

Адгезионное взаимодействие поверхностей пары трения, увеличивающееся при повышении скорости скольжения и, следовательно, температуры в области контакта, при слабом окислении приводит к росту шероховатости. Поэтому при достижении определенной величины шероховатости при данных скоростях ведущую роль начинают занимать окислительные процессы, снижающие адгезионные взаимодействия. Это приводит к уменьшению шероховатости и увеличению площади фактического контакта поверхностей трения, что в свою очередь снижает удельное давление и коэффициент трения.

Установлено, что процесс приработки пары трения заканчивается после достижения истирающейся поверхностью шероховатости определенной величины. Эксплуатационная шероховатость является функцией скорости относительного перемещения поверхностей трения.

УДК 669.14

Е.И. Бельский, докт.техн.наук,  
В.М. Пикуло, канд.техн.наук,  
Н.С. Траймак

### ИЗМЕНЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В работе исследовалось влияние различных легирующих элементов на износостойкость среднеуглеродистой стали. Полученные при этом данные сопоставлены с твердостью экспериментальных образцов. Содержание легирующих элементов в экспериментальных сталях и их твердость после закалки, закалки и отпуска при 500°C (1 ч) представлены в табл. 1. Содержание углерода во всех сталях соответствует содержанию его в стали 40.

Таблица 1

Номер плавки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Вводимый элемент	Сталь 40	Si		Mn		Cr		Ni		Mo		W		Cu		Al	
Содержание в стали, %		1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	0,3	0,6	1,0	2,0	0,3	0,6	0,5	1,0
HRC																	
после закалки	53	50	51	53	54	54	56	54	56	54	55	56	57	53	54	52	51
HRC																	
после отпуска	26	26	29	26	27	31	36	27	28	33	37	32	36	27	29	28	24

Полученные данные показывают, что такие легирующие элементы, как хром, молибден и вольфрам значительно повышают твердость после закалки и замедляют ее падение в результате отпуска. Кремний, марганец, никель, медь и алюминий практически не изменяют твердость стали после закалки или же незначительно ее увеличивают. Эти же элементы не замедляют падение твердости в процессе отпуска, за исключением кремния. Подобное влияние кремния, очевидно, связано с замедлением диффузии углерода в железе, что уменьшает степень разупрочнения мартенсита [1].

Испытания на износ проведены на установке, разработанной на кафедре металловедения Белорусского политехнического института по методике, описанной в работе [2]. Исследования осуществлялись в различных условиях, которые выбраны таким образом, чтобы воспроизводились различные по характеру и интенсивности виды износа: окислительный износ и износ в условиях значительной пластической деформации поверхностного слоя образца.

Введение легирующих элементов в среднеуглеродистую сталь приводит к повышению ее износостойкости во всех случаях в условиях, когда износ имеет окислительный характер. Причем увеличение содержания легирующего элемента обеспечивает снижение уровня износа. По влиянию на износостойкость в данном случае легирующие элементы расположились в следующий ряд (по мере убывания) : Si, W, Cr, Mo, Al, Mn, Ni, Cu.

Влияние кремния и хрома, а также алюминия может быть связано с увеличением при введении этих элементов в сталь химической пассивности поверхности износа. Вследствие высокого сродства этих элементов к кислороду возможна их диффузия из внутренних слоев стали к поверхности. При этом достаточно небольшого количества кремния, хрома и алюминия в стали, чтобы на поверхности образовалась тонкая и плотная пленка окислов.

Влияние вольфрама и молибдена, очевидно, связано с их способностью образовывать специальные карбиды с высокими механическими и физическими свойствами [3].

Ужесточение условий испытаний за счет повышения давления с 40 до 350 кгс/см<sup>2</sup> обуславливает изменение характера износа, при котором большее значение приобретает смятие материала вблизи контактной поверхности. В этом случае кремний не увеличивает, а уменьшает износостойкость стали, что согласуется с выводами, сделанными в работе [3]. Стали, ле-

гированные другими элементами, имеют как и в предыдущем случае более высокую износостойкость в сравнении с простой углеродистой сталью. Ряд влияния легирующих элементов на износостойкость представляется при этом следующим: W, Mo, Cr, Al, Cu, Mn, Ni, Si. Благоприятное влияние вольфрама, молибдена, хрома обусловлено повышением при введении их в сталь теплостойкости, которая в данном случае преобладания смятия определяет износостойкость.

Резюме. Исследования показали, что легирование стали сильными карбидообразующими элементами повышает твердость и износостойкость в широком интервале давлений и изменений характера износа.

### Л и т е р а т у р а

1. Завьялов А.С., Сенченко М.М. Влияние легирующих элементов на процессы отпуска стали. — *МиТОМ*, 1959, №12.
2. Бельский Е.И., Пикуло В.М. К методике прецизионных испытаний на износ диффузионноупрочненных сталей. — В сб.: *Металлургия*, вып. 4. Минск, 1973.
3. Тылкин М.А. Повышение долговечности деталей металлургического оборудования. М., 1971.

УДК 621.74:669.715

А.М. Галушко, канд.техн.наук,  
Б.М. Немененок, Г.В. Довнар

### ВЛИЯНИЕ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ НА СВОЙСТВА СПЛАВА АЛ4

В настоящее время вторичные сырьевые материалы практически не используются в производстве алюминиевого литья ответственного назначения. Это обусловлено повышенной загрязненностью вторичных чушковых сплавов примесями железа, неметаллическими включениями и газами.

Нейтрализация вредного влияния железа на свойства алюминиевых сплавов производилась путем микролегирования.

Для выбора эффективной добавки и ее оптимальной величины проводились опыты по обработке синтетического алюминиевого сплава серой и натрием при различном содержании железа. Состав силумина соответствовал марке сплава АЛ4 ( Si = 10%; Mg = 0,2%; Mn = 0,3%). Результаты плавки приведены в табл. 1.