

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии  
и управления качеством

**ВЫЯВЛЕНИЕ СЛЕДОВ РУК НА ТЕРМОБУМАГАХ И ТЕРМОПЛЕНКАХ**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

магистранта 2 курса 208 группы по направлению 22.04.01  
«Материаловедение и технологии материалов», профиль  
«Криминалистическое материаловедение»  
факультета нано- и биомедицинских технологий

Скоробогатовой Оксаны Николаевны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_  
должность, уч. степень, уч. звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

О.Р. Матов

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_  
должность, уч. степень, уч. звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

С.Б. Вениг

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Саратов 2018

**Введение.** Следы рук имеют действительно особенное криминалистическое значение. Они намного чаще других встречаются в следственной практике и позволяют эффективно организовывать розыскные мероприятия и изобличать преступников, что определяет актуальность темы исследования.

Целью выпускной квалификационной работы является выявление следов рук на носителях для термопечати.

На основе поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить механизм образования следов рук для дальнейшего экспертного исследования.
- Изучить состав бумаги для термопринтера.
- Изучить технологический процесс взаимодействия потожирового вещества с термобумагой.
- Разработать технологический режим выявления следов рук на носителях для термопечати.
- Подготовка итоговых выводов.

Дипломная работа занимает 59 страницы и 23 рисунка.

Обзор составлен по 21 информационному источнику.

Во введении рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Первый раздел представляет собой краткие сведения о строении и свойствах кожи и состоит из следующих подразделов: строение и свойства кожного покрова ладонной поверхности, свойства папиллярных узоров ладонной поверхности человека и общие закономерности строения папиллярных узоров ладонной поверхности рук.

Второй раздел представляет собой классификацию следов ладонной поверхности и механизм образования, а также обнаружение, выявление, фиксация и изъятие следов ладонной поверхности. Он включает в себя такие подразделы, как классификация следов ладонной поверхности, механизм образования следов ладонной поверхности, методы, применяемые для

обнаружения и выявления следов пальцев рук и ладонной поверхности состоящие из следующих подпунктов: визуально-оптические методы обнаружения потожировых следов пальцев рук и ладонной поверхности, физические методы выявления следов рук, химические методы выявления следов рук.

В третьем разделе работы представлено экспериментальное исследование выявления следов рук на носителях для термопечати. Он включает в себя экспериментальную часть, связанную с физико-химическими процессами, протекающими в носителях для термопечати при воздействии нагрева.

### **Основное содержание работы**

**Краткие сведения о строении и свойствах кожи.** Следы рук имеют действительно особенное криминалистическое значение. Они намного чаще других встречаются в следственной практике и позволяют эффективно организовывать розыскные мероприятия и изобличать преступников.

Эта возможность обеспечивается особыми свойствами папиллярных узоров ногтевых фаланг пальцев рук и строением кожного покрова ладонной поверхности, которые у каждого человека индивидуальны [1].

**Строение и свойства кожного покрова ладонной поверхности.** Кожный покров человека – важнейший орган человека. Он активно участвует в жизнедеятельности организма.

Многофункциональность кожного покрова человека проявляется и в защите ей организма от вредных механических, химических и иных воздействий, так и то что она служит препятствием проникновения в него различных микробов, участвует в терморегуляции, выделении, обмене, дыхании, осязании а также имеет ряд других функций. В ней находится сравнительно большое количество сальных и потовых желез [2].

Потовые железы – это своеобразные видоизменения эпидермиса (трубчатые образования). Клубочки, то есть тела потовых желез, находятся за пределами кожного покрова подкожной жировой клетчатки, штопорообразные выводные протоки, заканчивающиеся порами, из которых выделяется пот.

Химический состав пота зависит от интенсивности обмена веществ в организме, его общего состояния, деятельности почек. Вода является основным компонентом пота и составляет 97,7-99,6%. Неорганические вещества составляют большую часть плотных компонентов пота, органические – меньшую. Из неорганических веществ в состав пота входят аммиак, фосфорнокислый калий, кальций и хлористый натрий; органических – мочевина и летучие жирные кислоты. В качестве самостоятельного компонента пота выступает нейтральный жир, являющийся основным веществом, формирующим следы кожных узоров [3,4].

### **Свойства папиллярных узоров ладонной поверхности человека.**

Папиллярный узор, как комплекс папиллярных линий, обладает в отличие от единичных папиллярных линий рядом свойств, присущих только ему, как комплексу этих линий. Папиллярные узоры отображаются практически всегда, а наблюдаемые в некоторых случаях искажения узора в следе могут быть установлены и учтены в процессе дактилоскопического исследования [5].

Криминалистическое значение следов пальцев рук определяется не столько формой папиллярных узоров, сколько их свойствами. Путём изучения огромного практического материала и проведения экспериментальных исследований удалось выявить ряд важных свойств папиллярных узоров [6].

**Общие закономерности строения папиллярных узоров ладонной поверхности рук.** На любом участке поверхности ладони можно встретить два основных типа узоров: слитные и обрывистые. Узоры первого типа состоят преимущественно из линий, идущих непрерывно либо связанных вилами. Потoki расширяются за счет расхождения линий и суживаются путем их слияния. В таких узорах вместо обрывков линий доминируют глазки, мостики или (реже) крючки. В узорах обрывистого типа мало слияний линий, глазки, мостики почти не встречаются. Здесь преобладают прекращения линий. Сами же линии коротки. Часто встречаются обрывки линий, точки. На ногтевых фалангах пальцев, на гипотенарном и тенарных участках ладоней потоки папиллярных линий изогнуты в форме дуг, петель, кругов или спиралей. Эти

линии как бы «обтекают» определенные пункты, расположенные на ногтевых фалангах и ладонях рук. В местах максимального сближения трех потоков линий образуются расположенные в центре таких пунктов дельты[7,8].

**Классификация следов ладонной поверхности.** В зависимости от характера изменений, возникающих на следовоспринимающем объекте, различаются следы объёмные и поверхностные. Как в тех, так и в других следах отображается рисунок папиллярных линий ладонных поверхностей рук [9].

**Механизм образования следов ладонной поверхности.** Механизм образования – это результат воздействия одного объекта (следообразующего) на другой (следовоспринимающий). При этом взаимодействие этих объектов зависит от особенностей их внешнего и внутреннего строения, способа и интенсивности контактного воздействия.

**Методы, применяемые для обнаружения и выявления следов пальцев рук и ладонной поверхности.** В работе полиции важное место занимают научно-технические методы и средства обнаружения, изъятия, фиксации и исследования различных следов для идентификации личности и розыска преступников.

Выбор методов поиска и выявления следов рук зависит, главным образом, от того, каким веществом оставлены следы; от материала, на котором ведется их поиск, и его структуры, времени, прошедшего с момента образования следов.

Современная криминалистика предлагает следующие методы обнаружения и выявления следов рук:

- визуально-оптические;
- физические методы;
- физико-химические методы;
- химические методы.

**Визуально-оптические методы обнаружения потожировых следов пальцев рук и ладонной поверхности.** Данная группа методов обычно применяется для обнаружения объёмных и поверхностных следов рук, а также

потожировых, расположенных на прозрачных объектах и предметах с гладкой поверхностью. Основное достоинство данного метода заключается в том, что при его применении на следы не оказывается существенного воздействия, и поэтому они сохраняются в неизменном первоначальном состоянии [10].

**Физические методы выявления следов рук.** Физические методы основаны на способности веществ в течение определенного промежутка времени сохранить адгезионное давление, избирательную адсорбцию и возможность возбуждения люминесценции.

Одним из наиболее распространенных способов выявления бесцветных следов рук является **опыление их порошками**. Указанный способ достаточно прост и доступен в своей практической реализации. Он не требует сложной аппаратуры, применим почти в любых условиях, что обусловлено широким спектром порошков, применяемых для этих целей, и во многих случаях даёт эффективные результаты.

Обработка порошками используется для выявления невидимых следов либо для усиления контраста слабовидимых. За время существования дактилоскопии криминалисты разных стран предложили большое количество различных порошков и их смесей, позволяющих успешно выявлять следы рук. Однако в следственной практике принято использовать ограниченное количество порошков и их смесей.

В этом подразделе описываются методики физических методов выявления следов рук, таких как: выявление следов рук методом окапчивания, выявление следов параами йода, выявление следов рук с применением радиоактивных изотопов (авторадиография), выявление следов рук с помощью оптических квантовых генераторов(лазеров), Метод термического вакуумного напыления[11,12].

**Химические методы выявления следов рук.** Разработанные на основе химического метода методики выявления следов рук на различных поверхностях основаны на способности некоторых химических соединений в определенных соотношениях и условиях вступать в необратимые химические

реакции с аминокислотами и азотистыми основаниями, входящими в состав потожирового вещества, образующего след. Особенностью данного процесса является образование окрашенных продуктов реакции за счет введения в состав молекул соединений потожирового вещества хромоформных группировок, обеспечивающих избирательное поглощение света. В результате достаточно сложных процессов, происходящих при протекании подобных реакций, образующиеся продукты приводят к появлению следов, образованных потожировой составляющей.

Наибольшее распространение в экспертной практике получили следующие методы выявления следов рук: на основе нингидрина (0,5-1% раствор в ацетоне); аллоксана (0,5-1%) раствор в ацетоне); 0,5-2%) растворы азотнокислого серебра в дистиллированной воде [13-17].

**Экспериментальное исследование выявления следов рук на носителях для термопечати.** Известно то, что в банкоматах, платежных терминалах, электронных кассовых аппаратах, автоматических весах, факсах и диагностическом медицинском оборудовании для печати используют специальную термобумагу, на которой изображение появляется при локальном нагревании.

Термобумага покрыта специальным составом с особым красителем, называемым лейкокрасителем. В обычных условиях он бесцветен, но при нагревании и плавлении, да еще в присутствии кислоты, у этого вещества появляется цвет. Обычно в термобумагах используют трифенилметановые красители – производные флуорана. Помимо красителя в состав входят твердые кислые агенты, такие, как бисфенол А (4,4-дигидрокси-2,2-дифенилпропан или дифенилпропан).

Чтобы краситель и кислые агенты быстро и хорошо расплавились при минимальной температуре, смешались и осуществили превращение, в покрытие добавляют так называемые сенсibilизаторы, например 1,2-бис(3-метилфенокси)этан или 2-бензилоксинафталин. Они легко и быстро плавятся

при 100 °С, вовлекая в этот процесс краситель с кислыми агентами, и помогают их перемешиванию.

Наконец, чтобы изображение зафиксировалось, и чтобы краситель не вернулся к своей исходной бесцветной кристаллической форме, в термосоставе необходимы стабилизаторы. Их роль играют сложные многофункциональные фенолы, которые ингибируют рекристаллизацию красителя.

При печати чека тончайшие разогретые иголки печатающей головки прикасаются к бумаге. В точках разогрева рабочие компоненты плавятся, и краситель взаимодействуя с кислым агентом, переходит в окрашенную форму. Затем матрица быстро застывает и фиксирует окрашенную метастабильную форму красителя. Так появляется текст на чеке. Если же чек поднести к горячему предмету, то он потемнеет.

Нас заинтересовал химико-физический метод выявления потожировых следов оставленных на образцах кассовой бумаги, бумаги для факсов, самоклеящихся термоэтикетках и различных чеков с магазинов. Известно, что на Западе рекламируются установки для выявления рук данным способом, но технология самого процесса не описана [18,19].

Процесс исследования химико-физических свойств потожировых следов на термопечати производился с использованием лабораторной высокотемпературной электропечи «SNOL 12/16», что схематично проиллюстрировано на рисунке 1 [20].



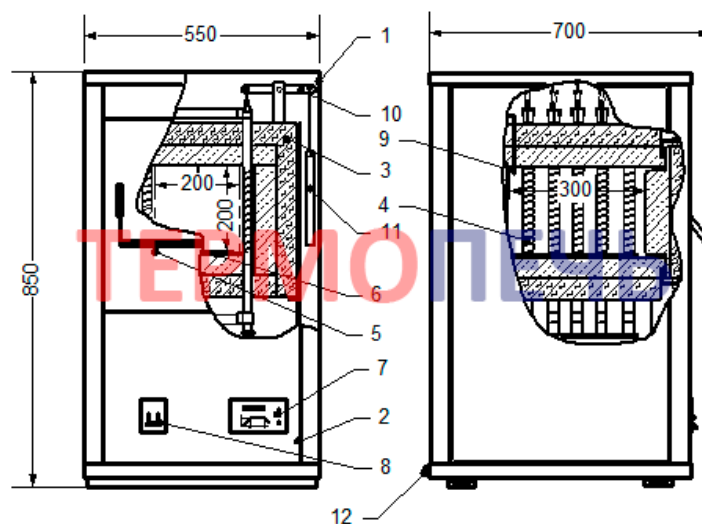


Рисунок 1 – Схема лабораторной электропечи «SNOL 12/16»: 1 – Корпус; 2 – Блок управления; 3 – Футеровка; 4 – Нагреватель; 5 – Дверца; 6 – Керамическая подставка; 7 – Регулятор температуры; 8 – Выключатель автоматический; 9 – Термопара; 10. Коромысло; 11 – Груз; 12 – Зажим защитного заземления

Описание технологии процесса: нагрев проводили в лабораторной электропечи «SNOL 12/16» у которой начальная температура нагрева составляла  $60^{\circ}\text{C}$  и далее процесс контролировался каждые 60 секунд, размер погружаемых образцов составлял  $\sim (50 \times 100 \text{ мм.})$ . Процесс контролировался на протяжении всего эксперимента. При загрузке объектов и открытия электропечи происходит охлаждение примерно на  $5^{\circ}\text{C}$ . Кассовая бумага, самоклеящиеся термоэтикетки, магазинные чеки начинают взаимодействовать с потожировым веществом и проявлять окрашенные следы при температуре  $64\text{--}66^{\circ}\text{C}$ , факсимильная бумага, более прочная и окрашивает следы при температуре  $70\text{--}75^{\circ}\text{C}$ . При нагревании температуры более  $75^{\circ}\text{C}$  эксперимент не имел смысла, так как бумага начинала чернеть и следы не возможно было уже разглядеть. Общий вид лабораторной установки «SNOL 12/16».

Уже давно известно, что потожировое вещество – это раствор, в состав которого входит вода, но кроме того азотистые вещества (мочевина, мочева кислота, креатинин и аммиак), которые образуются в организме при распаде

белков, а также аминокислоты серин и гистидин, летучие жирные кислоты и их соединения, холестерин, ионы натрия, калия, хлора, кальция, магния, фосфора, йода, меди, марганца, железа, глюкозы, витамины, гистамин и ещё несколько органических веществ [4]. При контакте потожирового вещества с термобумагой в результате нагревания летучие соединения потовых желез (липиды) начинают возгоняться и переходить в пары различных кислот и сложных эфиров, которые начинают взаимодействовать с находящимися в термобумаге лейкокрасителями. Последние при обычных условиях бесцветны, но в присутствии кислот начинают окрашиваться, так как трифенилметановые красители использованы в качестве кислотно-основных индикаторов. Поэтому влияние потожирового вещества на бумаге ускоряет химическую реакцию, так как реакция пота образует кислую среду  $pH=3,8-6,2$ .

Другим возможным объяснением явления может служить дополнительные процессы в термобумаге с потожировым веществом образования ацетона и фенолов при разложении бисфенола А, при взаимодействии которых с хлорамином и аммиаком – летучих веществ потожирового вещества – образуются различные соединения, такие как индофенол, которые в результате реакции окрашиваются в различные цвета: сине-зеленый (фенол), буровато-желтый (резорцин), красно-бурый (ПАС-натрия) и при нагревании дают черную окраску (рисунок 2) [21].

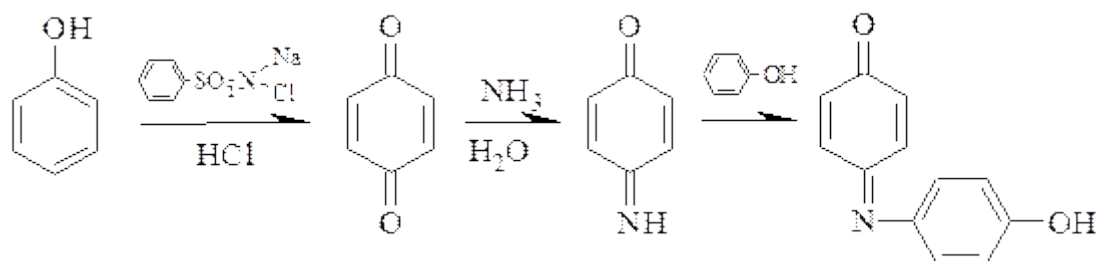


Рисунок 2 – Химическая реакция фенола с азотистыми соединениями

**Заключение.** При выполнении данной дипломной работы на основе данных, приведенных в литературных источниках, а также данных, полученных в ходе экспериментального исследования, были получены следующие результаты:

1. Проработана степень изученности данного вопроса в специальной литературе.

2. Разработан технологический процесс взаимодействия потожирового вещества с лейкокрасителями, являющимися основой бумаги для термопечати.

3. Изучен состав кассовой и факсимильной бумаги. Предложены химические реакции взаимодействия потожирового вещества с термобумагой для объяснения процесса выявления следов.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента могут использоваться в криминалистической практике по обнаружению следов рук человека на таких распространенных бытовых носителях, как бумага для термопечати.

#### **Список использованных источников**

1 Берзин, В. Ф. О локализации участков ладонной поверхности рук человека по деталям папиллярных узоров / В. Ф. Берзин, А. А. Фокина // Криминалистика и судебная экспертиза. Вып. 3. 1966. С. 30-33.

2 Смотров, С. А. Экспертное исследование следов папиллярных узоров рук в целях установления места их обнаружения / С. А. Смотров // Экспертная практика. №55. 2003. С. 20-21.

3 Аверьянова, Т. В. Криминалистика / Т. В. Аверьянова, Р. С. Белкин, Ю. Г. Корухов, Е. Р. Россинская. М.: НОРМА, 2000. 990 с.

4 Анисимов, Е. В. Анатомия человека / Е. В. Анисимов. СПб. : «БКК», 2017. 95с.

5 Андрианова, В. А. Средства и методы выявления, фиксации и изъятия следов рук: учебное пособие / В. А. Андрианова, В. С. Капитонов. М. : Изд-во ВНИИ МВД СССР, 1985. 400 с.

6 Дмитриев, Е. Н. Применение метода цифровой фотографии для фиксации объектов криминалистических экспертиз: учебное пособие / Е. Н. Дмитриев, П. Ю. Иванов. М. : Изд-во ЭКЦ МВД России, 1997. 203 с.

7 Иванова, Е.С. Образцы заключений по традиционным видам судебных экспертиз / Е.С. Иванова, Д.С. Коровкин, В.И. Поздняков, О.Р. Матов, Л.Ю. Воронков. СПб.: Изд-во СПб ун-та МВД России, ООО «Р-КОПИ», 2017. 420с.

8 Матов, О. Р. Управление процессом идентификации человека по пороскопическим признакам в следах пальцев рук / О. Р. Матов, А. О. Дудникова // Известия саратовского университета, новая серия: экономика, управление, право, 2016. №3. С. 236-242

9 Русанов, В. Е. Применение современных методов выявления и фиксации следов пальцев рук / В. Е. Русанов // Применение современных методов выявления и фиксации следов пальцев рук, 2015. №6. С. 20-23.

10 Стальмахов, А. В. Судебная баллистика и судебно-баллистическая экспертиза: учебник / А. В. Стальмахов, А. М. Сумарока, А. Г. Егоров, А. Г. Сухарев; под общ. ред. А. Г. Егорова. Саратов: СЮИ МВД России, 1998. 176 с.

11 Саямов, Э.А. Средства воспроизведения и отображения информации : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация и механизация процессов обработки и выдачи информации" / Э. А. Саямов. М. : Высшая школа, 1982. 335с .

12 Корниенко, Н. А. Трасологическая характеристика кожного рельефа ладонной поверхности рук / Н.А. Корниенко // Дактилоскопическая экспертиза: курс лекций. СПб. : Изд-во Питер, 2001. 65 с.

13 Al-Saleh, B. A. Synthesis of new azolyl azoles and azinyl azoles / B. A. Al-Saleh, , M. A. El-Apasery, M. H. Elnagdi // J. Heterocycl. Chem. 2005. Vol. 42. P. 483-486.

- 14 Rusinov, V. L. Azolo[5,1-c]-1,2,4-triazines as a new class of antiviral compounds / V. L. Rusinov, E. N. Ulomskii, O. N. Chupakhin, V. N. Charushin // Russian Chemical Bulletin, International Edition, 2008. Vol. 57, No. 5. P. 985-1014.
- 15 Ledenyova, I. V. Azo-coupling of pyrazole-3(5)-diazonium chlorides with cyanothioacetamide: a convenient synthesis of pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine-3-carbothioamides / I.V. Ledenyova, V. V. Didenko, V. V. Dotsenko, K. S. Shikhaliev // Tetrahedron Letters. 2014. Vol, № 55(6). P. 1239-1242.
- 16 Taylor, E. C. The Reaction of Malononitrile with Hydrazine / E. C. Taylor // J. Am. Chem. Soc. 81, May 20, 1959, 2452-2455. Chem. 2011. Vol. 142. P. 1149-1153.
- 17 Matallana, J. L. Solid-phase synthesis of 2-substituted 4-amino-7-oxo-5,6,7,8-tetrahydropyrido[2,3-d]pyrimidines: An example of cyclization-assisted cleavage / J. L. Matallana, J. Barberena, [et al.] // Molecular Diversity. 2018. №6. С. 3-11.
- 18 Глинка, Н. Л. Общая химия. Учебное пособие для вузов / Н. Л. Глинка, А. И. Ермакова. М. : Изд-во Интеграл-Пресс, 2000. 708с.
- 19 Система для автоматического выявления следов рук на термобумаге [Электронный ресурс] // НПС [Электронный ресурс] : [сайт]. URL:<http://aimtech.ru/catalog/113> (дата обращения: 18.04.2018.) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 20 Печь высокотемпературная СНОЛ 12\16 [Электронный ресурс] // Термопечь [Электронный ресурс] : [сайт]. URL:<http://termopetch.ru/petch-vysokotemperaturnaya-snol-12-16> (дата обращения: 10.05.2018.) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 21 Егоров, А. С. Химия: современный курс для подготовки к ЕГЭ / А. С. Егоров. Ростов н/Д. : Изд-во Феникс, 2010. 699с.