



на поршне за счет трения, поскольку на участках контакта должно оставаться всегда примерно одинаковое количество копоти.

Для проверки сделанных предположений необходимо провести серию экспериментальных выстрелов из автоматов семейства АК. Основной целью экспериментов должна стать проверка наличия зависимости между количеством копоти на газовом поршне и числом произведенных выстрелов. Дополнительная цель – характеристика различных методов оценки количества копоти на поршне и разработка рекомендаций по их использованию.

Для достижения указанных целей план исследований должен обеспечить проверку следующих вопросов:

– имеется ли зависимость между массой копоти на поршне и числом произведенных выстрелов;

– если такая зависимость имеется, на каком интервале выстрелов она выполняется. Возможна ли ситуация, когда после определенного числа выстрелов масса копоти прирастать не будет, например, за счет вымывания пороховыми газами;

– какой характер носит зависимость массы копоти от числа выстрелов. Имеет ли она линейный характер, то есть пропорционально ли увеличение массы копоти числу выстрелов;

– как влияют наличие, тип и количество смазки на зависимость между массой копоти и числом выстрелов. Каков примерный процент массы зольных остатков различных типов смазок в общей массе копоти на поршне;

– какие методы определения количества копоти на поршне являются оптимальными. Могут ли для оценки количества копоти применяться объективные методы количественного анализа, если да, то какие именно. Существует ли возможность визуальной дифференциации числа выстрелов по окопчению газового поршня.

Представляется, что результаты исследований в этом направлении могут стать основанием для внедрения в экспертную деятельность новых методик и видов криминалистической техники.

#### Примечания

- <sup>1</sup> *Билызный И. Л.* Об определении количества выстрелов, произведенных из автоматов и карабинов СКС // *Экспертная техника.* Вып. 32. М., 1970. С. 34–48.
- <sup>2</sup> Термины «газовый поршень» и «шток затворной рамы» являются синонимами. Это справедливо также для терминов «газовая трубка» и «основание ствольной накладки». Различные наименования употребляются в разных видах документации на оружие – в наставлениях по стрелковому делу, руководствах по ремонту, каталогах деталей и сборочных единиц и др.
- <sup>3</sup> 5,45-мм автоматы Калашникова АК74, АКС74 и АКС74У и 5,45-мм ручные пулеметы Калашникова РПК74 и РПКС74 (см.: *Руководство по среднему ремонту. Нормы расхода запасных частей и материалов.* М., 1988. С. 44); 7,62-мм модернизированные автоматы Калашникова (АКМ и АКМС) (см.: *Руководство по ремонту.* М., 1968. С. 27).

УДК 343.98

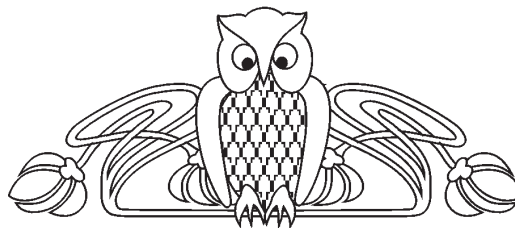
## ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ПО ЕЁ СТРУКТУРНЫМ ПЕРЕСТРОЙКАМ В ОБЛАСТИ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО СЛЕДА

Л. Ю. Вэргун (О. Ю. Актан), К. О. Телиман

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко  
E-mail: aktan@univ.kiev.ua

Рассматривается вопрос о возможности определения времени возникновения дефекта после контакта метаемого снаряда с поверхностным слоем кожи. Выдвинута гипотеза о перераспределении количества молекул низкомолекулярного растворителя в зоне повреждения за счёт слияния специфических дефектов – супервакансий, способствующих изменению коэффициента диффузии.

**Ключевые слова:** огнестрельное повреждение, деструкция, соединительная ткань, давность выстрела.



### The Physical Method of Assessing the State of the Connective Tissue of its Restructuring in the Field of Fire Trail

L. Yu. Vergun (O. Yu. Aktan), K. O. Teliman

The question about the possibility of time determining of the appearance of defect after the contact of fired missile with the cover layer of the skin is examined. The hypothesis about the redistribution of a quantity



of molecules of low-molecular solvent in the zone of damage due to the confluence of specific defects – the super-vacancies, which facilitate a change in the diffusion coefficient is advanced.

**Key words:** fire damage, destruction, connective tissue, prescription shooting.

Исследование деструкции биологических тканей после огнестрельного воздействия является важным вопросом и положено в основу судебно-медицинской экспертизы как составной части криминалистики<sup>1</sup>. В данной работе предлагается методика оценки состояния соединительной ткани по её структурным перестройкам в области огнестрельного следа.

Как известно, образование огнестрельного дефекта в соединительной ткани предусматривает внедрение метательного снаряда через совокупность различных молекулярных биологических

структур. В зависимости от вида, типа и конформации биомолекул соединительная ткань имеет следующие типы: плотная неоформленная ткань, ретикулярная ткань, костная ткань и т. д.<sup>2</sup> Для пулевого огнестрельного оружия малого калибра характерной особенностью является проникновение метательного заряда на незначительную толщину. Причём деструкции соединительной ткани подвержена, в основном, дерма, представляющая собой слоистую структуру.

Эпидермис, как известно, является поверхностным слоем дермы<sup>3</sup>. Согласно общепринятой модели (рис. 1, а) этот поверхностный слой рассматривают как двухкомпонентную систему, которая состоит из клеток, заполненных кератиновым матриксом, а также совокупности липидных мембран, которые окружают эти клетки и, соединяясь, обеспечивают целостность эпидермиса<sup>4</sup>.

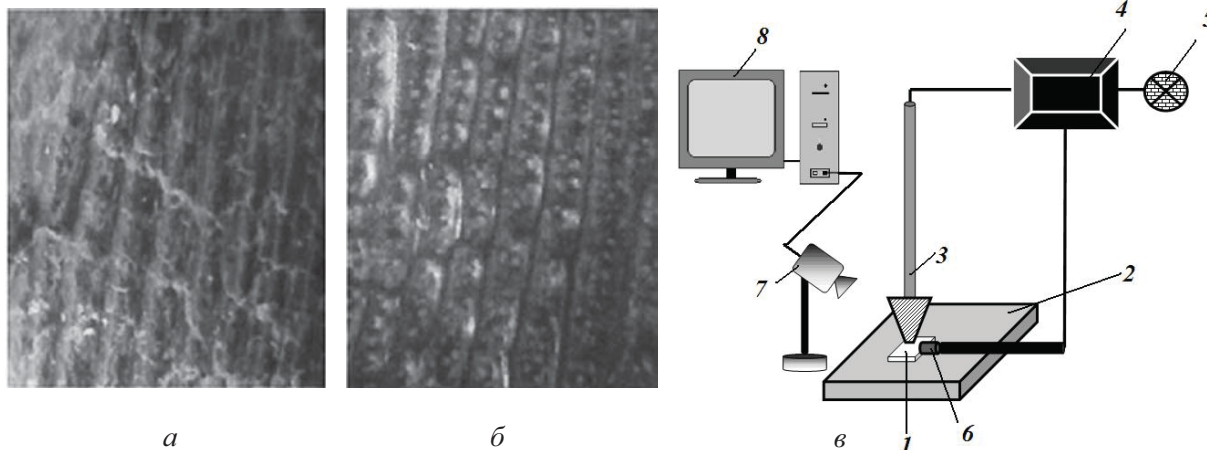


Рис. 1. Внешний вид обезвоженного (а) и насыщенного водой (б) образцов рогового слоя (увеличение в 5 раз), а также лабораторный стенд (6), содержащий: 1 – образец; 2 – неподвижную основу; 3 – электрод с медной насадкой; 4 – цифровой терморегулятор; 5 – источник питания; 6 – термодатчик; 7 – видеокамеру; 8 – компьютер

В основе предлагаемого метода лежит изучение структуры обезвоженного и содержащего определённое количество молекул воды образцов, что соответствует функционирующей живой биосистеме. На рис. 1. приведены примеры используемых образцов рогового слоя эпидермиса человека.

Было установлено визуальное различие в зонах, окружающих место термического воздействия: зоны I, для которой характерно полное разрушение образца, зоны II, представляющей собой однородную непрозрачную плёнку, и зоны III, в которой признаки разрушения практически отсутствуют. Наличие таких зон было связано с распределением молекул воды в дефектных областях рогового эпидермиса, процентное количество которых может предоставить информацию о протекании различных обратимых и необратимых биохимических процессов в соединительной ткани человека (рис. 2).

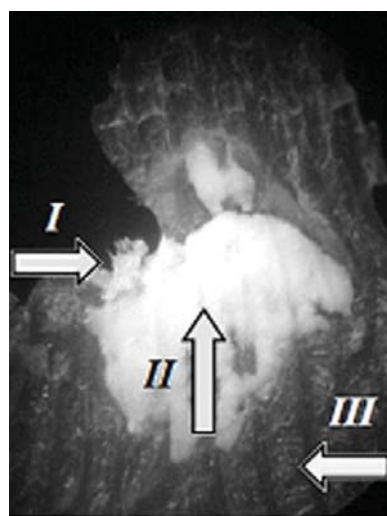


Рис. 2. Внешний вид обезвоженного образца после проведения эксперимента (увеличение в 6 раз)



На рис. 3. изображен обезвоженный роговой слой после термического воздействия. Как известно, липидные слои представляют собой упорядоченные структуры ламеллярного типа<sup>5</sup>. Для подобных объектов в работах авторов<sup>6</sup> было доказано существование специфических дефектов супервакансий. В отличие от сквозных пор супервакансия представляет собой пустоту в липидном монослое, продольный размер которой равен продольному размеру липидной молекулы, а поперечный – расстоянию между соседними молекулами (рис. 3, а). Концентрация таких дефектов зависит от температуры, механической нагрузки и других факторов<sup>7</sup>. Кроме того, в случае, когда ламеллярная система контактирует с низкомолекулярным растворителем (рис. 3, б), область супервакансии заполняется молекулами растворителя<sup>8</sup>.

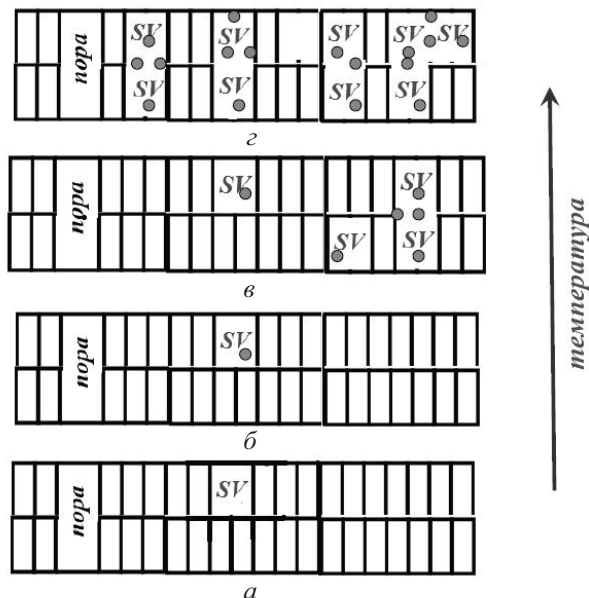


Рис. 3. Образование супервакансий (SV) в липидной мембране

Низкомолекулярные жидкости, такие как вода, являются важными компонентами живых тканей, в том числе кожи. Известно, что механические и защитные свойства эпидермиса в значительной степени зависят от количества жидкой составляющей в структуре поверхностного слоя. Данное обстоятельство указывает на то, что наличие низкомолекулярного растворителя будет влиять и на механизмы, которые происходят в коже под воздействием внешних факторов.

В физике биополимеров для характеристики взаимодействия «биополимер–растворитель» одним из наиболее распространённых экспериментальных методов является метод, согласно которому механизмы диффузии определяют путём исследования кинетики проникновения растворителя в структуру полимера. Руководствуясь

этим методом, суть которого изложена в работе авторов<sup>9</sup>, экспериментально определялся коэффициент диффузии  $D$ . Зависимость этого параметра от температуры растворителя (воды) приведена на рис. 4.

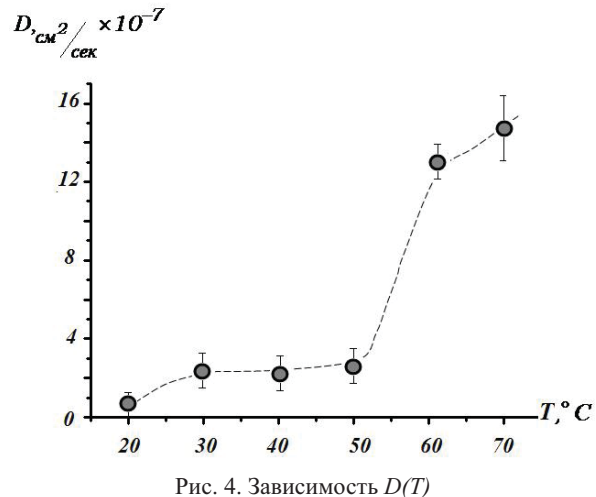


Рис. 4. Зависимость  $D(T)$

Как видно из рис. 4, диффузия молекул воды в эпидермисе в интервалах меньше 50 °С и больше 50 °С носит различный характер. Это можно объяснить тем, что при  $T < 50$  °С молекулы воды движутся по неупорядоченным областям существующим в липидных мембранах (рис. 3, б). При  $T > 50$  °С диффузия становится коллективной. Молекулы воды проникают в неупорядоченные области липидных слоёв, способствуя их разупорядочению и образованию новых дефектов.

Вывод относительно участия супервакансий в процессе разупорядочения липидной мембраны под воздействием температуры также согласуется с экспериментальными данными<sup>10</sup>, полученными методом электронной микроскопии: установлено, что в температурном интервале от 50 °С до 60 °С в мембране происходит резкое увеличение количества связанной воды. Кроме того, при превышении 60 °С в липидном монослое наблюдается наличие значительных участков исключительно жидкой фазы. Характерная особенность для последнего случая, как указывается в работе<sup>11</sup>, состоит в сохранении формы биологической мембраны при значительной степени разупорядочения структуры. Этот экспериментальный факт соответствует структуре биологической мембраны, изображённой на рис. 3, г.

Наличие количества свободной и связанной воды даёт возможность определить время возникновения дефекта в поверхностном слое кожи при соприкосновении с телом метательного заряда. Сущность состоит в том, что при появлении подобного дефекта в зоне контакта возникает коагуляционная пробка, препятствующая диф-



фузии низкомолекулярных жидкостей сквозь поверхностный слой кожи. Таким образом, посредством сравнения изменения количества воды в неповрежденной и поврежденной тканях при температуре, соответствующей температуре нагрева ткани в месте контакта, можно определить время возникновения указанного дефекта.

#### Примечания

- <sup>1</sup> См.: Назаров Ю. В., Назаров В. Ю., Исаков В. Д. Медико-криминалистическое исследование огнестрельных снарядов // Судебная экспертиза. 2005. № 4. С.99–103.
- <sup>2</sup> См.: Слуцкий Л. И. Биохимия нормальной и патологически измененной соединительной ткани Л.,1969.
- <sup>3</sup> Там же.
- <sup>4</sup> См.: Weaver J. C., Vaughan T. E., Chizmadzhev Yu. Theory of electrical creation of aqueous pathways across skin

transport barriers // Advanced Drug Delivery Reviews. 1999. № 35. P. 21–39.

- <sup>5</sup> Bulavin L. A., Aktan O. Yu. Problem of the disorder of the membranes in molecular medicine // Advanced in Molecular Medicine. 2006. Vol. 2, № 4. P. 161–164.
- <sup>6</sup> Там же.
- <sup>7</sup> См.: Булавин Л. А., Актан О. Ю., Забаица Ю. Ф. Вакансии в олигомерных кристаллах // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 2009. Т. 51, № 9, С.1023–1031.
- <sup>8</sup> См.: Булавин Л. А., Актан О. Ю. Молекулярні механізми дифузії води в колагеноподібних структурах // Український фіз. журнал. 2009. Т. 54, № 6. С. 575–578.
- <sup>9</sup> Там же.
- <sup>10</sup> См.: Higgins M. J., Polcik M., Fukuma T., Sader J. E. [at al]. Structured Water Layers Adjacent to Biological Membranes // Biophysical Journal. 2006. Vol. 91, № 10. P. 2532–2542.
- <sup>11</sup> Там же.

УДК 343.98

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОСТРАДАВШЕГО В МОМЕНТ ВЫСТРЕЛА ПО ПЯТНАМ БРЫЗГ КРОВИ, ВЫБИТЫХ СНАРЯДОМ

В. А. Федоренко, О. А. Царев\*, В. В. Никитин\*\*

Образовательно-научный институт наноструктур и биосистем  
Саратовского государственного университета

E-mail: fed77@yandex.ru

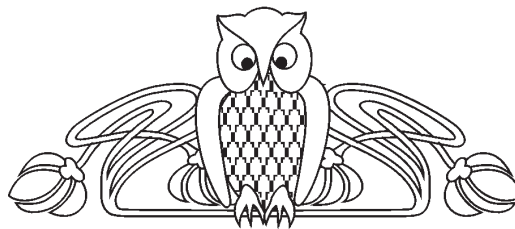
\*Саратовский государственный медицинский университет

E-mail: postmaster(a)med.sgu.ru

\*\*Следственное управление Следственного комитета РФ

по Чувашской Республике, г. Чебоксары

E-mail: nikvit\_84@mail.ru



В работе исследуется погрешность определения положения пострадавшего в момент выстрела по пятнам брызг крови. Показано, что положение пострадавшего на горизонтальной плоскости может быть определено в отдельных случаях с погрешностью  $\pm 2.5$  см.

**Ключевые слова:** выстрел, раневой канал, пятна крови, положение пострадавшего.

#### Definition of Position of the Victim at the Moment of a Shot on Stains of Splashes of the Blood Which Have Been Beaten Out by a Bullet

V. A. Fedorenko, O. A. Tsarev, V. V. Nikitin

This paper investigates the error in the determination of the victim the moment of firing by spots of blood spatter. It is shown that the position of the victim in a horizontal plane can be determined in some cases with an accuracy of  $\pm 2.5$  cm.

**Key words:** shot, wound channel, blood stains, position of the victim.

Актуальной задачей для выяснения обстоятельств происшествия является определение положения пострадавшего в момент выстрела. Данная задача может быть решена путем исследования пятен брызг крови, выбитых снарядом в момент причинения огнестрельного ранения. Впервые эту идею высказал известный ученый криминалист Э. Кноблех. Цель данной работы – оценка погрешности определения положения раневого канала в момент выстрела по методу, предложенному Э. Кноблехом.

Физической основой рассматриваемой методики является выбивание двух конусов брызг крови при пробитии высокоскоростной пулей биологических тканей. Прямой конус брызг (мелких капель) выбивается из выходного отверстия раневого канала, а обратный конус – из входного отверстия этого же канала (рис. 1). Соответственно, на горизонтальной поверхности (например, пол, асфальт и т.п.) останутся пятна