

ПОИСК ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖЕЛАТИНЫ В ЯДЕРНЫХ ФОТОЭМУЛЬСИЯХ ПРИ ДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

И. К. АЗИЗОВ, А. Б. АКОПОВА, А. Л. КАРТУЖАНСКИЙ,
Н. В. МАГРАДЗЕ, Л. В. МЕЛКУМЯН, И. П. ПРОХОРОЕНКО

Исследовано влияние действия импульсного электрического поля (ИЭП) с напряженностью $5 \cdot 10^5$ в/см на структуру и физико-механические свойства желатины в эмульсионных слоях. По результатам измерений разрывной прочности, фосфоресценции, многократного рассеяния и объемной деформации установлено, что действие ИЭП локализовано только в микрокристаллах $AgBr$, так как оно не вызывает каких-либо изменений в желатине.

В последние годы импульсное электрическое поле (ИЭП), как средство управления чувствительностью и вуалью фотоматериалов, в том числе слоев ядерных фотоэмульсий, привлекло значительное внимание и составило предмет многих исследований [1—3]. Однако интерес вызывало только действие ИЭП на микрокристаллы $AgHal$, а действие его на желатину, занимающую в ядерных фотоэмульсиях, как и $AgHal$, 50% объема, не изучалось вовсе. Между тем нельзя априори утверждать, что под влиянием ИЭП не изменятся, скажем, структура и физико-механические свойства желатины. Если это действительно было бы так, трудно даже предвидеть все виды дисторсий, какие могли бы возникнуть в эмульсионных слоях, и те метрологические последствия, какие эти дисторсии могли бы иметь при измерениях энергии релятивистских частиц по кулоновскому рассеянию на следах.

В связи с этим нами были специально исследованы разнообразные физические и механические свойства слоев ядерных эмульсий, а также слоев чистой желатины до и после действия ИЭП с напряженностью $5 \cdot 10^5$ в/см. Ниже излагаются и обсуждаются основные полученные результаты.

Динамометрическим методом были определены разрывная прочность P_p (предельная нагрузка на единицу сечения) и относительное разрывное удлинение ε слоев эмульсии и желатины, предварительно кондиционированных при комнатной температуре и относительной влажности 84% путем выдерживания в эксикаторе над насыщенным раствором KBr . Полученные результаты (табл. 1) не выявили какого-либо влияния ИЭП, т. е. свидетельствуют против любых предположений о возможном ослаблении или разрушении валентных связей между ионогенными группами желатины.

Не показали ослабления межмолекулярных связей желатины и изменения степени набухания слоев в стадии фиксирования и промывки. Оценка степени набухания по методике [4], т. е. по величине отношения $(h_1 - h_0)/h_0$ (h_0 — начальная толщина воздушно-сухого слоя) привела к практически одинаковым значениям для слоев, подвергавшихся и не подвергавшихся действию ИЭП (табл. 2).

Отсутствие структурных изменений в желатине при действии ИЭП подтвердилось также в измерениях фосфоресценции эмульсионных слоев и

Таблица 1
Механические свойства слоев, подвергнутых действию ИЭП

Слой	Воздействие ИЭП	R_p (кг/мм ²)	ε
Эмульсионный непроявленный	+	$3,5 \pm 0,1$	$0,15 \pm 0,02$
	-	$3,6 \pm 0,1$	$0,14 \pm 0,02$
Желатиновый	+	$2,8 \pm 0,1$	$0,18 \pm 0,02$
	-	$2,7 \pm 0,1$	$0,19 \pm 0,02$

Таблица 2
Степень набухания эмульсионных слоев, подвергнутых действию ИЭП

Стадия	Воздействие ИЭП	$(h_1 - h_0)/h_0$
Фиксирование	+	1,51
	-	1,45
Промывка	+	2,58
	-	2,50

желатиновых пленок после УФ-возбуждения при 77°К. Как нами было показано раньше [5], деструкция желатины, ведущая к уменьшению ее молекулярного веса, т. е. разрывам главной цепи полимера, может вызывать затяжку фосфоресценции и усиление ее аномальности (роста интенсивности после быстрого первоначального спадания). Однако, как видно из табл. 3, этого не показали измерения ни на фотоэмульсионных, ни на желатиновых слоях.

Таблица 3
Параметры фосфоресценции слоев, подвергнутых действию ИЭП

Слой	Воздействие ИЭП	Максимум свечения (нм)	Длительность на уровне $J=0,1 J_0$ (сек)	Величина аномалии, %
Эмульсионный непроявленный	+	480	2,2	0
	-	480	1,9	0
Эмульсионный проявленный	+	465	4,7	8
	-	465	5,3	7
Желатиновый	+	465	6,5	10
	-	465	6,1	12

Исходя из всех этих данных следовало ожидать, что при измерениях на следах никакой разницы в искажениях между слоями, подвергавшимися и не подвергавшимися действию ИЭП, быть не должно. Для проверки этого предположения были проведены измерения на следах протонов с энергией 1,2 Гэв в слоях эмульсии BR_2 , обработанных в режиме глубинно-

го проявления. Многократное рассеяние измерялось на ячейке 250 мкм с пересчетом вторых, третьих и четвертых разностей на ячейки 500 и 1000 мкм. Локальные искажения следов в виде ложного рассеяния определялись как

$$n = \sqrt{\bar{D}_2^2 - (D_k^2 + \bar{D}_ш^2 + \bar{D}_а^2 + \bar{D}_с^2)},$$

где \bar{D}_2 — среднее значение измеренной второй разности, D_k — вычисленное значение кулоновского рассеяния (см. ниже), $\bar{D}_ш$ — шум зерен и отсчета наблюдателя, $\bar{D}_с$ — шум столика микроскопа.

Для расчета D_k использовалась формула

$$D_k = [1,74 k(t)/(p\beta)] (t/100)^{3/2},$$

где t — длина ячейки в мкм, $p\beta$ — импульс частицы в Мэв/с, k — константа рассеяния, зависимость которой от t дана в [6]. Значения $\bar{D}_а$ определялись по алгебраической сумме \bar{D}_2 [7], значения D_c были взяты из работы [8], а за величину $\bar{D}_ш$ принимали измерения рассеяния на ячейке 50 мкм.

Измеренные значения D_2 и вычисленные значения n (табл. 4) показывают, что влияние ИЭП на определение энергии частицы по измерениям кулоновского рассеяния в ее следе пренебрежимо мало, как и ожидалось. Однако рассмотренные пути возможной деформации эмульсионного слоя

Таблица 4
Ложное рассеяние в эмульсионных слоях,
подвергнутых действию ИЭП

Длина ячейки (мкм)	Параметр	При действии ИЭП	Без действия ИЭП
250	\bar{D}_2	0,225	0,231
500		0,427	0,435
1000		0,990	1,025
250	n	0,166	0,176
500		0,216	0,232
1000		0,264	0,301

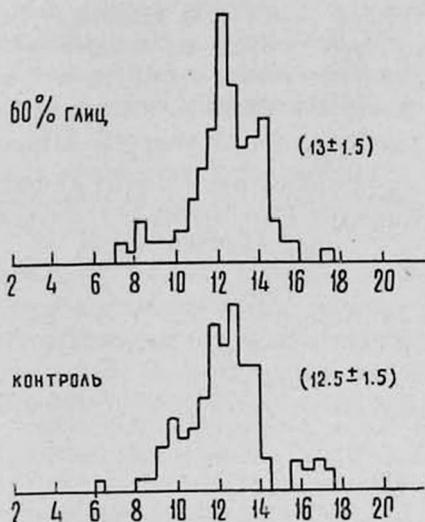
относились только к возникновению объемных деформаций. Между тем, на границе плоского электрода с диэлектриком, каким является желатина, есть еще одна возможность возникновения деформаций, хотя и чисто поверхностных, но существенных при измерениях рассеяния на следах.

Как известно, на такой границе возникает скользящий разряд, способный вызвать локальный нагрев поверхности диэлектрика и, как следствие, необратимое сверхсокращение молекул желатины, что может привести к избирательному уменьшению длин следов на поверхности эмульсионного слоя. Если пропитать слой веществом, снижающим температуру сверхсокращения, действие ИЭП при наличии указанного эффекта может проявиться более отчетливо. К числу веществ, понижающих температуру сверхсокращения, относится, в частности, глицерин, нередко вводимый в

эмульсионный слой в ходе его обработки. Поэтому не исключено, что именно таким путем ИЭП может вызвать в желатине чисто поверхностные деформации. Нами были поставлены опыты по измерению длины следов α -частиц от источника Pu^{239} (энергия 5,15 Мэв) в эмульсионных слоях типов A_2 и BP_2 , пропитанных растворами глицерина с концентрациями 10, 25, 35, 50 и 60% до действия ИЭП.

В связи с тем, что полученные гистограммы приведенных концентраций оказались совершенно одинаковыми, на рисунке приводится гистограмма, построенная для случая максимальной концентрации (60%), и для сравнения — контрольная, т. е. для обычно используемой концентрации (5%).

Как следует из гистограмм, концентрация глицерина, даже намного превосходящая обычно используемую, не вызывает сколько-нибудь существенного изменения длины следов. Следовательно, эффект сверхсжатия, если он вообще имеет место в исследованных слоях, с действием ИЭП никак не связан.



Гистограмма длин следов α -частиц, зарегистрированных в слоях, пропитанных 60% раствором глицерина перед воздействием ИЭП (верхний снимок). Контрольная гистограмма (нижний снимок) для длин следов α -частиц, зарегистрированных в слоях, подвергнутых действию ИЭП, при пропитке в обычно используемом растворе глицерина (5%).

Таким образом, при использовании ИЭП для управления фотографическими свойствами ядерных эмульсий его действие полностью локализовано только в микрокристаллах $AgHal$. Если ИЭП и вызывает в желатине какие-либо изменения, то только обратимые и быстро релаксирующие, не оказывающие влияния на формирование и сохранение скрытого изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. V. Labau, M. Nicolae. Rev. Roum. Phys., 12, 165 (1967).
2. Д. М. Самойлович, И. В. Ардашев. ДАН СССР, 179, 59 (1968).
3. А. Б. Аكوпова и др. ДАН СССР, 200, 617 (1971).
4. В. М. Уварова, В. А. Мышьцева. Научно-технический отчет НИКФИ, 201, 1959.
5. А. Л. Картужанский, И. К. Азизов. Прикладная спектрография, 19, 872 (1973).
6. А. Бонетти и др. Ядерные эмульсии, Физматгиздат, 1961.
7. N. Solntseff. Nucl. Phys., 4, 337 (1957).
8. Н. П. Богачев и др. ЖЭТФ, 38, 432 (1960).

**ԻՄՊՈՒԼՍԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ
ՑՈՏՈՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԷՄՈՒԼՍԻԱՆՆԵՐՈՒՄ ԺԵԼԱՏԻՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ
ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՄԱՆ ՈՐՈՆՈՒՄԸ**

Ի. Կ. ԱԶԻԶՈՎ, Ա. Բ. ԱԿՈՊՈՎԱ, Ա. Լ. ԿԱՐՏՈՒՃԱՆՍԿԻ,
Ն. Վ. ՄԱԳՐԱԶԵ, Լ. Վ. ՄԵԼԿՈՒՄՅԱՆ, Ի. Պ. ՊՐՈԽՈՐԵՆԿՈ

Հետազոտված է $5 \cdot 10^5$ վ/սմ լարվածության իմպուլսային էլեկտրական դաշտի ազդեցությանը էնոպիտոն շերտի ժելատինի կառուցվածքի և էլեկտրատեսխիկական հատկությունների վրա: Ցույց է տրված, որ դաշտի ազդեցությունը լոկալիզացված է միկրոբյուրեղներում, և ժելատինի հետազոտվող հատկությունները չեն փոփոխվում:

**SEARCH FOR CHANGES OF GELATIN IN NUCLEAR
PHOTOEMULSIONS UNDER THE ACTION OF PULSED
ELECTRIC FIELD**

I. K. AZIZOV, A. B. AKOPOVA, A. L. KARTUZHANSKIJ,
N. V. MAGRADZE, L. V. MELKUMYAN, I. P. PROKHORENKO

The results of the investigation of physical and mechanical properties of nuclear emulsion layers such as the breaking strength, the degree of grain swelling, the phosphorescence, the distortions due to volumetric (false scattering and distortion) and surface deformations (the effect of gelatin molecules supercontraction) are given. The results show no any evidence of the effect of pulsed electric field (PEF) on the possible change of gelatin structure and properties, its action being completely localized in microcrystals.