

УДК 343.13

*П.В. Мочагин, Ф.Ф. Чаусов***НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
СВЯЗАННЫЕ С НАНОМАТЕРИАЛАМИ И НАНОСТРУКТУРАМИ**

В статье рассматриваются вопросы проведения современных экспертиз, основанных на изучении структурного анализа веществ, материалов и сплавов, связанных с наноматериалами, в частности, рассмотрение каждого исследуемого объекта по существенному признаку. Приводятся признаки, характеризующие наноразмерные элементы и их характерные связи в структуре объекта. Отмечается, что при проведении судебно-экспертных изысканий необходимо обращать внимание на техническую сторону вопроса (на технологические средства, приёмы, конструкцию и процессы) в описании изобретения. В заключении эксперта должны присутствовать формулировки, связанные с признаками, идентичными признакам, приведённым в формуле изобретения, либо эквивалентными ему. Установление тождественности или эквивалентности нематериальных признаков из формулы изобретения материальным признакам объекта техники требует специальных знаний, и в этом случае при установлении факта использования изобретения в объекте техники суд, как правило, назначает техническую экспертизу.

Ключевые слова: судебная экспертиза, криминалистика, инновации, нанотехнологии, интеллектуальная деятельность, интеллектуальная собственность, промышленный образец, полезная модель, конструкторское решение, экспертиза.

В связи с развитием современных нанотехнологий возрастает необходимость проведения судебно-экспертных исследований в области нановеществ, наноматериалов. Главным направлением в указанной сфере является рассмотрение вопросов, связанных с подделкой различных изделий, в которых уже существуют признаки наноструктур. Проблема проведения такого рода экспертиз состоит в том, что необходимо выработать единый подход к классификации существенных признаков подделки с точки зрения причинно-следственной связи и обуславливать достигнутый результат в любом нанопродукте на уровне исследования веществ, материалов, сплавов и изделий на их основе.

Существенные признаки технических нанотехнологий. Любое техническое решение, независимо от того, осуществимо ли оно в статике (устройство, вещество) или в динамике (способ), характеризуется, прежде всего, своей структурой, а также наличием составных частей и взаимосвязями между ними. В свою очередь каждая из этих частей может характеризоваться формой осуществления и количественными соотношениями свойств. Любая из используемых частей характеризуется своим устройством, материалом или способом осуществления. Вследствие последнего обстоятельства техническое решение, относящееся, например, к способу, может характеризоваться признаками вещества или устройства, используемого при осуществлении способа.

В таблице, которая приводится ниже, систематизированы основные признаки технических решений. Каждый признак, указанный в таблице, может быть применён как для характеристики технического решения в целом, так и для дополнительной характеристики любого признака, указанного выше в той же графе таблицы, которая может быть использована при составлении экспертно-судебных заключений.

Использование данной систематики признаков позволяет характеризовать любое техническое решение, не допуская при этом логических ошибок, а случае проведения экспертизы служить хорошим ориентиром.

Согласно международной патентной классификации¹, термин «наноразмер» относится к контролируемому геометрическому размеру менее 100 нм². Под «наноструктурой» понимают объект, имеющий по крайней мере один функциональный компонент, который причинно обуславливает достижение избранного изобретателем технического результата, благодаря тому, что этот компонент имеет наноразмер по крайней мере в одном направлении изобретения, характеризующегося признаками, включающими наноразмеры, что необходимо понимать при проведении экспертизы.

¹ Международная патентная классификация (2012), рубрика B82 (примечание). URL: <http://www.freepatent.ru>.

² 1 нанометр (1 нм) равен одной миллиардной доле метра (10⁻⁹ м) или 10 ангстремам.

Основные признаки технических решений

Свойства технического решения, характеризующие признаком		Примеры признаков технических решений, относящихся		
		к устройству	к веществу	к способу
		А	Б	В
Наличие составных частей	1	А1. Детали, агрегаты, функциональные узлы.	Б1. Элементы, функциональные группы, ингредиенты смесей.	В1. Действия, технологические операции.
Взаимосвязи составных частей	2	А2. Соединение частей (разъёмное, неразъёмное). Расположение частей (сверху, снизу, внутри и т.п.).	Б2. Соединение элементов и функциональных групп (линейное, разветвлённое, циклическое и т.п.). Соединение и расположение ингредиентов смесей (на поверхности, внутри микрокапсул и т.п.).	В2. Порядок выполнения действий (предварительно, периодически, последовательно, одновременно и т.п.).
Форма осуществления составных частей и их связей	3	А3. Геометрическая форма частей (в том числе определяемая чертежом). Геометрическая форма соединений (концентрично, эксцентрично, коаксиально и т.п.).	Б3. Форма присутствия элементов (валентность, изотопы, заряд, заполнение электронных уровней). Форма химических связей (σ , π , δ -связи, водородные, донорно-акцепторные, ионные и т.п.), длина связей, рёбер кристаллических решёток и т.п.	В3. Условия и режимы выполнения действий (температура, давление, концентрации ингредиентов, режим перемешивания, продолжительность).
Количественные характеристики свойств составных частей и связей	4	А4. Соотношения размеров частей и расстояний между ними, углы между частями и их соединениями.	Б4. Доли элементов в соединении, ингредиентов в смеси. Функциональные свойства вещества (электропроводность, вязкость, показатель преломления и т. п.).	В4. Соотношения величин, характеризующих условия и режимы выполнения действий. Критерии подобия (Рейнольдса, Кнудсена и т. п.).
Используемые устройства, вещества и способы	5	—	Б5 ₁ . Устройство отдельных структурных элементов (микрокапсул, нанотрубок, нанозажимов и т. п.). Признаки, включённые в группы А1–А4.	В5 ₁ . Устройство, используемое для осуществления действий, операций. Признаки, включённые в группы А1 – А4.
		А5 ₂ . Материал, из которого изготовлены детали или которым они соединены. Признаки, включённые в группы Б1–Б4.	—	В5 ₂ . Материалы, используемые при выполнении операций. Признаки, включённые в группы Б1–Б4.
		А5 ₃ . Способ изготовления или соединения деталей, узлов. Признаки, включённые в группы В1–В4.	Б5 ₃ . Способ получения или обработки компонентов (активация, облучение, ударная ионизация и т.п.) Признаки, включённые в группы В1–В4.	—

Несмотря на то что исключительное значение развитию нанотехнологий придаётся лишь в последние десятилетия, наноструктуры были достаточно широко известны и ранее. Можно привести немало примеров технических решений, относящихся к наноструктурам, давно получивших широкое распространение. Так, термомеханическая обработка стали, которая придаёт ей высокие прочностные

качества, основана на формировании упорядоченной ячеистой субструктуры дислокаций – дефектов кристаллической решётки, размеры которых сопоставимы с размерами ячейки кристаллической решётки³. Или, например, просветление высококачественных оптических приборов достигается путём нанесения на поверхность оптических стёкол преломляющих плёнок толщиной порядка четверти длины световой волны в материале плёнки⁴, и пр.

Изобретения в области нанотехнологий могут быть весьма различны как по своей конструктивной основе и творческому замыслу, так и по назначению. Так, в «Руководстве по экспертизе заявок на изобретения»⁵ даются следующие примеры изобретений с использованием нанотехнологий:

- в медицине – диагностические методы с использованием биологических сенсоров, спектрометрии, лазерного излучения, ЯМР-томографии, позволяющих реализовать чувствительность, близкую к теоретическому пределу (до 10^{-15} – 10^{-16} моль/проба);

- терапевтические методы, которые используют электронно-лучевое и лазерное воздействие на клеточные структуры, молекулы тканей организма;

- в приборостроении — новые измерительные приборы и их чувствительные элементы, которые имеют нанометровые размеры или структурированы на нанометровом уровне, например, иглы туннельных и атомно-силовых микроскопов с размерами порядка 20-100 нм;

- в электронной технике – технологии изготовления интегральных схем с составляющими их элементами размерами 10-65 нм, а также структуры, полученные с использованием указанных технологий;

- в строительстве – материалы, уникальные свойства которых обусловлены размерами частиц, лежащими в нанометровом диапазоне;

- в механике – материалы для защиты механизмов и деталей машин от износа и коррозии, частицы которых имеют размер порядка единиц и десятков нанометров.

Приведённый перечень является открытым.

Основанием для отнесения к области нанотехнологий является наличие, как минимум, одного существенного количественного признака, выражающего характерный размер менее 100 мкм. Однако размер как таковой может быть выражен единичным значением, которое почему-то редко используется для характеристики изобретения. Возможно, это обусловлено тем, что объём исключительного права патентообладателя в патенте на такое изобретение очень мал: он охватывает лишь те объекты техники, которые с высокой точностью характеризуются указанным в формуле изобретения значением соответствующего размера, и в случае проведения экспертизы нановеществ и наноматериалов такой аспект необходимо учитывать в обязательном порядке.

В технике же повсеместно используется такой приём, как масштабирование конструкций. Для обеспечения правовой защиты технических решений масштабируемых объектов техники существенные признаки, относящиеся к размерам, приводят в формуле и описании изобретения в одной из следующих форм:

- в форме интервала, например: «от 10 до 50 нанометров»;

- в форме отношения размеров, например: «остриё выполнено с отношением длины к диаметру 15:1», «ширина полосы составляет 12 межатомных расстояний графена», «плёнка толщиной от 5 до 22 межплоскостных расстояний [001] магнетита»;

- в составе так называемых критериев подобия, например, критерия Рейнольдса, критерия Кнудсена и пр.

Последнее нуждается в пояснении. Часто достижение технического результата (например, нужной пропускной способности капилляра, по которому движется жидкость или газ) зависит не только от размера (диаметра капилляра d), но и от количественных характеристик движущейся среды (вязкости μ , плотности ρ , скорости w , длины свободного пробега молекул λ). Из этих величин могут быть составлены математические выражения, например,

$$\text{Kn} = \lambda/d \text{ или } \text{Re} = w \cdot d \cdot \rho / \mu.$$

³ Арзамасов Б.Н. и др. Материаловедение. М.: Машиностроение, 1986. С. 156.

⁴ Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Физматлит, 2003. С. 434.

⁵ Руководство по экспертизе заявок на изобретения. Ч. 3: Руководство по проведению экспертизы заявок на изобретения, по существу. Разд. 12. URL: <http://ipc.arbitr.ru>

Первое из этих выражений представляет собой отношение двух линейных размеров и поэтому при вычислении даёт безразмерную величину K_n , называемую критерием Кнудсена. Второе выражение, в которое входят количественные признаки, представленные в различных размерностях, при вычислении даёт величину Re , называемую критерием Рейнольдса. Хотя и сложнее, чем в первом случае, но с помощью справочной литературы можно убедиться в том, что критерий Рейнольдса – тоже величина безразмерная⁶. В качестве существенного признака в формулу изобретения может входить выражение « Re составляет от 100 до 1200», « $K_n > 3$ » или более сложное выражение, в котором размер не фигурирует непосредственно, но тем не менее и в этих случаях размер является существенным признаком технического решения, влияющим на технический результат в совокупности с другими количественными признаками.

Другой формой раскрытия в формуле и описании экспертного заключения, относящегося к нанообъекту или наноструктуре, является указание на включение элемента или связи, наноразмер которых известен из уровня техники. Примерами таких элементов могут служить ячейки кристаллических решёток или химические связи между атомами⁷. Также при составлении экспертного заключения необходимо учитывать требования Административного регламента⁸.

Поскольку область нанотехнологий стала интенсивно развиваться лишь в последние десятилетия, многие средства и методы наноразмерных объектов не раскрыты на уровне техники. При проведении судебно-экспертных изысканий необходимо обращать внимание на техническую сторону вопроса (на технологические средства, приёмы, конструкцию и процессы) в описании изобретения. Именно поэтому в заключении эксперта должны присутствовать формулировки, связанные с признаками, идентичными признакам, приведённым в формуле изобретения, либо эквивалентными ему.

Необходимо также обратить внимание и на то, что точное определение эквивалентности признаков вызывает некоторые затруднения и дискуссии⁹. Классическое определение гласит: «Эквивалентной считается замена признака или признаков, указанных в формуле изобретения, если сущность этого изобретения не меняется, достигается такой же результат, а средства выполнения заменены на равноценные, известные в данной области»¹⁰. Установление тождественности или эквивалентности нематериальных признаков из формулы изобретения материальным признакам объекта техники требует специальных знаний, познаний в различных областях науки, техники, искусства, ремесла, и в этом случае при установлении факта использования изобретения в объекте техники суд, как правило, назначает техническую экспертизу. Рассмотрим некоторые из них.

Метод патентно-технической экспертизы может быть назначен при выявлении признаков изобретения, сформулированных как идеальные абстрактные логические определения, и установлении их идентичности или эквивалентности с признаками, существующими материально как объективная реальность в объекте техники. Если каждому признаку, приведённому в формуле изобретения, соответствует идентичный или эквивалентный материальный признак, объективно присущий объекту техники (независимо от того, какие ещё дополнительные признаки присущи объекту техники), то в этом случае эксперт может делать вывод об использовании запатентованного изобретения в объекте техники. Если хотя бы один признак, приведённый в формуле изобретения, не находит в объекте техники идентичного или эквивалентного материального воплощения, то эксперт может сделать вывод о неиспользовании запатентованного изобретения. О наличии в объекте техники признаков, сравниваемых с признаками запатентованного способа, эксперт может судить, как самостоятельно исследуя представленный на экспертизу объект техники, так и по сведениям, имеющимся в материалах дела.

⁶ Циборовский Я. Основы процессов химической технологии. Л.: Химия, 1967. С. 38.

⁷ Вайнштейн Б.К. и др. Современная кристаллография. Т. 2: Структура кристаллов. М.: Наука, 1979. 360 с.

⁸ Административный регламент исполнения Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам государственной функции по организации приема заявок на изобретение и их рассмотрения, экспертизы и выдачи в установленном порядке патентов Российской Федерации на изобретение (утв. приказом Минобрнауки РФ от 29.10.2008 № 327). П. 10.2, абз. 4 // СПС «КонсультантПлюс».

⁹ Морская О.Г., Аверьянов А.Д. Применение понятия «эквивалентный признак» при установлении факта использования изобретения (полезной модели). М.: ИНИЦ Роспатента, 2001; Соболев А.Ю., Залесов А.В. Применение теории эквивалентов при толковании в судах объема патентной охраны изобретений в области естественных наук // Изобретательство. 2004. № 9; Устинова Е.А., Чельшева О.В. Эквиваленты в биотехнологии // Изобретательство. 2005. №5.

¹⁰ Инструкция о порядке выплаты вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения (утв. Госкомизобретений СССР 15.01.1974). П. 24 // СПС «КонсультантПлюс».

При рассмотрении вопросов данной категории дел следует учитывать изменения, которые произошли в науке и технике со времён начала формирования патентного права до настоящего времени и оказали значительное влияние на специфику патентования изобретений и защиты прав изобретателя. Наиболее наглядно их можно увидеть, сравнив патентные формулы 100-летней давности с современными.

1. Раздвижной гаечный ключ, характеризующийся применением двух двойных губок, посаженных на круглый стержень, первая – неподвижно, а вторая – подвижно, причём последняя, направляясь при своём передвижении по стержню винтом, скользящим в канавке, удерживается на месте, в рабочем положении, исключительно силою трения, возникающего между этой частью и ручкою при работе ключом¹¹.

2. Наноструктурированное токоведущее покрытие несущей основы, включающее слой аморфного углерода sp^3 -гибридизированного состояния атомов углерода, отличающееся тем, что несущая основа выполнена из полиэтилентерефталата и имеет образованную посредством ее ионной или ионоплазменной обработки высокоразвитую поверхность, которая включает рифления глубиной 10-30 нм и/или оснащена порами величиной 0,2-6 мкм суммарным объемом 10-60%, при этом $1/5-1/3$ часть пор выполнена сквозными, толщина слоя sp^3 -гибридизированного состояния атомов углерода составляет 5-50 нм, а сверху покрытие дополнительно имеет токоведущий слой из алюминия или меди толщиной 25-250 нм, полученный ионным осаждением¹².

При сопоставлении патентных формул понятно, что в обоих случаях речь идёт о защите прав на продукты, охарактеризованные обычными для продуктов признаками, – составными частями, их взаимным расположением, формой, размерами и т.д. Очевидное различие заключается в том, что в первом случае эксперт-патентовед может самостоятельно, осматривая представленный для экспертизы образец гаечного ключа, сделать вывод о наличии губок; о том, что одни губки неподвижные, а другие – подвижные; что стержень ключа – круглый; что в канавке скользит именно винт, а не иная деталь, и т. д. Для этого эксперту нужны лишь общетехнические знания и, может быть, несложный измерительный инструмент.

Во втором случае самый тщательный осмотр образца основы с покрытием едва ли поможет эксперту установить, что слой углерода не кристаллический, а аморфный; что атомы этого слоя находятся в sp^3 -гибридизированном состоянии; определить размеры рифлений и пор и т. д. Не поможет ему в этом и оптический микроскоп, а электронный позволит разрешить лишь часть вопросов.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что в настоящее время при проведении экспертизы объектов техники, особенно относящихся к области нанотехнологий, выросло значение специальных сведений, представляемых эксперту, в том числе, и поставленных судом при рассмотрении дела. Сведения могут содержаться:

- 1) в технической документации на объект техники, нормативной документации, дающей право на его выпуск, промышленную эксплуатацию, и т. д.;
- 2) в заключениях специалистов, исследовавших объект техники, технологический процесс его производства, сырьё и т.д.

В первом случае к материалам дела приобщаются технические условия, сертификаты, паспорт на объект техники и его составные части; во втором – объект техники подвергают исследованиям и экспертизам в порядке, установленном законодательством. Выявление, сбор, процессуальное закрепление и приобщение к материалам дела доказательств, подтверждающих содержание в объекте техники признаков, характеризующих на уровне наноструктур, должны предшествовать проведению собственно патентно-технической экспертизы. Поэтому в настоящее время большое значение приобретает стадия рассмотрения дела в суде, включающая доказывание содержания в объекте техники нанотехнологических признаков. В этих случаях можно применять рентгеноструктурный анализ, электронную микроскопию.

Рентгеноструктурный анализ. Этот метод (точнее, группа методов) по праву должен быть назван первым среди методов исследования наноструктур, потому что именно рентгеноструктурный анализ, изобретённый в 1912 г. М. фон Лауэ, впервые позволил установить атомно-молекулярное строение веществ и материалов, измерить размеры атомов и межатомные расстояния. В сущности,

¹¹ Привилегия Российской империи № 24476. Раздвижной гаечный ключ / Мерло В.

¹² Патент РФ № 2296055. Наноструктурированное токоведущее покрытие несущей основы / Слепцов В.В. и др.

именно рентгеноструктурный анализ эмпирически санкционировал всю отрасль науки и техники, развитие которой закономерно привело к возникновению нанотехнологий.

Метод основан на облучении исследуемого вещества (материала, изделия) коллимированным пучком рентгеновского излучения и регистрации пространственного распределения рентгеновских лучей, рассеянных веществом. Каждый атом вещества рассеивает рентгеновские лучи закономерно; но поскольку в подавляющем большинстве веществ атомы расположены тем или иным закономерным образом (в простейшем случае – в виде регулярной пространственной решётки), то рентгеновские лучи, рассеянные закономерно расположенными атомами, распространяются в пространстве закономерно. (Обычно говорят, что атомы, закономерно расположенные в веществе, играют роль дифракционной решётки для рентгеновских лучей.)

Основной информацией, устанавливаемой при помощи рентгеноструктурного анализа, являются межатомные расстояния, рассчитываемые по формуле Вульфа – Брэгга:

$$d = \frac{n\lambda}{2 \sin \Theta},$$

где n – порядок дифракционного максимума, λ – длина волны рентгеновского излучения, Θ – половина угла отклонения рассеянного луча от падающего.

Конечно, любое вещество характеризуется не одним, а несколькими различными межатомными расстояниями в различных направлениях, причём набор межатомных расстояний тем больше, чем сложнее структура вещества. Сложные биологические материалы, например, белки или ДНК, характеризуются тысячами различных межатомных расстояний в различных направлениях. Поэтому в практике рентгеноструктурного анализа используют несколько модификаций описанного метода, различающихся следующими характеристиками:

- используемым источником и спектральным составом рентгеновского излучения;
- строением, размерами и методом подготовки образца;
- способом регистрации рассеянного излучения.

Наибольшее распространение получили методы Лауэ, Дебая и Брэггов.

В методе Лауэ используют «белое» рентгеновское излучение, содержащее лучи с широким разбросом длин волн λ . Образцом служит монокристалл или иной образец с хорошо упорядоченным расположением атомов; размеры образца от 0,1 мм до нескольких миллиметров. Для регистрации рассеянного излучения используют специальные фотоплёнки или фотопластинки. Этот метод позволяет определять симметрию пространственного расположения атомов и расстояния между атомами в различных направлениях, что даёт вполне исчерпывающие сведения о структуре кристаллических веществ и материалов. Достоинствами этого метода являются наглядность получаемого изображения и его документальная фиксация на фотографическом носителе. Недостатки метода Лауэ – невозможность применения на поликристаллических образцах с разупорядоченной структурой, сложность правильной ориентации образца, потребность в дорогостоящем источнике «белого» рентгеновского излучения (в последнее время для этой цели всё чаще используют синхротроны).

Для рентгеноструктурного анализа по методу Дебая используют источник *мономатического* рентгеновского излучения, дающий лучи с одной длиной волны λ . Как правило, таким источником служит рентгеновская трубка с антикатодом, дающим характеристический спектр излучения, и фильтром, отсеивающим ненужные линии рентгеновского спектра. Для особо точных исследований применяют специальные рентгеновские монохроматоры. Образец для исследования по методу Дебая изготавливают из поликристаллического материала, состоящего из мелких кристаллов (*кристаллитов*). Если необходимо исследовать крупные кристаллы, их измельчают до состояния мелкого порошка и из них формируют образец. (Эту модификацию метода Дебая называют порошковой рентгенографией.) В ряде случаев образец во время исследования приводят во вращение. Для регистрации рассеянного излучения используют фотоплёнку, которую чаще всего изгибают в форме цилиндра – это позволяет фиксировать лучи, рассеянные под значительными углами, даже превосходящими 90°. Метод Дебая позволяет установить расстояния между плоскостями закономерного расположения атомов. Поскольку для каждой из возможных 230 групп симметрии кристаллов эти расстояния связаны между собой определёнными закономерностями, то метод Дебая позволяет определить группу симметрии кристалла и межатомные расстояния. Кроме того, метод Дебая позволяет определить размеры кристаллитов, это важная характеристика для заключения о режимах обработки материала. К достоинствам метода Дебая относится универсальность, простота подготовки образцов, простота по-

лучения дифракционной картины и её документальная фиксация на фотографическом носителе. Недостатками метода является сложность установления группы симметрии кристалла (*индикации дебае-граммы*). В последнее время для этого обычно используют компьютерную технику.

Метод Брэггов основан на использовании монохроматического рентгеновского излучения. В качестве образца используют поликристаллический материал, порошок, полученный измельчением монокристалла, или целое изделие, если оно по размеру может быть помещено в держатель прибора. Съёмка может производиться как на неподвижном, так и на вращающемся образце. Для регистрации рассеянного излучения используют ионизационный или сцинтилляционный детектор. Пространственное распределение рассеянного излучения измеряют, поворачивая образец и одновременно перемещающая детектор. Для этих перемещений используют специальный угломерный прибор – гониометр, который обеспечивает поддержание с высокой точностью равенства углов падения и отражения рентгеновского излучения. В наиболее современных приборах используют многоканальный сцинтилляционный детектор, что позволяет измерять интенсивность рассеянного излучения сразу в нескольких точках и ускорить регистрацию дифракционной картины. Метод Брэггов позволяет определить межатомные расстояния, группу симметрии кристалла, размеры кристаллитов материала, а также исследовать структуру аморфных материалов, однако результаты такого исследования содержат значительно меньше полезной информации, чем о материалах с кристаллической структурой. Практически все современные приборы для проведения рентгеноструктурного анализа по методу Брэггов (*рентгеновские дифрактометры*) оснащены цифровой техникой, которая управляет функционированием прибора, хранением и обработкой полученных данных. Достоинствами этого метода являются универсальность, простота подготовки образцов, относительная простота оборудования, его доступность (оборудование выпускается серийно). Недостатком является отсутствие твёрдой копии и наглядного изображения получаемой дифракционной картины.

Для специальных целей (особенно для исследований сложных биологических материалов) используют также специальные методы рентгеноструктурного анализа: – качания кристалла, вращения кристалла, съёмку в камере фотосъёмки обратной решётки (КФОР) и пр.

В целом сведения, получаемые методами рентгеноструктурного анализа, являются полной характеристикой строения материалов, имеющих кристаллическую структуру. Поскольку большинство встречающихся в технике материалов (металлы и сплавы, полупроводники, керамические материалы, лекарственные средства, минералы, пигменты, москательные товары, большинство полимеров) имеют кристаллическую структуру, они могут быть полностью охарактеризованы рентгеноструктурными методами. Время, затрачиваемое на проведение рентгеноструктурного анализа, меньше, чем на большинство обычных химических анализов, а получаемая информация – значительно богаче. Точность определения межатомных расстояний этими методами позволяет отличить друг от друга даже образцы одного и того же вещества, добытые или произведённые в различных условиях, или подвергнутые внешним воздействиям (механическим, температурным и др.)

В смеси различных веществ (например, в неизвестной горной породе, керамическом изделии, сложном сплаве, пластмассе, «фирменном» москательном товаре с засекреченным рецептом) метод рентгеноструктурного анализа позволяет обнаружить различные компоненты (*фазы*), отличающиеся друг от друга составом и расположением атомов. Сравнение характеристик этих фаз с характеристиками, имеющимися в информационных базах, позволяет выявить каждую из этих фаз и её строение. Эта модификация рентгеноструктурного анализа называется **рентгенофазовым анализом**. В настоящее время характеристика фаз и их сопоставление с архивными данными осуществляется автоматически с помощью ЭВМ.

Электронная микроскопия. Первый электронный микроскоп был изобретён Р. Руденбергом в 1931 г.¹³ Серийный выпуск значительно усовершенствованных электронных микроскопов и их поставка по Германии и на экспорт был освоен АО «Сименс» в 1939 г.¹⁴

Сущность электронной микроскопии – получение изображения нанообъекта или наноструктуры путём фокусировки пучка электронов, проходящих сквозь объект или отражённых от объекта. Яв-

¹³ Патент Германии № 895635. Anordnung zur vergrößerten Abbildung von Gegenständen mittels Elektronenstrahlen und mittels den Gang der Elektronenstrahlen beeinflussender elektrostatischer oder elektromagnetischer Felder / R. Rudenberg.

¹⁴ Руска Э. Развитие электронного микроскопа и электронной микроскопии. Нобелевская лекция // Успехи физических наук. 1988 (154). Вып. 2. С. 253.

ление дифракции делает невозможным получение отчётливого изображения предметов, размер которых меньше длины волны излучения, используемого для наблюдения. Поэтому при помощи световых лучей, длина которых от 400 до 700 нм, можно получать отчётливые изображения предметов, размер которых более 400 нм. Длина волны электронов, впервые определённая Л. Де Бройлем, зависит от ускоряющего напряжения, и при обычно используемых в электронных микроскопах напряжениях 10–300 кВ составляет от 0,002 до 0,01 нм. Это даёт возможность получать чёткие изображения нанообъектов и наноструктур. Разрешающая способность лучших современных электронных микроскопов ограничена величиной около 0,1 нм из-за неустранимых в настоящее время aberrаций (погрешностей построения изображения).

Таким образом, вышеперечисленные аспекты позволяют говорить о том, что:

во-первых, судебные экспертизы могут проводиться в области нановеществ, наночастиц материалов, сплавов и изделий на их основе с применением определенных методик;

во-вторых, судебные экспертизы данного вида могут способствовать рассмотрению судебных споров, касающихся вопросов качества изделия, подделки и кражи интеллектуальной собственности при изготовлении изделия;

в-третьих, при проведении подобного рода экспертиз возникает необходимая закономерность выделения их в отдельный класс, учитывая при этом Федеральный закон от 31.05.2001 № 73-ФЗ (ред. от 08.03.2015) «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» с целью развития самостоятельного направления судебно-экспертной деятельности.

Поступила в редакцию 21.03.2019

Мочагин Павел Владимирович, кандидат юридических наук, доцент, судебный эксперт

Чаусов Федор Федорович, кандидат химических наук

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 4)

P.V. Mochagin, F.F. Chaurov

SOME ISSUES OF FORENSIC ACTIVITIES RELATED TO NANOMATERIALS AND NANOSTRUCTURES

The article deals with the issues of conducting modern examinations based on the study of the structural analysis of substances, materials and alloys associated with nanomaterials, in particular, the examination of each object under study for essential features. The characteristics of nanoscale elements and their characteristic connections in the structure of the object are given. It is noted that when conducting forensic studies, it is necessary to pay attention to the technical side of the issue (technological means, techniques, design and processes) in the description of the invention. The expert's report should include formulations related to features identical to those given in the claims, or equivalent. Establishing the identity or equivalence of intangible features from the claims of the tangible characteristics of the object of technology requires special knowledge, and in this case, when establishing the fact of using the invention in the object of technology, the court, as a rule, assigns technical expertise.

Keywords: forensic examination, forensic science, innovation, nanotechnology, intellectual activity, intellectual property, industrial design, utility model, design solution, expertise.

Received 21.03.2019

Mochagin P.V., Candidate of Law, Associate Professor, Judicial Expert

Chausov F.F., Candidate of Chemistry

Udmurt State University

Universitetskaya st., 1/4, Izhevsk, Russia, 426034