

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

В. Г. Шипша, Е. Л. Лебедев, ВИККА им. А. Ф. Можайского

И. В. Пегушко (ВНИИТВЧ, РФ).

Явление облегчения деформации и разрушения твёрдых тел в условиях контакта с поверхностно-активными веществами (ПАВ) известно как эффект Ребиндера, представляет одну из важных с точки зрения теории и практики проблем материаловедения.

Несмотря на многолетние исследования, физический механизм данного явления окончательно не ясен, и основные закономерности взаимодействия ПАВ с твёрдыми телами сформулированы на основании экспериментальных данных. Так установлено, что разупрочняющее действие ПАВ возможно при соблюдении трёх необходимых условий:

1. Адсорбция ПАВ на поверхности твёрдого тела,
2. Соответствие температуры взаимодействия температурному диапазону физико-химической активности ПАВ;
3. Наличие механических напряжений.

Кроме этого, установлено, что степень разупрочняющего действия ПАВ будет зависеть от ряда факторов таких, как:

1. Внешние факторы (температура взаимодействия, уровень прилагаемых напряжений, скорость деформирования, время выдержки ПАВ в контакте с твёрдым телом и т.д.);
2. Химический состав ПАВ;
3. Химический состав и структура разрушаемого твёрдого тела.

В зависимости от комбинации данных факторов может наблюдаться пластифицирование твёрдого тела, его охрупчивание и даже самопроизвольное диспергирование.

Несмотря на отсутствие чёткого представления о физическом механизме взаимодействия ПАВ с твёрдыми телами, эффект Ребиндера нашел широкое применение на практике. На его основе разработаны новые технологические процессы протяжки, штамповки и вальцовки, диспергирования твёрдого тела, а также составы технологических жидкостей, используемых при резании и поверхностной обработке твёрдых тел.

Особую привлекательность представляет использование ПАВ при обработке металлов ультразвуком. Это обусловлено тем, что в данном случае происходит непрерывное тонкое поверхностное диспергирование

обрабатываемого металла, что автоматически обеспечивает необходимые условия взаимодействия с ПАВ. Кроме того, при определённом подборе параметров ультразвуковой обработки (частота, амплитуда колебаний, сила поджатия инструмента и т.д.) возможно обеспечение наиболее благоприятного сочетания факторов, влияющих на степень разупрочняющего действия ПАВ. Таким образом, можно ожидать, что применение эффекта Ребиндера позволит значительно увеличить эффективность ультразвуковой обработки твёрдых тел.

Несмотря на очевидную важность данного вопроса, известна только одна работа, посвящённая его изучению. Её авторы исследовали влияние органических ПАВ (растворы олеата натрия в воде, олеиновой и пальмитиновой кислот в бензине) на скорость ультразвуковой обработки ряда чистых металлов и сплавов, обладающих разными механическими свойствами. Было установлено, что в присутствии ПАВ не только улучшается качество обрабатываемой поверхности, но и значительно, в 2...3 раза, увеличивается скорость ультразвуковой обработки.

Особую привлекательность для повышения эффективности обработки металлов ультразвуком имеет применение не органических, а более активных по отношению к металлам – жидкометаллических ПАВ. Данная возможность в работе упоминается, однако какое-либо её изучение не проводилось.

Для практической апробации воздействия жидкометаллических ПАВ на металлы с наложением ультразвуковых колебаний был поставлен эксперимент, где в качестве ПАВ использовался галлий, а объектом воздействия был алюминиевый сплав АМЦ.

В качестве источника ультразвуковых механических колебаний использовался пьезокерамический преобразователь, представляющий собой полуволновую колебательную систему. Рабочий торец излучателя имел округлую форму с радиусом 3 мм. Его амплитуда механических колебаний была равна 20 мкм.

Питание преобразователя осуществлялось от транзисторного генератора типа УЗГ13-0,1/22, имеющего системы автоматической подстройки частоты и автоматической стабилизации амплитуды механических колебаний, что обеспечивало высокую стабильность технологических параметров и повторяемость результатов эксперимента.

На поверхность листа толщиной 3 мм из алюминиевого сплава помещали каплю (диаметром 10 мм) галлия, куда помещали рабочий торец излучателя. После включения генератора излучатель перемещали вдоль поверхности детали, оставляя его торец в капле ПАВ. При скорости перемещения 5 м/мин на детали оставался залуженный галлием след шириной 5 мм. Через 10 минут образцы разрушались в области лужения даже при незначительном усилии.