

Константинов А.М., Баринов С.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
ararat2221@mail.ru*

Исследование влияния режимов упрочнения на микроструктуру стали 40Х

Сталь 40Х - легированная конструкционная сталь предназначена для деталей повышенной прочности. К ним относятся: оси, плунжеры, валы, штоки, кольца, шпиндели, оправки, губчатые венцы, рейки, болты, полуоси и прочие детали с особыми требованиями в вопросе прочности. Сталь 40Х также часто используется для производства поковок, штампованных заготовок и деталей трубопроводной арматуры. [1] Этим обусловлен выбор данного материала в качестве объекта исследования влияния режимов упрочнения на микроструктуру.

Чтобы увеличить срок службы изделий, применяются различные упрочняющие технологии: термообработка, химико-термическая обработка, нанесение покрытий и поверхностно-пластическое деформирование.

Поверхностное пластическое деформирование (ППД) является наиболее перспективным способом упрочнения. ППД представляет собой метод обработки, в ходе которого поверхностный слой детали подвергается упруго-пластическому деформированию. Результатом поверхностно-пластического деформирования является увеличение прочности, повышение стойкости к износу изделий. ППД имеет ряд преимуществ, по сравнению с другими способами упрочнения. Главным является наличие плавного перехода между упрочненным и неупрочненным слоем, что, в отличие от способа нанесения покрытий различных видов, исключает концентраторы напряжений на границе между упрочненной и неупрочненной областями детали. Также ППД отличается высокой эффективностью и меньшей энергоемкостью процесса, может применяться для деталей различной формы и размеров.

Статико-импульсная обработка (СИО) является прогрессивным методом обработки ППД, позволяющим осуществлять упрочнение материала в условиях комбинированного статического и динамического силового воздействия. Технология упрочнения СИО включает следующие этапы: предварительное статическое и последующее периодическое импульсное нагружение инструмента. [2] Предварительное статическое поджатие инструмента перед ударом позволяет наиболее полно передавать энергию удара в нагружаемую среду. Таким образом, повышается эффективность воздействия на обрабатываемый материал. [3] СИО отличает важное преимущество: дополнительные конструктивно-технологические параметры позволяют проводить упрочнение на глубине до 10 мм с увеличением прочности поверхностного слоя на 200..300%. Это дает возможность сформировать как равномерно, так и гетерогенно упрочненный слой.

Метод статико-импульсной обработки разработан относительно недавно, поэтому вопрос изучения его возможностей является актуальной задачей современной науки. Ранее проводились исследования влияния режимов упрочнения на твердость, остаточные напряжения, контактную выносливость и ударную вязкость. Исследованию влияния режимов упрочнения СИО на микроструктуру упрочненных образцов уделялось достаточно мало внимания.

Цель научно-исследовательской работы – исследование влияния режимов упрочнения на микроструктуру стали 40Х.

Для достижения поставленной цели проведен эксперимент, в ходе которого с различными режимами статико-импульсной обработки, обеспечивающими перекрытие пластических отпечатков от 0,1 до 0,9, произведено упрочнение образцов из стали 40Х. Упрочнение осуществлялось стержневым роликом длиной 60 мм и диаметром 10 мм. После этого из упрочненных образцов изготовлены микрошлифы, металлографические исследования которых проводились с помощью микроскопа Leica DMi8.

На основании результатов проведенного эксперимента, можно сделать вывод, что в поверхностном слое стали 40Х, с увеличением равномерности с $K=0,1$ до $K=0,9$, происходит увеличение толщины слоя с микроструктурными изменениями с 124 до 311 мкм (рис. 1). Внутри этого слоя наблюдается текстура деформации зерен, сглаживающая их границы. Под зоной с микроструктурными изменениями расположена исходная (состояние поставки) нормализованная структура перлита и феррита.



Рис. 1 Упрочненный слой образца из стали 40Х, с $K=0,8$, $\times 700$.

Литература

1. Интернет-источник Мироседи А.Е., Саразов А.В., Процесс улучшения стали 40Х, <https://scienceforum.ru/2020/article/2018021538>.
2. Интернет-источник Информационный портал Владимирского государственного университета, Статико-импульсная обработка деталей, <https://www.eprussia.ru/epr/17/1058.htm>.
3. Интернет-источник Баринов С.В., Повышение сопротивления контактному выкрашиванию гетерогенным деформационным упрочнением статико-импульсной обработкой, <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-soprotivleniya-kontaktному-vykrashivaniyu-geterogennym-deformatsionnym-uprochneni>.