

УДК 621.7.043:621.785

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ Р6М5 С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТИ

И.Н. СТЕПАНКИН, В.М. КЕНЬКО, И.А. ПАНКРАТОВ, М.А РЮМКИНА

Учреждение образования
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О.Сухого»
Гомель, Беларусь

Введение. Изготовление штампового инструмента для чеканки осуществляется путем выдавливания рабочей полости. Эта технология является альтернативой эрозионной обработке, и не снижает локальную прочность сталей ледебуритного класса, применяемых для изготовления тяжелонагруженного инструмента.

Для дополнительного улучшения эксплуатационных характеристик штамповой оснастки, в частности, увеличения усталостной долговечности и износостойкости, применяют упрочнение поверхностного слоя. Наиболее эффективно диффузионное упрочнение, которое обеспечивает формирование развитых модифицированных слоев (от 50 мкм и более).

В работе исследовано влияние режимов предварительной термической и совмещенной с ней химико-термической обработок (ХТО) на структуру и технологическую пластичность быстрорежущей стали Р6М5. Необходимость проведения ХТО на стадии предварительной термообработки обусловлена требованиями конструкторской документации на изготовление инструмента для чеканки. В частности, при изготовлении монет, наград и другой символики, гравюра штампа представляет собой сложный высокохудожественный рисунок. Изготовление полости штампа холодным выдавливанием обеспечивает максимально точное повторение рисунка будущего изделия в зеркальном отображении. В случае финишного упрочнения штампа с готовой полостью, повышается вероятность интенсивного окисления и искажения некоторых наиболее мелких элементов гравюры. Целью данного исследования была разработка технологии предварительного упрочнения стали Р6М5 путем науглероживания с обеспечением максимальной пластичности материала и упроченного слоя с тем, что бы последующая деформация металла “по упроченному слою” позволила сформировать сложную рабочую поверхность холодным выдавливанием.

Объекты исследования. Объектом исследований являлась быстрорежущая сталь Р6М5 с диффузионно-упрочненным слоем. Упрочнение осуществляли посредством науглероживания, которое совмещали с полным и циклическим отжигом.

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве способов реализации поставленной цели применяли технологии полного и циклического отжига стали Р6М5. Одновременно с проведением отжига осуществляли науглероживание одной из поверхностей экспериментальных

кубических образцов. Пластичность металла оценивали в процессе сжатия кубических образцов с регистрацией изменения их размеров по трем измерениям. Изменение пластичности материала отражалось путем построения диаграмм сжатия в осях напряжение–деформация.

Результаты исследований показали, что науглероживание приводит к некоторому повышению микротвердости диффузионного слоя. Она достигает 3000-3300 МПа, в то время как твердость сердцевины не превышает 2100-2400 МПа. Это обусловлено тем, что в структуре слоя присутствует большое количество карбидных частиц.

Отмечены структурные различия между науглероженным слоем, полученным в процессе полного отжига и при маятниковом отжиге. В первом случае, структура науглероженного слоя, представляет собой композиционный материал, в котором первичные и вторичные карбидные частицы располагаются в металлической матрице – зернистом перлите. При этом морфология карбидной фазы определяется первоначальной текстурой заготовки и представляет скопления крупных включений в окружении более мелких частиц. Деформация данных образцов, при действии внешнего сжимающего напряжения порядка 2000 МПа, до величины около 20 % протекает без образования дефектов. Затем в материале появляются микротрещины, суммирование которых на диаграмме отмечено некоторым снижением величины внешнего напряжения. Окончательное разделение образцов на фрагменты происходит при деформации свыше 35 %.

Во втором случае, карбидная фаза представлена большим количеством округлых частиц размерами не более двух микрометров. Совмещение процесса науглероживания с маятниковым отжигом способствует равномерному распределению карбидной фазы в материале матрицы – зернистом перлите.

Технологическая пластичность данного материала отличается более низким пределом текучести, около 1100–1200 МПа. Деформирование образцов до уровня 40–45 % не сопровождается образованием структурных дефектов. Многочисленные карбидные частицы округлой формы в процессе деформации перемещаются в перлитной матрице диффузионного слоя, вызывая его постепенное уплотнение и упрочнение. Это отражается на диаграмме сжатия приростом внешнего напряжения.

Заключение. В работе выявлено влияние режимов комбинированной термохимической обработки науглероживанием быстрорежущей стали Р6М5 на её технологическую пластичность в холодном состоянии. Показана возможность значительного повышения пластичности в случае совмещения процесса науглероживания с маятниковым отжигом.