

**ВЛИЯНИЕ ФИНИШНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО  
СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА**

Заключительной операцией изготовления инструмента обычно является шлифование. Оно проводится после полного цикла термообработки с целью придания ему окончательной формы и размеров, а также устранения возможных искажений в результате термической обработки. Влиянию этого процесса на свойства готовых изделий уделяется все большее внимание. Особенно важно выяснить влияние шлифования на структуру и свойства контактной поверхности инструмента. Роль шлифования в процессе производства постоянно возрастает в связи с применением твердых и труднообрабатываемых материалов, повышением требований к чистоте и точности обработанной поверхности, уменьшением припусков на обработку.

При шлифовании имеет место термическая обработка поверхностного слоя, характеризующаяся чрезвычайно высокими скоростями изменения температуры (при охлаждении до 105 град/с) и малыми выдержками при высокой температуре. В соответствии с диаграммой состояния при температуре ниже  $A_{01}$  мартенсит распадается с образованием троостита и троостомартенсита; при превышении этого значения образуется вторичный закаленный слой. В случае реализации в поверхностном слое вторичной закалки основные структурные превращения сводятся к следующему: поверхностные слои содержат гораздо больше аустенита, чем его образуется при обычной закалке; сильно отпущенный слой, расположенный непосредственно под слоем, претерпевшим поверхностную закалку, имеет такое же количество превращенного остаточного аустенита, как и основная масса образца; аустенит образуется независимо от того, применялось охлаждение или нет. Для получения обобщенной оценки влияния шлифования на уровень микронапряжений и количество остаточного аустенита, а также их взаимосвязи был проведен рентгеноструктурный анализ поверхности сталей Р6М5 и 45ХЗВЗМФС (шлифование проводилось электрокорундовым кругом при продольной подаче 0,04 мм и поперечной подаче 0,04 мм). Шлифованию стали 45ХЗВЗМФС предшествовали цементация, закалка от 1180°C с последующим трехкратным отпуском при 550–560°C. Анализ данных изменения ее фазового состава свидетельствует о повышении количества остаточного аустенита в поверхностном слое до 30 %, что значительно превышает его уровень в закаленной стали. Резкое увеличение количества аустенита в шлифованных образцах диффузионно-

упрочненной стали 45ХЗВЗМФС объясняется высоким содержанием углерода в цементованном слое и понижением точки  $\alpha \leftrightarrow \gamma$  – превращения.

Действие высоких температур вызывает протекание разупрочняющих процессов, следствием чего является снятие напряжений и понижение твердости поверхностного слоя. Поверхностные слои как при обработке резанием, так и при шлифовании изменяют свои свойства в результате пластической деформации, которая осуществляется путем перемещения и размножения дислокаций. В процессе перемещения дислокаций повышается концентрация вакансий и дислоцированных атомов, вследствие притяжения вакансий к дислокациям пор и микропор, прежде всего образуются по границам зерен. На самой поверхности отчетливо видны следы пластической деформации.

Микроструктурный анализ материала поверхности инструмента после шлифования позволяет выявить значительное количество вырывов, трещин. Они создают своеобразную картину разрыхленности материала поверхностного слоя. Появление такого рода дефектов способствует интенсификации изнашивания в связи с повышенной склонностью к образованию адгезионных мостиков у выступающих элементов поверхности и усилению схватывания активизированного пластической деформацией металла. Микро- и субмикронарушения поверхностного слоя в свою очередь способствуют усилению износного разрушения. Увеличение содержания остаточного аустенита также влечет за собой нежелательные последствия, благоприятствует развитию процессов смятия.

По характеру структуры и напряженного состояния в поверхностном слое при шлифовании можно выделить две зоны. Первая из них расположена непосредственно у поверхности. Исследуемые изменения в ней максимальны и характер их свидетельствует о возможном развитии здесь значительной пластической деформации. Изучение природы происходящих при этом изменений и их характеристик, а также влияния на них последующей термообработки или эксплуатации представляется особенно важным. Это связано с определяющим значением данной зоны для износостойкости материала и стойкости инструмента. Зона, располагающаяся вслед за поверхностной, испытывает воздействие упругих деформаций и процессе обработки. По ряду причин (температурно-силовые градиенты, пластическая деформация, упрочнение и разупрочнение у поверхности) указанные напряжения не снимаются полностью после прекращения обработки. Они действуют в готовом инструменте как остаточные и, по-видимому, также оказывают значительное влияние на стойкость инструмента и прежде всего на его надежность в эксплуатации.