

## СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И СТОЙКОСТЬ ЛИТОГО ИНСТРУМЕНТА

Ю.П. Хараев

Свойства литого инструмента во многом обусловлены структурой сформированной в зависимости от условий кристаллизации при различных методах литья. Помимо этого, на режущую способность инструмента существенное влияние оказывают методы формирования и состояние поверхностного слоя. К основным факторам, определяющим состояние поверхностного слоя режущей части инструмента, относятся режимы заточки и материал абразивных кругов. Имеющиеся сведения в основном, относятся к заточке деформированных сталей.

Анализ результатов исследования фазового состава быстрорежущей стали свидетельствует о повышении остаточного аустенита в структуре поверхностного слоя после шлифования до 43% у деформированных быстрорежущих сталей, до 15% и 32% у литых в кокиль и жидкостекольные песчаные формы, соответственно. Результаты рентгеноструктурного анализа шлифованных образцов из литых и деформированных сталей приведены в таблице 1.

Значительное повышение количества аустенита после шлифования деформированной стали кругами из электрокорунда связано с повышением температуры в зоне резания выше критической, вследствие пониженной теплопроводности стали и электрокорунда. При шлифовании литых сталей более высокое содержание остаточного аустенита

отмечено у сталей, полученных литьем в жидкостекольные песчаные формы (до 32%). В данном случае это является следствием влияния структуры стали, которая характеризуется наличием весьма грубой сетки ледебуритной эвтектики, карбидная составляющая которой представлена карбидами типа  $M_6C$  и  $MC$ , частично растворяющимися при шлифовании.

Судя по структурным изменениям, происходящим в поверхностных слоях рабочих поверхностей инструментов из деформированной и литой стали, после шлифования их имеет место вторичная закалка поверхностного слоя.

Аустенит, образующийся при вторичной закалке, распределяется крайне неравномерно вследствие локализации в определенных объемах деформирующего и термического воздействия абразивного круга при шлифовании. Именно в этих объемах имеет место растворение карбидов, что способствует повышению степени легированности аустенита и его стабилизации при охлаждении. На рисунках. 1 и 2 представлены электронные микрофотографии поверхностного слоя с присутствием большого количества участков аустенита в поверхностном слое образцов, полученных литьем в жидкостекольные песчаные формы и шлифованных электрокорундовыми и эальборовыми кругами.

Таблица 1 – Характеристика поверхностного слоя до и после шлифования

Характеристика	Сталь	До шлифования	После шлифования	
			Эльборовым кругом	Электрокорундовым кругом
Количество остаточного аустенита, %	деформированная	3-5	13	43
	литая в кокиль	3-5	8	17
	литая в песчаные формы	3-5	10	32
Макронапряжения $G, Pa \cdot 10^7$	деформированная	-	-15,0	+72,0
	литая в кокиль		-80,5	+10
	литая в песчаные формы		-19,5	+50
Микронапряжения $\frac{\Delta a}{a} \cdot 10^{-3}$	деформированная	2,5	3,2	2,0
	литая в кокиль	2,8	4,1	3,9
	литая в песчаные формы	2,4	3,6	2,1

## СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И СТОЙКОСТЬ ЛИТОГО ИНСТРУМЕНТА

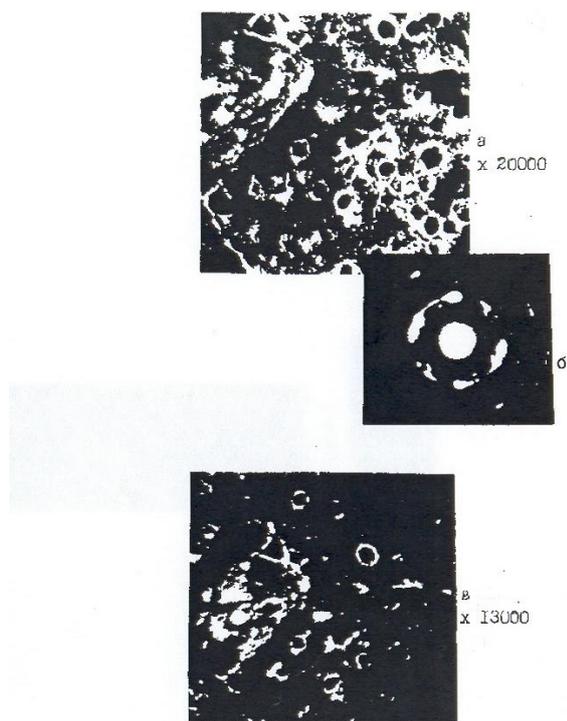


Рисунок 1 – Электронные микрофотографии поверхностного слоя образца после шлифования кругом из эльбора: а – микроструктура (x20000), б – микродифракция, в – темнопольное изображение в свете рефлексов аустенита (13000)

На картинах микродифракции присутствуют рефлексы мартенсита и аустенита. Темнопольное изображение (рисунки 1в и 2в) участка фольги в свете рефлекса аустенита, отмеченного на рисунках 1б и 2б, показывает, что остаточный аустенит после шлифования эльбором располагается преимущественно около карбидов вследствие его повышенной легированности из-за частичного растворения последних. После шлифования электрокорундом распределение остаточного аустенита крайне неравномерно с преимущественным его расположением по границам блоков. Образовавшийся аустенит может легко наклепываться.

Высокая температура в зоне резания, пластическая деформация, неравномерный теплоотвод, структурные превращения приводят к изменению напряженного состояния поверхностного слоя шлифованного инструмента. Процесс шлифования в зависимости от материала круга и инструмента создает различные по величине и знаку макронапряжения (таблица 1). Не исключена возможность явления «перенаклепа», приводящего к его разупрочнению в процессе эксплуатации.

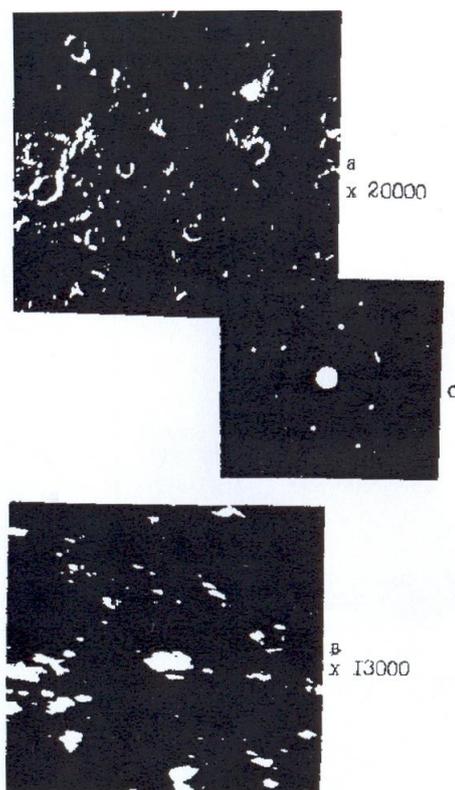


Рисунок 2 – Электронные микрофотографии поверхностного слоя образца после шлифования кругом из электрокорунда: а – микроструктура (x20000), б – микродифракция, в – темнопольное изображение в свете рефлексов аустенита (13000)

Известно, что остаточный аустенит обладает склонностью к трещинообразованию и снижает механические свойства.

Как показали стойкостные испытания, при этом наблюдается снижение стойкости режущего инструмента (рисунок 3). Необходимо отметить, что глубина поверхностного слоя подверженного структурным изменениям не превышает 100-150 Мкм. Исследования изменения твердости показали, что на глубине более 100 Мкм значения твердости стабилизируются и соответствуют твердости основного металла. Изменения дефектного слоя в указанных пределах определяются видом и режимом шлифования. Анализ результатов стойкостных испытаний показал, что при заточке эльборовыми кругами стойкость фрез повышается во всем диапазоне скоростей резания. Стойкость инструмента после заточки обусловлена изменениями в тонких поверхностных слоях режущей части, которые зависят от исходной структуры стали, материала абразива и режимов обработки.

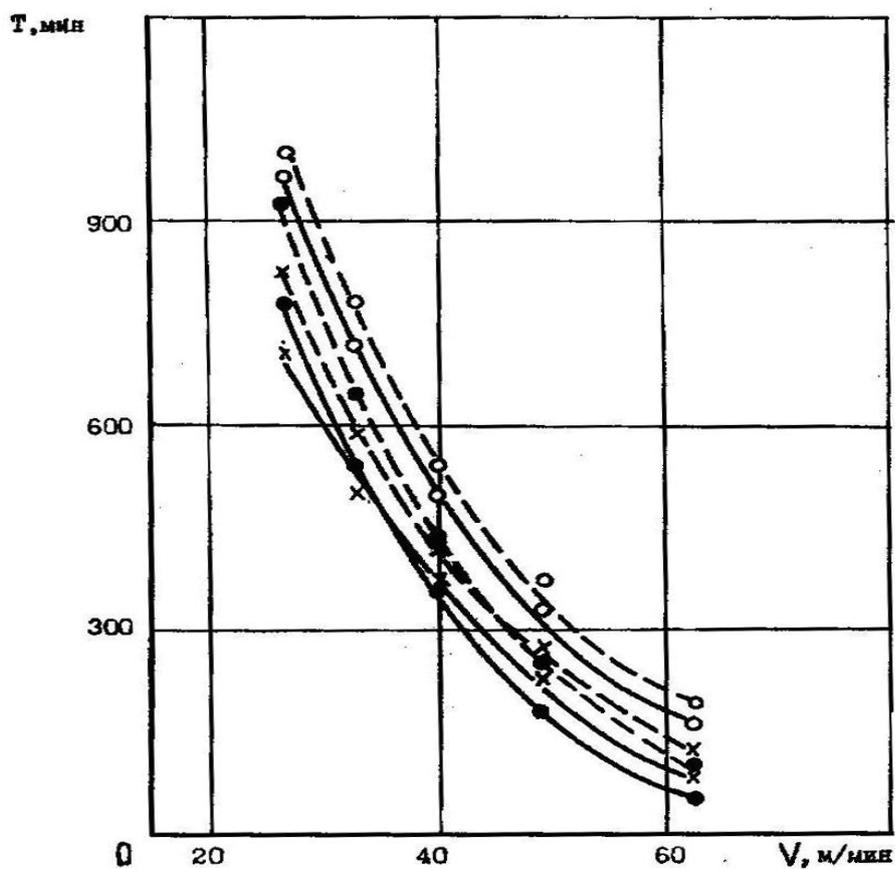


Рисунок 3 – Стойкость фрез из стали, литой в кокиль (o), в песчаные формы (x), деформированной (•), после заточки кругами из эльбора (---) и электрокорунда (-)

Научно-производственное предприятие «Софтсервис»