

УДК. 621.7.08

Р.Д. Королёв, С.В. Слесарев

R.D. Korolev, S.V. Slesarev

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

К ВОПРОСУ ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛАХ ИЗМЕРЕНИЕМ ТВЕРДОСТИ

TO ESTABLISHMENT OF SURFACE RESIDUAL STRESSES IN METAL MEASUREMENT OF HARDNESS

Кратко описаны методы определения остаточных напряжений. Рассмотрены вопросы взаимосвязи поверхностных остаточных напряжений в деталях машин и происходящее при этом изменение твердости. Представлены результаты эксперимента.

Ключевые слова: остаточные напряжения, твердость, метод, деформация, металлы.

The methods for determining residual stresses. The questions of the relationship of surface residual stresses in machine parts and what is happening with the change in hardness. Pre-presentation of the results of the experiment.

Keywords: residual stresses, hardness, method, deformation, metals.

Экспериментальные и экспериментально-расчетные методы определения напряженного состояния в пластической области приобретают все большее значение. Знание напряжений при пластической деформации металла способствует рациональному построению технологических процессов, выявлению и устранению причин возникновения трещин в заготовках и готовых деталях, определению наклепа и остаточных напряжений поверхностного слоя деталей, подвергнутых механической обработке. Напряжения в пластической области необходимо знать при проектировании конструкций оптимального веса.

Развитие экспериментальных методов стимулируется и тем обстоятельством, что аналитически определять напряжения аппаратом теории пластичности достаточно сложно, а иногда и невозможно. Между механическими характеристиками конструкционных материалов существует взаимосвязь. В.А. Кроха [3] установил количественную оценку между напряжениями и

твердостью. В настоящее время используют различные методы определения остаточных напряжений: метод полного разрушения, метод колец и цилиндров, метод стержней и полосок, метод отверстий, рентгеновский метод, метод твердости, метод хрупких и оптически чувствительных покрытий и др. [4–6]. Метод твердости как наиболее простой и легко реализуемый в цеховых условиях представляется наиболее перспективным, но он недостаточно исследован.

Метод исследования напряженно-деформированного состояния в пластической области заключается в следующем. Испытывают материал на растяжение или сжатие; измеряют твердость на различных стадиях деформации образцов и строят тарировочный график «интенсивность напряжений – твердость – интенсивность деформаций»; затем, измеряя в различных точках деформированного тела твердость, определяют из тарировочного графика соответствующую ей интенсивность напряжений и деформаций.

Влияние технологических факторов на параметры деформации поверхностного слоя и твердость материала исследовалось при точении, шлифовании и обкатке цилиндрических деталей. Изменение состояния поверхностного слоя материала деталей оценивалось и с помощью вихретокового дефектоскопа. Прибор модели ПВК-К2 принадлежит к классу вихретоковых дефектоскопов нового поколения и представляет собой сложный программно-технический комплекс.

Изменение твердости стали 30ХГСМ при различных способах и режимах обработки показало следующее: с увеличением скорости обкатки от 30 до 100 м/мин наблюдается уменьшение микротвердости от 2490 до 1920 МПа, температура при этом не превышает 250–300 °С и проникает на глубину не более 300 мкм. При точении деталей из стали 30ХГСА зависимость микротвердости от скорости обработки экстремальна с минимумом на скорости 160 м/мин.

Для определения режимов обработки, оптимизирующих эксплуатационные свойства поверхностного слоя, необходимо установить влияние скорости обработки на величину максимальных тангенциальных остаточных напряжений $\sigma_{\tau \max}$. Проведенные исследования показывают, что, несмотря на некоторые расхождения результатов из-за методов измерения $\sigma_{\tau \max}$, получена одна и та же качественная картина – экстремальный характер зависимостей $\sigma = f(V)$.

Как показали исследования [1], физико-механические свойства обрабатываемых материалов оказывают определенное влияние на величину и характер изменения остаточных напряжений в зависимости от скорости обработки. Так, например, наблюдается монотонное снижение остаточных напряжений во всем диапазоне скоростей обработки от 400 до 180 МПа. При скорости $V = 200$ м/мин наблюдалось сверхпластичное течение материала, что существенно улучшает его эксплуатационные свойства: прирабатываемость, износостойкость, вибростойкость и коррозионную стойкость. При обработке деталей из

стали 30ХГСА, в зависимости от метода измерения остаточных напряжений, экстремум также наблюдается при скорости обработки $V = 160$ м/мин и связан с температурой сверхпластичного течения материала.

Метод определения остаточных напряжений измерением твердости пока еще не получил широкого распространения вследствие отсутствия достаточно полного обоснования зависимости кривой «твердость – интенсивность напряжений» от вида напряженного состояния, типа нагрузки, марки материала и температуры деформации.

Список литературы

1. Болкунов В.В., Бурмистров В.П. О взаимосвязи основных механических характеристик некоторых конструкционных материалов // Вопросы электронной техники: сб. науч. тр. / Саратов. политехн. ин-т. – Саратов, 1973. – Вып. 64. – С. 80–92.

2. Болкунов В.В. К вопросу определения вероятностных кривых упрочнения // Материалы науч.-техн. конф. молодых ученых. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 1970. – С. 13–16.

3. Кроха В.А. Кривые упрочнения металлов при холодной деформации. – М.: Машиностроение, 1968. – 178 с.

4. Болкунов В.В., Слесарев С.В. К оценке внутренних напряжений при заливке реборд из пластмасс на металлическое кольцо подшипникового узла // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: сб. науч. тр. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2004. – С. 176–177.

5. Болкунов В.В. О возможности оценки напряженного состояния деталей машин вихретоковыми дефектоскопами // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: сб. науч. тр. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2007. – С. 92–96.

6. Бабенко М.Г., Слесарев С.В., Бабенко А.И. Измерение остаточных напряжений в материале технических объектов методом зондирующего отверстия // Вестник Саратов. гос. техн. ун-та. – 2011. – № 56. – С. 21–23.

Получено 04.06.2015

Королев Рихард Джахангилович – студент, Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Институт электронной техники и машиностроения, гр. ТМОб-41, e-mail: rihardkorolev@mail.ru.

Слесарев Сергей Валентинович – научный руководитель, доцент кафедры проектирования технических и технологических комплексов, Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Институт электронной техники и машиностроения, e-mail: ser-slesarev@yandex.ru.