

О некоторых вопросах выявления следов рук и механизма слеодообразования на пористых поверхностях

 В.А. Васильев¹,  Т.А. Ермакова²,  Ю.А. Дружинин³,  И.Б. Афанасьев⁴,  Т.Ю. Юдина³,
 Е.Ю. Рusanов⁵

¹ ФГКОУ ВО «Волгоградская академия Министерства внутренних дел Российской Федерации», Волгоград 400089, Россия

² ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волгоград 400062, Россия

³ Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, Москва 125130, Россия

⁴ Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации, Москва 109028, Россия

⁵ Межмуниципальное управление Министерства внутренних дел Российской Федерации «Нижнетагильское», Свердловская область, Нижний Тагил 622001, Россия

Аннотация. Вопросы выявления потожировых следов на пористых поверхностях в экспертно-криминалистической практике встречаются часто, и во многих случаях они успешно решаются с использованием химических методов. При этом процесс взаимодействия в системе «пористая поверхность – след – химический реактив» (в части уточнения и выявления закономерностей механизма химической реакции) в литературе рассмотрен недостаточно подробно. Для более полного раскрытия этого процесса авторами выполнены многочисленные эксперименты по реакции нингидрина с потожировым веществом следа, проведен анализ взаимодействия химических веществ с составом потожировых следов, исследованы с использованием электронной микроскопии свойства пористых (бумажных) материалов, рассмотрены особенности отображения поро- и эджеоскопических признаков в следах при различных условиях хранения.

В результате проведенных исследований показано, что на качество выявления на пористых поверхностях потожировых следов существенное влияние оказывают пористость и гидрофильность поверхностей объектов-следоносителей (бумаг), а также условия хранения объектов: влажность окружающей среды и время их хранения.

Ключевые слова: дактилоскопия, папиллярные узоры, потожировые следы, химические методы выявления, нингидрин, поро- и эджеоскопические признаки, пористые поверхности, бумага

Для цитирования: Васильев В.А., Ермакова Т.А., Дружинин Ю.А., Афанасьев И.Б., Юдина Т.Ю., Рusanов Е.Ю. О некоторых вопросах выявления следов рук и механизма слеодообразования на пористых поверхностях // Теория и практика судебной экспертизы. 2020. Т. 15. № 3. С. 34–43. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2020-3-34-43>

On Some Issues of Handprints Detection and the Mechanism of Trace Formation on Porous Surfaces

 Vasilii A. Vasil'ev¹,  Tat'yana A. Ermakova²,  Yurii A. Druzhinin³,  Il'ya B. Afanas'ev⁴,
 Tat'yana Yu. Yudina³,  Evgenii Yu. Rusanov⁵

¹ Volgograd Academy of the Ministry of Interior of Russia, Volgograd 400089, Russia

² Volgograd State University, Volgograd 400062, Russia

³ Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Moscow 125130, Russia

⁴ The Russian Federal Centre of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation, Moscow 109028, Russia

⁵ Intermunicipal Department of the Ministry of Internal Affairs of Russia "Nizhnetagilskoe", Sverdlovsk region, Nizhniy Tagil 622001, Russia

Abstract. Problems of detecting sweat and grease deposits on porous surfaces are common for forensic practice, and usually, they are successfully resolved with the help of chemical methods. Meanwhile, the

interaction process in the system "porous surface – deposit – chemical agent" concerning clarification and identification of the trends within chemical reaction is not reviewed in literature sufficiently. For more comprehensive research of this process, the authors of the article have conducted multiple experiments on the ninhydrin reaction with the sweat and grease of the deposits, analyzed the interaction of the chemical agent with the sweat and grease, with the properties of porous (paper) materials using electron microscopy, and also looked into the display features of pore and edgeoscopic signs in the deposits under different storage conditions.

As a result of the research, it is shown that such parameters of deposits carriers (paper) as porosity and hydrophilic properties and ambient humidity as well as the time of storage have a significant influence on the process of detecting the sweat and grease deposits on porous surfaces and their quality.

Keywords: *dactyloscopy, papillary patterns, sweat and grease deposits, chemical methods of detection, ninhydrin, pore and edgeoscopic signs, porous surfaces, paper*

For citation: Vasil'ev V.A., Ermakova T.A., Druzhinin Yu.A., Afanas'ev I.B., Yudina T.Yu., Rusanov E.Yu. On Some Issues of Handprints Detection and the Mechanism of Trace Formation on Porous Surfaces. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2020. Vol. 15. No. 3. P. 34–43. (In Russ.).
<https://doi.org/10.30764/1819-2785-2020-3-34-43>

Введение

Для выявления латентных следов рук на пористых поверхностях, таких как бумага, картон, ткань, дерево и т. п., эксперты-криминалисты уже около 50 лет используют методы так называемых цветных реакций, основанные на взаимодействии химических реагентов с потожировым веществом следа. Несмотря на накопленный эмпирический и теоретический материал по использованию химических методов выявления следов рук, вопрос качества их выявления остается весьма актуальным для экспертной практики и в наше время. Особый интерес при этом вызывает проблематика выявления следов с поро- и эджеоскопическими признаками, наличие которых позволяет использовать при расследовании преступлений часть «непригодных» следов, при том что их доля в экспертных подразделениях доходит до 20 % от количества всех изъятых следов рук [1].

Как известно, на механизм следообразования в основном влияют следообразующее вещество (потожировое), объект-следоноситель и следовоспринимающая поверхность. Многокомпонентность и непостоянство химического состава потожирового вещества, рельефность (шероховатость), пористость, смачиваемость следовоспринимающей поверхности потожировым веществом следа являются взаимозависимыми факторами [2]. Подобной многофакторностью, возможно, можно объяснить встречающиеся в криминалистической литера-

туре противоречия по вопросу выявления латентных следов рук с отобразившимися микропризнаками [1, 3]. Вызывает интерес и вопрос выявления на пористых поверхностях следов с поро- и эджеоскопическими признаками в зависимости от сроков их хранения и влажности окружающей среды.

Многочисленные эксперименты в совокупности с изучением характеристик некоторых пористых материалов, анализом теоретических аспектов взаимодействия средств выявления с компонентами потожирового вещества позволили получить, на наш взгляд, дополнительную объективную информацию о возможности выявления на пористых (бумажных) поверхностях следов рук с качественными микропризнаками.

Материалы и методы

С целью изучения влияния внешних условий и свойств следовоспринимающей поверхности на отображение микропризнаков были выбраны наиболее часто используемые сорта бумаг: писчая (ГОСТ 18510-87), офсетная (ГОСТ 9094-89) и мелованная глянцевая (ГОСТ 21444-2016).

При подготовке экспериментальных следов в качестве «доноров» были отобраны 25 человек в возрасте от 20 до 45 лет, на руках которых имелись хорошо выраженные папиллярные узоры и линии (папиллярные линии – четкие, достаточной ширины, с хорошо просматриваемыми порами), а на коже рук было достаточное количество потожиро-

рового вещества (руки «доноров» не сухие, но без избытка потожирового вещества).

В качестве следовоспринимающих поверхностей использовали листы разлинованной в клетку (сторона квадрата 3 см) бумаги формата А4. В каждой такой клетке «донор» оставлял потожировые следы рук с различной степенью нажима. Объекты со следами помещали в бумажные конверты и выдерживали при повышенной, естественной и пониженной влажности в течение 1 дня, 1 недели, 2 недель, 1 месяца, 6 месяцев, 1 года, 2 лет.

Условия хранения объектов:

- повышенная влажность: объекты помещали в климатическую камеру «Тепло-Влага» серии КТВ; влажность задавали циклично, в интервале от 75 до 85 % (без конденсации), температура 18–35 °С (имитация условий в помещениях с повышенной влажностью – ванной комнаты);

- естественная влажность: бумажные конверты с объектами находились в ящике письменного стола в офисном помещении; влажность изменялась от 40 до 70 %, температура 18–35 °С;

- пониженная влажность: объекты упаковывали в герметичный пластиковый контейнер, в который предварительно помещали прокаленный при температуре 120 °С силикагель (ГОСТ 3956-76), влажность изменялась от 20 до 30 %, температура 18–35 °С.

Влажность контролировали с помощью гигрометра (ГОСТ Р 8.708-2010).

По истечении заданного срока хранения объекты обрабатывали предназначенными для выявления следов рук растворами реактивов производства компании Sirchie¹ (США), имеющих, согласно MSDS, следующие составы:

- нингидрин спрей No. 201C: нингидрин 0,01 %, этилацетат 10–15 %, этанол 10–15 %, петролейный эфир 20–25 %, ксилол, смесь изомеров 20–25 %;

- нингидрин No. NSI609: этилацетат < 1 %, этанол < 1 %, нингидрин < 1 %, уксусная кислота < 1 %, перфторбутилметилловый эфир 30–50 %, перфторизобутилметилловый эфир 50–70 %;

- ДФО No. DFS200P: 1,8-диазофлуорен-9-он < 1 %, уксусная кислота > 5 %, бутан

< 1,125 %, этилмеркаптан 0–50 ppm, этилацетат 25 %, метанол 25 %, пропан > 40,5 %, пропилен < 2,25 %.

Обработанные объекты выдерживали при комнатной температуре до проявления следов. Качество следов оценивали по наличию групп признаков, исходя из следующих критериев:

- «5» – следы (либо фрагменты в следах) отличного качества с отобразившимися поро- и эджеоскопическими признаками;

- «4» – следы хорошего качества, в которых хорошо различимы тип и вид папиллярного узора, а также присутствует достаточное количество частных признаков, позволяющих признать их пригодными для идентификации личности;

- «3» – следы удовлетворительного качества, в которых плохо различимы тип и вид папиллярного узора, или фрагменты следов (папиллярные линии смазанные, отобразились нечетко), однако можно выделить достаточное количество частных признаков, позволяющих признать их пригодными для идентификации личности;

- «2» – следы, непригодные для идентификации личности;

- «1» – следы выявлены не были.

Выявленные следы оценивали в два этапа. Первоначально учитывали следы наилучшего качества от каждого из «доноров», хранившиеся в одинаковых условиях. В дальнейшем анализировали сформированную выборку следов, в которой также учитывался наилучший результат, но полученный не менее чем от 3 «доноров» при условии неоднократного воспроизведения результатов эксперимента.

Выявленные следы рук фиксировали при помощи растворов различных реактивов на видеоспектральном компараторе (Projectina Docucenter Nirvis) в видимой зоне спектра (в случае нингидрина спрея No. 201C, нингидрина No. NSI609), а также в режиме настраиваемой люминесценции (ДФО No. DFS200P).

Структуру поверхности бумаги исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (микроскоп Tescan Vega II XMU с вольфрамовым катодом с термоэмиссией, оснащенный детектором вторичных и детектором отраженных электронов, с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа с безазотным детектором фирмы Oxford Nanoanalysis, INCA Energy 450).

¹ Ninhydrin Spray Safety Data Sheet. http://www.waproducts.co.uk/pdf/S201C_Ninhydrin_Spray.pdf; Ninhydrin Spray, Special Formula Safety Data Sheet. <http://www.waproducts.co.uk/pdf/SNS1609.pdf>; MSDS – Material Safety Data Sheet; Product Name: DFO Spray. <http://www.waproducts.co.uk/pdf/DFO%20Spray.pdf>

Результаты исследований и их обсуждение

Для получения более точных представлений о механизме взаимодействия потожирового вещества следа с пористыми поверхностями (поверхностью бумаги) [4] необходимо учитывать как физические свойства бумаг (смачиваемость, пористость и капиллярность), так и влияние внешних условий (влажность окружающей среды).

Как известно, технология получения писчих и газетных бумаг не предусматривает применение проклейки, что приводит к получению гидрофильных материалов [5, 6], поверхность и внутренняя структура которых неограниченно смачивается водой. При гидрофобизации в процессе поверхностной проклейки офсетных и мелованных бумаг получают ограниченно смачиваемые водой материалы с регулируемыми гидрофобными свойствами.

Пористые поверхности бумаг относят к губчатым набухающим разнороднопористым структурам, в которых системы пустот и каналов образуются сплошной сеткой твердой фазы – волокном (в отсутствие наполнителя). На рисунке 1 показаны увеличенные изображения поверхности различных сортов бумаги, полученные с использованием сканирующего микроскопа. Общий объем пор для различных видов бумаги различается в широких пределах – от 30 до 70 %. В частности, в писчей бумаге (ГОСТ 18510-87) (рис. 1 а) преобладают макропоры или просто поры размером 0,15–0,17 мкм (объем которых достигает 60–70 %) и заметно выделяются волокна. У материалов, подвергающихся гидрофобизации – мелованная (ГОСТ 21444-2016) и офсетная (ГОСТ 9094-89) бумаги, – объем пор находится в пределах 30–60 %, средний радиус пор 0,02–

0,3 мкм и 0,07–0,09 мкм соответственно (рис. 1 б, с).

Результаты экспериментов по выявлению следов рук на различных пористых (бумажных) поверхностях с использованием растворов нингидрина (спрея No. 201С, нингидрина No. NSI609 и ДФО No. DFS200P) при различных условиях хранения объектов сведены в таблицу 1.

Результаты исследований показывают, что на отображение микропризнаков в выявленных следах рук в значительной мере оказывают влияние характер следовоспринимающей поверхности и условия хранения объектов со следами.

В массивах выявленных следов, оставленных практически всеми «донорами» на самом гидрофобном объекте (мелованной бумаге), можно выделить следы (фрагменты следов), в которых хорошо различимы поро- и эджеоскопические признаки. При увеличении срока хранения и влажности воздуха качество отображения микропризнаков в таких следах изменяется незначительно. Так, в ходе эксперимента нами были выявлены следы с хорошо просматриваемыми поро- и эджеоскопическими признаками и после двух лет хранения образцов (рис. 2).

При увеличении срока хранения объектов на офсетной и писчей бумагах наблюдается ухудшение качества выявленных следов: становятся плохо различимы тип и вид папиллярного узора, не просматриваются крутизна и потоки папиллярных линий, детали строения папиллярного узора, не отображаются микропризнаки. Отметим, что изменение качества отображения деталей папиллярных линий в следах на разных видах объектов-следоносителей происходит с разной скоростью. Так, на офсетной бумаге микропризнаки неразличимы при сро-

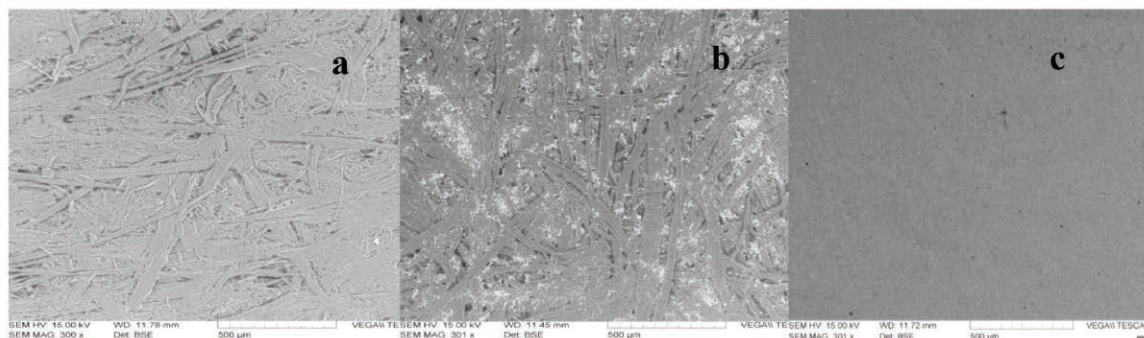


Рис. 1. Увеличенное изображение поверхности бумаги, полученное на растровом микроскопе (а – писчая; б – офсетная; с – мелованная бумага)

Fig. 1. Magnified image of the paper surface obtained by scanning microscopy (a – letter paper; b – offset paper; c – chalk-coated paper)

Таблица 1. Оценки качества выявления следов рук, оставленных на различных видах пористых (бумажных) поверхностей
Table 1. Quality evaluation of the detection of hands deposits left on different types of porous (paper) surfaces

Условия хранения		Нингидрин спрей No. 201C			Нингидрин No. NSI609			ДФО No. DFS200P		
		Мелованная	Офсетная	Писчая	Мелованная	Офсетная	Писчая	Мелованная	Офсетная	Писчая
1 день	Повышенная влажность	5	5	4	5	5	4	5	5	4
1 неделя		5	4	4	5	4	4	5	4	4
1 месяц		5	4	3	5	4	3	5	4	3
6 месяцев		5	3	2	5	3	2	5	3	2
1 год		5	3	2	5	3	2	5	3	2
2 года		5	2	1	5	2	1	5	2	1
1 день	Естественная влажность	5	5	4	5	5	4	5	5	4
1 неделя		5	4	4	5	4	4	5	4	4
1 месяц		5	4	3	5	4	3	5	4	3
6 месяцев		5	4	3	5	4	2	5	4	3
1 год		5	3	2	5	3	2	5	3	2
2 года		5	3	1	5	3	1	5	3	1
1 день	Пониженная влажность	5	5	4	5	5	4	5	5	4
1 неделя		5	4	4	5	4	4	5	4	4
1 месяц		5	4	3	5	4	3	5	4	3
6 месяцев		5	4	2	5	4	2	5	4	2
1 год		5	3	2	5	4	2	5	3	2
2 года		5	2	1	5	2	1	5	2	1

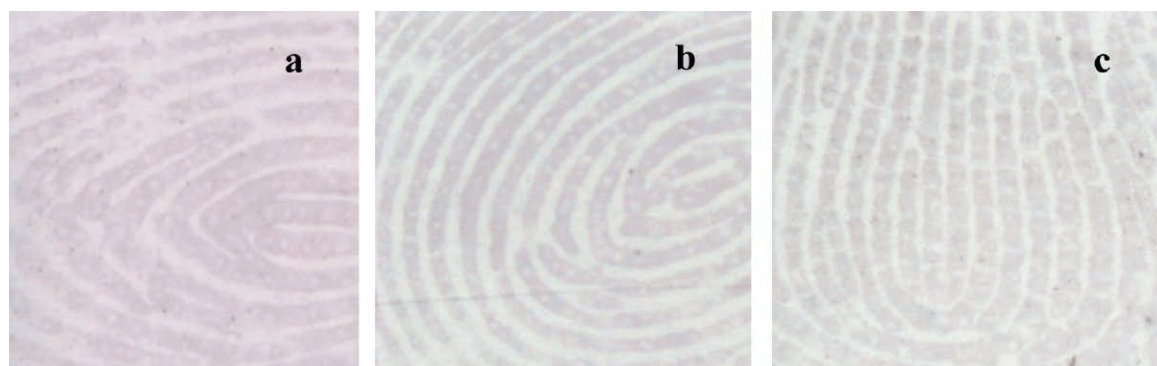


Рис. 2. Фрагменты следов рук, выявленные раствором нингидрина No. 201C на мелованной бумаге после двухгодичного хранения (а – при естественной влажности; б – в условиях пониженной влажности; с – в условиях повышенной влажности)

Fig. 2. Fragments of hands deposits, detected with ninhydrin solution No. 201C on the chalk-coated paper after a two-year storage period (a – natural humidity; b – low humidity; c – high humidity)

ке хранения свыше двух суток. На писчей бумаге, имеющей высокую пористость поверхности, поро- и эджеоскопические признаки в следах обнаружены не были.

Влияние окружающей среды на отображение микропризнаков в следах проиллюстрировано на рисунке 2. После длительного хранения образцов при пониженной влажности (рис. 2 а) поро- и эджеоскопические признаки различимы четко, без значительных изменений конфигурационных характеристик. С изменением влажности качество следов начинает изменяться. Так, при хранении следов в условиях естественной влажности наблюдается незначительное изменение конфигурации пор и искажение части эджеоскопических признаков (рис. 2 б). В условиях повышенной влажности утрачивается конфигурация некоторых пор, а края папиллярных линий размываются (рис. 2 с).

По-видимому, увеличение влажности воздуха приводит к ускорению диффузии водорастворимых компонентов пота (аминокислот, солей и др.) в поверхностном слое бумаги. С уменьшением гидрофобных свойств бумаги (и ростом гидрофильности)

утрата микропризнаков убыстряется, что в свою очередь приводит к ухудшению качества выявляемого следа.

Отдельного внимания заслуживает вопрос о роли химического состава средств выявления. К основным рассматриваемым приемам модификации этих средств относят следующие:

- оптимизацию состава растворителя;
- синтез химических аналогов нингидрина;
- введение добавок, изменяющих люминесцентные свойства [7–9].

Как показали проведенные исследования, при выявлении следов рук растворами реактивов влияние растворителя и химического состава средств выявления (растворов нингидрина: спрея No. 201С, нингидрина No. NSI609 и ДФО No. DFS200P) на отображение поро- и эджеоскопических признаков незначительно, что не всегда сопоставимо с результатами, получаемыми другими экспертами. Описанный результат [10] позволяет предположить возникновение ошибок как при подготовке объектов (отборе следов), так и оценке получаемых результатов.

Приведем предполагаемую схему механизма реакции нингидрина с аминокисло-

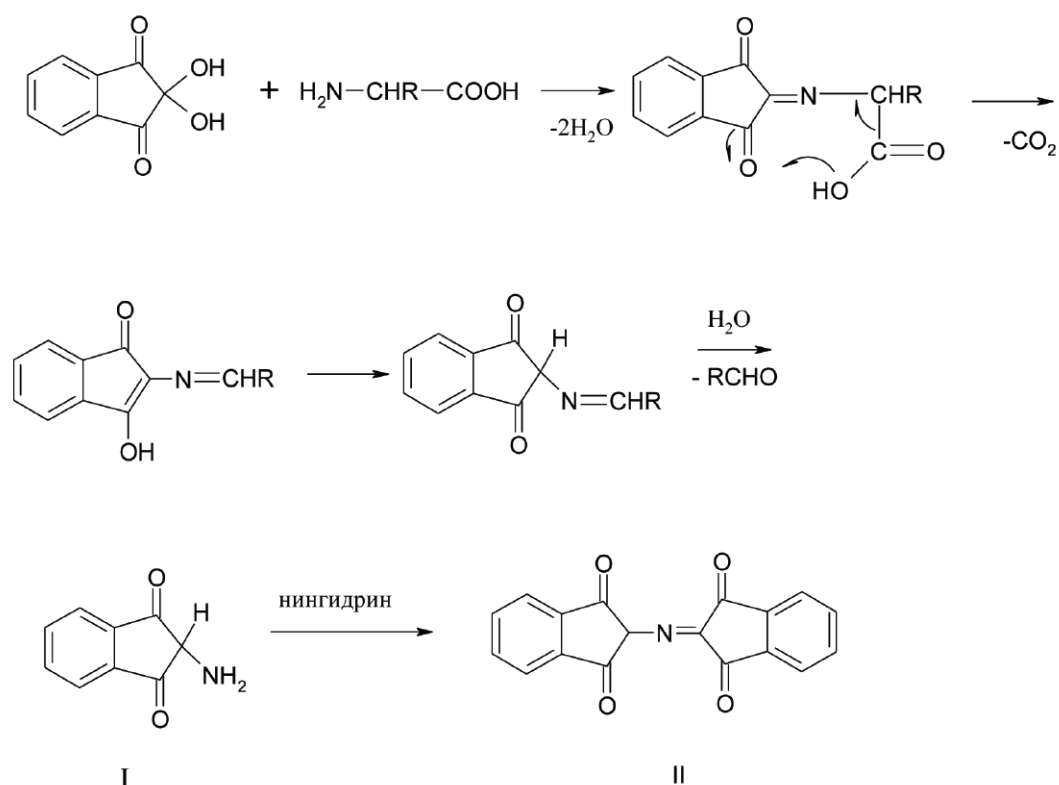


Рис. 3. Схема взаимодействия нингидрина с α -аминокислотами [11, 12]

Fig. 3. The layout of ninhydrin and α -amino acids reaction [11, 12]

тами (рис. 3). Данная схема актуальна и для других структурных аналогов нингидрина.

На первой стадии реакции α -аминокислот с нингидрином образуются диоксид углерода, альдегид и устойчивое промежуточное соединение 2-аминоиндандион (I), которое в дальнейшем, конденсируясь с молекулой нингидрина, образует дикетогидринденкетогидринамин (II). Показано [11, 12], что характерная для большинства α -аминокислот пурпурная окраска обусловлена образованием дикетогидринденкетогидринамина.

Поскольку данная реакция проходит на поверхности бумаги (в отсутствие растворителя), а окрашенный продукт образуется через достаточно длительный промежуток времени, все это позволяет предположить, что лимитирующей стадией является взаимодействие 2-иминоиндандиона со второй молекулой нингидрина [13–15].

Как известно [11], аминокислоты и их производные, присутствующие в потожировом веществе, в полярных и слабополярных растворителях, применяющихся при разработке средств выявления (например, метаноле, этаноле, ацетоне), растворяются незначительно, что позволяет исключить массоперенос при воздействии растворителя. То есть химическая реакция с нингидрином и его производными будет происходить на месте следа.

Таким образом, механизм взаимодействия потожирового вещества и пористых поверхностей [15] проходит через ряд промежуточных стадий.

1 стадия. Непосредственно после контакта пальцев с поверхностью потожировое вещество, представляющее собой эмульсию из водорастворимых и водонерастворимых соединений, проникает в приповерхностный слой (рис. 4 а). На данном этапе наибольшее влияние на отображения микропризнаков следов рук оказывают сила нажима в момент контакта со следовоспринимающим объектом, шероховатость поверхности, ее капиллярность и смачиваемость.

2 стадия. В случае успешного следообразования, спустя небольшой промежуток времени (минуты, часы), за счет капиллярного эффекта на объектах в процессе сорбции (и десорбции) происходит разделение потожирового вещества следа. На поверхности бумаги остаются водонерастворимые компоненты (жировая часть), а водо-

растворимые проникают в приповерхностный слой (рис. 4 б).

3 стадия. В дальнейшем (спустя недели, месяцы) на поверхности так и остается водонерастворимая (жировая) компонента следа. Однако в приповерхностном слое происходит распределение компонентов смеси веществ, содержащихся в водорастворимой части потожирового следа, внутри объекта, имеющего развитую поверхность (рис. 4 с).

Бумага с адсорбированным в поверхностном слое потожировым веществом проявляет свойства, характерные для абсорбционной бумажной хроматографии. Носителем неподвижной фазы является целлюлоза в виде листов бумаги, которая даже в высушенном виде содержит значительное количество связанной воды [6, 15]. В то же время вода является хорошим растворителем аминокислот, содержащихся в потожировом веществе следов, оставленных на бумажных носителях, и перемещается с растворенным веществом по волокнам вглубь бумаги под действием капиллярных сил (рис. 4 с).

На поверхности гидрофобных материалов аминокислоты с течением времени распределяются не так широко, что позволяет выявлять следы хорошего качества, пригодные для поро- и эджеоскопического исследования.

Таким образом, чем выше влажность окружающей среды и гидрофильность бумаги, на которой находится потожировое вещество, тем быстрее будет происходить массоперенос водорастворимых компонент потожирового вещества вглубь бумаги, что негативно сказывается на качестве отображения микропризнаков.

Заключение

1. По результатам экспериментальных и аналитических исследований процессов выявления латентных потожировых следов на бумажных поверхностях с использованием химических методов на основе нингидриновых реактивов установлено следующее:

- на мелованной бумаге возможно отображение поро- и эджеоскопических признаков следов в количестве, достаточном для их идентификации при сроке хранения объекта до двух лет.

- на офсетной и писчей бумаге сохранение микропризнаков следов рук возможно лишь при хранении объектов до двух суток;

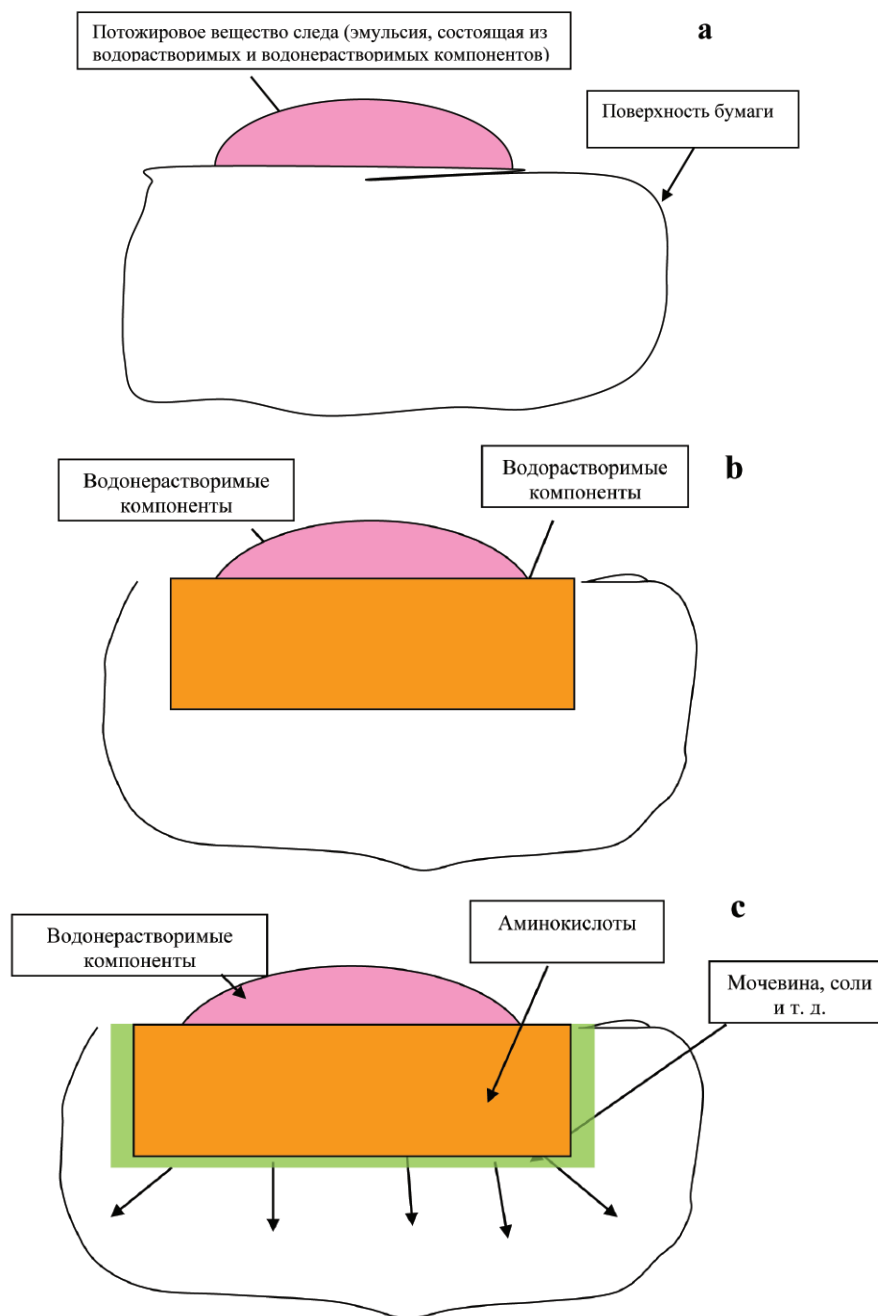


Рис. 4. Распределение потожирового вещества на пористой поверхности: а – непосредственно после контакта; б – спустя небольшой промежуток времени после контакта (минуты, часы); с – спустя продолжительное время (дни, месяцы)

Fig. 4. The distribution of sweat and grease substance on a porous surface: a – immediately after contact. b – a short period of time after the contact (minutes, hours), c – after a long time (days, months)

при более длительном хранении объектов идентификация человека по данным признакам становится невозможной;

- влияние растворителя и химического состава растворов средств выявления, применяемых в ходе исследования, на отображение признаков в следах, образованных на различных видах пористых (бумажных) поверхностей, незначительно;

- повышенная влажность окружающей среды негативно сказывается на качестве отображения поро- и эджеоскопических признаков.

2. Показан механизм взаимодействия потожирового вещества и пористых поверхностей, позволяющий уточнить механизм следообразования латентных следов рук на пористых поверхностях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дружинин Ю.А., Матов О.Р. Возможности проведения поро- и эджеоскопических исследований при использовании современных средств выявления следов рук. Метод. рекомендации. М.: ЭКЦ МВД России, 2010. 40 с.
2. Моисеева Т.Ф. Комплексное криминалистическое исследование потожировых следов человека. Монография / Под ред. Н.П. Майлис. М.: Городец, 2000. 223 с.
3. Донцова Ю.А., Ивашкова А.В., Рыжова Т.М., Черныцын Л.А. Современные методы и средства выявления, изъятия и исследования следов рук. Учеб. пособие. М.: ЭКЦ МВД России, 2010. 176 с.
4. Афанасьев И.Б., Дружинин Ю.А., Юдина Т.Ю., Васильев В.А., Ермакова Т.А., Запороцкова И.В., Русанов Е.Ю. О некоторых вопросах механизма слеодообразования латентных следов рук на пористых поверхностях / «Судебная экспертиза: российский и международный опыт». Мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. (Волгоград, 27–28 апреля 2016 г.). Волгоград: ВА МВД России, 2016. С. 117–122.
5. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / Пер. с англ. В.А. Эльтекова и Ю.А. Эльтекова; под ред. К.В. Чмута. М.: Мир, 1970. 407 с.
6. Иванов С.Н. Технология бумаги. 3-е изд. М.: Школа бумаги, 2006. 696 с.
7. Menzel E.R. Recent Advances in Photoluminescence Detection of Fingerprints // *The Scientific World Journal*. 2001. Vol. 1. P. 498–509. <https://doi.org/10.1100/tsw.2001.76>
8. Liang S., Cui S., Wang G., Zhou Y. Synthesis of Benzimidazole Sweat Fingerprint Fluorescent Developer and Fluorescent Effect // *Chemical Engineering Transactions*. 2018. Vol. 66. P. 157–162. <https://doi.org/10.3303/CET1866027>
9. Almog J., Levinton-Shamulov G., Cohen Y., Azoury M. Fingerprint Reagents with Dual Action: Color and Fluorescence // *Journal of Forensic Sciences*. 2007. Vol. 52. No. 2. P. 330–334. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00383.x>
10. Jelly R., Patton E.L., Lennard C., Lewis S.W., Lim K.F. The Detection of Latent Fingermarks on Porous Surfaces Using Amino Acid Sensitive Reagents: A Review // *Analitica Chimica Acta*. 2009. Vol. 652. No. 1–2. P. 128–142. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.06.023>
11. Якубке Х.-Д., Ешкайт Х. Аминокислоты. Пептиды. Белки / Пер. с нем. Н.П. Запеваловой и Е.Е. Максимова; под ред. Ю.В. Митина. М.: Мир, 1985. 455 с.
12. Симонян А.В., Саламатов А.А., Покровская Ю.С., Аванесян А.А. Использование нингидриновой реакции для количественного определения α -аминокислот в различных объектах. Метод. рекомендации. Волгоград: ВолгГМУ. 2007. 106 с.
13. Hansen D.B., Joullie M.M. The Development of Novel Ninhydrin Analogues // *Chemical Society*

REFERENCES

1. Druzhinin Yu.A., Matov O.R. *The Capacity of the Poro- and Edgeoscopic Research When Using the Modern Means of Handprints Detection. Methodological Recommendations*. Moscow: EKts MVD Rossii, 2010. 40 p. (In Russ.)
2. Moiseeva T.F. *A Comprehensive Forensic Investigation of a Person's Sweat and Grease Deposits* / N.P. Mailis (ed). Moscow: Gorodets, 2000. 223 p. (In Russ.)
3. Dontsova Yu.A., Ivashkova A.V., Ryzhova T.M., Chernitsyn L.A. *Modern Methods and Means for Detection, Seizure and Investigation of Hands Deposits. Textbook*. Moscow: EKts MVD Rossii, 2010. 176 p. (In Russ.)
4. Afanas'ev I.B., Druzhinin Yu.A., Yudina T.Yu., Vasil'ev V.A., Ermakova T.A., Zaporotskova I.V., Rusanov E.Yu. On Some Issues of the Mechanism of Deposits Formation for Latent Hands Deposits on Porous Surfaces. "Forensic Expertise: Russian and International Experience". *Materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference* (Volgograd, April 27–28, 2016). Volgograd: VA MVD Rossii, 2016. P. 117–122. (In Russ.)
5. Greg S., Sing K. *Adsorption, Specific Surface, Porosity* / Translation from English by V.A. El'tekov and Yu.A. El'tekov; K.V. Chmutov (ed). Moscow: Mir, 1970. 407 p. (In Russ.)
6. Ivanov S.N. *Technology of Paper*. 3rd ed. Moscow: Shkola bumagi, 2006. 696 p. (In Russ.)
7. Menzel E.R. Recent Advances in Photoluminescence Detection of Fingerprints. *The Scientific World Journal*. 2001. Vol. 1. P. 498–509. <https://doi.org/10.1100/tsw.2001.76>
8. Liang S., Cui S., Wang G., Zhou Y. Synthesis of Benzimidazole Sweat Fingerprint Fluorescent Developer and Fluorescent Effect. *Chemical Engineering Transactions*. 2018. Vol. 66. P. 157–162. <https://doi.org/10.3303/CET1866027>
9. Almog J., Levinton-Shamulov G., Cohen Y., Azoury M. Fingerprint Reagents with Dual Action: Color and Fluorescence. *Journal of Forensic Sciences*. 2007. Vol. 52. No. 2. P. 330–334. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00383.x>
10. Jelly R., Patton E.L., Lennard C., Lewis S.W., Lim K.F. The Detection of Latent Fingermarks on Porous Surfaces Using Amino Acid Sensitive Reagents: A Review. *Analitica Chimica Acta*. 2009. Vol. 652. No. 1–2. P. 128–142. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.06.023>
11. Yakubke Kh.-D., Eshkait Kh. *Amino Acids. Peptides. Proteins* / Translation from German. N.P. Zapevalova and E.E. Maksimov; Yu.V. Mitin (ed). Moscow: Mir, 1985. 455 p. (In Russ.)
12. Simonyan A.V., Salamatov A.A., Pokrovskaya Yu.S., Avanesyan A.A. *Using Ninhydrine Reaction for Quantifying α -Amino Acids in Different Objects. Methodical Recommendations*. Volgograd: VolgGMU. 2007. 106 p. (In Russ.)
13. Hansen D.B., Joullie M.M. The Development of Novel Ninhydrin Analogues. *Chemical Society*

- Reviews. 2005. Vol. 34. No. 5. P. 408–417. <https://doi.org/10.1039/b315496n>
14. Petraco N.D.K., Proni G., Jackiw J.J., Sap-se A.-M. Amino Acid Alanine Reactivity with the Fingerprint Reagent Ninhydrin. A Detailed *Ab Initio* Computational Study // *Journal of Forensic Sciences*. 2006. Vol. 51. No. 6. P. 1267–1275. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00271.x>
 15. Almog J., Azoury M., Elmaliah Y., Berenstein L., Zaban A. Fingerprint's Third Dimension: The Depth and Shape of Fingerprints Penetration into Paper – Cross Section Examination by Fluorescence Microscopy // *Journal of Forensic Sciences*. 2004. Vol. 49. No. 5. P. 1–5. <https://doi.org/10.1520/JFS2004009>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Васильев Василий Алексеевич – к. х. н., доцент кафедры трасологии и баллистики учебно-научного комплекса экспертно-криминалистической деятельности, Волгоградская академия МВД России; e-mail: v-vasiliev@inbox.ru

Ермакова Татьяна Александровна – к. х. н., доцент, доцент кафедры судебной экспертизы и физического материаловедения Волгоградского государственного университета; e-mail: taermakova09@mail.ru

Дружинин Юрий Алексеевич – инженер отдела почерковедческих экспертиз и технико-криминалистического исследования документов ЭКЦ МВД России; e-mail: eko47@mail.ru

Афанасьев Илья Борисович – главный эксперт ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России; e-mail: ilya_afanasev@pisem.net

Юдина Татьяна Юрьевна – эксперт отдела экспертиз с применением физических методов ЭКЦ МВД России; e-mail: yudinatyana@gmail.com

Русанов Евгений Юрьевич – эксперт экспертно-криминалистического отдела МУ МВД России «Нижнетагильское»; e-mail: mad-rus-faq@mail.ru

ABOUT THE AUTHORS

Vasil'ev Vasilii Alekseevich – Candidate of Chemistry, Associate Professor of the Department of Traceology and Ballistics of the Training and Scientific Complex of Forensic Expert Activities. Volgograd Academy of the Ministry of Interior of Russia; e-mail: v-vasiliev@inbox.ru

Ermakova Tat'yana Aleksandrovna – Candidate of Chemistry, Associate Professor of the Department of Forensic Expertise and Material Physics. Volgograd State University; e-mail: taermakova09@mail.ru

Druzhinin Yuri Alekseevich – Engineer at the Department of Handwriting Examinations and Technical and Forensic Research of Documents of the Forensic Science Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation; e-mail: eko47@mail.ru

Afanas'ev Il'ya Borisovitch – Chief Expert of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Ministry of Justice of the Russian Federation; e-mail: ilya_afanasev@pisem.net

Yudina Tat'yana Yur'evna – Expert of the Department of Investigations with the Use of Physical Methods of the Forensic Science Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation; Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation; e-mail: yudinatyana@gmail.com

Rusanov Evgenii Yur'evich – Expert of the Forensic Department of the Intermunicipal Department of the Ministry of Internal Affairs of Russia "Nizhnetagilskoe"; e-mail: mad-rus-faq@mail.ru

Статья поступила: 03.02.2020
После доработки: 15.04.2020
Принята к печати: 25.05.2020

Received: February 03, 2020
Revised: April 15, 2020
Accepted: May 25, 2020