

М. В. КАСЬЯН, Г. Н. НИКОГОСЯН, В. А. РОБСМАН

АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ
АМОРФНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

При изучении физики процесса обработки различных материалов резцами или шлифованием возникает вопрос о необходимости контроля качества обработанной поверхности, выбора оптимальной скорости и глубины резания и экономии ресурсов. В настоящей работе предпринята попытка сформулировать физические принципы хрупкого разрушения поверхности материала по данным неразрушающего контроля процесса резания обсидиана с использованием метода акустической эмиссии (АЭ).

Разрушение обсидиана начинается на поверхности и в качестве критерия разрушения представляется возможность использовать максимальное нормальное напряжение. Испытания показали, что скорость развития трещин равна 1600—1900 м/с, что приблизительно соответствует половине скорости поперечных упругих волн, зарегистрированных ультразвуковым и импульсно-резонансным методами. Обнаружение трещин в поверхностном слое материала, возникающих при обработке, может быть реализовано различными методами, одним из которых является метод АЭ. Это позволяет оценить скорость образования и роста трещин, установить корреляционные связи между параметрами сигналов АЭ и размерами трещин [1].

Качественная картина процесса разрушения поверхности хрупких материалов при их механической обработке (параметры резания: подача $S = 0,07$ мм/об; глубина резания $t = 0,1$ мм; скорость перемещения V резцов Т14К8, корунда и эльбора-Р соответственно 40 м/мин, 30 м/мин и 42 м/мин) выглядит следующим образом: интенсивность образования и роста трещин определяется, в первую очередь, глубиной резания, т. к. это зависит от давления резца, и скоростью его перемещения при данной глубине резания. При этом в контактной зоне на обрабатываемой поверхности образуется подвижная граница — фронт разрушения, который делит тело на разрушенную и неразрушенную области.

Имеется опыт использования метода АЭ для анализа хрупкости поверхностного слоя металла, когда при нанесении царапины вольфрамовым индентором образовывалось множество серповидных трещин. Измерение суммарного количества возникающих импульсов АЭ при заданном усилии прижатия индентора позволило установить число образовавшихся микротрещин и хрупкость поверхностного слоя металла [1].

Методика проведенного эксперимента следующая. Акустические волны, возбуждаемые образованием и ростом развивающихся трещин, регистрировались широкополосным пьезоэлектрическим преобразователем, закрепленным с помощью магнитного устройства на резце. Сигналы АЭ имели вид случайной последовательности радиопульсов, которые соответствовали событиям-вспышкам развития трещин и откола кусочков материала (рис. 1). Естественно, что в зависимости от скорости резания и хрупкости материала возможно возникновение как дискретной, так и непрерывной АЭ. В первом случае сигналы не перекрывают друг друга, но с ростом скорости они представляют вид непрерывного радиосигнала, похожего на шумовой, с достаточно широким спектром частот.

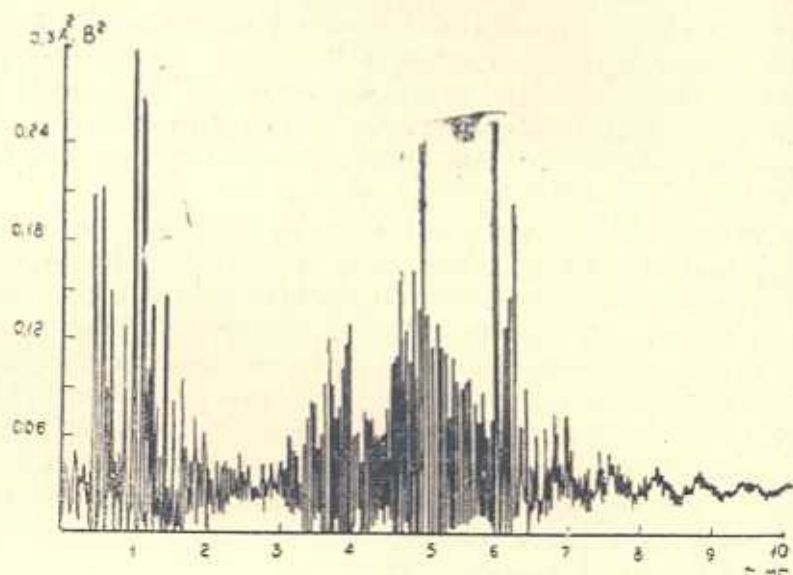


Рис. 1. Сигналы акустической эмиссии при механической обработке обсидиана (ось X — время τ , ось Y — квадрат амплитуды сигнала A^2).

После фильтрации посторонних шумов и требуемого усиления сигналы поступали на вход аналого-цифрового преобразователя ЭВМ ИН-110. Учитывая стохастичность появления сигналов и изменения их параметров, для обработки и анализа были использованы методы теории случайных процессов. Параметры обработки сигналов приняты согласно ГОСТ 26.002-80, использование которых позволило сделать ряд важных выводов о механизме разрушения некоторых материалов. Были определены спектральная плотность, максимум энергии в спектре и соответствующая этому максимуму частота и мощность спектральной плотности.

В качестве образцов материала были использованы обсидиановые призмы с различной шероховатостью поверхности. Образующиеся под движущимся резцом трещины представлены достаточно широким спектром частот. Выполненный спектральный анализ сигналов АЭ показал, что при трещинообразовании обсидиана возникают импульсы в зву-

ковом и ультразвуковом диапазонах, однако каждому из использованных видов резцов характерен свой диапазон изменения частот и величина мощности спектральной плотности, а экстремумы энергии концентрируются в различных зонах спектра. Для резца Т14К8 спектральная плотность имеет явно выраженные максимумы на частотах 4,785 кГц и 10,839 кГц, а резцу из технического рубина соответствует генерация сигналов АЭ более высокой частоты (около 12 кГц). Резец из эльбора-Р при обработке поверхности обсидиана способствует такому разрушению его поверхности, при котором спектр акустических сигналов имеет еще более высокие частоты — 15,429 кГц и 25,39 кГц (рис. 2). Учитывая, что частота сигналов АЭ зависит от линейных размеров образующихся под резцом трещин, можно сделать вывод, что спектральная плотность сигналов АЭ позволяет контролировать чистоту обработанной поверхности материала.

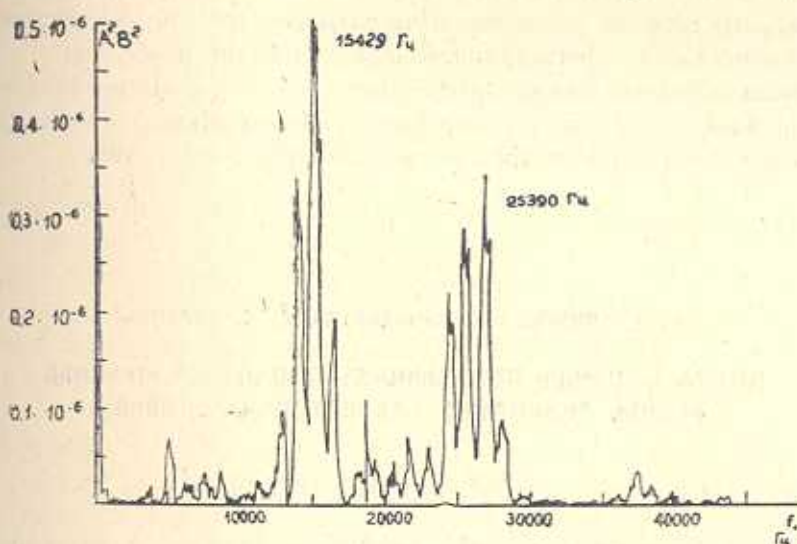


Рис. 2. Спектральная плотность сигналов акустической эмиссии при обработке обсидиана резцом из эльбора-Р (ось X — частота f ; ось Y — квадрат амплитуды сигнала A^2).

При упруго-пластичном разрушении высокочастотные сигналы АЭ обычно связывают с пластическими деформациями, а низкочастотные — с зарождением микроразрушений [2]. Поэтому можно предположить, что резко выраженные пики на частотных спектрах свидетельствуют об образовании нескольких размеров трещин, т. к. в обсидиане отсутствуют пластические деформации.

Обсидиану, как и другим хрупким материалам, свойственна способность к самоподдерживающему механизму разрушения при его обработке. При движении сосредоточенного усилия вдоль поверхности, имеющей микро- и макротрещины, поле напряжений под резцом внезапно освобождается от нагрузки, что способствует возникновению волн разгрузки. Если потенциальная энергия давления резца велика, то об-

разрушающиеся трещины станут неустойчивыми и их дальнейший рост приведет к образованию либо больших сколов, либо к расколу обрабатываемого тела.

Выполненный анализ изменения спектральной плотности сигналов акустической эмиссии при перемещении резца по поверхности обсидиана позволил обнаружить периодичность изменения частоты, соответствующей максимуму спектральной плотности.

В работах [3, 4] показано, что периодичность изменения скорости движения трещины при разрушении хрупких тел связана с чередованием хрупкого разрушения и пластических деформаций. В работе [5] также развиваются представления об автоколебаниях трещин и других дефектов, подчеркивается, что это явление может служить основой для оценки предразрушающего состояния материалов. В нашем случае периодическое смещение максимума спектральной плотности соответствовало диапазону частот собственных колебаний системы, которые определялись измерением резонансной частоты спектра при воздействии коротким импульсом и регистрацией волн колебаний в образце.

Таким образом, можно предположить, что процессу разрушения хрупких материалов также свойственно явление автоколебаний, как чередование образующихся трещин разного линейного размера.

ЕрПИИ им. К. Маркса

23. XI. 1986

Մ. Վ. ԿԱՍՅԱՆ, Գ. Ն. ՆԻԿՈՂՈՍՅԱՆ, Վ. Ա. ՌԱԹՄԱՆ

ԱՄՈՐՅ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԵՆԱՆԻԿԱԿԱՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԳՐՈՅԵՍՈՒՄ
ՓԵՐՈՒՆ ԲԱՅԲԱՅՄԱՆ ՉԱՅՆԱԳԻՏԱԿԱՆ ԷՄԻՍԻԱՆ

Ա մ փ ո փ ու ռ մ

Բերված են տարբեր տեսակի կտրիչներով օբսիդիանի մեխանիկական մշակման ընթացքում մակերևույթի վրա առաջացած միկրո և մակրոճաբերի գրանցման ձայնագրիտական էմիսիայի կիրառման արդյունքները: Կատարված փորձի մեթոդիկական նախատեսում է այնպիսի սարքերի օգտագործում, որոնք տալիս են ազդանշանների անընդհատ հաջորդականությունը պատահական պրոցեսի տեսքով և գրանց մշակումը ժամանակի իրական մասշտաբում՝ օգտագործելով էՀՄ: Կատարված տարրապատկերային վերլուծումը ցույց տվեց, որ արտաքին ազդեցության տարբեր պարամետրերին համապատասխանում են ձայնային և գերձայնային դիապազոններում ձայնագրիտական էմիսիայի ազդանշանների կարողության տարբեր տարրապատկերներ: Տարրապատկերային խտության առավելագույն արժեքները և նրանց համապատասխանող հաճախականությունները օգտագործվում են որպես կտրման ուժիմների օգտագործվող գործիքի որոշման ինդիկատոր: Որոշված է տարրապատկերային խտության առավելագույն արժեքների պարբերական շեղման օրինաչափությունը որոշակի հաճախական սահմանում, որը կարելի է բացատրել մշակվող մակերևույթի վրա ճաբերի առաջացման արագության պարբերականությամբ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Грешников В. А., Дробот Ю. Б. Акустическая эмиссия.— М.: Изд-во стандартов, 1976, с. 112—128.
2. Юдин А. А., Иванов В. И. Акустическая эмиссия при пластической деформации металлов.— Проблемы прочности, 1985, № 6, с. 92—106.
3. Баренблатт Г. И. Математическая теория равновесных трещин, образующихся при хрупком разрушении.— ПМТФ, 1961, № 4, с. 31—39.
4. Баренблатт Г. И., Салганик Р. Л. О расклинивании хрупких тел. Автоколебания при расклинивании.— Прикладная математика и механика, АН СССР, 1963, т. XXVII, вып. 3, с. 436—449.
5. Бовенко В. Н. Теория акустической эмиссии в деформированных кристаллах.— М.: Душанбе: В сб.: Прогноз землетрясений, 1983, № 4, с. 70—91.

Иза. АН АрмССР (сер. ТН), т. XL, № 4, 1987

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. А. КАРАПЕТЯН, Л. О. КАРАХАНЯН, К. Г. КРИКОРЯН

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ В ТАБАЧНОМ ЛИСТЕ

В настоящее время для массовой сушки табачных листьев применяются конвективные сушильные установки, использующие в качестве сушильного агента горячий воздух. Однако известно, что после завершения этой сушки у 10—20% всего количества высушиваемых листьев центральные жилки и черешки оказываются невысушенными. Это обусловлено большим объемом и сравнительно малой поверхностью испарения влаги у жилки и черешка.

Некоторое применение получил способ сушки табачных листьев токами высокой частоты [1], который обеспечивает более высокое качество высушенных табачных листьев и значительную скорость. Но экономически он не может конкурировать с конвективным способом, т. к. требует большого удельного расхода электроэнергии на 1 кг испаренной влаги.

В настоящей статье обоснована экономическая целесообразность конвективно-высокочастотного способа сушки табачных листьев, не имеющего недостатков указанных двух способов сушки. Интенсификация процесса сушки достигается за счет создания небольшого положительного температурного градиента внутри табачного листа, необходимого только для перемещения влаги из внутренних слоев листа и жилки на поверхность. Испарение влаги с поверхности происходит за счет более дешевой тепловой энергии.

Для определения оптимальных условий процесса комбинированной сушки необходимо выявить зависимость перепада температур от значения электрофизических параметров, геометрических размеров и объемной концентрации высушиваемых листьев при данной частоте и напряженности высокочастотного электрического поля. Ниже приво-