

УДК 674.023

С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук;
Ф.Ф. Царук, доц., канд. техн. наук;
А.В. Блохин, доц., канд. техн. наук;
А.И. Сурус, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
Adel Abdel Basset Rashid (Beirut Arab University, Lebanon, Tyre)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УСТАЛОСТИ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ

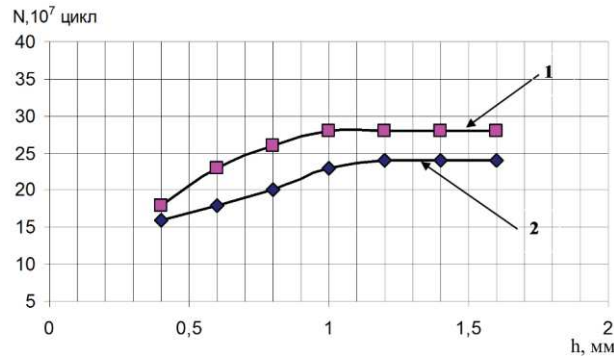
Повышение надежности и долговечности инструмента остается одной из основных задач при проектировании, производстве и техническом обслуживании технологической оснастки различного назначения. Решение этой задачи зависит от мер, принимаемых на различных стадиях создания и эксплуатации изделий. Одним из путей, способствующих решению этой задачи, является применение на определенных этапах методов поверхностного упрочнения, так как в ряде случаев физико-механические характеристики материалов не в полной мере удовлетворяют требуемым условиям эксплуатации инструмента.

Основными преимуществами химико-термической обработки являются доступность и малая стоимость, а также возможность управлять составом и строением тонкого поверхностного слоя, изменяя градиент свойств от поверхности к сердцевине. В результате реализации этих процессов упрочнения износостойкость инструмента, а для ряда из них и циклическая прочность, повышается в несколько раз. Для определения рациональных режимов поверхностного упрочнения проведены усталостные испытания образцов из стали 45ХЗВЗМФС, прошедших цементацию, а также стали 5ХНМ, прошедшей карбонитрацию.

Испытания проводились в условиях знакопеременного изгиба при частоте нагружения 18 кГц. Методика испытаний, а также используемое оборудование приведены в работах [1, 2].

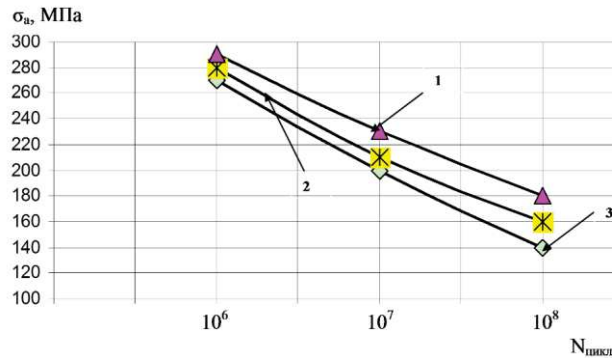
Следует отметить, что существенное повышение характеристик усталости стали 45ХЗВЗМФС достигается при толщине упрочненного слоя 1,0 мм, что обеспечивается при продолжительности процесса порядка 6–7 ч (при температуре 950 °С) (рисунки 1, 2). Основной причиной повышения числа циклов до разрушения является возникновение в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия, благоприятных при работе в условиях знакопеременного нагружения [3, 4]. Как правило, остаточные напряжения сжатия в области локальных пластических деформаций будут замедлять процессы разрушения, протекающие обычно с образованием остаточных напряжений растяжения.

Образцы из прошедшей улучшения стали 5ХНМ, обрабатывались в расплаве кальцинированной соды и мочевины при температурах 550–570°C и продолжительности процесса от 0,5 до 5 часов. Для интенсификации процесса диффузионного насыщения вводили в расплав с помощью грибового концентратора колебания частотой 3 и 18 кГц.



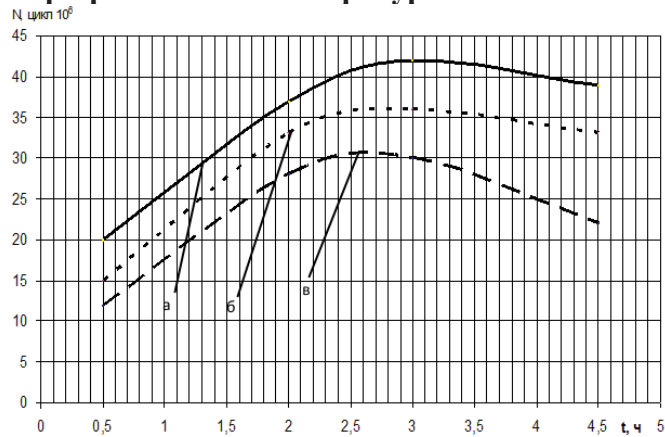
1 – 20 °C; 2 – 200 °C

Рисунок 1 – Влияние толщины упрочненного слоя на усталостную прочность стали 45ХЗВЗМФС при различных температурах испытаний



1 – 20 °C; 2 – 200 °C; 3 – 250 °C

Рисунок 2 – Усталостные кривые стали 45ХВВЗМФС при различных температурных испытаниях



а – 18кГц, б – 3 кГц, в – без колебаний

Рисунок 3 – Влияние способа и времени карбонитрации на усталостную долговечность стали 5ХНМ

Как показывают результаты испытаний, проведенных на частоте нагружения 18 кГц (рисунок 3), применение диффузионного упрочнения существенно повышает усталостную долговечность по числу циклов N до полного разрушения образца. Усталостные характеристики улучшаются даже при непродолжительном времени обработки (0,5 ч). Применение колебаний, обеспечивает повышение числа циклов до разрушения образца на 20–25 % при использовании частоты 18 кГц и на 15–20 % при частоте 3 кГц (при оптимальном времени обработки 2–3 ч). При более длительной обработке, необходимой для получения поверхностных слоев повышенной толщины, введение колебаний в расплав препятствует снижению усталостной долговечности.

Результаты испытаний показывают достаточно высокие характеристики усталости, как при комнатных, так и при повышенных температурах, что создает предпосылки использования рассмотренных сталей для изготовления штампов, работающих в условиях ударных нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блохин А.В., Царук Ф.Ф., Гайдук Н.А. Комплекс оборудования для усталостных испытаний элементов технологического оборудования / Труды БГТУ. Сер II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2002. – Вып. X. – С. 213–215.

2. Блохин А.В. Развитие комплекса оборудования для усталостных испытаний конструкционных материалов / А.В.Блохин // Труды БГТУ. Сер II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2004. – Вып. XII. – С. 263–266.

3. Макаревич С.С. Модель напряженного состояния зубьев деталей трансмиссий трелевочных тракторов / С.С. Макаревич, М.Н. Пищов, С.Е. Бельский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2009. – Вып. XVII/– С. 327–330.

4. Остаточные напряжения. При электромагнитной наплавке /П.Н.Ящерицын (и др.) // Весці НАН Беларусі. Серія фізіко-технічных наук. – 2000. - № 2. – С. 62–65.