

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ В ГОРЯЧЕМ СОСТОЯНИИ

М. РАБЕНДА*

Кафедра Механической технологии Будапештского Технического Университета
Честоховский Политехнический Институт (Польша)

Поступило: 21 сентября 1978 г.
Представлено: доц. д-р И. Артингер

Введение

Около 25% стоимости горячей штамповки приходится на долю горячих штампов [1]. Поэтому в снижении удельных производственных затрат важную роль играет увеличение срока службы, выносливости штампов, а также применение наиболее экономичных марок штамповых сталей.

Одной из главных причин выхода штампов из строя является износ. Анализируя причины, вызывающие преждевременный износ штампов, можно выделить две основные:

- 1) износ, вызванный высокой температурой,
- 2) износ, вызванный силовым воздействием.

Механизм износа является очень сложным, ввиду сложного процесса нагрузки инструментов. При рассмотрении хода износа поверхности с точки зрения теории трения [8], следует различать износ вследствие адгезии, истирания, пластической деформации и усталости материала. Большое давление на микронеровностях, высокая температура, большие пластические деформации одного из элементов трущейся пары и вытекающий отсюда тесный контакт поверхностей, способствуют адгезии и образованию соединений трения (нарост) [5, 6].

Машина для испытаний

Испытания износостойкости инструментальных сталей в горячем состоянии при больших нагрузках проводились на фрикционной машине МТЗ—Р (рис. 1). Она была спроектирована и изготовлена в Честоховском Политехническом Институте (Польша) под руководством д-ра техн. наук М. Гежинской.

* Автор написал статью частично о результатах своих испытаний, проведенных при трехмесячной стажировке на кафедре механической технологии БТУ.

Эта машина позволяет определять износостойкость материалов на образцах, взаимодействующих при техническом сухом трении скольжения, при больших удельных давлениях при температуре окружающей среды и при повышенных температурах.

Для исследований при повышенных температурах применяется специальное нагревательное устройство. Перед началом испытаний образец

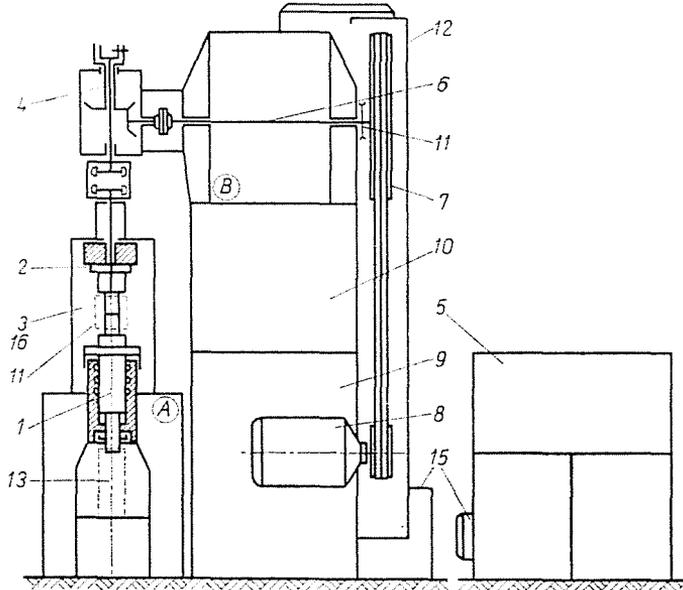


Рис. 1. Схема фрикционной машины; А — блок трущейся пары образец-контрообразец; В — блок привода; 1 — гидравлическая цилиндр; 2 — вал; 3 — камера испытания; 4 — при; вод; 5 — щит управления; 6 — вал; 7 — клиноременная передача; 8 — главный электродвигатель; 9 — кожух; 10 — кожух; 11 — цепная передача; 12 — ограждение; 13 — приспособление для измерения момента трения; 14 — нагревательное устройство; 15 — гидравлическое оборудование; 16 — оборудование для создания специальной атмосферы в камере испытания

подогревается до требуемой температуры, постоянство которой обеспечивается во время испытаний соответствующей системой регулирования.

Для испытаний применялись кольцевые образцы (рис. 2) из разных инструментальных сталей (таблица 1) после термической обработки, химикотермической обработки или наплавки. Поверхностью трения образцов является торцовая поверхность кольца. Испытываемые образцы неподвижны, закреплены в нижней части машины, в то время, как контрообразец совершает вращательное движение. Такая форма образцов при вращательном движении контрообразца позволяет сохранять постоянство удельного давления и постоянную скорость.

Контрообразец был выполнен из твердого сплава GZ-3. Благодаря этому рабочая поверхность контрообразца обладала большей износостойкостью,

нежели испытываемый материал образцов. Твердость кольца из твёрдого сплава составляла 85—90 НРС. Дополнительные данные о ходе процесса износа были получены при визуальной оценке поверхностей взаимодействующих образцов после прекращения трения.

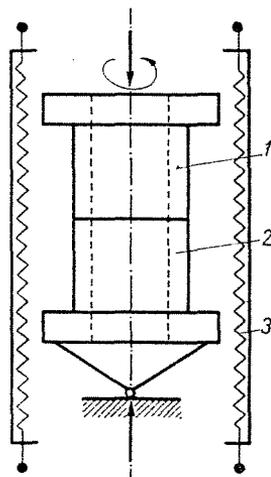


Рис. 2. Схема расположения образцов на испытательной машине 1 — контрообразец; 2 — образец; 3 — нагревательное устройство

Опыты проводились при следующих параметрах сухого трения скольжения:

- удельное давление $p = 2 \text{ кг/мм}^2$
- температура $t = 200^\circ\text{C}, 500^\circ\text{C}$
- окружная скорость $v = 0,3 \text{ м/сек}$
- путь трения $L = 2000 \text{ м}$

Таблица 1

Сталь	Содержание элементов, %										Марка стали по	
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Ni	Co	Al	PN	MSZ
А	0,55	0,2	0,7	0,7	0,25			1,6			WNL	NK
Б	0,4	1,0	0,4	5,0	1,3	0,3		max 0,35			WCL	K 12 P
В	0,35	0,5	0,4	3,0	2,8	0,5			3,0		WLK	
Г	0,3	0,3	0,3	2,7		0,3	9,0	1,5			WWN 1	W 1
Д	0,35	1,3	0,9	1,3				max 0,30			35 HGS	Mn SC 2
Е	0,4	0,3	0,5	1,5	2,0			max 0,30		0,9	38 HMJ	CA Mo 1

Критерии износостойкости

Так как результаты процесса износа неодинаковы, нет общих мер величины износа. Чаще всего измерителем износа тела после трения, продолжающегося определенный промежуток времени, служит изменение размеров (линейный износ) или веса (весовой износ) образца.

В настоящих испытаниях применяли весовой метод, а в качестве критерия оценки износа была принята интенсивность износа [3, 8, 9]:

$$J_{w1} = \frac{\Delta G}{L \cdot S_n} \quad (\text{г/м} \cdot \text{м}^2)$$

где: J_{w1} — весовая интенсивность износа, приходящегося на единицу пути трения,

ΔG — изменение веса образца, г

L — путь трения, м

S_n — номинальная поверхность трения, м²

В грубом приближении можно придать линейный характер зависимости стойкости штампа от интенсивности износа. Благодаря этому можно прогнозировать стойкость штампов, выходящих из строя по износу

$$N = \xi \frac{\Delta A}{J}$$

где: ξ — коэффициент пропорциональности,

ΔA — допустимое количество продуктов износа,

J — интенсивность износа.

Результаты исследований

Образцы полвергались традиционной термической обработке или химико-термической обработке. Поверхностные слои некоторых образцов из стали типа А и Б были наплавлены твердосплавными электродами. Параметры обработки образцов указаны в табл. 2.

Из результатов исследований, показанных на рис. 3, видно, что хорошей износостойкостью в горячем состоянии обладают стали типа В и Г, а также стали А и Б после диффузионного хромирования или наплавки поверхностных слоев твердосплавным электродом.

Хромирование стали А дало лучшие результаты по износостойкости, чем стали Б, поэтому что в первой больше углерода и процесс диффузии хрома происходит легче.

Таблица 2

Сталь	Тип образца	Температура		Дополнительная обработка поверхностного слоя
		ауст.	отпуска	
А	А 1	860°C/1ч	550°C/2ч	—
	А 2			хромирование в порошке при темп. 1000°C/8ч, охлаждение на воздухе
	А 3			наплавка электродом типа EWNL II
	А 4			наплавка электродом типа ENSCo—W
Б	Б 1	1000°C/1ч	550°C/2ч	—
	Б 2			хромирование при темп. 1000°C/8ч, охлаждение на воздухе
	Б 3			наплавка электродом типа ENSCo—W
В	В 1	1000°C/1ч	550°C/2ч	—
Г	Г 1	1100°C/1ч	550°C/2ч	—
Д	Д 1	900°C/0,25ч	550°C/2ч	—
Е	Е 1	900°C/0,25ч	550°C/2ч	—
	Е 2			азотирование в газовой среде, при темп. 520°C/1ч

Хорошие результаты дали также и опыты с азотированной сталью типа Е. Ее интенсивность износа была ниже, чем остальных испытываемых сталей. Поскольку поверхностные слои стали после азотирования являются хрупкими, эту технологию можно применять для таких горячих штампов, у которых не возникают ударные нагрузки.

Для полной оценки стойкости кузнечных штампов необходимо знать, кроме интенсивности износа, также и вязкость разрушения и термическую усталость.

Увеличение срока службы горячих штампов в большинстве случаев требует достижения сопротивления износу, предела текучести и вязкости сталей, которое может быть осуществимо путем правильного выбора штамповой стали и выполнения ее выбранной технологии производства. Там, где штампы выходят из строя главным образом из-за износа, можно пользоваться диаграммой (как например рис. 3) и применять сталь, которая обладает наименьшей интенсивностью износа.

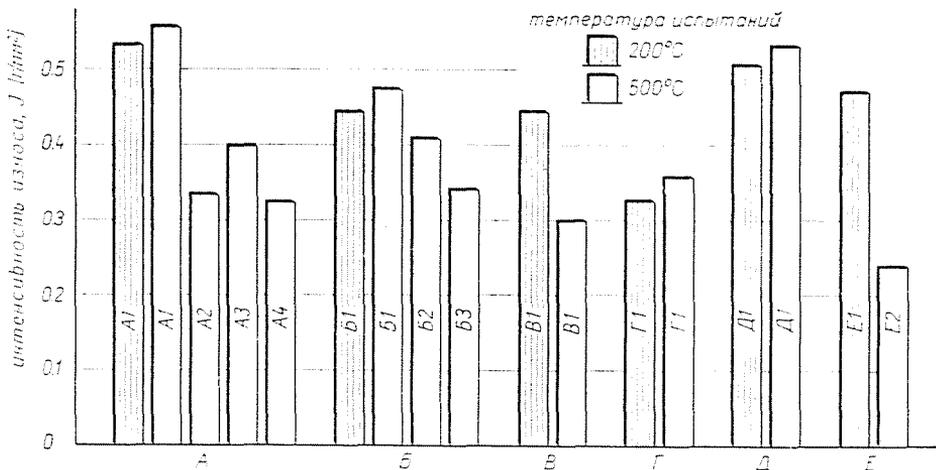


Рис. 3. Интенсивность износа испытываемых сталей

Резюме

На испытательной машине Чехословаческого Политехнического Института проведена работа по исследованию износостойкости образцов штамповых сталей в горячем состоянии после различных видов поверхностного упрочнения. Полученные результаты позволяют рекомендовать данный способ для предварительной оценки истирания штампов.

На основе оценки интенсивности износа штамповых сталей после различных видов термической и химико-термической обработки можно выбрать наиболее стойкий материал для штампов, у которых главной причиной выхода из строя является износ.

Литература

1. Артингер И.—Корах М.: Исследование факторов, влияющих на срок службы горячих штампов. В. сб.: *Terpeľné spracovanie nástrojových oceli*. Bratislava, 1975.
2. Костецкий Б. И. и др.: Поверхностная прочность материалов при трении. Изд. Техника, Киев, 1976.
3. Харач Г. М.: Элементы расчёта деталей машин на изнашивание. В сб.: *Износостойкость*. Изд. Наука, Москва, 1975.
4. Геллер Ю. А.: Инструментальные стали. Изд. Металлургия, Москва, 1975.
5. Rabenda M.: Wpływ temperatury na odporność na zużycie stali WNL. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Mechanika nr 10*. Częstochowa, 1974.
6. Gierzyńska M.: Wpływ obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej na intensywność zużycia stali narzędziowej WNL. *Mechanik nr 2*. Warszawa, 1975.
7. Gierzyńska M.—Rabenda M.: Badania niektórych własności stali narzędziowych do obróbki plastycznej na gorąco. *Krajowa Narada Kuźnicza*. Lublin, 1975.
8. Solski P.: *Zużycie cienne metali*. WNT, Warszawa, 1972.
9. Janecki J.—Hebda M.: *Tarcie, smarowanie i zużycie części maszyn*. WNT, Warszawa, 1972.
10. Gillemot L. *Investigation of die steels*. *Periodica Polytechnica*, 16 (1972) Budapest.
11. Zmihorski E.: *Stale narzędziowe i obróbka cieplna narzędzi*. WNT, Warszawa, 1976.
12. Gierzyńska M.: *Trwałość matryc kuźniczych*. *Przegląd Mechaniczny*, nr 16. Warszawa, 1966.
13. Gierzyńska M.: *O wpływie niektórych czynników na trwałość matryc kuźniczych*. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Mechanika nr 9*. Częstochowa, 1964.

Marek RABENDA, 42—201 Częstochowa, Al. Zawadzkiego 21, Польша