

## О надежности методики установления причинной связи токовой перегрузки электропроводки с возникновением пожара

И.С. Таубкин, А.Р. Саклантий

Федеральное бюджетное учреждение Российский Федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве Юстиции Российской Федерации, Москва 109028, Россия

**Аннотация.** В работе приведен анализ издания ЭКЦ МВД России «Экспертное исследование медных проводников, изымаемых с места пожара. Учебное пособие» 2015 года. Показано, что данное пособие не может служить методикой для производства судебной пожарно-технической экспертизы, а методические материалы МВД и МЧС по установлению причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводниками и возникновением пожара нуждаются в существенной доработке.

**Ключевые слова:** учебное пособие, методика, медная электропроводка, пожар, аварийные режимы, короткое замыкание, перегрузка, внешнее тепловое воздействие, оплавление, фрагментация, судебная пожарно-техническая экспертиза

**Для цитирования:** Таубкин И.С., Саклантий А.Р. О надежности методики установления причинной связи токовой перегрузки электропроводки с возникновением пожара // 2019. Том 14. № 1. С. 106–115. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-106-115>

## Reliability of the Method for Establishing Causation between Electrical Circuit Overload and Fire Ignition

Igor' S. Taubkin, Aleksandr R. Saklantiy

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

**Abstract.** The article presents an analysis of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice publication 'Expert study of copper conductors withdrawn from the site of a fire. Learner's guide' 2015. It is shown that this Learner's guide cannot provide the method of conducting forensic fire examination and methodological references of the Ministry of Internal Affairs and the Ministry of Emergency Situations on establishing a causal relationship between emergency modes in copper wiring and fire ignition require considerable refinement.

**Keywords:** learner's guide, method, copper wiring, fire, emergency modes, short circuit, overload, external heat impact, melting, fragmentation, forensic fire examination

**For citation:** Taubkin I.S., Saklantiy A.R. Reliability of the Method for Establishing Causation between Electrical Circuit Overload and Fire Ignition. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2019. Vol. 14. No. 1. P. 106–115. (In Russ.). <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2019-14-1-106-115>

В течение многих лет решение задачи установления природы аварийных режимов в электрических проводниках и времени их возникновения по отношению к возникшему пожару остается весьма сложной научной и инженерной проблемой. В нашей стране ее пытались решить сотрудники ВНИИПО МЧС СССР, ВНИИ МВД СССР, Всесоюзного научно-криминалистического центра МВД СССР, Брянского отделения ВНИИСЭ МЮ СССР, Экспертно-криминалистическо-

го центра МВД РФ, НИИ противопожарной обороны (Санкт-Петербургский филиал), Исследовательского центра экспертизы пожаров Федеральной противопожарной службы РФ.

В 2008 году вышел сборник методических рекомендаций [1], рекомендуемых к применению при исследовании пожаров и выполнении судебных пожарно-технических экспертиз в судебных экспертных учреждениях Федеральной противопожар-

ной службы МЧС России. Мы подробно рассмотрели его в нашей предыдущей статье [2], где показали, что *методика экспертного анализа после пожара оплавлений медных проводников нуждается в усовершенствовании*. Повторим, что данная методика представлена в сборнике в редакции предшествующих публикаций [3, 4]. Таким образом, в разделе 2.4 не учтены замечания по методическим материалам ВНИИ МВД, приведенные в ряде работ [5, 6], а также результаты Г.И. Смелкова и П.А. Фетисова [7]. Вместе с тем отмечается (с. 186), что методика «может применяться при исследовании оплавленных проводов не только в *обычной электросети*<sup>1</sup>, но и в однопроводной электросети постоянного тока, используемой в автомобильном транспорте, а также на некоторых других объектах». Кроме того, данная методика была дезавуирована авторами сборника спустя четыре года после ее публикации и использования в судебно-экспертной практике. Так, в 2012 году в тезисах доклада на XXIV Международной практической конференции по проблемам пожарной безопасности [8] авторами сборника [1] надежность результатов, получаемых с использованием методических рекомендаций [3, 9], вполне обоснованно поставлена под сомнение.

В то же время авторы работы [8] ошибаются, отмечая, что методические рекомендации [3] и [9] предназначены только для открытой проводки. В разделе «Общие положения» методических рекомендаций [3] указано следующее: «Методика предназначена для исследования проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами любого сечения, проложенных как открыто, так и в трубах, металлорукавах, глухих коробах и т. д.». Таким образом, по мнению ее авторов, она универсальна. Между тем в тезисах доклада [8] дана объективная оценка недостатков существующей методики ВНИИ МВД СССР и ЭКЦ МВД РФ [3, 9], которая позволила авторам тезисов сделать вывод о необходимости ее усовершенствования. По нашему мнению, такой вывод адекватен запрету на использование указанной методики в судебно-экспертной практике.

В 2015 году ЭКЦ МВД РФ совместно с Санкт-Петербургским университетом государственной противопожарной службы и Исследовательским центром экспертизы пожаров было издано учебное пособие

«Экспертное исследование оплавлений медных проводников, изымаемых с места пожара» [10]. Однако, несмотря на то что это всего лишь учебное издание, эксперты МЧС и МВД стали использовать его в судебно-экспертной практике как методику, что недопустимо.

Представляет интерес анализ основных положений этого учебного пособия (далее по тексту – пособие). В аннотации к нему отмечается, что в нем «изложены пути решения частных экспертных задач, наиболее часто встречающихся в процессе установления причастности к пожару электрических проводников с медными токоведущими жилами». Таким образом, в пособии не указана четко область его применения (диаметр сечения проводников, природа их изоляции, способ прокладки и др.). *Аннотация должна четко определять область применения учебного пособия.*

При анализе пособия возникают следующие вопросы:

- какая методика исследования электрических проводников различных характеристик и способов прокладки считается в пособии базовой?

- какие новые экспериментальные данные представлены в пособии для обоснования его положений, т. е. чем они принципиально отличаются от данных предыдущих методических материалов в этой области?

Несмотря на результаты исследования [10] и ряд критических замечаний в [5, 6], в том числе и в работе соавторов пособия [8], в которых высказывались сомнения в достоверности результатов, получаемых при использовании методических рекомендаций [3, 9], в учебном пособии на них имеются неоднократные ссылки как на основополагающие. Однако вышеприведенный материал свидетельствует, что в настоящее время отсутствует надежная методика определения причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводами и возникновением пожара. Таким образом, анализируемое пособие не содержит принципиально новой методики.

Задачи пособия четко не сформулированы. В то же время в разделе «Экспертное исследование медных проводников» указаны вопросы, которые могут быть поставлены перед экспертами при исследовании проводников.

1. Имеются ли на представленных фрагментах медных проводников признаки ра-

<sup>1</sup> Здесь и далее – курсив авторов.

боты электросети в аварийном режиме (короткого замыкания (КЗ), токовой перегрузки или большого переходного сопротивления)?

2. Если на представленных для исследования фрагментах медных проводников имеются следы работы электросети в аварийном режиме, то происходило ли это в условиях пожара или в условиях «до пожара»?

Можно полагать, что обучение экспертов решению этих вопросов является задачей пособия.

В рассматриваемом пособии [10] представлены результаты исследования повреждений медного *однопроволочного* проводника при его токовой перегрузке различной кратности и «...полученных в лабораторных условиях на специально разработанном электротехническом стенде». Описание этого стенда и методики проведения испытаний в самом пособии и доступных литературных источниках отсутствует. Неизвестно, для каких проводников проводились опыты по их токовой перегрузке, отсутствуют сведения о площади сечения их медных жил, материале изоляции (резина, поливинилхлорид и т. д.), длине испытуемого проводника (соотношении длины и сечения), расположении проводника в опыте (вертикально в воздухе, горизонтально в воздухе или на подложке), способе фиксации и величине регистрируемых токов перегрузки (известно, что ток перегрузки изменяется из-за повышения сопротивления проводника вследствие увеличения температуры металла, нагреваемого током перегрузки, а также в результате возможного колебания напряжения при проведении опыта). Неизвестно также, каким образом в опытах фиксировалось время.

Отметим, что в наиболее часто используемых и монтируемых в помещениях различного назначения многожильных электропроводах режим продолжительной «чистой» и значительной по величине токовой перегрузки, связанной с подключением к сети потребителей суммарной мощностью больше допустимой, мало осуществим из-за повреждения изоляции жил проводов и их последующего короткого замыкания с протеканием в электроцепи сверхтоков, обусловленных КЗ.

Поскольку ранее опыты по токовой перегрузке однопроводной электроцепи использовались только для оценки горючести изоляции электропроводов, остановимся

подробнее на результатах экспериментов, представленных в пособии [10]. В таблице 1 пособия (часть этой таблицы приведена ниже) представлены некие обобщенные данные, полученные авторами при токовой перегрузке медного *однопроволочного* проводника.

В пособии отмечается, что «данные таблицы 1 также могут быть использованы при оценке пожарной опасности аварийных процессов КЗ и перегрузки. В этом случае их целесообразно использовать в совокупности с результатами, полученными при расчете возможности возгорания горючих материалов, расположенных в зоне протекания аварийного режима, при определении времятоковых характеристик автоматов защиты и т. д.».

Согласно ПУЭ<sup>2</sup> допустимый длительный ток для проводов с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами определяется сечением токопроводящей жилы, количеством многожильных проводов, проложенных в одной трубе, и способом прокладки (открыто, в одной трубе).

В свою очередь, допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках определяется сечением токопроводящей жилы, количеством одножильных и многожильных (двухжильных, трехжильных) проводов и способом их прокладки (в воздухе, в земле). Поэтому все показатели таблицы должны изменяться с учетом этих факторов. Влияние диаметра токопроводящей жилы на время начала появления дыма из его изоляции и «разделение проводника» иллюстрирует следующий пример [11]. Резиновая изоляция провода марки ПРГ сечением 10 мм<sup>2</sup> начинает дымиться при кратности перегрузки 6 через 85 секунд, а токопроводящая жила перегорает через ~150 секунд. Таким образом, параметры («появление дыма», «разделение проводника» и др.), фиксируемые при различных перегрузках для проводов с различным диаметром токопроводящей жилы, природой изоляции, способом прокладки, будут отличаться от данных, приведенных в таблице 1. Поэтому представленные в ней данные без указания перечисленных факторов неинформативны.

Необходимо особо отметить, что в таблице 1 отсутствует весьма важный признак аварийного режима в проводнике – воспла-

<sup>2</sup> Правила устройства электроустановок. 6-е изд. перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985. 640 с.

**Таблица.** Экспериментальные данные, полученные при моделировании токовой перегрузки различной кратности на медном однопроволочном проводнике [10]

**Table.** Experimental evidence obtained when simulating current overload of different multiplicity on a copper single-wire conductor [10]

Кратность	Выброс металла	Время, с.*			Признаки на проводнике			
		Появление дыма	Карбонизация изоляции	Разделение проводника	Фрагментация**	Вздутия	Утолщения	Шейки
2	нет	60	нет	нет	нет	нет	нет	нет
3	нет	40	120	нет	нет	нет	нет	нет
4	нет	20	40	нет	нет	нет	нет	нет
5	нет	15	28	60	1	ед.	нет	нет
6	нет	10	19	28	2	ед.	нет	нет
7	нет	8	14	19	1	ед.	ед.	ед.
8	нет	8	11	13	1	ед.	ед.	ед.
9	есть	5	8	10	1	множ.	ед.	ед.
10	есть	4	6	8	1	ед.	ед.	ед.
11	есть	3	6	8	2	множ.	нет	нет

\*Время определяется с момента возникновения в проводнике сверхтока

\*\*Количество точек, в которых произошло разделение проводника

менение его изоляции. Так, при перегрузке кратностью 4, согласно таблице, через 20 секунд появляется дым, а через 40 секунд происходит карбонизация изоляции, но не ее воспламенение. В то же время, согласно работе [12], при той же кратности перегрузки медных проводов с резиновой изоляцией марок ПР-500 сечением 1,5 мм<sup>2</sup> и ПР-380 сечением 2,5 мм<sup>2</sup> и 4 мм<sup>2</sup> изоляция воспламеняется.

В таблице 1 отсутствует еще один важный признак – оплавление проводников, при котором начинается поглощение медью кислорода из окружающей их среды. Этот процесс при кратности тока перегрузки, равной 4, в таблице 1 не фиксируется. Однако, из рисунка 24б, приведенного в пособии, следует, что при той же кратности перегрузки проводник оплавляется (рис. ниже). При этом содержание кислорода в оплавлении составляет 0,25–0,31 %.

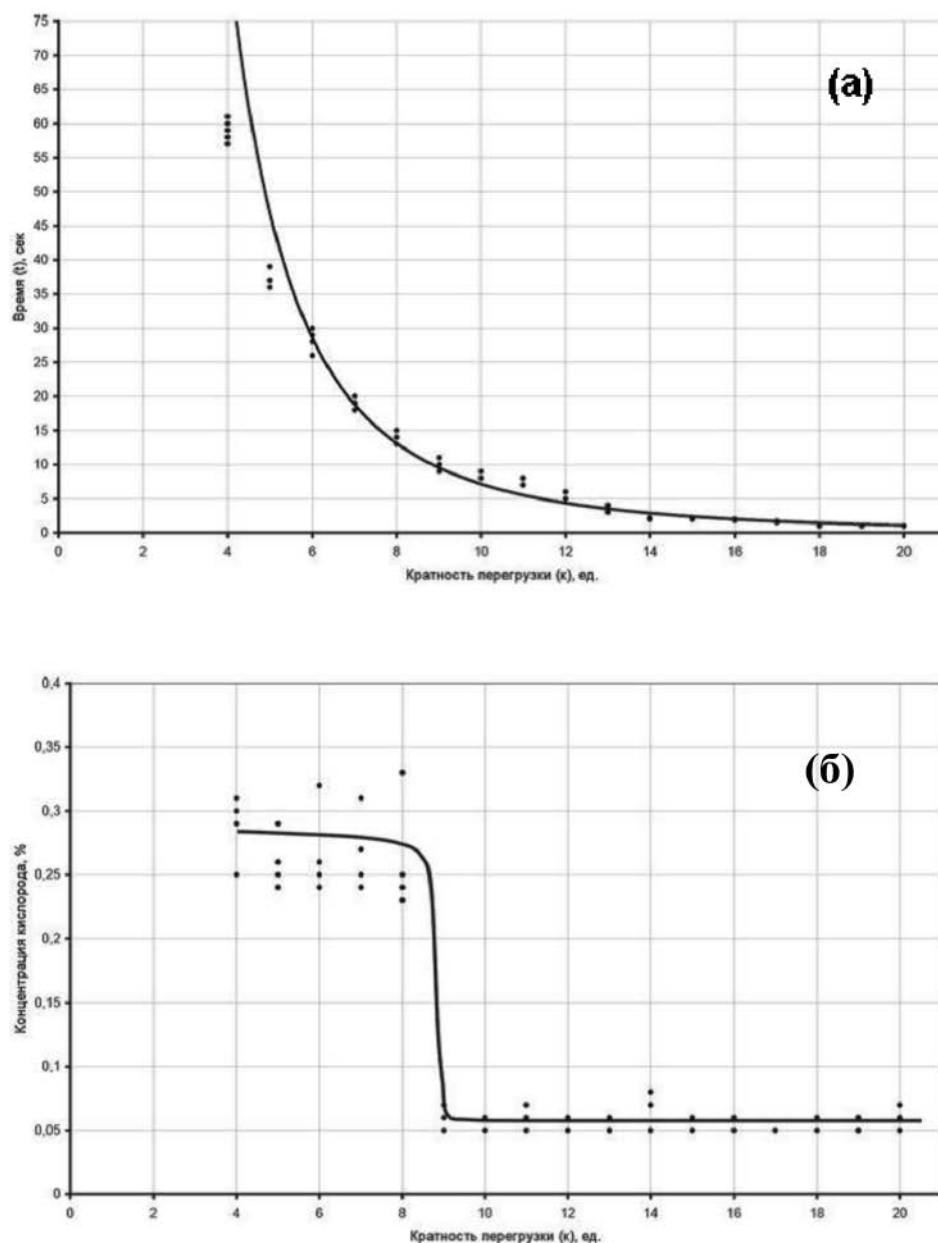
Из таблицы 1 в обсуждаемом пособии видно, что при токовой перегрузке провода до 4, кроме признаков повреждения изоляции (появления дыма, карбонизации), не возникает разделения токопроводящей жилы на части (фрагментации) или ее де-

формации (образования вздутий, утолщений, шеек). При кратности перегрузки 5 имеет место разделение проводника в одной точке (на две части) и образование на жиле единичного вздутия.

Однако это не соответствует данным, представленным на графиках, приведенных в пособии [10] (см. рис.). Согласно графику (а), уже при 4-кратной токовой перегрузке имеет место разрыв проводника (в пяти экспериментах, судя по графику), при этом в образующихся оплавлениях содержание кислорода находится в пределах 0,25–0,31 %, что считается свойством, характерным для оплавлений, возникающих при ПКЗ<sup>3</sup>. Заметим, что на с. 70 пособия отмечено: «Прохождение сверхтока по электрической цепи при перегрузке высокой кратности (более 3–4) может приводить к разрыву и оплавлению проводника (проводников) в нескольких местах». Таким образом, результаты опытов, приведенные в таблице 1 и на графиках, не совпадают.

В пособии указывается: «...оплавления, образовавшиеся на конце проводника в результате воздействия токовой перегрузки,

<sup>3</sup> Первичное КЗ.



**Рис.** Изменение параметров в зависимости от кратности токовой перегрузки: (а) – зависимость времени от начала воздействия сверхтока на проводник до момента его разрыва; (б) – зависимость концентрации кислорода в зоне оплавления [10]

**Fig.** Changing of parameters depending on current overload multiplicity: (a) – time dependence on the start of overcurrent impact on the conductor to its rupture; (b) – oxygen concentration dependence in melting zone [10]

как правило, имеют четко выраженные границы и по внешнему виду мало отличаются от оплавлений, возникших под действием электрической дуги при КЗ» (с. 14). Для всех представленных в пособии микроструктур оплавлений медных проводников (раздел «Признаки, характерные для токовой перегрузки более 3–4-кратной» отмечено лишь, что все они образовались при кратности более 3–4 (см. рис. 25 пособия); не приведены и размеры оплавленных жил. Отсутствие

точного значения кратности перегрузки позволяет полагать, что микроструктуры, приведенные в пособии (рис. 25 пособия), были зафиксированы для оплавлений медных проводников, изъятых с мест пожаров, а не полученных в результате экспериментов. Однако, по нашему мнению, именно структуры, полученные в четко поставленном эксперименте, могут позволить специалисту путем сопоставления их со структу-



рами оплавлений жил, изъятых на месте пожара, оценить природу аварийного режима.

Как следует из таблицы 1 и текста пособия [10], только в довольно узком диапазоне перегрузок (от 4 до 8-кратной) в образующихся оплавлениях зафиксировано повышенное содержание кислорода (больше 0,2 % – см. рис.), характерное для оплавлений, образующихся, как принято считать, при ПКЗ.

При токовых перегрузках от 9-кратной и более содержание кислорода в образующихся на медном проводнике оплавлениях оказывается близким к 0,05% (рис. 24 б), что близко к его концентрации в исходном металле и оплавлениях, характерных, как принято считать, для ВКЗ<sup>4</sup>.

В пособии [10] также отмечено, что форма зерна в оплавленных зонах медного проводника при токовой перегрузке более 3–4-кратной может быть дендритной, вытянутой (столбчатой) или равноосной. Таким образом, при сверхтоках, обеспечиваемых перегрузкой более 9-кратной, создаваемой подключением к сети потребителей с излишней мощностью или коротким замыканием, возможны ситуации, когда оплавление будет содержать минимум кислорода при наличии равноосных зерен в его структуре, что позволяет идентифицировать КЗ, происшедшее до пожара, как вторичное короткое замыкание.

Отметим, что плавление медных проводников токами при 4-кратной перегрузке не подтверждается данными иных источников, из которых следует, что ток плавления медного проводника, например, диаметром 1,79 мм (с сечением площадью около 2,5 мм<sup>2</sup>) составляет примерно 190 А [13] при коэффициенте перегрузки  $190/30 = 6,33$  (30 А – допускаемый ПУЭ длительный ток для проложенного открыто медного провода).

Заметим также, что в реальных ситуациях создание во внутриквартирной электросети даже 4-кратной перегрузки крайне проблематично. Так, при весьма обычном в помещениях сечении жил силовой проводки 2,5 мм<sup>2</sup> 4-кратная ее перегрузка наступает при силе тока 120 А, когда в сеть одновременно включены электропотребители общей мощностью более 26 кВт (например, 13 электрических обогревателей мощностью 2 кВт). Кроме того, как следует из табл. 1 в пособии, уже при 3-кратной токовой перегрузке менее чем через минуту начинает

разлагаться изоляция электропроводов с образованием дыма, что трудно не заметить пользователю, допустившему подключение столь значительной избыточной мощности.

Рассмотрим таблицы в «Приложении» к пособию (с. 61–63), озаглавленные «Признаки, характерные для оплавления медных проводников различной природы», в которых, как можно полагать, синтезированы все рекомендации пособия [10]. В таблицах под общим названием «Признаки оплавления проводников» представлены признаки аварийных режимов: КЗ, перегрузки с кратностью >3–4 и внешнего теплового воздействия. К сожалению, не приведены их характеристики и условия, в которых они реализованы. Так, для КЗ необходимо было указать, является ли оно ПКЗ или ВКЗ, следует ли за ним отжиг, т. е. внешнее тепловое воздействие, длительность последнего, его температуру и ее изменение во времени, а также многое другое. Непонятна дифференциация признаков «оплавления» проводников при указанных аварийных режимах и внешнем тепловом воздействии без учета последствий «перегрузки» и «внешнего теплового воздействия». Как известно, они могут приводить к КЗ, причем в первом случае к ПКЗ, а во втором – к ВКЗ. В связи с этим интересно замечание, сделанное в работе [14]: «...совсем не значит, что методика ВНИИ МВД дает исчерпывающие ответы на все вопросы, связанные с исследованием кабельных изделий с медными жилами. Она позволяет решать вопрос только в тех случаях, когда причиной разрушения проводника явилось короткое замыкание или термическое воздействие. При этом не конкретизируется, что термическое воздействие может быть вызвано не только пожаром, но и эксплуатацией проводника при повышенной токовой нагрузке». Таким образом, один из авторов методики ВНИИ МВД [3] утверждает, что она не позволяет дифференцировать признаки внешнего теплового воздействия и перегрузки.

В пособии отсутствует четкое определение понятий перегрузки и внешнего теплового воздействия. Они рассматриваются без учета их возможных последствий, что недопустимо.

Под «термином» (от лат. *terminus* – предел, граница) понимается слово или словосочетание, которое точно определяет понятие и его соотношение с другими понятиями в границах специальной сферы. В со-

<sup>4</sup> Вторичное КЗ.

ответствии с ГОСТ 18311-80<sup>5</sup>, распространяющимся на все виды электротехнических изделий, перегрузка представляет собой «превышение фактического значения мощности или тока электротехнического изделия (устройства) над номинальным значением».

В работе [15] приводится более полное определение этого термина: «Режим перегрузки электропроводок (перегрузка) – вид аварийного режима, возникающего вследствие неправильного выбора, включения или повреждения потребителей, в результате чего проходящий в кабельном изделии суммарный ток превышает его номинальное (допустимое длительное) значение... Основным принципиальным признаком, по которому КЗ следует отличать от перегрузки, является момент нарушения изоляции в процессе аварийного режима: при КЗ нарушение изоляции является причиной аварийного режима, а при перегрузке – его возможным следствием».

Не рассматривая КЗ как следствие «перегрузки» и «внешнего теплового воздействия», признаки обнаруженных после пожара проводников, указанные в таблице (с. 61–63) «Приложения» к пособию, не представляют практического интереса и приводят к экспертным ошибкам.

Так, в таблице (с. 61) отмечается, что признак «локальное сплавление двух проводников» «обязательно отсутствует» при перегрузке с кратностью более 3–4, что характерно только для однопроводной системы, использование которой крайне ограничено (например, при экспериментальной оценке горючести изоляции проводов). При наличии реальной двухпроводной системы перегрузка с кратностью более 3–4 приведет к горению изоляции, КЗ и, как следствие, к оплавлению жил.

Имеются также противоречия между содержанием текста пособия и данными таблицы. Вот некоторые из них. В таблице (с. 63) указано, что форма зерна в оплавлении, возникшем при перегрузке ( $K > 3-4$ ), дендритная. В то же время на с. 47 пособия указано: «Форма зерна в оплавленных зонах медного проводника при токовой перегрузке более 3–4 может быть дендритной, вытянутой (столбчатой) или равноосной». Этот факт подтверждается микроструктурами, представленными на рис. 25 пособия, причем форма зерна может быть равноосной не

только при содержании кислорода в оплавлении 0,05 %, но и при содержании кислорода 0,39 % и более. Наличие равноосной структуры при содержании кислорода в оплавлении 0,05 %, что также возможно, по данным таблицы (с. 63), при перегрузке ( $K > 3-4$ ), может предопределить согласно методическим рекомендациям [3] вывод о ВКЗ, обусловленном внешним тепловым воздействием. Таким образом, опираясь на пособие, нельзя отличить режим перегрузки от внешнего теплового воздействия.

В таблице (с. 61) указывается, что признак «рядом расположенные 2 и более оплавлений» «обязательно отсутствует» при перегрузке кратностью более 3–4. В то же время на с. 70 утверждается обратное: «Прохождение сверхтока по электрической цепи при перегрузке высокой кратности (более 3–4) может приводить к разрыву и оплавлению проводника (проводников) в нескольких местах».

Отметим, что в таблице (с. 61–63) отсутствуют признаки ПКЗ и ВКЗ, которые рассматриваются в тексте пособия, хотя, как известно, внешнее тепловое воздействие, в том числе и пожара, может приводить к ВКЗ, а перегрузка к ПКЗ. На с. 63 указано, что в оплавлении концентрация кислорода при КЗ, перегрузке (более 3–4) и внешнем тепловом воздействии может быть одинаковой (0,05 %). Таким образом, содержание кислорода в оплавлениях медных проводников после аварийных режимов не является дифференцирующим признаком, что отмечалось еще в работе Г.И. Смелкова и П.А. Фетисова [7]. В этой же таблице указано, что при КЗ и перегрузке значение этого параметра может быть выше 0,05 %. Вместе с тем соавторы анализируемого пособия в другой работе [8] отмечают, что это значение концентрации кислорода может быть при ПКЗ и ВКЗ, т. е. в последнем случае и при внешнем тепловом воздействии. Высказывают они сомнение и в отношении четкого разделения структур, указанных для КЗ, перегрузки и внешнего теплового воздействия в той же таблице.

На с. 65 пособия отмечается, что «условия, в которых может оказаться проводник на стадиях возникновения и развития пожара, очень разнообразны». Однако характеристики условий возникновения аварийных режимов в электропроводке и последующего воздействия на нее возникшего пожара в пособии не рассматриваются. Очевидно, в связи с этим в подрисуночных подписях по-

<sup>5</sup> ГОСТ 18311-80. Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.

события отсутствуют такие сведения, как характеристики проводников (диаметр, природа изоляции и др.), условия перегрузки и КЗ (значения сверхтока, характеристика атмосферы, в которой происходил аварийный режим, и др.), условия внешнего теплового воздействия (температура, ее изменение во времени, длительность и др.).

Согласно пособию «объектами экспертного исследования могут быть медные кабельно-проводниковые изделия, однопроволочные и многопроволочные, одножильные и многожильные медные проводники (в том числе луженые), а также кабельные изделия площадью поперечного сечения более 0,3 мм<sup>2</sup>, проложенные открытым или закрытым способом». Поскольку в пособии четко не оговорена область его применения, можно полагать, что его рекомендации относятся ко всем вышеуказанным изделиям. Однако признаки аварийных режимов и их причинно-следственная связь с пожаром совокупности этих разнообразных по характеристикам и способам прокладки проводников в пособии не рассматриваются.

В пособии утверждается, что повышенное содержание кислорода (> 0,05 %) в оплавлении медных проводников возможно только при воздействии на них сверхтока, вызванного КЗ или перегрузкой (более 3–4-кратной). В оплавлении же, образовавшемся в результате внешнего теплового воздействия пожара, содержание кислорода составляет 0,05 %, и для него характерны равномерность структуры по всей площади шлифа в виде крупных равноосных зерен и, соответственно, отсутствие видимой границы между оплавлением и проводником. Однако данное утверждение противоречит экспертной практике.

Так, после пожара на одном из объектов был изъят фрагмент электрического кабеля длиной около 5 м. В исходном состоянии жила кабеля представляла собой сложный проводник, состоящий из центральной медной жилы диаметром 6 мм, который снаружи был оплетен шестнадцатью медными жилами диаметром 2 мм. На изъятном фрагменте кабеля были обнаружены следы длительного и интенсивного воздействия высокой температуры, значительно выше температуры плавления меди (1083 °C). Об этом свидетельствовали сплавление соседних жил кабеля, полное сплавление проводников оплетки (диаметром 2 мм), уменьшение их поперечного сечения на 30–60 % по сравнению с исходным, подтеки металла

в сочетании с сильнейшей поверхностной эрозией проводников. Все эти признаки присутствовали на значительном протяжении жилы кабеля. При проведении пожарно-технической экспертизы в экспертном учреждении было обнаружено, что в одном из концевых оплавлений поврежденного кабеля содержание кислорода существенно больше 0,05 %, что дало экспертам возможность сделать вывод о ПКЗ в кабеле и причине возникновения пожара. Однако с учетом обстоятельств дела данный вывод был поставлен следствием под сомнение, и была назначена повторная экспертиза. Для объективности и учитывая квалификацию специалистов, металловедческое исследование кабеля было назначено сотрудникам кафедры металловедения цветных металлов МИСиС. В результате проведенных ими исследований оплавлений кабеля, включая подтеки, явно сформировавшиеся под действием тепла пожара и под влиянием поля массовых сил (об этом свидетельствует их форма, близкая к конусообразной – наподобие сосулек), было установлено, что содержание в них кислорода существенно выше 0,05 %<sup>6</sup>. Таким образом, проведенные специалистами МИСиС исследования показали, что и для оплавлений медных проводников, возникших под действием тепла пожара, могут быть получены признаки, характерные, как принято считать, для ПКЗ.

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о том, что в пособии [10] отсутствует четкое изложение совокупности признаков причастности к пожарам аварийных режимов в медных проводниках, а также подробное представление методик, параметров и результатов моделирования этих режимов, позволивших авторам обосновать выбранную ими и указанную совокупность (см. таблицы на с. 61–63). Кроме того, в этих рекомендациях не рассмотрены граничные условия их применения и погрешности получаемых результатов.

Отсутствие же в пособии изложения методик, параметров, сценариев аварийных режимов и результатов их моделирования не позволяет пользователям этих рекомендаций оценить их достоверность самостоятельно.

В связи с указанными замечаниями учебное пособие ЭКЦ МВД России «Экс-

<sup>6</sup> Следует заметить, что эту особенность оплавлений, образовавшихся под действием тепла пожара, отмечали и авторы тезисов доклада [8].



пертное исследование медных проводников, изымаемых с места пожара» [10] не может служить методикой для производства судебной пожарно-технической экспертизы, а методические материалы МВД и МЧС по установлению причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводниками и возникновением пожара нуждаются в существенной доработке. Прежде чем создавать учебное пособие, необходимо

отработать методику определения причинно-следственной связи аварийных режимов в электропроводке с пожаром и смоделировать условия возникновения этих режимов в результате пожара и до его возникновения с последующим развитием горения вещной обстановки. Это исключительно сложная и многовариантная задача, решение которой до сих пор не представлено ни в одном из изданных методических материалов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров. Сб. метод. рекомендаций / Под ред. И.Д. Чешко и А.Н. Соколовой. СПб.: С.-Петербург. филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России. 2008. 279 с.
2. Таубкин И.С., Саклантий А.Р. О методических материалах по установлению причинно-следственной связи между аварийными режимами в электропроводке с медными проводниками и возникновением пожара. Теория и практика судебной экспертизы. 2018. Том 13. № 3. С. 38–46. <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2018-13-3-38-46>
3. Митричев Л.С., Колмаков А.И., Степанов Б.В., Россинская Е.Р., Вртанесьян Э.В., Зернов С.И. Исследования медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия. Метод. рекомендации. М.: ВНИИ МВД СССР, 1986. 44 с.
4. Граненков Н.М., Зернов С.И., Колмаков А.И., Пеньков В.В., Соколов Н.Г., Степанов Б.В., Таубкин И.С., Чешко И.Д. Экспертное исследование металлических изделий (по делам о пожарах). Учебное пособие / Под ред. А.И. Колмакова. М.: ЭКЦ МВД России, 1993. 104 с.
5. Струков В.М., Зернов С.М. Экспертное исследование изымаемых с мест пожаров электротехнических изделий с трубчатыми нагревательными элементами: учебное пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1996. 54 с.
6. Таубкин И.С. О допустимости признаков «первичного» и «вторичного» коротких замыканий в качестве доказательств времени возникновения пожара // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 1. М.: ВНИИ РАН, 2001. С. 123–133.
7. Смелков Г.И., Фетисов П.А. Возникновение пожаров при коротких замыканиях в электропроводах. М.: Стройиздат. 1973. 78 с.
8. Мокряк А.Ю., Чешко И.Д. Актуальные проблемы экспертного анализа медных проводников после пожара // Тезисы докладов XXIV Международной научно-практической конференции по проблемам пожарной безопасности, посвященной 75-летию создания

#### REFERENCES

1. Cheshko I.D., Sokolova A.N. (eds.) *The use of instrumental techniques and equipment in forensic fire investigation. Collected methodological recommendations*. St. Petersburg: St. Petersburg. Branch of FGU VNIIPPO MChS Rossii. 2008. 279 p. (In Russ.)
2. Taubkin I.S., Saklantiy A.R. Methodological Resources for Investigating the Failure Status of Electrical Wiring with Copper Conductors as the Cause of Fire. *Theory and Practice of Forensic Science*. 2018. Vol. 13. No. 3. P. 38–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.30764/1819-2785-2018-13-3-38-46>
3. Mitrichev L.S., Kolmakov A.I., Stepanov B.V., Rossinskaya E.R., Vrtanes'yan E.V., Zernov S.I. *Examination of copper and aluminum conductors in short-circuit and thermal loading zones: Methodological recommendations*. Moscow: VNII MVD SSSR, 1986. 44 p. (In Russ.)
4. Granenkov N.M., Zernov S.I., Kolmakov A.I., Pen'kov V.V., Sokolov N.G., Stepanov B.V., Taubkin I.S., Cheshko I.D. *Forensic examination of metal articles. A manual (for fire investigators)*. Moscow: EKTs MVD Rossii, 1993. 104 p. (In Russ.)
5. Strukov V.M., Zernov S.M. *Forensic examination of electrical equipment with sheathed heating elements recovered from the fire scene: A manual*. Moscow: EKTs MVD RF, 1996. 54 p. (In Russ.)
6. Taubkin I.S. Admissibility of “primary” and “secondary” short circuit evidence as proof of the time of ignition. *Problems of safety in emergency situations*. Moscow: VINITI RAN, 2001. Issue 1. P. 123–133. (In Russ.)
7. Smelkov G.I., Fetisov P.A. *The occurrence of fires in the short-circuit in wiring*. Moscow: Stroizdat, 1973. 78 p. (In Russ.)
8. Mokryak A.Yu., Cheshko I.D. Current issues in post-fire forensic analysis of copper conductors. *Abstract for the XXIV International Conference on the Problems of Applied Fire Safety marking the Institute's 75th anniversary*. Part 1.

- института. Часть 1. М.: ФБГУ ВНИИПО МЧС России, 2012. С. 378–381.
9. Колмаков А.И., Степанов Б.В., Зернов С.И., Россинская Е.Р., Соколов Н.Г. Диагностика причин разрушения металлических проводников, изъятых с мест пожара. Метод. рекомендации. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1992. 29 с.
  10. Мокряк А.Ю., Пеньков В.В., Чешко И.Д., Шулгин С.О., Парийская А.Ю., Колмаков А.И. Экспертное исследование оплавленных медных проводников, изымаемых с места пожара. Учебное пособие. М.: ЭКЦ МВД России, 2015. 80 с.
  11. Фетисов П.А., Горшков В.И. Рекомендации по снижению пожарной опасности электрических проводов. М.: ЦНИИПО МОП РСФСР, 1966. 10 с.
  12. Никитин Ю.А. Пожарная опасность бытовых нагревательных электроприборов и электросетей. М.: Росагропромиздат. 1990. 64 с.
  13. Авилина Л.М., Данилов Д.П., Докшина Н.В. и др. Судебная пожарно-техническая экспертиза. Пособие для экспертов, следователей и судей. Часть II. М.: ВНИИСЭ, 1995. 229 с.
  14. Россинская Е.В. Экспертные ошибки, допускаемые при исследовании кабельных изделий // Экспертная практика и новые методы исследования. Вып. 4. М.: ВНИИСЭ, 1991. С. 1–9.
  15. Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок. М.: ООО «Кабель», 2009. 328 с.
  - Moscow: FBGU VNIPO MChS Rossii, 2012. P. 378–381. (In Russ.)
  9. Kolmakov A.I., Stepanov B.V., Zernov S.I., Rossinskaya E.R., Sokolov N.G. *Diagnosing the cause of deterioration of metal conductors recovered from the fire scene: methodological recommendations*. Moscow: EKTs MVD RF, 1992. 29 p. (In Russ.)
  10. Mokryak A.Yu., Pen'kov V.V., Cheshko I.D., Shul'gin S.O., Pariiskaya A.Yu., Kolmakov A.I. *Forensic examination of melting on copper conductors recovered from the fire scene. A manual*. Moscow: EKTs MVD Rossii, 2015. 80 p. (In Russ.)
  11. Fetisov P.A., Gorshkov V.I. *Recommendations for reducing the fire hazard of electrical wires*. Moscow: TsNIPO MOOP RSFSR, 1966. 10 p. (In Russ.)
  12. Nikitin Yu.A. *Fire hazard of household appliances and electrical networks*. Moscow: Rosagropromizdat. 1990. 64 p. (In Russ.)
  13. Avilina L.M., Danilov D.P., Dokshina N.V., et. al. *Forensic fire examination. Handbook for experts, investigators and judges. Part II*. Moscow: VNIIE, 1995. 229 p. (In Russ.)
  14. Rossinskaya E.V. Errors committed by forensic examiners of cable products. *Forensic practice and new examination methods*. Issue 4. Moscow: VNIIE, 1991. P. 1–9. (In Russ.)
  15. Smelkov G.I. *Fire hazard of electrical wirings*. Moscow: Kabel', 2009. 328 p. (In Russ.)

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Тaubkin Игорь Соломонович** – к. т. н., главный научный сотрудник отдела научно-методического обеспечения производства экспертиз ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России;  
e-mail: onmo@sudexpert.ru

**Саклантий Александр Робертович** – к. т. н., ведущий государственный судебный эксперт отдела судебной экспертизы пожаров и взрывов ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России;  
e-mail: oeipiv@mail.ru

#### ABOUT THE AUTHORS

**Taubkin Igor' Solomonovich** – Candidate of Science (Engineering), Principal Research Associate at the Research Methodology Department of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice;  
e-mail: onmo@sudexpert.ru

**Saklantiy Aleksandr Robertovich** – Candidate of Science (Engineering), Lead State Forensic Examiner at the Department of Fire and Explosion Forensic Examination of the Russian Federal Centre of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice; e-mail: oeipiv@mail.ru

Статья получена 15.11.2018

Received 15.11.2018