



www.volsu.ru

## ИННОВАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

---

---

DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2022.3.6>

УДК 343.148.63

ББК 67.53



### О МЕТАЛЛОВЕДЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

**Татьяна Викторовна Кислова**

Старший преподаватель, кафедра судебной экспертизы и физического материаловедения,  
Волгоградский государственный университет  
kislova.tatyana@volsu.ru  
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

**Константин Олегович Смирнов**

Старший преподаватель, кафедра судебной экспертизы и физического материаловедения,  
Волгоградский государственный университет  
smirnov@volsu.ru  
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** В работе изложены схема и этапы проведения исследований изделий из металлов и сплавов, выполняемых экспертами при производстве автотехнической экспертизы для установления причинно-следственной связи между техническим состоянием транспортного средства и механизмом дорожно-транспортного происшествия. В схеме представлена металловедческая (металлографическая) экспертиза, по полученным данным которой будет возможно установить направление разрушающего усилия, вид нагружения, характер разрушения, тип повреждений и присутствие дефектов, ослабивших конструктивную прочность объекта. Кроме того, выводы металловедческой экспертизы дополняют и конкретизируют выводы автотехнической экспертизы, что имеет немаловажное значение для принятия обоснованного и объективного решения по рассматриваемым делам о ДТП.

**Ключевые слова:** металловедческая экспертиза, микроструктура, фрактографический анализ, дорожно-транспортные происшествия, причины разрушения детали.

© Кислова Т.В., Смирнов К.О., 2022

Довольно часто ДТП возникают из-за внезапного отказа рулевого управления, ходо-

вой части или тормозной системы автомобиля, связанных с техническим состоянием ав-

тотранспортных средств. При этом происходит разрушение различных деталей транспортных средств (рулевого управления, рессоры, колеса, сцепки и тормозной системы и др.). Однако разрушения этих деталей могут возникнуть и в результате дорожно-транспортных происшествий, например при столкновении или опрокидывании. Поэтому по делам о ДТП назначается автотехническая экспертиза [1; 6]. Немаловажное значение для принятия обоснованного и объективного решения по делу имеет выяснение причин разрушения деталей, влияющих на безопасность движения транспортного средства, и установление времени возникновения этих неисправностей.

При решении этих вопросов существенную помощь следствию и суду может оказать проведение металловедческой (металлографической) экспертизы, которая в большинстве случаев является вспомогательной, выводы ее дополняют и конкретизируют выводы другой экспертизы, например автотехнической [2–4; 7].

В одних учреждениях судебной экспертизы имеются отдельные металловедческие лаборатории, в других производство экспертиз осуществляется либо в лаборатории физических и химических исследований, либо экспертами-автотехниками, привлекаемыми к участию в экспертных исследованиях. При этом нет единой методики производства названных экспертиз либо единой инструкции по их производству.

Эксперту-металловеду предлагается установить причину и момент разрушения детали транспортного средства: произошло оно во время дорожного происшествия или в процессе нормальной эксплуатации (до ДТП). Для этого необходимо установить направление и характер действующих сил, приведших к разрушению, определить наличие скрытых дефектов в металле и др.

Представляется, что наиболее целесообразно проводить металловедческую экспертизу по следующей схеме.

На первом этапе нужно проанализировать условия работы данной детали, характер и величину испытываемых ею нагрузок в процессе нормальной эксплуатации и, кроме того, ознакомиться с техническими условиями изготовления детали. Так, можно направить запрос заводу-изготовителю для получе-

ния рабочих чертежей, заданных режимов термической обработки и характеристик материала изделия (твердости, механических свойств и т. д.).

Исследование начинается с визуального осмотра и фотографирования вещественного доказательства. Используя макроскопическую фрактографию (от невооруженного глаза до увеличения в 50 крат с использованием бинокулярного микроскопа) при осмотре внешнего состояния поверхности и излома разрушенных, поврежденных и сопряженных с ними деталей выявляют заводскую маркировку, устанавливая наличие подтеков масла, характер лакокрасочных покрытий, следы коррозии. Данные исследования позволяют получить важную информацию о трещине, возникшей в детали и повлекшей ее разрушение (либо при ее изготовлении, либо в процессе эксплуатации).

Очистив поверхность и излом представленных на исследование разрушенных деталей и частей деталей от загрязнений и ржавчины, приступают к контролю их геометрических размеров и осмотру обнаруженных поверхностных дефектов (забоин, вмятин, трещин, пор, рисок и др.). При этом необходимо зафиксировать количество, размер дефектов, их расположение по отношению к излому, чтобы установить возможную связь дефектов с очагом разрушения. Так, глубокие клейма, вмятины, риски на поверхности, являющиеся концентраторами напряжений, могут служить очагами развития усталостных трещин. В ряде случаев (например, сварных швах) целесообразно проводить исследование на наличие подповерхностных внутренних дефектов. Для этих исследований необходимо использовать специальное оборудование – ультразвуковые дефектоскопы и рентгеновские аппараты. На этом этапе очень важно установить общую деформацию детали у излома, так как по направлению деформации можно судить о направлении разрушающего усилия, а по ее величине и характеру – о свойствах материала (например, пластичности); в некоторых случаях можно даже сделать вывод о величине и длительности действовавших нагрузок.

Проведение фрактографического исследования строения излома позволяет эксперту оценить вероятный механизм разрушения деталей (хрупкий, пластичный, усталостный

и т. д.) и установить механизм и причину разрушения – ударное нагружение с превышением прочности материала, усталостное разрушение или их сочетание; направление и характер сил, приведших к излому, с учетом условий эксплуатации (температура, рабочая среда, и др.) [5].

В зависимости от металла, условий и характера нагружения, от величины нагрузки разрушение происходит по вязкому или хрупкому механизму. Если излом смешанный, необходимо определить коэффициент кристалличности – отношение площади, занятой кристаллическими участками-фасетками, ко всей площади излома. Исследование длительное, нескольких полей, требующее статистической обработки данных. Для более точной оценки очага разрушения, зоны распространения трещины и длительности развития излома применяются растровая электронная микроскопия. Этот метод позволяет выявить усталостные линии, концентрично расходящиеся от очага разрушения, зону статического долома, то есть отличительные признаки и области присущие усталостному излому. Строение собственно усталостного излома зависит от большого количества факторов, в частности, от амплитуды циклов при циклических нагрузках, паузы между ними и др. По соотношению зоны усталостного и статического излома можно судить о величине максимального напряжения цикла.

Важным этапом при проведении металлургической экспертизы является установление соответствия данной детали техническим условиям или ГОСТу на ее изготовление. Чтобы решить вопрос о правильном выборе марки стали или сплава для данной детали, необходимо провести химический анализ на содержание углерода в стали, вредных примесей в сплаве и элементного состава материала детали. Для этого используются оптико-эмиссионный спектральный анализ; рентгенофлуоресцентный анализ; лазерно-эмиссионный спектральный анализ.

На механические свойства детали в целом влияет микроструктура и соответствующая ей твердость металла, полученная в результате термической обработки. В последнее время очень часто встречаются факты несоответствия применяемых материалов и режимов их термической обработки стандартам и

техническим требованиям, предусмотренным для изготовления деталей автомобилей. Это является одной из причин разрушения деталей.

При исследовании микроструктуры выявляются фазы и структурные составляющие, их дисперсность и дефекты, упрочняющий поверхностный слой, полученный термической и химико-термической обработкой. Определяется (на основе требований ГОСТ, ТУ) соответствие структуры их твердости.

По микроструктурным исследованиям эксперт определяет вид материала объекта, фазовый и структурный состав, соответствие (несоответствие) установленной структуры данной детали, а также причинно-следственные связи с признаками разрушения и повреждения, установленными при осмотре, фрактографическом исследовании и анализе химического состава. К дефектам структуры относится неоднородность структурных составляющих по объему изделия, скопление или наличие большого количества строчечных неметаллических включений, наличие несплошностей (поры, раковины, микротрещины и др.).

Микроструктурный анализ предусматривает связь микроструктуры металла со строением излома. Чтобы оценить структурные изменения металла в зоне излома, для сравнения необходимо подвергнуть металлографическому анализу неповрежденный участок детали на удаленном расстоянии от места разрушения.

Для микроструктурного анализа из детали на металлообрабатывающих станках вырезаются образцы, из которых готовится микрошлифы для проведения исследований на металлографических оптических микроскопах. Глубина закаленного (например, при поверхностной закалке) или цементованного слоя (например, при цементации) определяется путем измерения микротвердости по сечению детали на микротвердомере.

В тех случаях, когда при небольших увеличениях не удастся обнаружить разницы в структурах металла на участках, расположенных вблизи излома и в значительном удалении от него, целесообразно исследовать тонкую структуру металла с помощью электронного микроскопа и рентгеновского дифрактометра для определения причины разрушения.

Определение механических свойств материала детали с целью получения зна-

чений и характеристик, заданных техническими условиями или ГОСТом, следует производить на испытательных машинах в условиях растяжения, удара и т. д. Эти испытания проводятся при условии, если размеры детали позволяют вырезать из нее стандартные образцы.

Чтобы оценить величину напряжения (или нагрузки), вызвавших поломку детали после того, как выяснены характер разрушения, структура и свойства материала исследуемого изделия, направление и вид разрушающего усилия, следует провести дополнительные механические испытания установленного вида, если они не заданы в технических условиях. Необходимые для испытания образцы должны быть вырезаны в направлении, совпадающем с направлением действовавшего в момент разрушения усилия. Это не всегда представляется возможным из-за размеров и поврежденности изделия.

Проведение экспертизы заканчивается обработкой полученных экспериментальных данных и оформлением заключения.

По полученным данным экспертизы устанавливаются: направление разрушающего усилия, вид нагружения, характер разрушения, тип повреждений и присутствие дефектов, ослабивших конструктивную прочность объекта.

Если какие-либо повреждения, дефекты металла по месту излома объекта, которые могли бы находиться в причинно-следственной связи с его разрушением, не обнаружены, а вид и характер разрушающей нагрузки соответствует эксплуатационной, следует сделать вывод о том, что разрушающая нагрузка имела эксплуатационный характер и превышала конструктивную прочность объекта.

Если же выявлены образовавшиеся ранее повреждения, разрушения, недопустимые дефекты, либо утонения сечения за счет пластической деформации металла (при многократном действии разрушающей нагрузки), следует вывод о том, что конструктивная прочность объекта к моменту разрушения была снижена.

Предлагаемая схема производства металловедческих экспертиз предусматривает проведение полного исследования разрушенных деталей, что в большинстве случаев позволяет категорически ответить на вопросы, поставленные перед экспертом-металловедом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афзалетдинова, Г. Х. Назначение судебных автотехнических экспертиз при расследовании дорожно-транспортных преступлений / Г. Х. Афзалетдинова // *Право: ретроспектива и перспектива*. – 2021. – № 2 (6). – С. 48–53.
2. Биронт, В. С. Металловедческая экспертиза: учебно-методическое пособие / В. С. Биронт, Е. П. Семьина, А. А. Ковалева. – Красноярск : СФУ, 2013. – 47 с.
3. Герасимов, А. М. О металловедческом исследовании в автотехнической экспертизе / А. М. Герасимов, Ф. Г. Корец // *Пути и средства совершенствования методик судебных автотехнических экспертиз. Сборник научных трудов*. – М. : Изд-во ВНИИСЭ, 1975. – С. 110–116.
4. Особенности методики комплексного экспертного исследования разрушений деталей автотранспортных средств / В. И. Шапочкин [и др.] // *Юристь-Правоведь*. – 2000. – № 1. – С. 46–49.
5. Романов, И. В. Применение фрактографии в исследовании причин дорожно-транспортных происшествий / И. В. Романов, Г. И. Раева, Н. К. Чепурных // *Производство судебных автотехнических экспертиз : материалы регион. науч.-практ. конф. (г. Иркутск, 20 мая 2016 г.)*. – Иркутск : Вост.-Сиб. ин-т МВД РФ, 2016. – С. 14–18.
6. Судебная экспертиза: типичные ошибки / Е. Р. Россинская [и др.]. – М. : Проспект, 2012. – 544 с.
7. Теоретические основы решения практических задач автотехнической экспертизы. В 2 ч. Ч. 1. Базовые основы теории автотехнических экспертиз : учебник / В. Ф. Гольчевский [и др.]. – Иркутск : Вост.-Сиб. ин-т МВД РФ, 2014. – 204 с.

## REFERENCES

1. Afzaletdinova G. Kh. Naznachenie sudebnyh avtotekhnicheskikh ekspertiz pri rassledovanii dorozhno-transportnyh prestuplenij [Appointment of Forensic Auto-Technical Examinations in the Investigation of Road Traffic Crimes]. *Pravo: retrospektiva i perspektiva* [Law: Retrospective and Perspective], 2021, no. 2 (6), pp. 48-53.
2. Biront V.S., Semyina E.P., Kovalev A.A. *Metallovedcheskaja jekspertiza: ucheb.-metod. posobie* [Metallographic Expertise: Educational-Methodical Manual]. Krasnoyarsk, SFU, 2013. 47 p.
3. Gerasimov A.M., Korets F.G. *O metallovedcheskom issledovanii v avtotekhnicheskoy jekspertize* [About Metallurgical Research in Auto-Technical Expertise]. *Puti i sredstva sovershenstvovaniya metodik sudebnyh avtotekhnicheskikh jekspertiz: sb.*

*nauch. tr.* [Ways and Means of Improving the Methods of Forensic Auto-Technical Expertises. Collection of Scientific Works]. Moscow, Izd-vo VNIISE, 1975, pp. 110-116.

4. Shapochkin V.I., Bulgakov V.G., Burminskaya L.N., et al. Osobennosti metodiki kompleksnogo ekspertnogo issledovaniya razrushenij detalej avtotransportnyh sredstv [Peculiarities of the Method of Comprehensive Expert Study of Destruction of Vehicle Parts]. *Jurist-Pravoved*, 2000, no. 1, pp. 46-49.

5. Romanov I.V., Raeva G.I., Chepurnykh N.K. Primenenie fraktografii v issledovanii prichin dorozhno-transportnyh proisshestvij [Application of Fractography in the Investigation of Causes of Traffic Accidents]. *Proizvodstvo sudebnyh avtotekhnicheskikh ekspertiz: materialy region. nauch.-prakt. konf.*

(Irkutsk, 20 maja 2016 g.). Irkutsk, Vost.-Sib. in-t MVD RF, 2016. pp. 14-18.

6. Rossinskaya E.R., Dmitriev E.N., Podvolotsky I.N., et al. *Sudebnaja jekspertiza: tipichnye oshibki* [Forensics: Typical Errors]. Moscow, Prospekt Publ., 2012. 544 p.

7. Golchevsky V.F., Vlasov F.M., Nesmeyanov A.A., Chepurnykh N.K., Sedov D.V., Dumnov S.N. *Teoreticheskie osnovy reshenija prakticheskikh zadach avtotekhnicheskoy jekspertizy. V 2 ch. Ch. 1: Bazovye osnovy teorii avtotekhnicheskikh jekspertiz: uchebnik* [Theoretical Foundations for Solving Practical Problems of Auto-Technical Expertise. In 2 Pt. Pt. 1: Basic Foundations of the Theory of Auto-Technical Expertise: Textbook]. Irkutsk, Vost.-Sib. in-t MVD RF, 2014. 204 p.

## ABOUT METAL RESEARCH IN THE PRODUCTION OF AUTOMATIC TECHNICAL EXPERTISE

**Tatiana V. Kislova**

Senior Lecturer, Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,  
Volgograd State University  
kislova.tatyana@volsu.ru  
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

**Konstantin O. Smirnov**

Senior Lecturer, Department of Forensic Examination and Physical Materials Science,  
Volgograd State University  
smirnov@volsu.ru  
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** Quite often, traffic accidents occur due to a sudden failure of the steering, undercarriage or brake system of a car associated with the technical condition of vehicles. In this case, various parts of vehicles (steering, springs, wheels, couplers and braking system, etc.) are destroyed. However, destruction of these parts can also occur as a result of traffic accidents, for example, in a collision or rollover. Therefore, in cases of road accidents, an auto-technical examination is appointed. It is important for making an informed and objective decision on the case to clarify the reasons for the destruction of parts that affect the safety of the vehicle, and the establishment of the time for the occurrence of these malfunctions. Conducting a metallographic expertise, which in most cases is auxiliary, can significantly help the investigation and the court, when solving these issues. Its conclusions are supplemented and specified by the conclusions of another examination, for example, auto-technical. The paper outlines the scheme and stages of research of products made of metals and alloys performed by experts in the production of automotive expertise to establish a causal relationship between the technical condition of the vehicle and the mechanism of traffic accidents.

**Key words:** metallographic expertise, microstructure, fractographic analysis, traffic accidents, causes of part destruction.