

А.И. САГРАДЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ УСАДКИ СТРУЖКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ РЕЗЦАМИ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследована зависимость коэффициента усадки от режимов резания V, S, t при обработке сталей различных марок и титанового сплава в широком интервале изменения параметров этих режимов. Выявлено, что коэффициент усадки зависит от физико-механических свойств обрабатываемых материалов, а также от склонности к схватыванию этих материалов в контакте с резцом. Показано непосредственное влияние режимов возникновения нароста на величину коэффициента усадки.

Ключевые слова: резец, режимы резания, стружка, нарост, коэффициент усадки.

Исследование усадки стружки имеет большое научно-практическое значение для объяснения явлений, происходящих при пластических деформациях на контактных поверхностях в процессе резания.

Режимы резания оказывают существенное влияние на процессы, происходящие в зоне резания, в частности, на усадку стружки, силу, температуру, вибрации и т.д. Они, в конечном счете, определяют стойкость и работоспособность инструмента. Влияние режимов резания на процессы в зоне резания является переменным при изменении свойств и состава обрабатываемого и инструментального материалов. Усадка является внешним выражением той пластической деформации, которая сопровождает образование стружки, но величина усадки не всегда может точно выражать степень деформации. Она зависит от угла резания и коэффициента трения на передней поверхности инструмента, т.е. от направления равнодействующей силы.

Как указано в [1-3], силы резания тесно взаимосвязаны с усадкой стружки.

Исследование усадки стружки осуществлялось для четырех инструментальных материалов (B14M7K25, B11M7K23, P9K5 и P18) при точении стали 45, а также одним инструментальным материалом (B14M7K25) - сталей 45, 2X13, P18 и титанового сплава BT5. При этом режимы резания менялись в пределах, указанных в табл. 1. Эксперименты проводились на станке 1K62, оснащенном вариатором ВР-1. Усадка сходящей стружки исследуемых материалов определялась двумя методами: по длине и весовым методом. Более точным оказался второй метод, который был использован при определении усадки для всех материалов:

$$G = a_c b_c L_c \rho \cdot 10^{-3}, \quad K_L = G \cdot 10^3 / L_c \rho a b \quad \text{или} \quad K_L = G \cdot 10^3 / L_c \rho S t.$$

На рис.1 приведены результаты исследования усадки ξ в зависимости от скорости резания. Как видно, на изменение скорости резания наиболее

интенсивно реагирует величина усадки при обработке сталей 45 и 2Х13. С повышением механических свойств обрабатываемых материалов эта интенсивность уменьшается.

Таблица 1

Режимы резания при точении различных обрабатываемых материалов
резцами из В14М7К25

Режимы резания	Сталь 45	2Х13	Р18	ВТ5
$V, \text{м/мин}$	10...100	10...120	5...50	5...50
$S, \text{мм/об}$	0,12...0,95	0,12...0,70	0,12...0,95	0,12...0,70
$t, \text{мм}$	0,5...4,0	0,5...4,0	0,5...3,5	0,5...3,5

Наиболее сложный характер в контакте взаимодействующих пар инструмент – обрабатываемая деталь обнаружен при резании сталей 45, 2Х13 и Р18. Здесь видно существование явления наростообразования в области определенных зон скоростей для различных обрабатываемых материалов. При этом уменьшение величины усадки, по-видимому, связано с увеличением нароста с одновременным увеличением фактического переднего угла и явлений, вытекающих отсюда (угол сдвига, температура и т.д.).

Если при исследовании изменения усадки в зависимости от скорости при точении стали 45 ξ имеет экстремальный характер классического типа, то несколько иначе выглядят кривые при точении сплавов 2Х13 и Р18. На этих кривых (рис. 1) в исследуемых диапазонах скоростей обнаружены только максимальные точки.

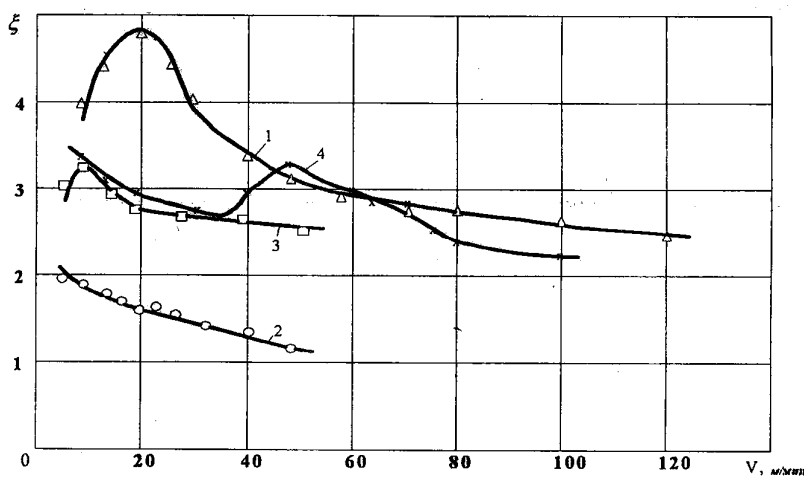


Рис. 1. Зависимость усадки стружки от скорости резания ($S = 0,3 \text{ мм/об}$, $t = 2 \text{ мм}$) при обработке материалов резцами из быстрорежущего сплава В14М7К25: 1 – 2Х13, 2 – ВТ5, 3 – Р18, 4 – сталь 45

Минимальные значения, вероятно, существуют, но они смещены в зону малых скоростей и находятся за пределами исследуемого диапазона скоростей. Только при точении титанового сплава BT5, у которого наростообразование отсутствует из-за слишком низкого модуля упругости, кривая $\xi = f(V)$ имеет монотонно убывающий характер с увеличением скорости резания.

Усадка стружки при точении стали 45 различными инструментальными материалами со скоростью резания 60-минутной стойкости практически одинакова и находится в пределах 2,9...3,0 (табл. 2).

Таблица 2

Усадка стружки при скорости резания, равной
скорости 60-минутной стойкости

Материал резца	B14M7K25	B11M7K23	P9K5	P18	B14M7K25		
Обработ. материал	Сталь 45				2X13	P18	BT5
Оптимальная скорость, м/мин	65	63	45	45	80	17,5	20,5
Усадка, ξ	2,90...2,95	2,95	2,85...2,9	2,9...3,0	2,6...3,0	2,96...3,05	1,57

Если построить графики усадки стружки от режимов резания в двойной логарифмической системе координат (рис.2) и произвести обработку экспериментальных данных, можно получить зависимости в виде

$$\xi = C_{\xi} V^{z_{\xi}} S^{y_{\xi}} t^{x_{\xi}}. \quad (1)$$

Эти степенные зависимости хотя и не дают точного изменения усадки в соответствии с изменением, например, скорости резания, но могут быть использованы для оценки степени влияния параметров режимов резания на деформационное состояние стружки и силы резания.

Как видно из табл. 3, наибольшее влияние на усадку стружки оказывает скорость резания, причем при резании стали 45 это влияние наиболее значительно.

Таблица 3

Коэффициенты C_{ξ} и показатели z_{ξ} , y_{ξ} , x_{ξ} при точении различных
обрабатываемых материалов резцами из B14M7K25

Обработ. материал		Сталь 45	2X13	P18	BT5
Коэффициент	C_{ξ}	97,4	20,2	43,3	45,5
Показатели степени	z_{ξ}	-0,95	-0,53	-0,23	-0,41
	y_{ξ}	-0,41	-0,34	-0,20	-0,16
	x_{ξ}	-0,03	-0,04	-0,01	-0,007

Согласно опытным данным, подача влияет на усадку стружки больше, чем глубина резания, так как с изменением подачи при постоянной скорости резания температура повышается больше, чем с изменением глубины резания.

Это повышение влечет за собой снижение коэффициента трения и соответствующее уменьшение усадки стружки.

С изменением глубины резания в исследованном диапазоне при постоянных V, S усадка стружки практически не меняется (рис.2).

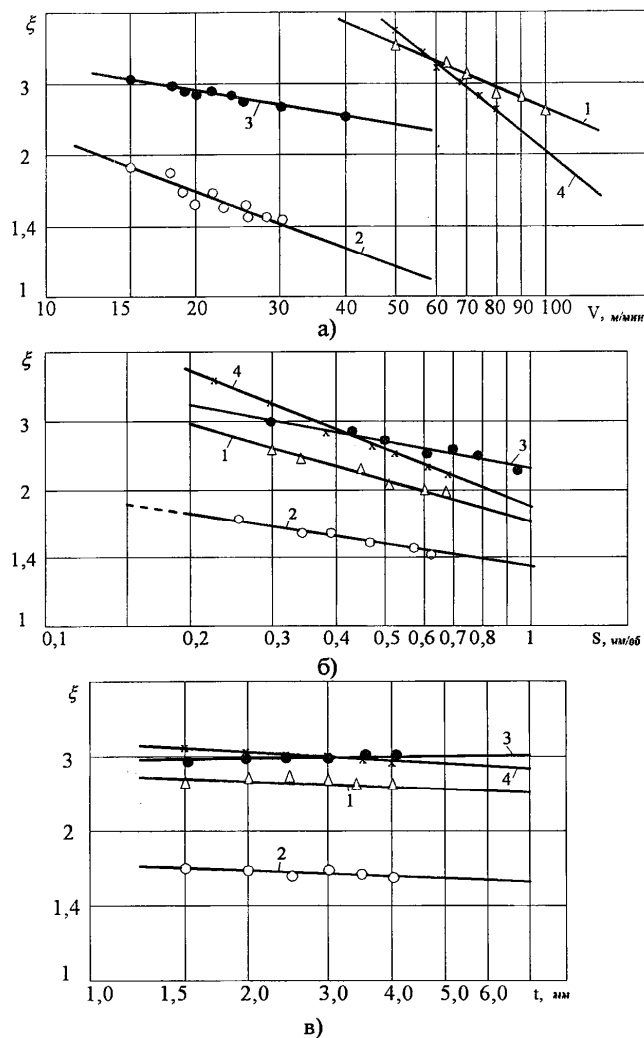


Рис.2. Зависимость усадки от режимов резания при обработке материалов резцами из В14М7К25: а – $\xi = f_1(V)$ при $S = 0,3 \text{ мм/об}$, $t = 2 \text{ мм}$; б – $\xi = f_3(S)$ при $t = 2 \text{ мм}$ и $V_1, V_2, V_3, V_4 = 80,0; 20,5; 17,5; 65 \text{ м/мин}$; в – $\xi = f_2(t)$ при $S = 0,3 \text{ мм/об}$ и аналогичных значениях $V_1, \dots, V_4$. Материалы: 1 – 2Х13, 2 – ВТ5, 3 – Р18, 4 – сталь 45

Анализ результатов исследований показывает, что:

- усадка стружки при точении резцами из сплава В14М7К25 материалов разных классов (стали 45, 2Х13, Р18 и сплав ВТ5) в диапазоне исследуемых скоростей меняется в зависимости от области наростообразования для каждой пары резец-обрабатываемая деталь. Это объясняется различной склонностью к схватыванию и реальными условиями контакта взаимодействующих пар;
- наблюдаемое резкое различие в величинах усадки стружки при точении сталей 45, 2Х13, Р18 и титанового сплава ВТ5 резцами из сплава В14М7К25 объясняется, наряду с разными физико-механическими свойствами обрабатываемых материалов, также различной склонностью к взаимному схватыванию обрабатываемого и инструментального материалов;
- при точении стали 45 резцами из различных инструментальных материалов при соответствующих режимах резания величины усадки меняются незначительно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. – М.: Машгиз. 1979. – 368с.
 2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1985. – 358с.
 3. Христафорян С.Ш. О процессе резания материалов как самоорганизующейся структуре по переработке вещества // Изв. НАН и ГИУА. Сер. ТН. – 1999. – Т.52, №2. – С. 145-151.
- ГИУА. Материал поступил в редакцию 01.02.2005.

Ա.Ի. ՍԱՀՐԱԴՅԱՆ

ՏԱԵՐԴԻ ԿՕՎՄԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՏԱՐԲԵՐ ԳՈՐԾԻՔԱՆՅՈՒԹԵՐՈՎ ՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԵՎ
ՀԱՄԱՁՈՒՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԴԵՊԵՆԴԵՆՍԻԱ

Հետազոտված է տարբեր գործիքանյութերով պողպատների և տիտանի համաձուլվածքի մշակման ժամանակ կտրման ռեժիմների փոփոխման լայն միջակայքում կծկման գործակցի կախումը V , S , t կտրման ռեժիմներից: Պարզվել է, որ կծկման գործակիցը կախված է մշակվող նյութերի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից, ինչպես նաև գործիքանյութի և մշակվող նյութի կոնտակտում փոխադարձ կապակցման հավակնությունից: Ստացված արդյունքներով տրված է կծկման գործակցի արժեքի վրա մակաճի առաջացման ռեժիմների ուղղակի ազդեցությունը:

A. I. SAGRADYAN

CHIP SHRINKAGE STUDY IN STEEL AND ALLOY MACHINING BY CUTTERS MADE
FROM TOOL MATERIALS

Shrinkage factor dependence on cutting conditions V , S , t in machining different steel quality and titanium alloys during a large range of changing parameters of these conditions is studied. It is revealed that the shrinkage factor depends on physical and mechanical properties of materials to be machined as well as on tendency to grip these materials in contact with the cutter. Immediate influence of arising cut conditions on the shrinkage factor value is shown.