

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОСТОЙКОЙ СТАЛИ 5Х3ВЗМФС В ШТАМПАХ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Для условий работы вырубных, обрезных штампов характерны высокие удельные и динамические нагрузки на рабочие части штампа (пуансоны и матрицы), достигающие 200 кгс/мм^2 . Вследствие этого температуры, возникающие в зоне среза, изменяются от 200 до 1000°C . Это вызывает протекание структурных превращений в тонких поверхностных слоях, деформационных эффектов упрочнения и разупрочнения и т.д.

Для вырубных, обрезных, пробивных штампов наибольшее распространение получили стали У8, ХВГ, Х12Ф1, Х12М, которые характеризуются высокой износостойкостью при комнатной температуре и повышенной склонностью к разупрочнению при температуре выше 300°C . Известно применение теплостойких сталей типа 5Х3ВЗМФС для калибрующих прошивок, работающих в условиях высоких удельных давлений температур и абразивного износа безударного нагружения.

В связи с этим представляет интерес применение стали типа 5Х3ВЗМФС для вырубных штампов после оптимизации термической и ХТО (табл. 1).

Работа выполнялась в 2 этапа: лабораторные и производственные испытания.

Лабораторные испытания на износ проводили на установке, позволяющей моделировать температурно-силовые условия работы инструмента. Параметры трения (скорость скольжения — $0,42 \text{ м/с}$, давление — 130 кгс/см^2) обеспечивали температурный режим $\sim 400^\circ\text{C}$.

Производственные испытания проводили на вырубном штампе, предназначенном для вырубки питателя на детали трактора "лента тормоза" из стали 45 толщиной 7 мм . В целях исследования возможно большего количества вариантов термической и ХТО, а также экономии материалов был разработан сборный пуансон, позволяющий использовать вставки из различных материалов и с различными покрытиями.

Лабораторные испытания показали, что борированные образцы по варианту "6" имеют лучшую стойкость. Проведенные производственные испытания по вышеуказанному варианту показали меньшую стойкость в сравнении с вариантом "5" в результате выкрашивания боридного слоя и основы стали.

Повышение температуры отпуска до 560°C позволило увеличить ударную вязкость основы, сцепляемость боридного слоя с матрицей и снятие термических напряжений в самом слое, что позволило увеличить срок службы пуансонов (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Варианты термической и химико-термической обработки	Толщина слоя, мкм	Твердость основы	Твердость слоя, кгс/мм ²
1.	Закалка 1150°C + отпуск 560°C, 2 ч	—	54—55	—
2.	Цементация (газовая) 950°C, 15 ч + закалка (850 + 1180°C) + отпуск 560°C (3 раза х 1 ч)	1600	56—57	1020
3.	Цементация (газовая) 950°C, 15 ч + закалка 950°C + низкий отпуск 200°C	1600	50—52	1000—1020
4.	Закалка 1150°C + отпуск 560°C, 2 ч + азотирование 520°C, 20 ч	200	54—55	1200—1300
5.	Борирование 950°C, 4 ч + закалка 1080°C + отпуск 560°C, 2 ч	80	52—54	1800—2000
6.	Борирование 950°C, 4 ч + закалка 1080°C + отпуск 200°C	80	56—57	1800—2000

Т а б л и ц а 2

Вариант термической и химико-термической обработки	Стойкость вырубного пуансона, детали, шт.	Основные причины выхода из строя пуансона	Коэффициент стойкости
1	650	Смятие	1,3
2	200	Макровыкрашивание кромок	0,4
3	300	”	0,6
4	80	”	0,16
5	1200	Износ, микровыкрашивание кромок	2,0
6	700	Макровыкрашивание кромок	1,4
7 (ст.У8)	500	”	1

Применение процессов цементации и азотирования не позволило получить максимальный уровень стойкости из-за отрицательного влияния повышенного содержания углерода и азота на характеристики пластичности, что обусловлено физико-химической природой карбидных и нитридных фаз. В то же время применение такого хрупкого покрытия, как боридного, в сочетании с оптимальной термической обработкой позволило повысить стойкость пуансонов, что вероятнее всего можно объяснить благоприятным

влиянием легирующих элементов матрицы стали на свойства боридного слоя и переходной зоны — теплостойкость, пластичность, прочность.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать замену сталей У8, ХВГ, Х12М, Х12Ф1 на сталь типа 5ХЗВЗМФС в условиях работы вырубных штампов, выходящих из строя по причине преимущественного выкрашивания или смятия с последующей химико-термической обработкой процессом борирования.

УДК 669.14:621.78

С.А.Лихачев, Н.С.Траймак

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОУСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЛИТЫХ СТАЛЕЙ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ

Металлургический передел оказывает существенное влияние на чистоту, структуру и многие свойства литых высоколегированных сталей. Изменение микросегрегации, распределения неметаллических включений и карбидных частиц (а также их размер и форма) определяют работоспособность объектов, изготовленных из литой стали. Однако изучение при обычной выплавке дефектов, присущих литой структуре, затруднительно. Поэтому был принят вариант нанесения искусственных концентраторов различной остроты и глубины. На кольцевые образцы (о 30 мм) резьбошлифовальными кругами наносили надрезы с углом раскрытия 60° , глубиной 0,5; 1,0 и 2,0 мм с радиусом в вершине надреза $0,1 \pm 0,05$ мм; 2,0; 5,0 и 150 мм. Исследования проведены на литой и ковальной стали 5ХЗВЗМФС, применяемой широко для изготовления штампов горячего деформирования металлов. Термообработка образцов проводилась до нанесения концентраторов напряжений по общепринятой технологии на твердость 45 HRC.

Собранные в цилиндрические пакеты образцы термоциклировали на автоматической установке, представляющей собой пневматическое транспортирующее устройство, блок управления, печь-ванну для нагрева и специальный спрейер для охлаждения. Параметры термоциклирования были выбраны из соображений теплостойкости и условий эксплуатации данной стали: нагрев в свинцовой ванне до $640\text{--}650^\circ\text{C}$, охлаждение в проточной воде до $100\text{--}120^\circ\text{C}$, что позволяло подсушивать образцы за счет накопленного в них тепла. Критерием оценки сопротивления термоусталостному разрушению служило количество циклов теплосмен до появления трещины глубиной 15–30 мкм. Для изучения кинетики трещинообразования термоциклирование продолжали до развития трещин на глубину порядка одного миллиметра. Образцы осматривались через каждые 50 циклов теплосмен,