

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЗОТИРУЕМЫХ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Гордеева Э.С., Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: штамповые стали, азотирование, прессовый инструмент, стойкость инструмента, теплостойкость поверхностного слоя.

Аннотация. Показана необходимость повышения теплостойкости и работоспособности формообразующих деталей штампов. Предложен способ улучшения этих характеристик оптимизацией состава стали для последующей обработки азотированием. Выявлено влияние легирующих элементов на окончательные свойства инструмента и преимущество разработанных сталей при испытаниях с повышенной температурой. Проведен сравнительный анализ стойкости разработанных и типовых штамповых сталей.

TO THE QUESTION ABOUT THE USE OF NITROGENED FORM STEELS FOR PRESSING TOOLS

Gordeeva E.S., Bogutskiy V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: steels for dies, nitriding, pressing tools, tool life, heat resistance of the surface layer.

Abstract. Is shown the necessity of increasing the heat resistance and efficiency of the forming parts of the stamps. Is proposed a method for improving these characteristics by optimizing the composition of steel for subsequent nitriding treatment. Are revealed the influence of alloying elements on the final properties of the tool and the advantage of the developed steels during tests at elevated temperatures. A comparative analysis of the durability of the developed and typical die steels.

Одним из важных показателей эффективности процесса штамповки является показатель стойкости штампов и прежде всего их формообразующих деталей. Одним из направлений решения проблемы обеспечения стойкости формообразующих деталей штампов, является использование штамповых сталей, обладающих повышенными физическо-механическими свойствами. Работоспособность штамповых сталей, используемых для прессового инструмента, оценивают прежде всего их исходной твердостью и отпускоустойчивостью, т.е. способностью сохранять твердость на определенном уровне после длительного нагрева [1, 2 и др.].

Существенное улучшение стойкостных характеристик штампового инструмента связано с разработкой и оптимизацией состава инструментальной стали, для различных процессов обработки, в частности для азотирования, с выявлением комплексного влияния различных легирующих элементов на свойства самой стали [3 и др.].

Для формообразующих деталей прессового инструмента, работающих при высоких температурах в условиях длительного нагружения разработаны и апробированы на производстве азотируемые штамповые стали марок ФТА (см. таблицу 1).

Табл. 1. Азотируемые штамповые стали повышенной теплостойкости

Сталь	Область применения штамповой стали	Заменяют стали	
		по ГОСТ 5950	по DIN 17 350
ФТА-3	Тяжелонагруженный прессовый инструмент, работающий при повышенных температурах	4X2B2MФC, 3X3M3Ф, 4X4BMФC	45WCrV7, 45CrVMoW57
ФТА-5	Особонагруженный прессовый инструмент, работающий при повышенных температурах	4X2B5ФM, 3X2B8Ф, 4X4BMФC, 3X3M3Ф, 5X3B3MФC	X30WCrV93, X30WCrV53
ФТА-6	Тяжелонагруженный прессовый инструмент, работающий при повышенных температурах	4X4BMФC, 4X5B2ФC, 5X3B3MФC	X35CrWMoV5

После отжига их структура состоит из избыточных карбидов и мелкозернистого перлита, различающихся по дисперсности в зависимости от состава стали. Наиболее дисперсной карбидная фаза формируется при низкой концентрации карбидообразующих элементов, содержание которых должно быть в пределах 6–9,5%. От состава карбидной фазы, ее количества и дисперсности зависит величина аустенитного зерна, определяющего прочностные и пластические свойства стали. Особенно сильно сдерживает рост зерна карбид типа МС. При этом большое значение имеет соотношение количества фаз. В случае преобладания карбида МС устойчивость зерна к росту при нагреве повышается (рис. 1). Из рис. 1 видно, что в разработанных сталях серии ФТА по сравнению со стандартными сталями, более рациональное соотношение легирующих элементов, образующих М23С6 и МС. Структура мартенсита штамповых сталей обеспечивает их значительную пластичность и ударную вязкость в сочетании с высокой прочностью (табл. 2). Преимущество разработанных сталей более выражено при повышении температуры испытания.



Рис. 1. Влияние температуры закалки на величину зерна

Сопоставление кинетики разупрочнения азотируемых штамповых сталей марок ФТА и типовых штамповых сталей показывает, что даже при более высоких температурах, вследствие формирования в структуре сталей ФТА дисперсных карбидов МС, их устойчивость к отпуску выше. Основываясь на результатах испытаний матриц из сталей серии ФТА при прессовании стальных фасонных профилей, стойкость инструмента повышается в 1,8...2,4 раза по сравнению с неазотированным инструментом и примерно в 1,5 раза по сравнению

с азотированным из стандартных сталей. Изучение изношенного инструмента показывает, что структурные превращения в азотированном слое разработанных сталей, сопровождающие процесс разупрочнения рабочей поверхности, происходят на более поздних стадиях его и проникают в этом случае на меньшую глубину.

Табл. 2. Сравнение механических свойств сталей серии ФТА и стандартных сталей повышенной теплостойкости

Марка стали	Твердость, НРС	Предел прочности, МПа	Ударная вязкость, МДж/м ²
ФТА-3	48...52	1920...2300	0,24...0,30
ФТА-5	49...53	1900...2380	0,42...0,47
ФТА-6	49...53	1750...2200	0,32...0,35
5ХЗВЗМФС	44...47	1680	0,25
4Х2В5МФ	44...47	1680	0,30

Использование азотируемых штамповых сталей в качестве инструментального материала при прессовании алюминиевых фасонных профилей позволяет увеличить стойкость деформирующего инструмента в 1,4...1,8 раза по сравнению с инструментом из типовых сталей [3]. Также при их использовании отмечается существенное повышение качества поверхности прессуемых профилей, что является следствием уменьшения налипания деформируемого металла на формообразующие поверхности инструмента. Следует отметить перспективность азотируемых штамповых сталей не только при горячем выдавливании профилей, но и в других процессах, когда предъявляются повышенные требования к свойствам поверхностного слоя, и, в первую очередь, к его теплостойкости. Так, например, в 1,5 раза повышается стойкость вставок для горячего обжима стальных труб и пресс-форм для литья алюминиевых и других сплавов под давлением.

Список литературы

1. Федулов В.Н. Перспективы использования существующих и создания новых инструментальных сталей для производства технологической оснастки горячего формообразования изделий // Литье и металлургия. 2006. №1 (37). С. 125-129.
2. Понкратин Е.И., Ленартович Д.В., Стеблов А.Б. Новые теплостойкие стали для штампов горячего деформирования // Сталь. 2009. №1. С.77-80.
3. Герасимов С.А. Структура и износостойкость азотированных конструкционных сталей и сплавов. – М.: Изд-во МГТУ Н.Э. Баумана, 2014. – 518с.

Сведения об авторах:

Гордеева Элеонора Сергеевна – старший преподаватель, СевГУ, г. Севастополь;
Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.