

УДК 535. 378

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Е. А. БОРИСОВА, Р. Д. ГЛЕБОВА, А. А. ПЛАТОНОВ, Н. М. СКЛЯРОВ
**СВЕТОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИИ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ**

(Представлено академиком С. Т. Кишкиным 24 I 1975)

Свечение при деформации и разрушении кристаллофосфатов, известное как триболоминесценция, является предметом исследований уже более двух столетий, однако до сих пор считалось, что веществам с металлической проводимостью оно несвойственно. В обширной практике испытаний металлических сплавов, например, на растяжение, световые эффекты не наблюдались и предметом исследований не были.

Тем не менее излагаемые ниже опыты убедительно показывают, что деформация и разрушение некоторых металлических сплавов при стандартных испытаниях в различных средах, в том числе и в обычной воздушной атмосфере, сопровождается излучением в оптическом диапазоне.

На рис. 1 представлен фотоснимок, сделанный в полной темноте методом автоэкспонирования при разрыве в воздухе титанового сплава ВТЗ-1. Яркость вспышки при разрыве оказалась вполне достаточной для фотографирования образца и куска пленки, который помещали для фотометрической оценки освещенности.

Следует отметить, что этот снимок уникален, на большинстве других снимков вспышки более слабые. Однако все они свидетельствуют о том, что разрушение титановых сплавов на воздухе сопровождается световым эффектом.

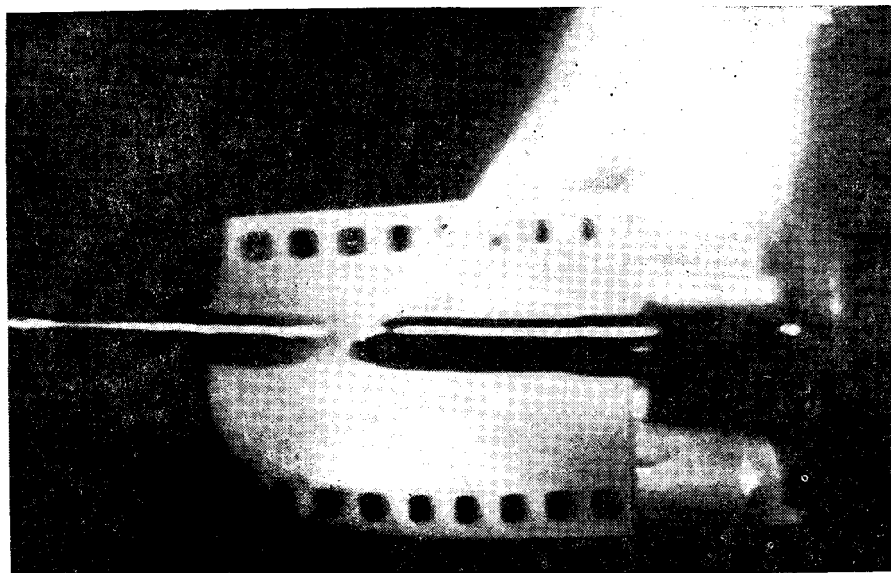


Рис. 1. Разрыв на воздухе в полной темноте образцов из титанового сплава ВТЗ-1

Чтобы выяснить природу свечения и определить его основные факторы, были исследованы титановые сплавы ВТ1-0, ВТ3-1 и ВТ20, цирконий и стали 1Х18Н9Т и КВК42. Для изучения влияния среды опыты проводили в воздухе под различным давлением (до 50 атм.), смесях воздуха в кислороде, в азоте, чистом кислороде (до давлений 5 атм.) и в вакууме 10^{-2} мм рт. ст. Критериями оценки световых эффектов были:

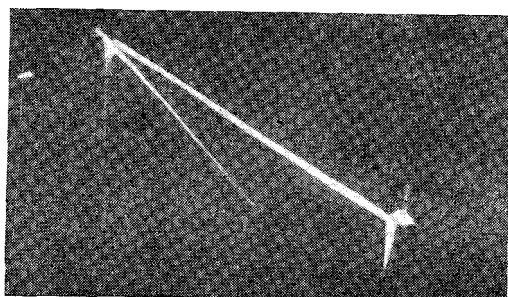
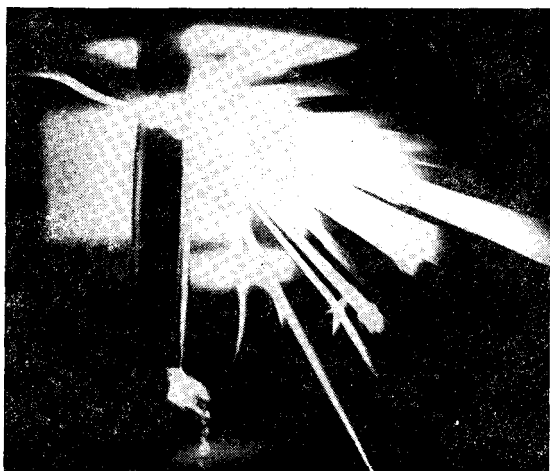


Рис. 2. Влияние давления на яркость вспышки при разрыве образцов из титанового сплава ВТ20 в смеси кислорода и воздуха: а — 20 атм., б — 4 атм

порядок величины, то повышение давления в 5 раз дало увеличение светимости на два порядка величины. Это наглядно представлено на рис. 2.

Влияние давления в воздушной среде значительно меньше, чем в среде чистого кислорода. В вакууме 10^{-2} мм рт. ст. в большинстве случаев свечение оказалось очень слабым, но так же, как и на воздухе, отмечены уникальные случаи значительного свечения. Влияния легирования и структуры сплавов на эффект свечения обнаружено не было. Различия в свечении технического титана ВТ1-0 и высокопрочных титановых сплавов ВТ3-1, ВТ20 укладываются в пределы разброса.

Световые эффекты наблюдались также при разрушении циркония и значительно более слабые — у сталей (КВК42 и 1Х18Н9Т).

Можно сделать следующие предположения о возможных причинах наблюдавшегося свечения.

1. Свечение происходит вследствие локального разогрева, за счет тепла, выделяемого:

а) при пластической деформации;

б) фотометрическое качество негативов, полученных двумя расположенными под углом 90° фотоаппаратами;

б) количество активированного серебра пленок, подвергавшихся непосредственной засветке вспышкой.

Установлено, что переход от испытаний на воздухе к испытаниям в смесях кислорода и воздуха приводит, как правило, к увеличению интенсивности свечения по фотометрическому критерию в 5—15 раз; при этом, однако, в отдельных случаях свечение образцов в атмосфере воздуха было более интенсивным, чем в смесях кислорода и воздуха. Значительное влияние оказывает давление, особенно в среде кислорода: если при повышении в воздушной среде концентрации кислорода в ~ 5 раз (от воздуха до чистого кислорода) светимость увеличилась на

б) при интенсивном окислении вновь образовавшихся чистых от окисных пленок, ювенильных поверхностей излома; для титана и циркония возможен переход от окисления к загоранию отдельных пирофорных частиц в микрорельефе излома.

2. Свечение представляет собой явление трибо- или хемилюминесценции.

Объяснение свечения вспышкой пирофорных частиц и вообще следствием окисления, возможно, имеет смысл для чистого кислорода, особенно при повышенных давлениях; при низких давлениях для среды воздуха и азота следует считаться с возможностью хемилюминесценции, а в вакууме — и триболюминесценции.

Эффект свечения может быть использован как критерий интенсивности явлений, происходящих на поверхности разрушения в момент ее образования, поскольку непосредственное исследование адсорбции и хемисорбции на свежих ювенильных поверхностях излома крайне затруднено вследствие быстрого протекания процесса разрыва.

Поступило
8 XII 1974