

Найдена тесная зависимость (коэффициент множественной корреляции 0,785) между параметром шероховатости поверхности Ra обработанных образцов из стали 38ХМЮА, параметрами режима термической обработки и ее физико-механическими свойствами:

$$t_{Ra} = -0,07t_T + 0,13t_\tau + 0,1t_{HB} + 0,097t_{\nabla H} + 0,94t_\rho + 0,2t_\phi .$$

Из этой зависимости следует, что наибольшее влияние на изменение шероховатости обработанной поверхности оказывает плотность материала поверхностного слоя детали. Таким образом, по плотности поверхностного слоя можно судить о некоторых показателях обрабатываемости сталей. С остальными изученными факторами параметр шероховатости поверхности связан слабо.

УДК 621.961.01.001.24

Г.П. КУЗЬМИЧЕВ, А.М. ГРИГОРЬЕВ,
Е.Л. КЛЕЦКОВ, И.П. ЯНОВИЧ, В.И. ТУРОМША

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ИНСТРУМЕНТА МЕТОДОМ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

В основу метода определения допускаемого давления на режущую кромку инструмента положена регистрация с помощью голографической интерферометрии в реальном масштабе времени [1] остаточного деформированного состояния материала инструмента, соответствующего его переходу из упругой области деформаций в пластическую.

Исследования проводили на кольцевых образцах из стали У8А с размерами: наружный диаметр — 60 мм; диаметр отверстия — 25 мм; высота — 20 мм. Образцы предварительно подвергали объемной закалке при 810 °С в воде с отпуском при 160 °С в течение 1 ч и контурной закалке при 860 °С в воде с отпуском при 160 °С в течение 1 ч. Нагрев под контурную закалку проводили ленточным индуктором, размещенным в воде и подключенным к источнику тока частотой 66 кГц. Глубина закаленного слоя при контурной закалке составляла 3...3,5 мм.

Образец крепили на плите установки УИГ-2М. Оптическая схема (рис. 1) позволяла регистрировать смещения поверхности образца в плоскости, перпендикулярной к его отверстию. В отверстии образца размещали рычажный механизм нагружения, обеспечивающий передачу усилия в двух диаметрально противоположных точках кромки отверстия. На фотопластинке регистрировали голограмму с установленного образца, фотопластинку проявляли на месте экспонирования без смещения. Полученная голограмма, освещенная опорным лучом, восстанавливала сигнальный волновой фронт, соответствующий выходному состоянию образца и интерферирующий с волновым фронтом, идущим от него. Это позволяло наблюдать и фиксировать интерферограммы развития и протекания процессов деформирования исследуемых образцов.

Моделирование работы режущей кромки инструмента проводили путем циклического нагружения кромки отверстия образца с возрастанием усилия

P в каждом цикле до появления зон остаточных напряжений, которые проявляются в виде аномалий интерференционных полос после снятия нагрузки (рис. 2, 3). Одновременно регистрировали усилие P , соответствующее моменту появления этих аномалий, и определяли силу P_p , действующую в радиальном направлении кромки отверстия образца.

Установлено, что у образцов, прошедших объемную закалку, аномалии интерференционных полос в виде кольцевых зон (рис. 2, *a*) появляются при давлении около 2200 МПа, а прошедших контурную закалку — при 1600 МПа. Наличие кольцевых зон соответствует резкому изменению напряжений, вследствие чего может происходить разрушение режущей кромки инструмента. При нагружении образцов, прошедших объемную закалку, возникают напряжения одного знака, так как кольцевые полосы располагаются непосредственно на режущей кромке инструмента. Напротив, кольцевые полосы у образцов, прошедших контурную закалку, располагаются примерно на границе закаленного и незакаленного слоев (рис. 3, *a*). Практика показывает, что в этой зоне происходит разрушение инструмента. Кроме того, увеличение числа интерференционных полос свидетельствует о более высоком уровне напряженного состояния в объеме деформируемого материала, а различное расстояние между полосами и большая степень их искажения — о неравномерной деформации образца по всему сечению.

После снятия нагрузки в образцах, прошедших объемную закалку, остаточных напряжений практически не наблюдается (рис. 2, *б*), а в прошедших

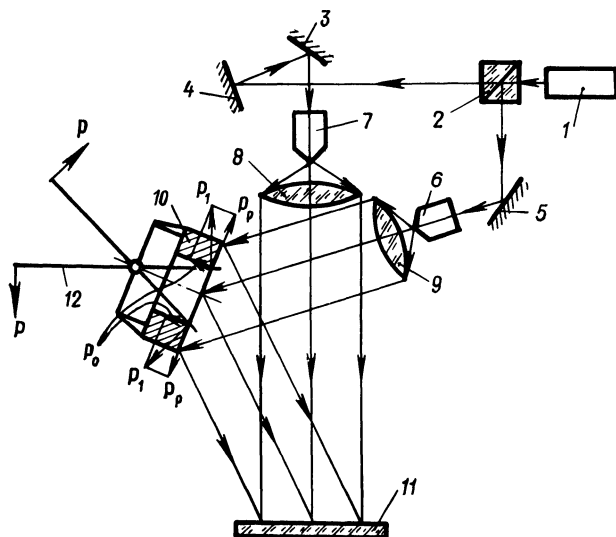


Рис. 1. Оптическая схема голографической интерферометрии и схема нагружения образца: 1 — источник излучения; 2 — светоделитель; 3–5 — зеркала; 6, 7 — расширители; 8, 9 — собирающие линзы; 10 — образец; 11 — голограмма; 12 — механизм нагружения кромки образца; P — усилие нагружения образца; P_o , P_p , P_1 — усилия на кромке образца соответственно осевое, радиальное, результирующее

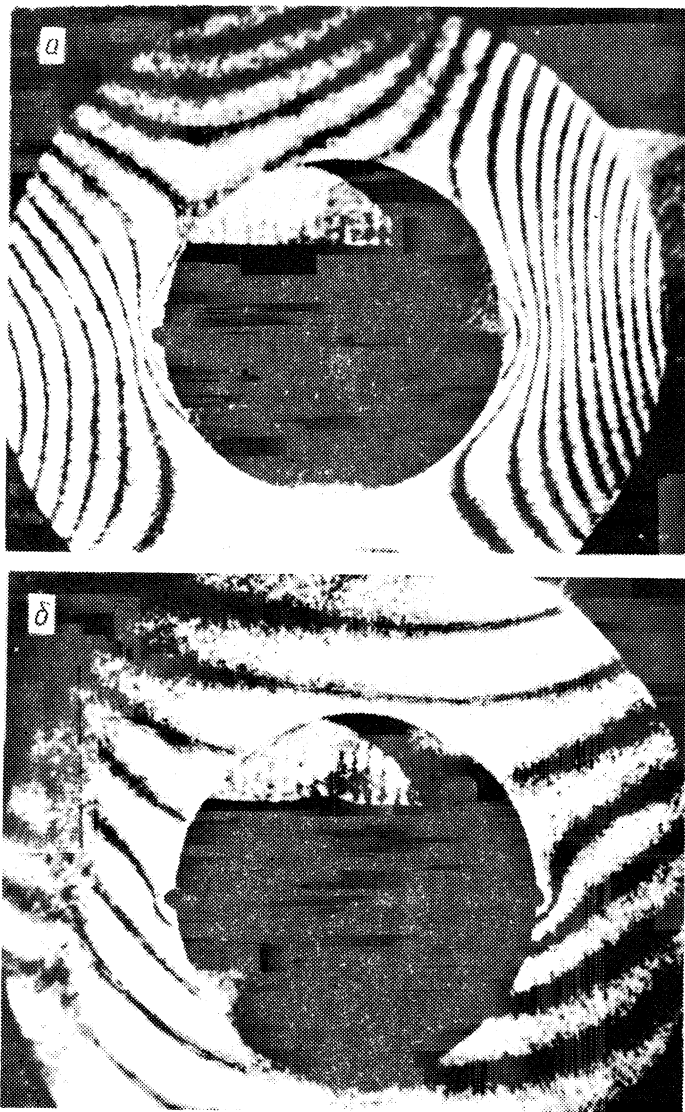


Рис. 2. Голографические интерферограммы кольцевого образца (сталь У8А) после объемной закалки:

a – под нагрузкой, соответствующей моменту появления аномалий остаточных интерференционных полос; *б* – после снятия нагрузки

контурную закалку наблюдаются знакопеременные остаточные напряжения (рис. 3, б), которые снижают прочность инструмента и могут быть причиной искажения его геометрии.

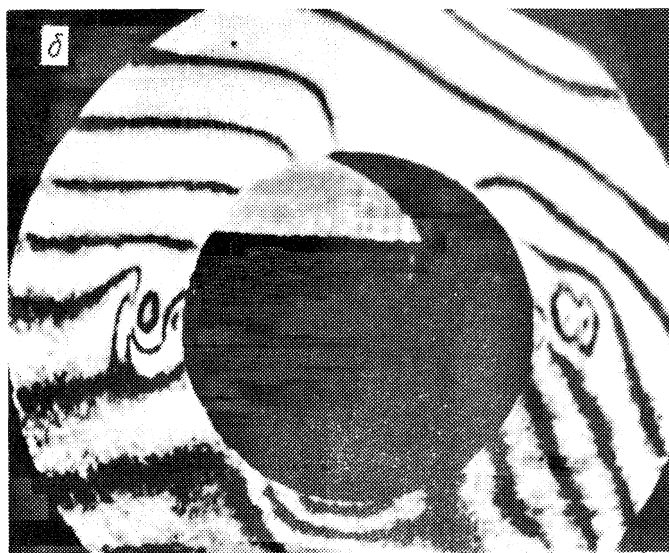
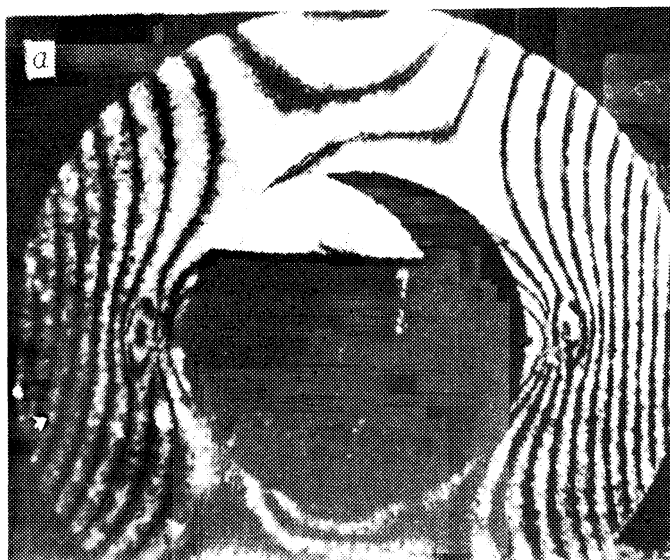


Рис. 3. Голографические интерферограммы кольцевого образца (сталь У8А) после контурной закалки кромки отверстия:
a – под нагрузкой, соответствующей моменту появления аномалий остаточных интерференционных полос; *б* – после снятия нагрузки

Таким образом, голографическая интерферометрия позволяет определить допускаемые давления на режущие кромки инструмента и фиксировать остаточные напряжения и деформации.

В настоящее время в производственной практике при изготовлении матриц разделительных штампов для холодной листовой штамповки применяется объемная и контурная закалка. Достоинством последней является существенное уменьшение деформации режущих кромок вырубного штампа после термической обработки. Область применения контурной закалки определяется допустимым давлением на режущую кромку, которая подвергается закалке. С помощью голографической интерферометрии установлено, что допустимое давление на режущей кромке после контурной закалки составляет 70 % давления после объемной закалки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островский Ю.И., Бутусов М.М., Островская Т.В. Голографическая интерферометрия. – М., 1977. – 336 с.