

03; 04; 07; 12

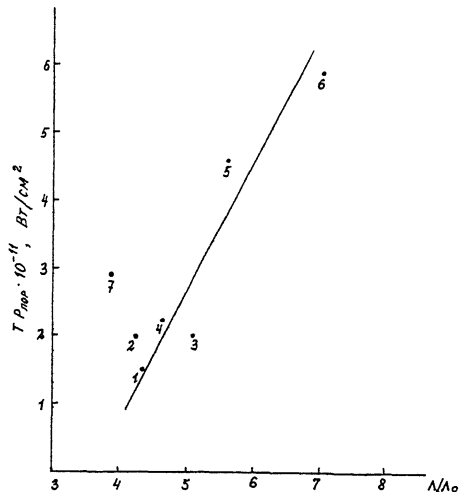
© 1991

ЛАЗЕРНЫЙ ПРОБОЙ СЛАБО ПОГЛОШАЮЩИХ
ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙВ.Г. Б а л е н к о, М.В. Б о г д а н о в а,
В.М. М и з и н, Н.М. С и т н и к о в,
Н.Е. Х а п л а н о в а

Жидкие среды находят широкое применение в мощных лазерных системах в качестве развязок лазерных каскадов, ОВФ-зеркал. Как правило, это органические жидкости, являющиеся либо разбавленными растворами, либо чистыми растворителями. Одним из наиболее важных параметров, определяющих возможность использования их в лазерных системах, является порог собственного лазерного пробоя. Литературные данные, касающиеся порогов лазерного пробоя жидкостей довольно противоречивы, что затрудняет их сопоставление друг с другом, препятствует выяснению механизмов пробоя [1]. Эти противоречия могут быть связаны с различной степенью очистки жидкостей, исследованных в различных работах, т.к. известно, что существенное влияние на пороги пробоя диэлектриков оказывают поглощающие включения. Кроме того, при высоких плотностях мощности имеют место процессы вынужденного рассеяния света, искажающие данные по порогу пробоя. В связи с этим представляет интерес исследование и сопоставление друг с другом порогов пробоя различных жидкостей с одинаковой степенью очистки при одних и тех же условиях эксперимента и при надлежащем контроле за процессами вынужденного рассеяния.

В данной работе в качестве объекта исследований были использованы алифатические растворители, почти прозрачные на рабочей длине волны 1.06 мкм: ацетон, четыреххлористый углерод, дихлорэтан, бутилацетат, триэтилфосфат, дибутилсербацинат. Спектрофотометрические измерения проводились в кюветах длиной 30 и 50 мм, данные по поглощению исследованных жидкостей приведены в таблице. Все растворители очищались перегонкой, затем фильтровались через фторопластовый фильтр с размером пор 0.2 мкм. Кювета многократно ополаскивалась фильтрованным растворителем, после заполнения герметично закрывалась.

В эксперименте использовался одномодовый гранатовый лазер с одним усилительным каскадом. Длительность импульса 30 нс, расходимость излучения $6 \cdot 10^{-4}$ рад. Излучение лазера фокусировалось в кювету с исследуемой жидкостью линзой с фокусным расстоянием $F = 20$ мм. Пробой регистрировался визуально, одновременно контролировалось рассеяние назад. Обратное рассеяние для линзы с $F = 20$ мм наблюдалось, как правило, при более высоких



Зависимость пороговой плотности мощности лазерного пробоя $P_{пор}$ от длины свободного пробега электрона Λ : 1 - дихлорэтан, 2 - ацетон, 3 - бутилацетат, 4 - четыреххлористый углерод, 5 - триэтилфосфат, 6 - дибутилсебацинат, 7 - этиленгликоль.

Жидкость	Пропускание T слоя $l=2 \text{ см}$
Ацетон	0.88
Дихлорэтан	0.92
Четыреххлористый углерод	0.90
Бутилацетат	0.74
Триэтилфосфат	0.77
Дибутилсебацинат	0.86

плотностях мощности, чем пробой. Как показали результаты проведенных исследований, для большинства жидкостей наблюдается ярко выраженная зависимость порога пробоя от числа молекул в единице объема $n_0 = \frac{\rho \cdot N_A}{M}$ (ρ - плотность, M - молекулярный вес жидкости, N_A - число Авогадро). На рисунке представлена зависимость пороговой плотности мощности пробоя $P_{пор}$ от величины $\frac{\Lambda}{\Lambda_0} = \left(\frac{M}{\rho}\right)^{1/3}$, которая с точностью до постоянного множителя Λ_0 может быть интерпретирована как длина свободного пробега

электрона Δ в конденсированной среде. Эта зависимость с хорошей степенью точности является линейной, что согласуется с лавинным механизмом пробоя, в рамках которого величина пороговой мощности пробоя растет с уменьшением частоты электрон-молекулярных столкновений (увеличением длины свободного пробега электрона) [2].

Отметим, что пороги пробоя ассоциированных жидкостей, например, этиленгликоля (см. рисунок, точка 7), не укладываются на эту прямую. Объяснение этой особенности ассоциированных жидкостей представляет предмет дальнейших исследований. Высокие плотности мощности, при которых наблюдался пробой в исследованных жидкостях, а также характер их изменения при переходе от вещества к веществу, позволяют допустить, что в проведенном эксперименте был достигнут порог собственного пробоя жидкостей.

Существенно также отметить, что впервые для пробоя жидких диэлектриков получены зависимости от структуры объектов, в частности, от степени ассоциации и т.п.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Т е с л е н к о В.С. // Квантовая электроника. 1975. Т. 2. № 6. С. 1248-1252.
- [2] З е л ь д о в и ч Я.Б., Р а й з е р Ю.П. // ЖЭТФ. Т.47. № 3. С. 1150-1161.

Поступило в Редакцию
24 июля 1991 г.