

Г. И. КИСЕЛЕВ

**АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС МЕТАЛЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
ТЕМПЕРАТУРАХ И СКОРОСТЯХ**

(Представлено академиком И. П. Бардиным 14 IX 1952)

На основании идеи В. Д. Кузнецова о существовании связи между износом металлов при трении и их механическими свойствами ⁽¹⁾, с одной стороны, и принимая во внимание исследования Н. Н. Давиденкова и его сотр. ⁽²⁾, проделанные с целью нахождения связи твердости по методу царапания металлов и сплавов с их истинным сопротивлением на разрыв, с другой, мы произвели эксперименты по шлифованию чистых металлов — меди и цинка, а также простых углеродистых сталей с содержанием углерода 0,20; 0,45; 0,60 и 1,2%.

Все образцы испытывались в отожженном состоянии. Образцы из этих металлов диаметром 5 мм и длиной 30 мм шлифовались при малом числе оборотов (2,5 об/мин) при различных нагрузках и температурах от 20 до 600° на карборундовом круге зернистостью 80 и твердостью СМ₁. Затем такие же образцы шлифовались на том же самом круге при постоянном давлении, различных температурах и различном числе оборотов (от 2,5 до 250 об/мин).

Установка, изготовленная нами ⁽³⁾, позволяла в процессе вращения шлифовального круга перемещать по его радиусу образец на 5 мм/об, что исключало влияние продуктов износа. Путь трения образца всегда был постоянен и представлял спираль длиной 6,5 м.

Известно ⁽⁴⁾, что у большинства чистых металлов прочность на разрыв непрерывно уменьшается с повышением температуры испытания, у простых же углеродистых сталей в интервале температур от 20 до 300° наблюдается повышение прочности.

Мы ожидали, что если абразивный износ металлов обуславливается прочностью на разрыв, как и твердость по методу царапания ⁽²⁾, то при повышении температуры, когда прочность будет уменьшаться, износ будет возрастать; с повышением прочности износ должен уменьшаться.

На рис. 1 дана графическая зависимость весового износа от температуры испытания, полученная нами в результате шлифования меди и цинка при 2,5 об/мин и давлении 27,5 кГ/см². Из рисунка видно, что для меди и цинка, у которых прочность на разрыв при повышении температуры уменьшается, абразивный износ с температурой возрастает. При увеличении давления от 5 до 42,5 кГ/см² при всех температурах износ меди и цинка увеличивается, а наклон кривых износа становится круче.

На рис. 2 представлены кривые весового износа в зависимости от температуры испытания, полученные нами в результате шлифования сталей при тех же условиях. Из рисунка видно, что, вопреки нашим ожиданиям, весовой износ сталей растет так же, как прочность на разрыв,

в интервале температур от 20 до 270°. Однако, если учесть, что в некоторой области температур при нагревании до 300° стали приобретают хрупкость и имеют низкую прочность на сдвиг, то такой ход кривых износа в зависимости от температуры можно объяснить преобладающим влиянием сдвигающих напряжений, возникающих в поверхностных слоях металла в результате действия зерен абразива.

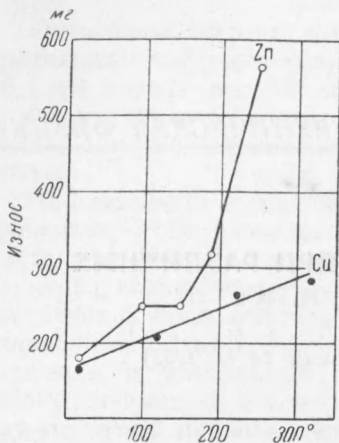


Рис. 1

Этому объяснению не противоречат и результаты исследования В. Н. Кашеева (6), показавшего, что с увеличением наклепа образцов, изготовленных из вагонной оси, масса, сошлифованная напильником, увеличивается; масса металла, удаленная царапанием конусом с углом 90° под нагрузкой 21 кГ, растет с увеличением степени наклепа очень сильно, хотя ширина царапины при этом немного уменьшается.

Интересно было проследить влияние скорости шлифования на величину весового износа и сопоставить эти результаты с результатами, полученными при малой скорости шлифования и искусственном подогреве. С этой целью мы шлифовали при постоянном давлении 27,5 кГ/см, пути 6,5 м и температуре 20°, но при различном числе оборотов (от 2,5 до 250 об/мин) медь, цинк и те же стали.

На рис. 3 представлена зависимость весового износа от числа оборотов шлифовального круга той же марки (7). Из рисунка видно, что износ меди при изменении числа оборотов остается постоянным. Это постоянство при данных условиях шлифования, по нашему мнению, следует объяснять высокой теплопроводностью меди, вследствие чего температура в поверхностном слое образца, вызванная процессом взаимодействия этого слоя с зернами абразива, повышается незначительно, а следовательно, существенно не изменяются и механические свойства этого слоя.

Износ цинка с увеличением числа оборотов растет, что указывает на

При нарастании хрупкости, когда прочность стали на сдвиг уменьшается, износ возрастает. С повышением температуры от 30 до 425° истинная прочность сталей на разрыв и их твердость остаются все еще выше, чем при 20°, но хрупкое состояние постепенно исчезает, поэтому износ в этой области температур уменьшается. При дальнейшем нагревании, выше 425°, прочность сталей становится все меньше и меньше, уменьшается и их твердость (5), зерна абразива при одном и том же давлении внедряются в металл глубже, делают все более глубокие царапины и сошлифовывают больше металла.

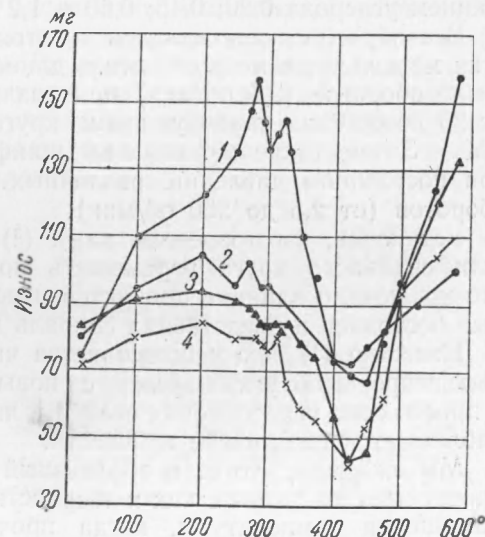


Рис. 2. 1—0,20% C; 2—1,2% C; 3—0,45% C; 4—0,60% C

уменьшение его прочности вследствие нагревания от действия абразивных зерен.

Износ сталей в зависимости от числа оборотов изменяется качественно так же, как и износ при шлифовании сталей в условиях малого числа оборотов и искусственного подогрева (см. рис. 2) в интервале температур от 20 до 425°. Поэтому доводы, приведенные нами для кривых рис. 2, справедливы и для кривых рис. 3. В этом случае свойства стали изменяются не от действия искусственно подводимой теплоты, а от теплоты, возникающей в процессе взаимодействия зерен абразива с поверхностным слоем стального образца.

Этого количества теплоты, повидимому, недостаточно, вследствие небольшого числа оборотов шлифовального круга, чтобы повысить температуру в поверхностном слое металла до 450°, при которой прочность стали на разрыв становится меньше, чем при 20°. Поэтому мы не наблюдаем на рис. 3 второго подъема кривых с возрастанием числа оборотов.

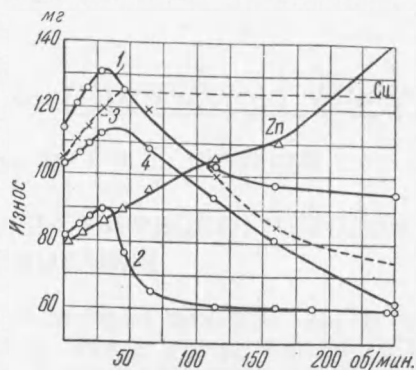


Рис. 3. Обозначения кривых те же, что на рис. 2

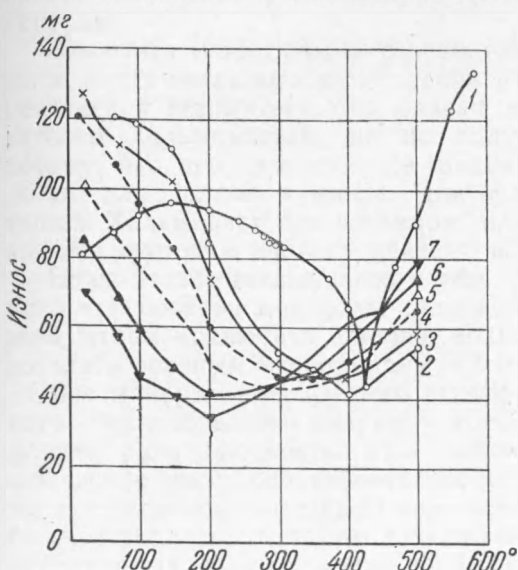


Рис. 4. 1—25 об/мин; 2—28 об/мин; 3—44 об/мин; 4—55 об/мин; 5—114 об/мин; 6—160 об/мин; 7—250 об/мин

Стоило нам искусственно при данном числе оборотов подогреть круг вместе с образцом, как температура в поверхностном слое образца поднялась до 450° и выше, и появился второй подъем кривой, как и на рис. 2. При этом оказалось, что чем больше число оборотов шлифовального круга, тем ниже температура искусственного подогрева, необходимого для появления второй восходящей части кривой износа.

На рис. 4 результаты наших наблюдений при шлифовании стали, содержащей 0,45% С, представлены в виде зависимости весового износа от температуры подогрева при различных числах оборотов. Аналогичные кривые были получены и для стали с содержанием 0,60% С.

Сибирский физико-технический
научно-исследовательский институт
при Томском государственном университете
им. В. В. Куйбышева

Поступило
26 III 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Д. Кузнецов, Физика твердого тела, 4, 1947. ² Н. Н. Давиденков, Некоторые проблемы механики материалов, 1943, стр. 86—108. ³ Г. И. Киселев, Тр. СФТИ, в. 26, 32 (1948). ⁴ В. Д. Кузнецов, Физика твердого тела, 2, 1941, стр. 452—460. ⁵ Машиностроение, Энциклопедич. справочник, 3, 1948, стр. 64—65. ⁶ В. Н. Кашеев, Тр. СФТИ, в. 26, 25 (1948). ⁷ Г. И. Киселев, Тр. СФТИ, в. 30, 103 (1950).