

М. В. КАСЬЯН, И. Р. ИВАНОВ, Ф. А. ПАРИКЯН

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ РЕЗАНИИ

Напряженное состояние поверхностных слоев металла оказывает значительное влияние на эксплуатационные свойства деталей. Практика показала, что появление в поверхностных слоях деталей остаточных напряжений сжатия приводит к повышению их контактной и усталостной прочности, а также коррозионной выносливости.

Влияние режимов резания и геометрии режущего инструмента на характер и величину остаточных напряжений в значительной степени изучено [1, 2, 3, 4].

Целью данной работы является установление величины, знака и характера распределения остаточных напряжений по глубине при обработке стали 40Х и 35Х ГСА, Армко Э10 и СЧ18-36 в различных технологических средах. Внутренние остаточные напряжения определялись по методике, описанной в работе [4].

Параметры режимов резания оставались постоянными: $v=50$ м/мин. $f=0,1$ мм/об., $t=1$ мм; режущий материал — Т5, К10.

Результаты экспериментов приведены на рис. 1а, в. Из этих данных следует, что при резании в воздухе для всех обрабатываемых материалов, кроме СЧ18-36, в поверхностных слоях получались остаточные напряжения растяжения. При этом их величина и распределение по глубине в значительной степени зависят от свойств обрабатываемого материала. Наибольшая величина остаточных напряжений отмечалась у Армко Э10 на расстоянии $h=20$ мкм. При обработке стали 40Х, особенно 35ХГСА, величина и глубина проникновения остаточных напряжений уменьшается.

Согласно литературным данным, пластическая деформация при обработке резанием распространяется только в тонких поверхностных слоях, что приводит к появлению в последних остаточных напряжений сжатия. Однако после точения указанных сталей в различных технологических средах были зарегистрированы как сжимающие, так и остаточные напряжения растяжения (рис. 1а, б).

Это явление следует объяснить различием в характере механизма формирования остаточных напряжений, обусловленным взаимодействием специфических условий резания, создаваемых технологической средой и физико-химическими свойствами обрабатываемого материала.

Характер деформирования поверхностных слоев обрабатываемого

материала определяется протеканием процессов сжатия, растяжения, среза и разрыва, а также термическими явлениями. Под воздействием сил резания поверхностные слои, сжимаясь, стремятся занять большую площадь. Остальная, недеформированная часть тела препятствует этому, вследствие чего в краевых зонах появляются остаточные напряжения сжатия. Однако подробное рассмотрение зоны деформации показывает, что конечное деформированное состояние слоев является двухосным, так как на начальное сжатие материала влияет деформация растяжения в направлении движения инструмента, вызванная внешним трением последнего с обрабатываемым материалом.

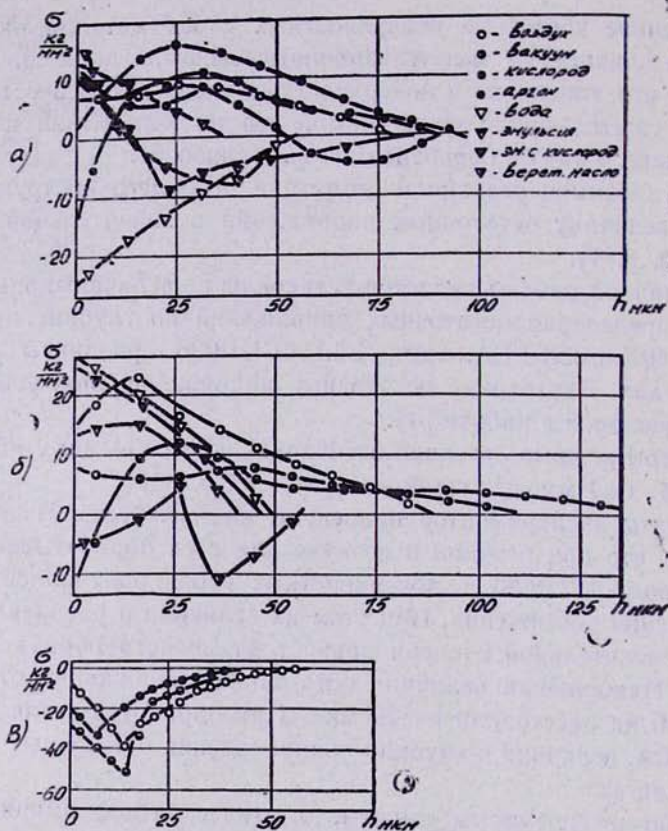


Рис. 1. Влияние среды на внутренние остаточные напряжения в зависимости от обрабатываемого материала: а—сталь 40X, б—Ж. Армо Э10, в—СЧ18-36.

В зависимости от степени действия процессов сжатия и растяжения, а также в зависимости от деформаций, возникающих в процессе среза и разрыва в поверхностных слоях деталей из стали 40X, 35ХГСА и железа Армо Э10, появляются остаточные напряжения сжатия или растяжения.

Деформационные процессы сжатия и растяжения приводят сначала

и образованию в поверхностных слоях как в стали, так и в чугуна остаточных напряжений сжатия.

В процессе сжатия при обработке чугуна в противоположность стали не исчерпывается вся деформационная способность материала. В этом случае стружка не срезается, а отрывается, и поэтому пластические деформации, сопутствующие процессу среза и отрыва, здесь отсутствуют. Вследствие этого, независимо от применяемой среды, в поверхностных слоях детали СЧ18-36 наблюдаются только остаточные напряжения сжатия (рис. 1в).

В этом смысле, появление в поверхностных слоях деталей из стали 40X и 35ХГСА остаточных напряжений сжатия, после их обработки в кислороде, является результатом понижения пластичности металла из-за действия кислорода и значительного снижения коэффициента трения.

В процессе резания обрабатываемая поверхность подвергается одновременно механическому и тепловому воздействию, в результате трения между контактными поверхностями в зоне стружкообразования и под воздействием образующегося тепла тонкие поверхностные слои сильно нагреваются и удлиняются. Нижележащие, менее нагретые слои препятствуют этому, вследствие чего поверхностные слои могут оказаться сжатыми, выше предела текучести σ_T . В результате в поверхностных слоях появляются остаточные напряжения растяжения. Таким образом, в зависимости от степени нагрева и охлаждения поверхности остаточные напряжения сжатия могут уменьшаться, полностью исчезать, или могут возникать температурные напряжения растяжения.

Тот факт, что после точения в различных технологических средах в поверхностных слоях деталей в большинстве случаев обнаружены напряжения растяжения (рис. 1а, б), свидетельствует о преобладающей роли термического фактора.

Из всех исследуемых материалов только в поверхностных слоях стали 40X после точения в воде были обнаружены остаточные напряжения сжатия, что можно объяснить высокой охлаждающей способностью воды и сравнительно низкой пластичностью стали 40X.

Интересные результаты получены при точении стали 35ХГСА в вакууме и в аргоне.

Несмотря на высокую температуру в зоне резания, в поверхностных слоях детали регистрировались остаточные напряжения сжатия. Можно предположить, что под действием значительных сил резания в поверхностных слоях деталей из стали 35ХГСА возникают остаточные напряжения сжатия, которые полностью не сжимаются под действием образующегося тепла.

Таким образом, полученные результаты показывают, что величина и знак остаточных напряжений в поверхностных слоях в значительной степени зависят от применяемой среды и обрабатываемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Маталин. Причины возникновения остаточных напряжений. Качество обработанных поверхностей. ВНИТОМАШ, кн. 34, М., 1954.
2. В. Н. Тимофеев. Остаточные напряжения первого рода, возникающие в поверхностном слое при точении. «Вестник машиностроения», 1951, № 12.
3. А. В. Подзей. Технологические остаточные напряжения. М., Машиностроение, 1973.
4. К. А. Петросян. Комплексное исследование закономерностей образования качества поверхности при точении улучшенных сталей. Канд. дисс., Ереван, 1972.