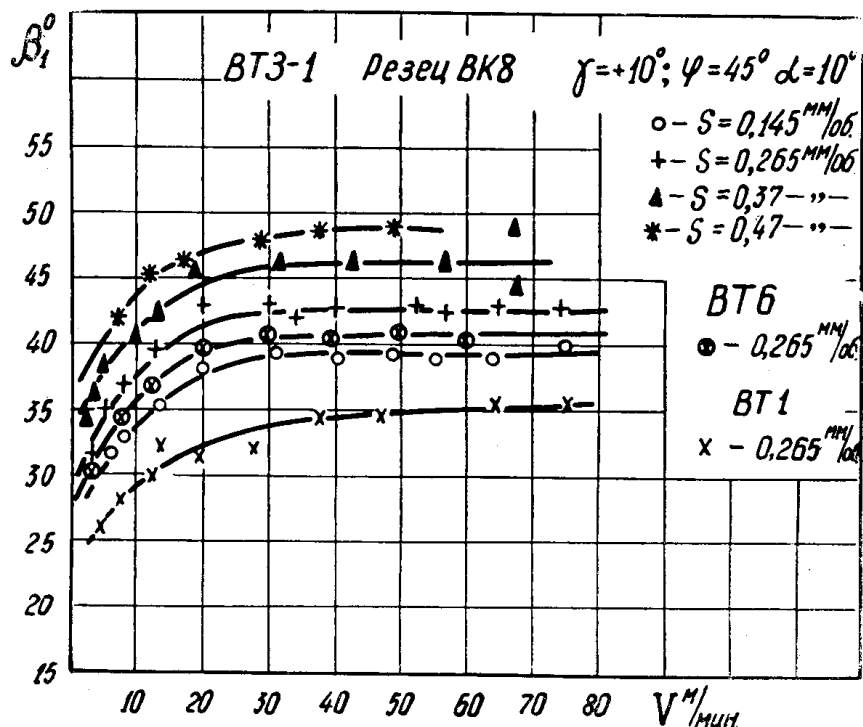


Рис. 3. График зависимости угла конечного скола элемента от скорости резания, подачи и марки сплава

мерения угла  $\beta_1$  по описанной методике для случая точения титанового сплава ВТЗ-1 на разных режимах. Для сравнения на этом же графике приведены данные по другим сплавам титана с разными механическими свойствами, из которых сплав ВТЗ-1 обладает низкой пластичностью, ВТ1 относится к пластичным сплавам титана, а сплав ВТ6 занимает промежуточное положение.

Из графика (рис. 3) видно, что с уменьшением пластичности сплава величина угла  $\beta_1$  заметно увеличивается. Увеличение подачи также приводит к увеличению угла.

Первоначальное увеличение скорости резания сопровождается ростом угла скола элемента, а дальнейшее повышение скорости резания слабо сказывается на изменении угла.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ф. Полетика. Исследование особенностей процесса резания титанового сплава ВТ2. Изв. вузов СССР, Машиностроение, № 11, 1961.
2. М. Ф. Полетика. Исследование процесса резания титановых сплавов. Труды Всесоюзной межвузовской конференции «Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов», том I, Куйбышев, 1962.
3. Н. И. Резников. Об «отрицательной» усадке при обработке титановых сплавов. Труды Куйбышевского авиационного института, вып. IX, 1959.
4. А. С. Зыкин. Некоторые вопросы физики процесса резания многокомпонентных титановых сплавов. Труды Всесоюзной межвузовской конференции «Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов», том II, Куйбышев, 1963.
5. А. Д. Чубаров, Н. Н. Новиков. Особенности деформации поверхностных слоев титановых и жаропрочных сплавов при обработке резанием. Вестник машиностроения, № 9, 1958.
6. Я. Л. Гуревич. Об усадке стружки. Вестник машиностроения, № 1, 1957.