

Е.А.УСТИНОВА



# ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

*Книга 3*

Новые принципы  
выявления  
патентоспособных  
химических объектов



Е. А. УСТИНОВА

# **ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Книга 3  
НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫЯВЛЕНИЯ  
ПАТЕНТОСПОСОБНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

МОСКВА  
ОАО ИНИЦ «ПАТЕНТ»  
2013

УДК 54:347.77.012

ББК 24у

У80

- У80 Устинова, Елена Алексеевна.  
Химические понятия и химические изобретения: Кн. 3 : Новые принципы выявления патентоспособных химических объектов : [монография] // Е. А. Устинова. – М. : ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2013. – 204 с.: табл.; ил. ISBN 978-5-91808-109-9.

В книге 3 монографии представлены новый подход к выявлению патентоспособных технических решений и результаты применения его на практике. Метод основан на глубоком исследовании химической сущности решения и предполагает умение ориентироваться в вопросах патентной методологии и соотносить их с имеющимся химическим материалом. Успешное патентование таких «нестандартных» систем, как поверхностные соединения, кластерные соединения, люминофоры, топологические соединения, биохимические системы позволило убедиться в эффективности разработанных подходов.

Для специалистов в области патентного права, химиков (теоретиков и изобретателей).

УДК 54:347.77.012

ББК 24у

## ВВЕДЕНИЕ

Ум человеческий имеет три ключа,  
все открывающих: знание, мысль,  
воображение – все в этом.

*В. Гюго*

Настоящая работа является третьей книгой монографии «Химические понятия и химические изобретения». В первой книге «Химические понятия» были представлены результаты исследований химической терминологии, в частности толкований основных химических понятий и определений, которые позволили сделать вывод о том, что *в химической литературе не существует ни одного важного для химии понятия, которое имело бы четкое и однозначное определение.*

Показано, что:

- в химии до сих пор не сформулированы общепризнанные критерии отличия химических соединений от смесей, т. е. отсутствует определение понятия химического соединения и соответственно химической структуры;

- в химической литературе имеют место противоречивые толкования таких важных понятий, как молекула, макромолекула, полимер, индивидуальное химическое соединение, химический индивид, однородность, фаза и многие другие;

- Интернет, будучи самым доступным источником информации, тиражирует несостоятельные и невежественные представления, которым затруднительно что-либо противопоставить;

- химические энциклопедии и справочники либо вообще не содержат определений некоторых понятий (химический индивид, химическое соединение и др.), либо содержат противоречивые формулировки (дальтонид и др.), либо предлагают несогласованные друг с другом определения взаимосвязанных понятий (молекула полимера – макромолекула или гигантская молекула кристалла – полимер – кристаллический полимер – полимерная сетка и т. д.).

Состояние понятийного химического аппарата в настоящее время – это состояние полного беспорядка.

Вторая книга монографии – «Химические изобретения» – посвящена развитию отечественной и зарубежной патентно-правовой методологии, преимущественно имеющей отношение к области химии. Систематические исследования по этому вопросу были на-

чаты нами в 1967 г., при этом практически сразу была обнаружена взаимосвязь между вопросами оценки критериев патентоспособности и проблемами терминологии в химии. На основе наших работ, которые содержат анализ имеющих отношение к теме правил, рекомендаций, регламентов, изменяющихся со временем, и публикаций отечественных и зарубежных авторов, а также материала, изложенного в первой книге настоящей монографии, можно отметить следующее:

- в основе практически каждой из методологических проблем патентования в области химии лежат проблемы понятийного химического аппарата, которые в свою очередь связаны с характеристикой технической сущности химических объектов;

- отсутствие правильного толкования сущности химических и биохимических систем в науке и на практике имеет место как в нашей стране, так и за рубежом; существенное различие лишь в том, что там они встречаются в отдельных судебных решениях и публикациях правоведов, а у нас сформулированы в нормативных документах, которым обязаны следовать эксперты, патентоведы, авторы изобретений;

- в правилах и рекомендациях длительное время применялось некорректное деление веществ на индивидуальные химические соединения и композиции, а также использовался нелепый, с нашей точки зрения, термин «индивидуальное химическое соединение неустановленной структуры»; при этом не принималось во внимание огромное разнообразие неиндивидуальных химических соединений. Подобное положение вещей неверно ориентировало специалистов в вопросах выбора адекватных объектов защиты и их характеристики в притязаниях. Еще более значительный ущерб был нанесен отечественным химикам усердно внедряемой дезориентацией в вопросах выбора формы защиты химических соединений.

Только спустя десять лет после наших публикаций с критикой подобной методологии в правилах отечественного патентования были устранены некоторые нелепости, хотя в целом они остались противоречивыми и не соотнесенными с существенными в химии представлениями.

Таким образом, складывается начальная картина: в патентной методологии применяются несостоятельные химические определения, а современный химический понятийный аппарат не может предоставить однозначные, пригодные для всех случаев определения таких понятий, как «химическое соединение» и «химическая структура», а также достаточно полную классификацию типов химических соединений, в соответствии с которой можно было бы правильно ранжировать патентуемые объекты.

Тем не менее ситуацию нельзя назвать безвыходной. Дело в том, что хаос в химическом понятийном аппарате обусловлен двумя различными по существу обстоятельствами: с одной стороны, распространением в источниках информации противоречивых, некорректных, а то и просто невежественных определений, а с другой – объективной сложностью проблемы и, главное, диалектической изменяемостью понятийного аппарата. Возникающие трудности связаны с открытием все новых и новых объектов, которые не укладываются в рамки даже существующих правильных на данный момент определений, а также со сложностью оценки фактического экспериментального материала с помощью однозначных понятий.

Два выдающихся отечественных ученых с разрывом в два десятилетия высказали практически одинаковые суждения по поводу возможности и необходимости однозначных определений основных понятий химии – «химическое соединение» и «химическая структура».

В. И. Кузнецов: «Нам хотелось бы иметь точное и для всех случаев пригодное определение химического соединения. Оно необходимо педагогу для разъяснения учащимся. Оно полезно и исследователю для отграничения химического соединения от каких-то иных нехимических систем. Но вполне точного и всегда себе равного, постоянного определения этого понятия быть не может: это понятие развивается, отражая ход познания. Лучшим эквивалентом точного определения понятия химического соединения поэтому является изучение истории его развития»<sup>1</sup>.

П. М. Зоркий: «Дефиниции капитальных понятий химии – к их числу относятся понятия химического вещества и химического соединения, химической реакции и фазового превращения, структуры и химического строения – не могут быть полными, точными и строгими.

Если постараться, то путем соответствующих ограничительных оговорок можно сформулировать довольно точные определения, но в этом случае они будут очень узкими или частными и явно не передавать все богатство содержания, которое несут химические понятия.

Ценность таких определений, если рассматривать их как окончательные, невелика. Более того, такого рода дефиниции, особенно при догматическом подходе, могут не только не помочь, но и навредить, поскольку создают превратное представление о сущности того или иного термина, используемого в химической практике.

В химии наших дней понятие структуры играет столь существенную роль, что не будет большим преувеличением всю современную химию назвать структурной. Представляется, однако, затруднительным дать точ-

---

<sup>1</sup> Цит. по: Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 1. Химические понятия. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2012. С. 52.

ную и универсальную дефиницию понятия структуры. Но без дефиниции можно обойтись.

На поверку выясняется, что эвристическая ценность дефиниций в естествознании невелика. Когда речь идет о таких капитальных понятиях, как структура, более полезно указать важнейшие функции данного понятия в рассматриваемой области и привести поясняющие примеры»<sup>1</sup>.

Приведенные цитаты свидетельствуют о том, что устоявшаяся терминология в принципе не может учитывать новейшие достижения, которые требуют разработки и новых понятий, и новой терминологии. Последнее означает, что патентное право, являясь областью, которая имеет дело именно с новейшими разработками, препятствует защите новых химических систем, характеристика или описание которых не укладываются в рамки «общепринятых» понятий и терминов.

Однако значительно больший ущерб при патентовании химических объектов наносят некорректные понятия, включенные в правила, а также невежественное толкование химических понятий в судах и публикациях правоведов. В первой книге настоящей монографии – «Химические понятия» – на основе сопоставительного анализа большого количества источников информации выявлены откровенно ошибочные определения и представления, и эти данные могут быть использованы для обоснования несостоятельности заключений экспертизы или судей, опирающихся на подобные источники. Что касается простой замены неверно сформулированных в нормативных документах понятий более корректными, то, как видно, реалии современной химии такому подходу не способствуют.

Химики осознают, что современное толкование основных химических понятий невозможно без структурных представлений; именно представлений, поскольку, как было показано выше, дать точную и универсальную дефиницию этого понятия крайне затруднительно.

Известно, что правила логики требуют от определения понятия точного изложения содержания; это – *минимальная логическая форма* представления знаний, в то время как научные представления – это *система взглядов*, которая может развиваться<sup>2</sup>.

В развитие представлений о строении вещества отечественные ученые внесли огромный вклад, который, по нашему мнению, недооценивается в первую очередь соотечественниками. Недооценка связана не с тем, что авторы не признаны или неизвестны, а с тем, как их учение внедряется в сознание химической общественности,

---

<sup>1</sup> Цит. по: Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 2. Химические изобретения. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2013. С. 105.

<sup>2</sup> Режим доступа: <http://yourlib.net/content/view/5190/63/>.

какова степень распространения их разработок в учебной и справочной литературе, и т. д.

На основе представлений Н. С. Курнакова, Г. Б. Бокия, Б. Ф. Ормонта, Ю. А. Жданова, В. И. Кузнецова, З. И. Шептуновой, В. Б. Алесковского, П. М. Зоркого нами были сформулированы общие принципы строения и развития вещества. Эти принципы и концепция В. И. Кузнецова о химической организации вещества<sup>1</sup> послужили фундаментом для предлагаемого нового подхода к рассмотрению химических объектов с точки зрения патентоспособности.

Предлагаемый нами подход позволяет выбрать для патентования такие характеристики сущности объекта, которые соответствовали бы одновременно и эксперименту, и современным представлениям о строении и структуре, и требованиям патентного права. Основанный на глубоком исследовании химической сущности технического решения метод предполагает:

- владение представлениями о химической организации вещества и принципах строения вещества, а также умение пользоваться ими в конкретной ситуации, связанной с выбором объекта патентования (см. в качестве информационной поддержки первую книгу настоящей монографии);

- умение ориентироваться во всех вопросах патентной методологии и соотносить их с имеющимся химическим материалом, преодолевая при этом как некорректность правил, так и отсутствие соответствующих знаний современной химии у представителей государственной экспертизы (см. вторую книгу настоящей монографии, а также публикации автора, выложенные в Интернете на сайте <http://www.uspat.ru/>).

Применение предполагаемого нами для оценки патентоспособности химических объектов подхода на практике показано в гл. 3 настоящей книги на примерах таких «нестандартных» систем, как биохимические, топологические, системы многоуровневого строения (катализаторы), системы неопределенного строения (люминофоры) и др. Примеры относятся к разным конкретным ситуациям, но их объединяет необходимость оценки технической сущности объекта и ее описания, а также оценка очевидности технических решений. Эти примеры могут помочь специалистам в сходных ситуациях и правильно их ориентировать в совместной творческой деятельности с изобретателями-химиками. Одновременно такой подход, основанный на глубоких и правильных оценках сущности объекта, позволяет аргументированно противостоять необоснованным заключениям экспертизы.

---

<sup>1</sup> Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 1. Химические понятия. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2012. С. 82–97, 274–322.

## ГЛАВА 1

### НОВЫЙ ПОДХОД К ВЫЯВЛЕНИЮ ПАТЕНТОСПОСОБНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Предлагаемый нами метод выявления патентоспособных химических объектов адресован в первую очередь химикам-изобретателям и патентоведом. Безусловно, наиболее надежным и эффективным вариантом является использование метода уже на стадии выявления изобретения, т. е. при работе патентного поверенного с изобретателем. Тем не менее и в других ситуациях (при переписке с экспертизой или в спорах, связанных с нарушением патента, и т. п.) он также применим при условии, что изначально в заявке не были допущены грубые ошибки.

Метод поможет изобретателю оценить предлагаемый к патентованию объект не через призму существующих в официальной методологии патентования представлений, а на основе понятий современной химии. При этом предусматривается глубокое исследование экспериментального материала, еще не облеченного в конкретную для патентования форму, на которую ориентирует официальная методология.

В настоящее время оценка патентоспособности чаще всего предполагает, что объект изобретения уже определен автором самостоятельно или при помощи патентного поверенного, но в любом случае изначально выбор объекта происходит с ориентацией на требования официальных правил. Правила патентования предлагают упрощенный и краткий перечень объектов патентования, а именно: способ, устройство и вещество, при этом вещество подразделяется на химические соединения и композиции (смеси), причем представления о химическом соединении не соотношены с теми, которые имеют место в химии. В результате своеобразные, принципиально новые химические системы не могут получить адекватной патентной защиты, поскольку не укладываются в рамки традиционных представлений о химическом соединении.

Осложнения с характеристикой химических систем возникают не только в такой достаточно «молодой» области науки, как биохимия, но и в более «древних» областях при характеристике различных сплавов – металлических и неметаллических.

Уже давно известно, что сплавы, в частности стекла, в общем случае не представляют собой простую смесь компонентов, а сле-

довательно, характеристика смеси через состав составляющих ее компонентов не будет отражать действительную химическую систему. Но как же тогда эти системы должны быть охарактеризованы?

Многие каталитические системы, которые химики называют поверхностными соединениями, патентуются как композиции, т. е. как составы, состоящие из отдельных компонентов, хотя в действительности конечным объектом является унитарная система. Значительные сложности возникают при характеристике биохимических систем, в частности топологических или молекулярных конструкций (молкон), многообразных конденсированных систем различной степени упорядоченности и т. д.

Химик-изобретатель при защите своего объекта, сталкиваясь с понятийными проблемами, с одной стороны, и с необоснованными требованиями нормативных документов – с другой, вынужден либо отказываться от патентования, либо соглашаться на диктуемую патентно-правовой методологией неадекватную форму защиты.

Предлагаемый нами подход предусматривает анализ имеющихся научных и экспериментальных данных с целью выявления объекта для патентования на основе существующих в современной химии представлений о химической организации вещества и принципах его строения с привлечением метода системно-структурного анализа.

Понятие *«химическая организация вещества»* возникло, по словам его автора В. И. Кузнецова, как развитие структурных представлений в химии, и использовалось в тех случаях, когда другие укоренившиеся в науке понятия и соответствующие термины не могли сколько-нибудь полно передать содержание новых представлений.

Прежде всего важно отметить, что при создании концепции химической организации вещества В. И. Кузнецов впервые употребил применительно к области химии понятия «организация», «структура», «система», разработанные специалистами, изучающими вопросы логики и общие методологические вопросы науки и техники. При этом он использовал системно-структурный подход, который получил развитие в 1960–1970-е гг.

*«Химическая организация вещества* – это основанная на обменном взаимодействии упорядоченность отношений между атомами и (или) атомными агрегатами, вследствие которой образуется единая система: в случае устойчивой упорядоченности – частица химического соединения, в случае неустойчивой упорядоченности – кинетический континуум, в том числе переходное состояние» [3].

В. И. Кузнецов показал, что с помощью понятия химической организации вещества стало возможным объединить:

- все виды химических соединений, которые отражают структурную упорядоченность устойчивых отношений;
- кинетические системы, в частности переходное состояние, которые характеризуются упорядоченностью неустойчивых свойств и отношений (цит. по: [1. С. 275]).

Нас будет интересовать в данном случае только устойчивая упорядоченность, в частности химические соединения, и более широко – химические системы, поскольку неустойчивые химические системы относятся к реакционным системам или промежуточным состояниям. Последние не следует путать с промежуточными соединениями.

Представления о химической системе являются частью общей концепции химической организации вещества. Как уже было сказано, В. И. Кузнецов опирался на общеметодологическое понятие системы как «множества связанных между собой элементов, обладающих упорядоченностью, внутренней целостностью, относительной устойчивостью и автономным поведением».

Напомним, что представления, в отличие от понятия, определение которого должно точно отражать содержание, являются системой взглядов на предмет или проблему, которая может включать совокупность отдельных терминов, характеристик, описаний предмета с разных сторон.

В рамках концепции В. И. Кузнецова химическое соединение характеризуется как:

- целостная система, т. е. система, свойства которой не аддитивны свойствам составляющих элементов;
- единая квантовомеханическая система, т. е. единая (целостная) система взаимодействующих ядер и электронов, а не простые агрегаты атомов или множества молекул;
- унитарная система (известно, что впервые Жерар назвал молекулу унитарной целостной системой атомов в 1830–1840-х гг.).

Провозглашенная Жераром унитарность молекулы, по словам В. И. Кузнецова, в связи с развитием квантовомеханической теории нашла свой аналог в целостности квантовых систем взаимодействующих атомов (ядер, электронов), к которым относятся и другие единые квантовомеханические системы (ионы, сложные радикалы, молекулярные комплексы, монокристаллы, поверхностные соединения и разнообразные системы немолекулярного строения).

Итак, химическое соединение, в отличие от механических смесей, характеризуется целостностью, унитарностью, образованием единой квантовомеханической системы взаимодействующих ядер и электронов. Заметим, что ряд авторов после В. И. Кузнецова также связывали понятие химической системы с образованием единой квантовомеханической системы, а также с разграничением

между химическими соединениями и механическими смесями [1. С. 278].

Специально для юристов и патентоведов без химического образования дадим разъяснение: выражение «взаимодействующих ядер и электронов» не имеет отношения к *получению* химического соединения. «Взаимодействующих» вовсе не означает, что достаточно взять горстку электронов и ядер, забросить их в колбу и при этом получить вещество. Но именно такие определяющие характер правовой оценки технического решения толкования, как было показано нами в [2], имеют место в патентно-правовой литературе и встречаются на практике, в чем автору настоящей монографии неоднократно приходилось убеждаться.

Однако после правильного выбора типа химической системы возникает следующий, более сложный вопрос: описание сущности химической системы.

Ученые уже давно осознали, что познание сущности объекта как системы означает раскрытие структуры этой системы. В химии со времен А. М. Бутлерова химическую структуру рассматривали только как структуру единственной химической системы – молекулы, именуя ее химическим строением вещества, хотя, как замечает В. И. Кузнецов, правильнее говорить о строении или структуре молекулы. Открытие химических соединений немолекулярного строения потребовало пересмотра привычных взглядов на структуру микрообъектов химии, т. е. на химическую структуру, в сторону расширения этого понятия. И здесь химики столкнулись с проблемами, которые подробно рассмотрены нами в [1. С. 274–318]. В данном разделе рассмотрим только основные моменты, которые могут быть непосредственно использованы при работе, связанной с характеристикой объекта патентования.

В. И. Кузнецов, рассматривая вопрос о химической структуре вещества, опирается на существующее в системном анализе определение структуры как устойчивого единства элементов, их отношений и целостности системы. При этом он обращает внимание на многообразие химических систем, т. е. на разнообразие форм их упорядоченности, различную степень сложности и разные уровни организованности составляющих элементов. В результате В. И. Кузнецов не дает определения химической структуры, пригодного для любых химических систем, указывая, что это понятие вызывает массу вопросов, связанных с тем, что химики вкладывают в него неодинаковое содержание.

Позднее П. М. Зоркий, подчеркивая, что понятие химической структуры является одним из важнейших в современной химии, тем не менее считал, что сформулировать универсальное определение понятия «структура» в химии крайне затруднительно и в принципе необязательно, хотя основная задача химиков состоит в уяс-

нении сущности многоликого и многоуровневого понятия структуры. Отсутствие точной формулировки, по его мнению, может быть компенсировано представлениями о строении вещества, изложенными с применением метода системного анализа. Но это невозможно без знания принципов усложнения вещества, позволяющих оценить организацию вещества в целом, а не только строение отдельных элементов (атомов, молекул, кристаллов, фаз) и типов химических связей.

Основополагающие принципы (пути) построения химических веществ или организации упорядочения химических систем (на языке системологии) нашли отражение в работах Н. В. Курнакова, Ю. А. Жданова, В. И. Кузнецова, З. И. Шептуновой, Г. Б. Бокия, П. М. Зоркого и др.

Одни и те же элементы в зависимости от принципа, используемого для их объединения, могут образовывать различные системы. Это общее положение системологии относится и к химическим системам. Согласно этим принципам существует два типа строения вещества – дискретное и непрерывное и, соответственно, два пути его усложнения – образование обособленных, индивидуальных молекулярных структур и повторение сложных структурно-химических единиц, неспособных к самостоятельному существованию, – немолекулярных структур. При этом важно иметь представление о закрытых и открытых структурных образованиях; макро- и микро-системах; принципе множественности уровней строения вещества; возможности совместного проявления двух различных типов строения; чередовании различных форм строения вещества, что значительно усложняет изучение таких веществ.

Закрытыми системами являются молекула и другие дискретные химические частицы, т. е. конечные структурные образования. Вещества, состоящие из связанных между собой структурно-химических единиц, являются открытыми, т. е. способными к бесконечному развитию (не следует путать с закрытыми и открытыми термодинамическими системами).

Бесконечное повторение первого типа структур (молекул как микросистем) и второго типа (несамостоятельных структурно-химических единиц), а также их агрегация ведут к образованию макротела; в первом случае макротело состоит из дискретных частиц, во втором – это непрерывное структурное образование.

Непрерывное строение большинства немолекулярных веществ представляет собой пространственные структуры, в которых атомы связаны в группы бесконечной протяженности в одном, двух или трех направлениях. Трехмерное строение твердых соединений связано с такими представлениями, как периодичность или ее отсутствие, степень упорядоченности, ближний и дальний порядок и др.

Характер связи, объединяющей частицы или структурные единицы в систему, также является необходимым аспектом правильного установления строения или структуры вещества. Проблемы строения химического вещества – это, прежде всего, проблемы изучения иерархии разных ступеней и степеней развития вещества, их взаимосвязей. По словам В. И. Кузнецова, строение вещества представляет собой «лестницу», иерархию структур: атом→молекула→макротело. Это последовательная смена одной химической системы другой, более сложной, ведущая к более высокоорганизованной форме материи, например к живым клеткам. (Прекрасным примером биохимической системы с четырьмя уровнями структуры являются белки, о которых будет идти речь в разд. 2.2 «Дело о проурокиназе», другой четырехуровневой организацией вещества является оксидная керамика, рассмотренная в разд. 2.3 «Дело о катализаторе окисления».)

Эта иерархическая «лестница» может быть построена различными путями, т. е. различными могут быть связи и взаимодействия между ступенями и уровнями. В частности, В. И. Кузнецов приводит несколько возможных путей или схем усложнения:

атомы→молекулы→молекулярные комплексы→мицеллы;

атомы→молекулы→ионные кристаллы;

атомы→металлические или ковалентные кристаллы;

атомы→простейшие двух- и трехатомные молекулы→более сложные молекулы→макромолекулы→комплекс макромолекул [3. С. 186–194].

Понятно, что этот перечень не является исчерпывающим. Аналогичные принципы построения химических и более сложных систем рассматриваются и в более ранней по сравнению с [3] работе Ю. А. Жданова [4. С. 115–116].

В. И. Кузнецовым было впервые показано, что представления о многоуровневой и многоаспектной упорядоченности химической системы не могут быть изложены ясно и непротиворечиво иначе, как в рамках метода системно-структурного анализа. Подобный подход позднее применил П. М. Зоркий при изучении некоторых структурных аспектов конденсированных систем. Используя терминологию системного анализа (упорядоченность, степень упорядоченности, пути реализации порядка) в сочетании с кристаллоструктурными представлениями, он предлагал единообразный подход к рассмотрению строения различных конденсированных фаз, который с математической четкостью показывал возможность образования структурного множества трехмерных систем.

Предложенный П. М. Зорким подход действительно облегчает совместное *сравнительное обсуждение структуры* упорядоченных и неупорядоченных фаз, что является исключительно важным, в частности при оценке новых объектов на предмет их патентоспо-

способности. П. М. Зоркий подчеркивал, что «на базе структурных представлений (и, по-видимому, только таким способом) можно построить логичную систематику трехмерных конденсированных фаз: кристаллов, квазикристаллов, жидких кристаллов, жидкостей. При этом надо учесть степень упорядоченности систем, одновременно имея в виду, что пути реализации порядка могут быть разными» (цит. по [1. С. 105–108]). Тем, кто работает, в частности, в области кристаллохимии настоятельно советуем ознакомиться с работами П. М. Зоркого, хотя бы в том объеме информации, которая содержится в [1].

Из краткого обзора видно, что в самих представлениях о химических системах (предполагаемых объектах патентования) заложены принципы системного анализа, т. е. рассмотрение исследуемого объекта как целостного, в данном случае с точки зрения строения вещества. Мы предлагаем метод системного анализа применить по отношению к химическим системам при оценке их как объектов патентования.

«Под системным подходом подразумевается совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным многоаспектным проблемам. Это логически выверенные принципы постановки и упорядочения проблем, а также принятия решения. Элементы системы могут представлять собой понятия, в этом случае мы имеем дело с понятийной системой (инструмент познания)». [Режим доступа: <http://e-educ.ru/tsisa3.html>].

Общая теория систем представляет собой научную дисциплину, разрабатывающую методологические принципы исследования систем, при этом понятийно-содержательный подход концентрируется на основных понятиях, идеях, концепциях. Патентно-правовая методология представляет собой совокупность правил и процедур для принятия решений при оценке патентоспособности технических объектов. Она также предполагает формулирование целого ряда определений как технических, так и правовых понятий. Системный подход применительно к этому частному виду методологии в общем виде означает не что иное, как создание упорядоченности в правилах, условиях, определениях, т. е. их обоснованную и непротиворечивую взаимосвязь, последовательное и ясное изложение, исключение некорректных толкований представлений техники в угоду правовым концепциям.

Как показали исследования патентно-правовой методологии за длительный период, ее изменения приводили скорее к усугублению беспорядка, и не только в области химии. В последней имеет место не просто отсутствие упорядоченности, а направленная, хотя и произвольная, дезориентация со стороны патентной методологии. Кроме того, химики-изобретатели не всегда следуют современным представлениям о строении химических систем [2].

Наша задача – показать необходимость наведения определенной степени порядка на самом начальном этапе создания технического решения, когда определяется его техническая сущность, и на стадии облечения этой сущности в патентно-правовую форму. Другими словами, следует установить согласованность между этими действиями с двух точек зрения – химической и патентно-правовой.

Как было показано в [1], описание сущности многих химических систем далеко не всегда определено и однозначно. В химии, в отличие от других областей техники, имеются «объективные трудности на пути раскрытия сущности химического объекта» [5. С. 254]. Патентное право требует, чтобы сущность патентуемого объекта была раскрыта в формуле изобретения с помощью технических признаков, характеризующих эту сущность. При этом предлагаются определенные правила и требования и к формулам, и к перечню существенных признаков, которыми должны характеризоваться различные объекты правовой охраны (с точки зрения создателей методологии). В то же время классификация этих объектов и определения, которыми она сопровождается, не соответствуют реальной ситуации не только в химии, но и в других областях.

Получается, что разработчик, испытывающий сложности при соотношении полученных экспериментальных данных с возможностями его адекватной характеристики, вынужден облечь этот материал в форму, предлагаемую патентной методологией, которая заведомо несостоятельна. Подобная методология несколько не способствует выяснению химической сущности, а наоборот, загоняет изобретателей в рамки несостоятельных представлений [2]. Другими словами, химики, создавшие химический объект, далеко не всегда адекватно его оценивают с точки зрения отнесения к какой-либо категории химических систем и, как следствие, неадекватно характеризуют его техническую сущность, в частности строение или структуру.

Патентно-правовая методология предусматривает деление веществ на две категории – композиции и химические соединения. Вопросы, связанные с категориями объектов и определениями химического соединения в нормативных документах, подробно рассмотрены в работе [2. С. 68–78], а также в ряде других наших публикаций [6–8].

В правилах и рекомендациях по патентованию фигурирует такое нелепое словосочетание, как «индивидуальное химическое соединение неустановленной структуры», которое не раз подвергалось критике с нашей стороны и которое, по всей видимости, не раз сыграло свою отрицательную роль. Во всяком случае, именно с этой нелепостью нам пришлось столкнуться в «Деле о таблетке» (см. разд. 2.5 настоящей книги).

Характеристика веществ-композиций особых сложностей не составляет, чего не скажешь об унитарных, т. е. целостных химических системах, к которым, в частности, относятся разные виды химических соединений. Классификации всех видов химических систем и химических соединений в химии не существует [1], тем не менее патентный поверенный может задать правильный вектор при выявлении объекта для патентования, опираясь на терминологию, указанную выше (унитарные или целостные системы, структурированные системы и т. д.), а не на терминологию, предлагаемую правилами. Это совсем не значит, что патентный поверенный обязательно должен проявить конкретные или глубокие знания, достаточно вести разговор на языке современной химии. Конечно, и со стороны химиков необходим соответствующий настрой, поскольку далеко не каждый из них обладает достаточным уровнем понимания вопроса [1].

Следующим этапом после выявления объекта для патентования является раскрытие сущности химической системы, т. е. раскрытие ее структуры, которое может быть достигнуто путем аналитического и одновременно синтетического исследования упорядоченности элементов системы, выявления структурных отношений этой системы как единого, относительно устойчивого целостного объекта.

Не всегда, однако, удается раскрыть сущность химической системы через структурную упорядоченность ее элементов. Одним из выходов, которым можно воспользоваться в таких ситуациях при патентовании, является особый тип формулы изобретения «продукт через способ», условия применения которой вырабатывались международной патентной системой в течение длительного времени преимущественно на основе анализа практики прецедентов. В настоящее время в руководствах по проведению экспертизы ЕПВ, РСТ, США и в инструкциях к ним сформулированы правила оценки именно этого типа формулы, причем по отношению к продукту, т. е. достаточно широкому кругу патентуемых объектов. В отечественной методологии подобные правила отсутствуют, а принципиальная возможность применения в формуле признаков способа допускается только для вещества, при этом правила изложены в крайней степени непродуманно.

Действительно, согласно требованиям отечественных правил патентования допускается характеристика признаками способа индивидуальных химических соединений с неустановленной структурой и композиций неустановленного состава.

Первое требование относится к несуществующим объектам, поскольку индивидуальное химическое соединение, по определению, – соединение с определенной, т. е. установленной, молекулярной химической структурой.

Второе требование ограничено композициями неустановленного состава, а следовательно, не включает, например, материалы с установленным составом, но структурированные при обработке некоторыми приемами способа, или изделия с известным составом компонентов, но обработанные с целью получения особой формы или особых свойств. Все это объясняется отсутствием системного подхода и ограниченностью знаний при установлении перечня объектов патентования, а также безграмотным использованием химической терминологии. (Эти вопросы подробно рассмотрены в книге второй настоящей монографии [2. С. 68–78]; при этом подчеркнуто, что выражение «индивидуальное химическое соединение неустановленной структуры», несмотря на наши многочисленные публикации, было изъято из нормативных документов только в 2004 г.)

Ситуация, связанная с указанными выше требованиями, имела место в нашей практике. В разд. 2.5 настоящей книги показано, что после того, как арбитражный суд посчитал неприемлемым применение методики оценки патентоспособности РСТ, заявитель решил в апелляции перейти на национальные российские правила, назвав таблетку индивидуальным химическим соединением неустановленной структуры и получив при этом двойной абсурд. Представляется, что такой выбор обусловлен не только и не столько безвыходностью, созданной отечественными правилами, сколько абсолютно некорректными представлениями апеллянтов о доказательстве патентоспособности химических соединений, которые, якобы, не требуют оценки изобретательского уровня.

Это, по нашему мнению, уже вопрос профессиональной непригодности: разве в патентном законодательстве существуют указания на возможность признания какого-либо объекта патентоспособным без проверки соответствия хотя бы одному критерию патентоспособности? Можно признать объект непатентоспособным без такой проверки, если он оказался не соответствующим критерию «новизна». Поразительно, но именно на это обстоятельство ссылаются апеллянты, желая отстоять именно патентоспособность.

Обоснования другой стороны тоже удивительны. Заключение независимой экспертизы заставило признать отсутствие в наших нормативных документах методики оценки патентоспособности, в частности изобретательского уровня, формулы «продукт через способ». В таком случае встает резонный вопрос, а как же эта оценка осуществлялась представителями Палаты по патентным спорам? Судя по решению арбитражного суда, правомерность вывода Палаты по патентным спорам обоснована тем, что признаки вещества и признаки способа (в таблетке) являются функционально самостоятельными признаками, а в п. 3.3.2.4(2) правил имеются прямые указания на несоответствие их критерию изобретательского уровня.

Спору нет, признаки – функционально самостоятельны, а в указанном пункте правил не имеется никаких – ни косвенных, ни тем более прямых – указаний относительно изобретательского уровня. Здесь речь идет о требованиях к независимому пункту формулы, в частности в том случае, когда он содержит функционально независимые признаки; при этом достаточно ясно (что редко для правил) сказано, что такая совокупность не может содержаться в одной формуле, если она не служит для реализации средств общего назначения (таким средством в данном случае является таблетка). Все сказанное не что иное, как иллюстрация бессистемного построения отечественных правил и рекомендаций и отсутствия логики и последовательности в обоснованиях сторон.

Другая ситуация, связанная с характеристикой продукта (фермента) приемами способа и с оценкой технической сущности объекта, описана в разд. 2.2 настоящей книги. «Дело о проурокиназе» рассматривалось окружным судом г. Дюссельдорф и нашло широкий отклик в публикациях, в том числе в нашей стране. Здесь также имеет место отсутствие последовательности в обоснованиях и неверная оценка технической сущности с точки зрения области техники, причем эта оценка осуществлялась с помощью персоны «среднего специалиста». По нашему глубокому убеждению, именно с этой персоной связаны как возможность создания упорядоченности в патентной сфере, так и наоборот, распространение несообразностей (этой персоне посвящен целый ряд наших публикаций, с которыми можно познакомиться на сайте <http://www.uspat.ru/>).

Дело в том, что, несмотря на, казалось бы, явную принадлежность к технике, если судить по названию, средний специалист в области техники – это не что иное, как представления юристов о таком специалисте, а определение этого понятия дано правоведами. По определению, «специалисту в технике» известно то, что общеизвестно в данной области, однако на деле он отвечает на вопросы, поставленные юристами, и это обстоятельство не может не влиять на характер ответа.

Например, в деле о проурокиназе был задан вопрос, будет ли очевидным получение тромболитических свойств у рекомбинантный проурокиназы, на который средний специалист ответит утвердительно, и это обосновано состоянием уровня техники. Однако квалифицированный специалист при этом замечает, что сначала нужно получить рекомбинантный продукт, а это уже неочевидно, тем более исходя из патента, в котором продукт получен изолированием из мочи, т. е. патент не содержит абсолютно никаких сведений о создании рекомбинантного продукта. Химическая, не говоря уж о биохимической, система не может быть очевидной, если неочевиден способ ее получения. Очевидность получения чаще

всего имеет место в случае индивидуальных химических соединений, когда аналогичные структуры можно получить аналогичными способами.

Более того, от способа получения будут зависеть и свойства продукта. Например, оба продукта обладают тромболитическими свойствами, но один является аллергеном, а у второго аллергенные свойства отсутствуют. При оценке патентоспособности сложных химических систем не принимается во внимание зависимость: условия образования—состав—строение—свойства [9], а сами системы квалифицируются как композиции или составы.

Правоведы, эксперты и судьи опираются на глубоко ошибочные представления о том, что одному и тому же составу соответствуют одинаковые свойства.

Дело о катализаторе, представленное в разд. 2.3 настоящей книги, является иллюстрацией такого подхода как со стороны эксперта, так и со стороны правоведов, излагающих свои представления в публикациях.

Еще раз напомним положение, сформулированное Б. Ф. Ормонтом, а именно: «Унаследованный от классической химии принцип, широко распространенный до сих пор, согласно которому состав соединения один и тот же независимо от условий получения, а одному и тому же составу отвечают одни и те же свойства, следует считать необоснованным» (цит. по [1, С. 33]).

Это было сказано в 1953 г. Однако, к сожалению, эти слова остаются справедливыми и в настоящее время; другими словами, со стороны авторов-химиков не наблюдается должного понимания важности указанного положения. В деле о катализаторе обсуждение этого вопроса возникло только после замечаний экспертизы, т. е. в первичных материалах заявки отсутствовало четкое изложение всех обстоятельств взаимосвязи приемов способа, уровней строения продукта и его свойств, а это определенно способствовало бы правильному восприятию технической сущности изобретения.

Дело о «гантелях» (разд. 2.4 настоящей книги) связано с очень непростым вопросом — необходимостью применения новой терминологии в связи с созданием новых типов химических объектов, не укладывающихся в рамки так называемых общепринятых или общеизвестных понятий. Конечно, такие решения не могут быть частыми, но их значимость может превосходить многие и многие патентуемые объекты, и патентное право не должно ставить им преграды условиями, которые предполагают обычные знания и общеизвестную терминологию. Однако в этих случаях от изобретателей и патентных поверенных потребуются соответствующие обоснования, заведомо снимающие вопросы экспертизы.

Нами в настоящей книге рассмотрены некоторые основополагающие принципы и положения современной химии, которые

имеют непосредственное отношение к оценкам патентоспособности химических систем и которые нарушаются всеми: химиками-изобретателями, патентными поверенными, экспертами, правоведами, судьями. Примеры из практики служат убедительным тому доказательством. В то же время существует надежда, что обоснованное и грамотное применение указанных положений поможет специалистам избежать многих затруднений, связанных с несостоятельностью патентно-правовой методологии.

### Литература

1. *Устинова Е. А.* Химические понятия и химические изобретения. Кн. 1. Химические понятия. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2012.
2. *Устинова Е. А.* Химические понятия и химические изобретения. Кн. 2. Химические изобретения. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2013.
3. *Кузнецов В. И.* Диалектика развития химии. М.: Наука, 1973.
4. *Жданов Ю. А.* Очерки методологии органической химии. М.: Высш. шк., 1960.
5. *Будрейко Н. А.* Философские вопросы химии. М.: Высш. шк., 1970.
6. *Устинова Е. А., Чельшева О. В.* Патентный закон Российской Федерации и практика патентования изобретений в области химии, медицины и агрохимии. М.: ВНИИПИ, 1998.
7. *Устинова Е. А., Чельшева О. В.* Отечественная методология патентования в области химии. М.: ИНИЦ Роспатента, 1999.
8. *Чельшева О. В., Устинова Е. А., Назарова Л. С., Архангельская Н. В.* Особенности патентного права в химии, фармацевтике, медицине, агрохимии. М.: ИНИЦ Роспатента, 1999.
9. *Добротин Р. Б.* Состав–структура–процесс. Л.: Химия, 1984.

## **ГЛАВА 2**

### **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ ПАТЕНТОСПОСОБНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

#### **2.1. Дело о люминофоре**

В этом деле автору настоящей монографии пришлось принимать участие с самого начала, т. е. с осуществления поиска не только патентной, но и научной информации, в которой содержались бы сведения о люминофорах как химических системах. Затем последовали оформление материалов заявки и переписка с экспертизой.

Работа, проведенная авторами будущего изобретения, представлялась ими как исследование свойств люминофоров, а конкретнее, устойчивости их к гидролизу (воздействию влаги), т. е. речь не шла о получении какого-то определенного объекта, пригодного для патентования. Скорее, авторы были настроены на патентование способа.

Следует заметить, что правильный выбор объекта патентования в области химии далеко не так прост, если ставить задачу наиболее полной и правильной охраны. Выполнение такой задачи в первую очередь зависит от того, насколько адекватно с технической точки зрения охарактеризован объект с учетом наилучшей, т. е. наиболее надежной и полной формы охраны, предоставляемой патентом. То есть надо соотнести научно-технические характеристики объекта с возможными типами формул изобретения, допускаемыми правилами патентования, что в химии, повторяем, зачастую проблематично и неоднозначно.

Проблема, в частности, состоит в том, что существующие типы химических систем не всегда укладываются в рамки той градации, которую предлагают действующие нормативные документы. В данном случае, чтобы определиться с выбором объекта патентования, надо было сначала изучить вопросы, имеющие отношение к характеристикам таких химических систем, как люминофор.

Следует отметить, что подобные сведения разбросаны по разным источникам, обнаружение и анализ которых являются особым видом исследования. Нужно рассмотреть и терминологию, принятую в данной области химии, и современные представления о кри-

сталлических химических системах, и возможности их характеристики.

Эти сведения необходимы для описания рассматриваемого технического решения как объекта патентования, а также при анализе известного уровня техники, в котором одни и те же системы не всегда представлены одинаково.

Большая часть кристаллофосфоров рассматривается как твердые растворы активатора в основании люминофора (твердый раствор замещения). В алюминатных люминофорах поверхность  $Al_2O_3$  гидратирована. Сорбция соли  $MeX_2$  гидратированной поверхностью  $Al_2O_3$  является, по существу, поверхностной химической реакцией, сопровождающей процесс анионного обмена. В случае слабосорбируемых катионов физическая адсорбция может преобладать над гидролитической [1].

Возникновение люминесцентного свечения у некоторых неорганических веществ обусловлено образованием в кристаллической решетке соединения (основы люминофора) в процессе синтеза структурных и примесных дефектов. Последние появляются за счет внедрения при высоких температурах в кристаллическую решетку ионов и атомов посторонних элементов и, как следствие, термического диспропорционирования основы люминофора с появлением вакансий ионов или атомов, расположенных в междоузлиях кристаллической решетки.

Система люминофор–активатор является пересыщенным твердым раствором. В качестве компонентов системы в химии твердого тела рассматривают не только химические элементы или соединения, но и точечные дефекты кристаллической решетки (например, вакансии) и свободные носители тока (электроны и дырки) [2].

Твердые растворы – это однородные (гомогенные) кристаллические фазы переменного состава, которые образуются в двойных или многокомпонентных системах. В твердых растворах замещения растворенное вещество замещает исходное – атом на атом, ион на ион или молекулу на молекулу. Твердые растворы, как внедрения, так и замещения, могут быть неупорядоченными – со статистическим распределением атомов в решетке, либо частично или полностью упорядоченными – с определенным расположением разного сорта атомов относительно друг друга. В некоторых случаях в твердых растворах атомы одного сорта могут образовывать скопления, которые в свою очередь могут определенным образом упорядочиваться или ориентироваться в данном направлении.

Таким образом, твердый раствор, будучи истинно гомогенным в макроскопическом масштабе, т. е. являясь системой, находящейся в термодинамическом равновесии, может быть неоднородным на микроуровне [3].

Обычно нестехиометрические соединения рассматривают как твердые растворы избыточных атомов компонентов в основном соединении. В ряде случаев возникновение дефектов стимулируют введением в кристалл посторонних примесей (активаторов). Тогда формирование свойств кристалла является результатом взаимодействия дефектов, обусловленных как нестехиометрией, так и посторонними примесями. Таким образом, в частности, получают некоторые кристаллофосфоры [4].

Свойства твердого тела определяются его химическим составом, характером межатомных связей, типом кристаллической структуры и степенью структурного совершенства, а также фазовым составом.

Точечные дефекты кристаллической решетки играют важную роль в процессе диффузии и самодиффузии в твердых телах. Ряд свойств твердых тел зависит от других видов структурных дефектов: дислокаций, малоугловых и межзеренных границ, включений и т. д. [5].

Из приведенной информации следует, что:

- люминофоры относятся к нестехиометрическим химическим соединениям, представляющим собой твердые растворы;

- признаками, характеризующими твердый раствор и, в частности, люминофоры, являются не только состав и кристаллическая структура, но и разного типа дефекты, степень упорядоченности и др.;

- многие практические свойства твердых растворов, в том числе и кристаллофосфоров, определяют именно дефекты, которые специально формируют в процессе получения.

Твердый раствор – это химическая система, которая характеризуется наличием химического взаимодействия между компонентами, а не композиция, т. е. это – не смесь компонентов. Уже давно твердые растворы рассматриваются химиками как особый вид химического взаимодействия с образованием непрерывных химических соединений, которые нельзя охарактеризовать химической структурной формулой. (В приложении 1 представлена информация о твердых растворах из различных источников, сравнительный анализ которой содержится в первой книге настоящей монографии.)

Для характеристики химических соединений немолекулярного строения используется понятие формульного состава или формульной единицы (см. приложение 2). При этом надо понимать, что формульный состав – это не состав, содержащий отдельные компоненты в смеси или композиции, поскольку речь идет об единой химической системе – химическом соединении.

В патентных документах люминофоры характеризуют преимущественно формульными составами, которые в случае сложных оксидов выражают либо в виде оксидов, т. е. формул типа  $A_mO_x$  и

$B_nO_y$ , где А и В – металлы или неметаллы, либо в виде формул элементарных атомов типа  $A_mB_nO_{2x}$ , где А и В – те же самые металлы и неметаллы, либо в виде алюминатов  $MAI_2O_4 \cdot R$ .

Все указанные выражения характеризуют только состав, а не структуру химической системы. А как известно, существует в высшей степени большое количество вариантов структуры твердого вещества данного состава, и именно структура определяет свойства такой системы [6]. Кроме того, структура неопределенных соединений, в отличие от определенных или индивидуальных химических соединений, зависит от способа получения.

К этому следует добавить статистическое (неопределенное) расположение атомов примесей, которые не только не считаются структурными признаками, но и в данном случае не считаются признаками, определяющими свойства люминофора: «В отношении структурных формул твердых веществ следует отметить, что в общем кристаллографы не стремились интерпретировать структуры твердых тел так, как это требуется для химика. Для твердого (кристаллохимического) соединения не существует связи между химической формулой и его структурой. Число способов реализации систем с заданным соотношением атомов может быть значительным» [7].

Химики обсуждают проблемы создания унифицированных методов классификации и описания кристаллохимических структур, к которым относятся и люминофоры [8]. Если определять это патентно-правовыми терминами, они ищут пути характеристики систем с помощью действительно необходимых и достаточных признаков, стремясь сделать их общепринятыми.

Однако однозначно охарактеризовать нестехиометрические соединения с помощью одной химической структурной формулы, отражающей структуру молекулы, как в случае стехиометрических (молекулярных) химических соединений, в принципе, невозможно, поскольку они не состоят из молекул. Когда при характеристике тех же люминофоров наряду с приведением формульной единицы или формульного состава используют те или иные структурные признаки (что иногда имеет место в патентных формулах), описание объекта становится более точным, что дает возможность патентовать непосредственно химическое соединение. Примером может служить формула изобретения, описанная в патенте США № 5961884, где люминофор охарактеризован спектральными данными, вакансиями и мольными соотношениями элементов состава.

В то же время в недалеком прошлом при проведении экспертизы рассматриваемых нами объектов эксперты использовали подход, согласно которому «химический состав, механизм и цвет люминесценции являются признаками, достаточными для идентификации люминофоров» [9].

Не следует думать, что методология защиты химических систем, которые называют «полученные физико-химическим путем», изменилась за 20 лет.

Подход, согласно которому химический состав веществ, «полученных физико-химическим путем», является достаточным для идентификации и характеристики объекта и который до сих пор используется экспертами патентного ведомства в нашей стране, одних изобретателей лишил возможности защитить достойные технические решения, других – заставил выбрать невыгодную для патентообладателя форму охраны.

Подобный подход является ошибочным и не соответствующим представлениям химии. Последнее означает, что следование ему непременно приводит к неверной оценке технического решения, предлагаемого для патентования. Люминофор, который в нашем случае служит исходным продуктом для получения конечного продукта, представляет собой нестехиометрическое (неопределенное) химическое соединение и не может быть охарактеризован строго с помощью химической структурной формулы. Его характеристика с помощью формульного состава также не является достаточной, поскольку одной формуле может соответствовать множество конкретных структур.

Этот неопределенный продукт обрабатывается реагентом; в результате образуется другой неопределенный продукт. Следует подчеркнуть, что в нашем случае существует дополнительная неопределенность, обусловленная тем, что при обработке химическими реагентами возможно образование разных типов химических систем, к которым относятся:

- поверхностные соединения (на поверхности кристалла люминофора закрепляются группы реагента);
- соединения включения – клатраты (в решетку кристалла люминофора внедряются молекулы «гостя»);
- кластеры (соединения, частицы и др.) – нет четкой терминологии [11].

Исходя из анализа научно-технической литературы, можно сделать вывод, что рассматриваемый на предмет патентования продукт представляет собой неопределенное химическое соединение, которое нельзя охарактеризовать химической структурной формулой и недостаточно охарактеризовать формульным составом. В последнем случае может возникнуть проблема с оценкой новизны, если такой формульный состав уже описан в общем виде.

Далее необходимо было оценить уровень техники, сущность изобретения, решаемую проблему и соответствие заявляемого изобретения критериям патентоспособности.

Как уже было сказано, авторы изобретения изучали способы повышения устойчивости (водостойкости) люминофоров к действию

влаги. Люминесцентный пигмент алюминатного типа, представляющий собой оксидную матрицу на основе оксида алюминия и по меньшей мере одного из оксидов элементов, выбранных из группы: Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Mn, Si, B, P, Ga, активированную по меньшей мере одним редкоземельным элементом, обрабатывали смесью солей, выбранных из группы:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , с кислотами, выбранными из группы: HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  при pH не более 4 в конце обработки. При этом получали водостойкий продукт.

Известно, что общим недостатком такого типа люминесцентных пигментов является повышенная чувствительность к влаге, вследствие чего происходят гидролиз и разложение продукта. Исследование уровня техники по патентным документам позволило выявить три направления в решении проблемы повышения устойчивости люминофоров к действию влаги:

- изменение формульного состава и структуры люминофора на стадии твердофазного синтеза;
- капсулирование частиц люминофора полимерными системами (эпоксидными, алкидными, силиконовыми);
- обработка поверхности частиц люминофора кислотами, щелочами, солями.

Первое направление по технической сущности далеко от предложенного авторами способа, поскольку решает проблему локально: оно неприменимо к люминофорам, которые уже широко используются, но нуждаются в модификации для улучшения свойств.

Два других направления позволяют повысить устойчивость к влаге любых люминофоров алюминатного типа. Оба направления могут быть охарактеризованы общей терминологией – обработка исходного люминофора (любого), т. е. без вмешательства в стадии твердофазного синтеза с помощью химических агентов. Принципиальная разница между ними имеет непосредственное отношение к выбору формы патентной охраны.

Инкапсулирование не предполагает образование химической связи между структурой люминофора и полимерной системой, применяемой для инкапсулирования. Это физическое нанесение пленки на поверхность люминофора. Инкапсулирование осуществляют эпоксидными смолами (патент США № 6005024), алкидными смолами (патент США № 6359048), силиконовым покрытием (патент РФ № 2236434) и др. При этом новая унитарная химическая система не образуется. Другими словами, обработка агентом – это не обработка реагентом, поскольку не каждый агент будет вести себя как реагент.

Таким образом, по химической сущности подобные технические решения не являются прямыми аналогами, но для оценки известного уровня они имеют значение.

Обработка поверхности люминофора кислотными или щелочными агентами представляет собой химическую реакцию. В данном случае химический агент является реагентом. Вопрос состоит в том, какая именно реакция при этом происходит, а главное, какие (какого типа) конечные продукты образуются. Ранее было показано, что ответ на него с позиций современной химии далеко неоднозначен.

Патентные документы отражают следующую ситуацию. Технические решения, заключающиеся в обработке исходного люминофора кислотными и/или щелочными агентами, патентуют как:

- модифицированный люминофор;
- способы улучшения свойств люминофоров;
- вещества, полученные обработкой...;
- способы получения водостойкого продукта.

В нашем случае объектом патентования было выбрано вещество, охарактеризованное признаками способа его получения (так называемая формула «продукт через способ»). Такой выбор обусловлен тем, что защита продукта всегда предпочтительнее защиты способа получения этого продукта, даже если он охарактеризован признаками способа [11]. Кроме того, экспериментальные данные, предоставленные авторами изобретения, позволяли обосновать правомерность такого выбора с учетом требований, предъявляемых к выбранной форме защиты.

В качестве ближайшего аналога мы выбрали способ получения водостойкого люминофора (патент США № 6264855) по следующим причинам:

- наиболее близкие приемы обработки исходного люминофора;
- наиболее близкие результаты по достигаемому эффекту, в частности задача получения продукта с водостойкостью при повышенной температуре, решается только в указанном патенте США и в предлагаемом авторами изобретения техническом решении;
- в описании к указанному патенту раскрыты все решения из известного уровня техники, а также показаны их недостатки;
- притязания в данном патенте, и это подчеркивается в описании, включают все признаки притязаний по патенту Японии № 2929162. (Заметим, что согласно п. 7.1 ч. С гл. IV Руководства по экспертизе ЕПВ (далее – Руководство ЕПВ), «если документ (первичный документ) явно ссылается на другой документ, как содержащий более подробные сведения об определенных признаках, то раскрытие последнего можно считать включенным в документ, содержащий данную ссылку».)

Следует сразу подчеркнуть, что оценка патентоспособности технического решения, представленного формулой «продукт через способ», требует специально оговоренных правил. Действующий в нашей стране административный регламент Роспатента не содер-

жит соответствующих требований, поэтому мы руководствовались подходом, принятым в международной патентной практике [11].

Такой подход вполне обоснован и представляется логичным. Поскольку в Гражданском кодексе Российской Федерации (далее – ГК РФ) и административном регламенте Роспатента используют требования, понятия и определения, которые были приняты за рубежом задолго до их появления в указанных документах и до принятия Патентного закона Российской Федерации, т. е. заимствованные, они должны иметь одинаковое смысловое наполнение. А если российские законодательные и нормативные документы не содержат объяснений того, что подразумевается под такими общепринятыми в патентной практике формулировками, но работать с ними тем не менее надо, то вполне закономерно обращаться к тем международным документам, которые их содержат.

Другая проблема, с которой нам пришлось столкнуться на практике и которая также должным образом не отражена в Административном регламенте, – это толкование слишком широких притязаний. Как оценивать раскрытие сформулированных в общих терминах притязаний при решении вопроса о том, порочат ли они (притязания) новизну решений, заявляемых позже? Требования к формуле «продукт через способ» изложены в пп. 5.26, 5.27, А5.26 и А5.27 Приложения к Руководству РСТ по проведению международного поиска и международной предварительной экспертизы (далее – Руководство РСТ). Нельзя сказать, что эти требования сформулированы предельно четко и не допускают противоречивых толкований. Мы еще столкнемся с ошибочными толкованиями в разд. 2.5 «Дело о таблетке».

Итак, в п. 5.27 Руководства РСТ читаем: «Если продукт может быть определен только стадиями способа, с помощью которого он получен, или, если способ будет придавать отличительные характеристики конечному продукту, эксперт должен рассматривать стадии способа при определении объекта поиска и оценке патентоспособности в отношении известного уровня техники. Например, формула изобретения описывает “двухслойно структурированную панель, которая получена сваркой железного слоя панели и никелевого слоя панели”. В этом случае процесс “сваривания” должен быть рассмотрен экспертизой при определении объекта поиска и оценке патентоспособности, если этот процесс приводит к получению в конечном продукте свойств, отличных от таковых, полученных с помощью иных процессов. Новизна формулы не может быть поставлена под вопрос, пока идентичная двухслойная панель, полученная сваркой, не будет раскрыта в уровне техники».

Из приведенного текста можно заключить следующее:

– новизна формулы «продукт через способ» не может быть поставлена под вопрос, если не раскрыт продукт, полученный таким же способом;

– оценка патентоспособности такой формулы зависит от получения у конечного продукта свойств, отличных от таковых, полученных с помощью иных способов.

Итак, в первую очередь в нашем деле нужно было ответить на вопрос: являются ли предлагаемые приемы обработки люминофора новыми по сравнению с ближайшим аналогом?

Напомним, что авторы будущего изобретения вели обработку исходного люминофора смесью солей, выбранных из группы:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , с кислотами, выбранными из группы:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , при pH не более 4 в конце обработки.

Из первого независимого пункта притязаний ближайшего аналога следует, что для получения водостойкого люминесцентного пигмента обработку такого же исходного люминофора ведут в два приема: сначала кислотой или кислотообразующим веществом при pH не выше 3, а затем щелочным соединением или образующим щелочь соединением при pH 4–9.

В зависимых пунктах притязаний конкретизированы кислотные и щелочные реагенты, а именно:

– кислотное соединение выбрано из группы, состоящей из фосфорной кислоты, фосфористой кислоты, полифосфорной кислоты, дигидрофосфата натрия или серной кислоты;

– щелочное соединение выбрано из группы, состоящей из гидроксида натрия, гидроксида калия, гидроксида кальция, гидроксида стронция, гидроксида лития, тринатрийфосфата или оксида стронция.

В качестве кислотообразующих веществ можно использовать соли или ангидриды кислот, а указанные кислоты или кислотообразующие вещества могут применяться каждая в отдельности или в виде смеси двух или трех веществ.

В описании к патенту приведен длинный перечень рекомендуемых кислот, содержащий азотную, борную, соляную, угольную кислоты и ряд органических кислот. Однако в примерах к патенту США № 6264855 для кислотной обработки приведена только одна кислота – фосфорная, а для щелочной обработки приведены только тринатрийфосфат и гидроксид натрия. Никаких экспериментальных подтверждений возможностей использования любой кислоты или каких-либо смешанных агентов в описании к этому патенту нет. Кроме того, в описании сказано, что первая стадия представляет собой техническое решение, описанное в патенте Японии № 2929162.

Согласно этому решению получается водостойкий продукт, однако он теряет стойкость в процессе длительного применения при повышенных температурах. Добавление второго этапа – щелочной обработки – позволило получить продукт, сохраняющий устойчи-

вость к гидролизу длительное время (около 30 сут.) при температуре 60 °С. Если сформулировать техническое решение авторов рассматриваемого нами изобретения в общих терминах, то оно заключается в обработке исходного люминофора кислотами или кислотообразующими веществами или их смесями. Можно было бы полагать, что в таком обобщенном виде это техническое решение подпадает под первую стадию способа, запатентованного в патенте США № 6264855, или под притязания патента Японии № 2929162. Но правомерно ли считать указанные документы порочащими новизну заявленного технического решения, т. е. раскрывающими средство аналогичного назначения с идентичной совокупностью признаков?

Руководство ЕПВ содержит следующие положения:

- документ порочит новизну заявленного объекта, прямо и однозначно вытекающего из документа (п. 7.2 ч. С гл. IV);
- при рассмотрении новизны следует учитывать, что родовое раскрытие обычно не порочит новизну любого конкретного примера, подпадающего под условия данного раскрытия (п. 7.4 ч. С гл. IV).

Предшествующее раскрытие порочит новизну, если из этого раскрытия можно прямо и однозначно предположить заявленный объект. В рассматриваемом нами случае из предшествующего раскрытия нельзя предположить заявляемый объект. Дело в том, что авторами в результате тщательных экспериментов было установлено, что далеко не все указанные в известном уровне реагенты способны защитить от гидролиза. К таким реагентам относятся кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  и кислотообразующие соединения  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ; т. е. обработка люминофора указанными реагентами не приводит к образованию водоустойчивых люминофоров. Кроме того, было показано, что:

- каждая из кислот  $\text{HCl}$  или  $\text{HNO}_3$  в отдельности разрушает исходный люминофор, но в смеси с  $\text{H}_3\text{PO}_4$  выполняет защитную функцию от гидролиза;
- кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – каждая в отдельности в определенной концентрации защищает люминесцентный пигмент от гидролиза, а при обработке люминофора их смесью в тех же концентрациях водоустойчивых свойств не формируется.

Все сказанное позволяет сделать следующие выводы. Эксперимент свидетельствует, что ближайший аналог (патент США № 6264855) включает в широкие притязания неработоспособные объекты, а следовательно, не раскрывает техническое решение достаточно ясно, чтобы средний специалист мог осуществить его в полном объеме. Описание к патенту не содержит информации о том, каким образом специалист, не прибегая к дополнительным творческим исследованиям, может выбрать агенты или их комби-

нации для обработки люминофора с получением эффекта устойчивости к действию воды. Следует добавить, что не существует общеизвестных знаний, которые побудили бы специалиста, столкнувшегося с проблемой выбора агента, решить ее на основании сведений из указанного патента. Более того, приведенные в нем сведения неверно его ориентируют.

Таким образом, предлагаемые авторами будущего изобретения приемы обработки исходного люминофора с целью получения стойкой к гидролизу модификации с неустанавливаемой структурой:

- новые, поскольку не раскрыты в известном уровне техники;
- неочевидные, поскольку получен непредсказуемый результат.

Теперь необходимо доказать, что получены новые продукты, поскольку новизна способа сама по себе еще не говорит о новизне продукта, тем более, что по химической сущности приемы обработки близки.

Европейская практика прецедентов выработала определенные подходы к рассмотрению этого вопроса. Чтобы быть патентоспособным, заявленный продукт как таковой должен решать отдельную техническую проблему, которая не была очевидной в свете существующего уровня техники.

Ранее было сказано, что продукты, полученные согласно ближайшему аналогу, сохраняют устойчивость к гидролизу при температуре 60 °С в течение 30 сут. Продукты, полученные по рассматриваемому нами изобретению, остаются устойчивыми к гидролизу и сохраняют люминесцентные свойства в течение 6–8 ч, а при нагревании в воде при температуре 90–95 °С – в течение 3 ч.

Последнее свойство имеет большое значение в технологических процессах печати, которые предусматривают сушку и фиксацию, при которых температура достигает 90–95 и 160–165 °С соответственно. Защищаемый предлагаемым способом люминесцентный пигмент выдерживает такую жесткую обработку, не гидролизуясь и сохраняя свои светотехнические характеристики. Кроме того, предлагаемые люминесцентные пигменты легко диспергируются в водных средах, даже в отсутствие поверхностно-активных веществ (ПАВ). Это свойство является важным (существенным) при приготовлении печатных композиций для спрея.

Указанные новые свойства позволяют решать проблемы, которые не могут быть решены при использовании известных продуктов. Авторам был выдан патент РФ № 2323955, в котором объект охарактеризован следующей формулой изобретения:

«1. Водостойкий люминесцентный пигмент, представляющий собой оксидную матрицу на основе оксида алюминия и по меньшей мере одного из оксидов элементов, выбранных из группы: Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Mn, Si, B, P, Ga, активированную по меньшей мере одним редкоземельным элемен-

том, обработанную смесью солей, выбранных из группы:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , с кислотами, выбранными из группы:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , при pH не более 4 в конце обработки.

2. Водостойкий люминесцентный пигмент по п. 1, в котором оксидная матрица имеет формулу  $\text{MO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3\text{:R}$ , где М – по крайней мере один металл, выбранный из группы, состоящей из Ca, Sr, Ba, Mg, Zn; R – по крайней мере один элемент, выбранный из группы, состоящей из Dy, Nd, Eu, Tm, Tb, Y, Yb.

3. Водостойкий люминесцентный пигмент по п. 1, в котором оксидная матрица имеет формулу  $\text{MAI}_2\text{O}_4\text{:R}$ , где М – по крайней мере один металл, выбранный из группы, включающей Ca, Sr, Mg, Ba, а R – по крайней мере один элемент, выбранный из группы Dy, Nd, Eu, Tm, Tb, Y, Yb.

4. Водостойкий люминесцентный пигмент по п. 1, в котором оксидная матрица имеет формулу  $\text{MAIO}_4\text{:R}$ , где М – по крайней мере один металл, выбранный из группы Sr, Ca, Ba; R – по крайней мере один элемент, выбранный из группы Dy, Nd, Eu, Tm, Tb, Y, Yb».

Эта же заявка была подана авторами в ЕПВ, в результате чего были получены интересные для рассматриваемой темы материалы.

За подписью того же эксперта, который выдал положительное решение по российской заявке, был получен запрос, содержащий «обоснованное утверждение в отношении новизны, изобретательского уровня и промышленной применимости; ссылки и пояснения, подкрепляющие такое утверждение».

Экспертиза установила, что:

«Заявлен продукт – водостойкий люминесцентный пигмент; в независимый п. 1 в качестве признаков, характеризующих продукт, включены признаки способа его получения: обработка смесью солей, выбранных из группы:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; кислотами, выбранными из группы:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , при pH не более 4 в конце обработки».

Далее следовало «обоснованное» заключение эксперта:

«Однако эти признаки не могут быть учтены при проверке патентоспособности заявленного водостойкого люминесцентного пигмента, поскольку в соответствии с приложением к главе 5 “Руководства по проведению международной предварительной экспертизы”, п. А5.26(1): “Если пункт формулы определяет продукт, исходя из способа, которым его получают, такой пункт формулы должен трактоваться как пункт на продукт как таковой, обладающий характеристиками, полученными в результате способа его изготовления, заявленного в данном пункте. Поэтому патентоспособность продукта, определенного пунктом формулы на продукт, полученный способом, не зависит от способа его изготовления”.

Если заявитель считает, что именно предложенный им способ позволяет получить водостойкий люминесцентный пигмент с характеристиками, отличающимися его от известных водостойких люминесцентных пигментов, то ему можно порекомендовать выделить способ в виде самостоятельного объекта.

Таким образом, при проверке новизны и изобретательского уровня будут учтены только признаки, определяющие химический состав заявленного водостойкого пигмента».

Затем эксперт проводит анализ на новизну не конечного продукта, который заявлен в качестве объекта изобретения, а исходного люминофора, известность которого неоднократно подчеркивалась в материалах заявки. Более того, подчеркивалось, что предлагаемое авторами заявки техническое решение позволяет изменить свойства любого известного алюминатного люминофора.

На основании неверного толкования п. А5.26 (1) Приложения к Руководству РСТ эксперт неправомерно исключил существенный признак из предлагаемой формулы изобретения и провел анализ другой совокупности признаков, т. е. другого технического объекта.

В первую очередь обращаем внимание на уже цитировавший п. 5.27 Руководства РСТ, согласно которому экспертиза обязана при оценке формулы «продукт через способ» рассматривать стадии способа, причем новизна формулы не может быть поставлена под вопрос, пока не будет раскрыт идентичный продукт, полученный именно этим способом. В рассматриваемом нами случае экспертиза поступила прямо противоположно указанным требованиям: исключила признаки способа из заявленной формулы изобретения и провела оценку новизны на основании сравнения с продуктами, заведомо полученными другими способами. С учетом указанного требования Руководства РСТ решение экспертизы является неправомерным и несостоятельным.

Что касается п. А5.26(1) Приложения к Руководству РСТ, считаем необходимым подчеркнуть, что он сформулирован неудачно, что это провоцирует не очень опытных или недостаточно внимательных патентных поверенных или экспертов применять пункт не по назначению. На самом деле этот пункт сформулирован для определенной ситуации, когда продукт сам по себе известен из уровня техники, а его пытаются защитить повторно, получив новым способом. Об этом свидетельствует последняя фраза из этого пункта, а именно: «Продукт не становится новым просто благодаря факту, что он произведен с помощью нового способа», которая в рассматриваемом нами деле по неясной причине экспертизой была исключена.

Эту фразу следует толковать так, что продукт, известный как таковой, не становится новым, если его получили новым способом. Правильность такого толкования подтверждает следующее.

Требования п. А5.26(1) Приложения к Руководству РСТ без купюр следовало рассматривать в контексте с требованиями п. 5.26, а именно:

«Если формула определяет продукт в терминах способа, с помощью которого этот продукт получен, формула в целом относится к продукту. Такая формула не соответствует новизне, если известный продукт, даже

полученный нераскрытым способом, оказывается по существу тем же самым или неотличимым от продукта, заявленного в формуле изобретения».

Обращаем особое внимание на слова «оказывается» и «известный продукт», которые подчеркивают известность самого продукта и специфическую ситуацию, а не общее требование к новизне пункта формулы «продукт через способ», сформулированное в п. 5.27 Руководства РСТ. Эти вопросы с достаточной ясностью представлены в европейской судебной практике (цитата из дел Т 248/85 (ОЈ, 1986, 261) и Т 150/82 (ОЈ, 1984, 309):

«Некоторые заявители пытаются получить охрану на известные продукты, используя для их характеристики формулу изобретения на способ и аргументируя это тем, что ст. 64(2) явно устанавливает, что охрана предоставляется на непосредственный продукт патентоспособного способа. По их мнению, согласно ЕПК продукт становится новым только потому, что он получен с помощью нового способа, невзирая на факт, что продукт не является новым как таковой в силу его физических характеристик».

Здесь описана ситуация, которая регулируется требованиями п. А5.26(1) Приложения к Руководству РСТ и которая не имеет отношения к нашей ситуации, а именно: в уровне техники не обнаружен продукт с описанными свойствами и полученный обработкой известных люминофоров предложенным авторами рассматриваемого нами изобретения способом; при этом известно, что химическая обработка люминофора может привести к различного рода изменениям исходной структуры, которые сложно установить. Известны исходные продукты, но не конечные.

Существует еще одно обстоятельство, имеющее отношение к «обоснованному» утверждению экспертизы.

Согласно требованиям, изложенным в п. А5.26 Руководства РСТ, на который ссылалась экспертиза, международный поисковый орган может использовать альтернативные правила в отношении формулы «продукт через способ». Мы понимаем это так, что даже при наличии в правилах РСТ иных подходов, для российской заявки могут быть применимы российские правила. Отсюда вопрос: почему один и тот же эксперт по одной и той же заявке на национальной, российской, фазе признает новизну и патентоспособность формулы «продукт через способ», а на международном этапе утверждает обратное?

Мы не раз обращали внимание на то, что многие важные вопросы, связанные с экспертизой в химии и смежных областях, которые отличаются от всех других областей техники, прежде всего многообразием объектов техники и форм охраны (типов формул), не отражены в правилах и регламентах. Способ патентования изобретения по формуле «продукт через способ», к сожалению, не исключение. Рекомендаций и каких-либо положений, относящихся к это-

му типу формулы, в Административном регламенте нет. Тем не менее на практике, как в процессе экспертизы, так и после выдачи патента (опротестование патента, рассмотрение споров о нарушении и т. п.), с этим вопросом приходится часто сталкиваться. Возникают трудности, и порой непреодолимые, усугубленные еще и тем, что подавляющая часть заявителей в этом случае является иностранными клиентами, которые пользуются подходами, существующими в практике РСТ и ЕПВ. Наши публикации, включая и настоящую монографию, содержат информацию о международной административной и судебной практике патентования и дают рекомендации по ее использованию.

### Литература

1. Гурвич А. М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров. М.: Высш. шк, 1982.
2. Казанкин О. Н. и др. Неорганические люминофоры. Л.: Химия, 1975.
3. Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1995. Т. 4. С. 505–507.
4. Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 221–222.
5. Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1995. Т. 4. С. 501.
6. Алесковский В. Б. Химия твердых веществ. Л.: Высш. шк., 1978. С. 156.
7. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир, 1987. Т. 1. С. 26.
8. Проблемы кристаллохимии. Т. 31. М.: Наука, 1986.
9. Романцева Л. А. Люминофоры и системный анализ их химического состава: Обзор информации ВНИИГПЭ. М., 1988.
10. Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 792–797.
11. Устинова Е. А., Чельшева О. В. Формула изобретения «продукт через способ». Ч. I // Патенты и лицензии. 2008. № 5. С. 14–20; Ч. II // Там же. № 6. С. 25–30; Ч. III // Там же. № 11. С. 21.
12. Сайт в Интернете: <http://www.uspat.ru/>

### 2.2. Дело о проурокиназе

Настоящее дело – результат исследования двух вопросов – доктрины эквивалентов в патентном праве и характеристики объектов в биотехнологии. В его основе решение Верховного окружного суда г. Дюссельдорфа о нарушении европейского патента № 0040238, которое получило негативную оценку со стороны правоведов и нашло отражение в публикациях. Впервые это дело рассматривалось нами в работе [1]. Комментировались доклады, сделанные на

международном симпозиуме в Хельсинки, в частности доклады Ж. Страуса и Б. Домея. В докладе Ж. Страуса была сделана ссылка на работу Ф. Ледерера, которая полностью нами рассмотрена в [2]. Дюссельдорфское дело также рассматривалось в статье А. Ю. Соболева и А. Ю. Залесова [3].

Из работы Ф. Ледерера следует:

1. Решение окружного суда г. Дюссельдорфа признало допустимым характеризовать соединение не только химической структурной формулой, поскольку формула спорного патента имеет следующий вид:

«Тромболитическое средство с активатором плазминогена;

– выделенное из биологического источника, такого как моча или культура ткани,

и

– по существу состоящее из урокиназы, которая отличается:

а) молекулярным весом приблизительно 56 000 дальтон;

б) удельной активностью приблизительно 40 000–50 000 СТА-единиц/мг

– при испытании на планшете с фибрином;

с) проявлением одноцепочечной структуры

– соответствующей молекулярному весу 56 000 дальтон, как доказано отдельной белковой полосой на 7,5%-ном полиакриламидном геле при электрофорезе в содержащем додецилсульфат натрия геле невосстановленной урокиназы;

д) проявлением одноцепочечной структуры

– как показано отдельной белковой полосой на 7,5%-ном полиакриламидном геле при электрофорезе в содержащем додецилсульфат натрия геле урокиназы, которая восстановлена 0,1 М дитиотрейтолом;

е) увеличенной аффинностью связывания в отношении комплекса фибрин/цеолит».

2. Суд не побоялся применить доктрину эквивалентов к пункту формулы изобретения, который очень близок к пункту формулы, относящемуся к химическому веществу, отличающемуся определенной структурной формулой, если не полностью ему соответствует.

3. Оспариваемой правонарушающей формой исполнения был полученный посредством генетической инженерии на основе клеток из линии клеток рака глотки человека профермент одноцепочечной структуры с последовательностью из 411 аминокислот без связанных с ним гликозилированных остатков.

4. Рекомбинантный продукт, представляющий собой профермент (урокиназу) одноцепочечной структуры с последовательностью из 411 аминокислот без связанных с ним гликозилированных остатков, полученный с использованием в качестве продуцента клеток из линии клеток рака глотки человека, суд признал химически и в патентно-правовом отношении другим веществом.

5. Тем не менее было установлено нарушение патентных прав на основе доктрины эквивалентов и запрещено ответчикам использовать высокомолекулярную одноцепочечную, полученную посредством генетической инженерии негликозилированную урокиназу.

6. Судебная коллегия убеждена, что средний специалист мог на основании спорного патента понять, что он имеет вещество, действующее в соответствии с данным патентом, а также с не содержащей углеводного остатка высокомолекулярной одноцепочечной урокиназой, и что поэтому вещество, которое ответчик получает рекомбинантным способом, обеспечило ему эквивалент. Это означает, что следовало бы спросить, было ли вещество, которое ответчик получает именно рекомбинантным путем, как таковое подсказано (сделано очевидным) согласно объему раскрытия патентной формулы среднему специалисту в качестве вещества, на которое он может заменить (другое) вещество данного патента.

7. Очевидность такого действия подтвердила судебная коллегия, так как согласно экспертным заключениям судебных экспертов обсуждаемое различие состоит только в отношении гликозилирования, но ни в пункте формулы, ни в описании нет явного утверждения, что гликозилирование вещества данного патента имеет значение.

8. Специалист смог бы при воспроизведении утверждения авторов изобретения очень быстро при возможном определении углеводной части убедиться в ее малом соответствии с сахарами и на основании этого сделать вывод, что этот негликозилированный белок может быть рассмотрен в качестве тромболитического средства» (см. [1. С. 27–28]).

Ф. Ледерер признает, что обстоятельства дела сложные, и акцентирует внимание на том факте, что суд применил доктрину эквивалентов по отношению к химическому веществу. По нашему мнению, изложенные Ф. Ледерером положения свидетельствуют об ошибочной трактовке понятия «химическое вещество» и, как следствие, о некорректных выводах относительно применения доктрины эквивалентов. Эти вопросы далее будут рассмотрены подробнее.

В докладе Б. Домея чувствуется более глубокое понимание вопросов характеристики сущности таких объектов патентования, как фермент, о чем свидетельствуют приведенные ниже тезисы.

1. Структура запатентованных веществ часто может быть охарактеризована в формуле изобретения неоднозначно. В результате все чаще возникают споры относительно объема охраны. Одним из примеров является связанный с германской биотехнологией спор в апелляционном суде г. Дюссельдорфа, который касался нарушения патента на тромболитический (растворяющий тромб) фермент проурокиназу. Фермент был охарактеризован не его аминокислотной последовательностью, а физико-химическими параметрами (в частности, молекулярным весом) и способом получения из биологического источника.

2. Оспариваемый вариант был рекомбинантным ферментом – проурокиназой, продуцируемой бактериальными клетками *E. coli*. Он структурно отличался от фермента, полученного из других биологических источников, и имел молекулярный вес, отличный от того, который был заявлен в формуле изобретения патента. Это различие объясняется тем, что оспариваемый продукт не содержал углеводных остатков, составляющих около 3 % общего веса молекулы.

3. Выступавший в качестве свидетеля эксперт объяснил на слушаниях, что на дату приоритета специалист (имелся в виду средний специалист) знал, что различия между оспариваемым вариантом и формулой изобретения (в способе получения и молекулярном весе) существенно не влияют на терапевтический эффект его применения. На этом основании суд пришел к заключению, что имеет место нарушение эквивалентными средствами.

4. С практической и экономической точек зрения важно, получен ли фермент рекомбинантным путем или он экстрагирован из природных источников. Это не обязательно влияет на терапевтические характеристики конечного продукта, однако рекомбинантный продукт дешевле в производстве и характеризуется меньшим риском возникновения нежелательных побочных эффектов.

Специалист счел бы эту часть формулы изобретения существенным признаком изобретения, имеющую решающее значение при определении объема охраны. Конкурент должен придавать важность такому признаку при оценке объема изобретения.

5. В общем доктрину эквивалентов следует ограничить теми изменениями, которые не имеют конкретного практического или экономического значения.

Например, незначительные и несущественные модификации можно внести в запатентованные полипептиды. Обычно не имеет значения, если одна аминокислота заменяется другой с такими же физико-химическими свойствами, например «X–Gly–Ser–Glu–Y» можно заменить на «X–Gly–Ser–Asp–Y». Если замена одной аминокислоты сделана только для того, чтобы обойти патент, то представляется целесообразным применить доктрину эквивалентов.

Уже в середине 1980-х гг. развитие ДНК-технологии достигло такого уровня, что стало возможным получать полипептиды, которые изменялись систематически в отдельных точках. Однако доктрина эквивалентов, вероятно, не должна применяться в ситуации, когда в результате незначительной модификации относительно запатентованной формулы изобретение приобретает новые важные функции. *Специалист не смог бы предсказать такое изменение.*

6. В последнее время с увеличением числа веществ, представляющих терапевтический интерес для фармацевтической промышленности, значимость патентов на новые применения также возрастает.

В таких патентах формула изобретения содержит как структурное определение химических веществ, так и указание на их медицинское применение. Чтобы признать нарушение приоритета, необходимо, чтобы оспариваемый вариант имел оба этих признака. Это требование вытекает из «правила всех элементов», которое применяется при толковании формулы изобретения.

Что касается структурных признаков в формуле изобретения, здесь нет отличия от формулы изобретения на продукт. Дополнительное ограничение по применению не изменяет толкование структурной характеристики.

7. В руководстве ЕПК говорится, что формула изобретения, относящаяся к медицинскому применению химического вещества, создает объем охраны, включающий вещества и смеси, представленные или сформулированные для медицинского применения, упомянутого в формуле изобретения. Это очень важное заключение. Тем самым формула изобретения на новые медицинские применения (первое и последующие) может воспрепятствовать конкурентам выпускать вещества в упаковке и дозировках, предназначенных для применения упомянутого в формуле изобретения. Но это также означает, что формула изобретения, ограниченная конкретным медицинским применением, не может запретить конкурентам использовать данное вещество в рецептуре для другого медицинского показания» (см. [1. С. 49–52]).

А. Ю. Соболев и А. Ю. Залесов в статье [3] в качестве примера применения доктрины эквивалентов по отношению к химическим соединениям (причем примера для подражания) предлагают решение окружного суда г. Дюссельдорфа по делу «Pro-Urokinase», которое в изложении авторов выглядит следующим образом.

1. В Германии отсутствуют дела об эквивалентном нарушении притязаний, направленных на химические соединения, по которым было бы принято решение Федеральным верховным судом. В патентоведческой и юридической литературе существуют весьма противоречивые мнения относительно того, может ли объем защиты патента, направленного на химическое соединение, выходить за рамки буквального значения притязаний.

В этой связи уместно упомянуть решение по делу «Plastic Pipe Part», в котором Федеральный верховный суд недвусмысленно отметил, что эквивалентное нарушение патента, направленного на определенный материал, не может быть а priori исключено.

2. Единственным известным на сегодняшний день решением об эквивалентном нарушении патента, ограничивающим применение вещества, является решение Верховного окружного суда г. Дюссельдорфа по делу «Pro-Urokinase».

Патент был направлен на защиту проурокиназы, эффективной в качестве тромболитического агента. Охраняемая проурокиназа представляла собой фермент, состоящий из одной полипептидной цепи, последовательность которой на тот момент была неизвестна. Фермент был охарак-

теризован рядом физико-химических параметров, таких как молекулярный вес, а также способом получения из биологического источника.

3. Обвиненное в нарушении воплощение представляло генно-инженерный рекомбинантный продукт, полученный в клетках кишечной палочки *E. coli*. Хотя рекомбинантный фермент и состоял из одной полипептидной цепи, однако структурно он отличался от фермента, полученного из биологического источника тем, что не содержал остатка сахара в определенном положении, ответственного за приблизительно 3 % массы молекулы.

Признаки изобретения, защищенного патента и воплощения, обвиняемого в нарушении, приведены в таблице.

Таблица

Признаки независимого пункта формулы патента	Продукт, нарушающий патент (в соответствии с данными ответчика)
1. Тромболитический агент, обладающий активностью активатора плазминогена	1. Тромболитический агент, обладающий активностью активатора плазминогена
2. Активатор плазминогена выделен из биологического источника	2. Активатор плазминогена выделен с помощью генно-инженерного способа, включающего несколько «химических стадий»
3. Активатор плазминогена по существу состоит из урокиназы, обладающей следующими свойствами: а) молекулярный вес – около 56 000 Да; б) удельная активность – ~ 40 000–50 000 ед. СТА/мг; в) ведет себя как структура, состоящая из одной полипептидной цепи; г) при восстановлении представляет собой одноцепочечную структуру; д) имеет существенное сродство связывания с фибрин-цеолитом	3. Активатор плазминогена по существу состоит из урокиназы, обладающей следующими свойствами: а) молекулярный вес – около 48 000 Да; б) удельная активность – более 100 000 ед. СТА/мг*; в) ведет себя как структура, состоящая из одной полипептидной цепи; г) при восстановлении представляет собой одноцепочечную структуру; д) существенное сродство связывания с фибрин-цеолитом отсутствует**
* В соответствии с утверждением истца действительное значение активности – 60 000–70 000 ед. СТА/мг. ** В соответствии с утверждением истца и представленными доказательствами продукт ответчика на самом деле обладал существенным сродством связывания с фибрин-целитом. Однако для правильной оценки решения Верховного окружного суда г. Дюссельдорфа следует принять убежденность суда в том, что свойства продукта ответчика полностью соответствовали признаку 3д. Сначала суд подошел к толкованию притязаний по п. 1 формулы патента таким образом, что они на самом деле охватывают ферменты, имеющие конкретную аминокислотную последовательность, которая к тому времени уже была определена.	

4. При сравнении структуры фермента (но не параметров, предусмотренных формулой) со структурой рекомбинантного фермента единственное различие заключалось в том, что в молекуле последнего в определенном положении отсутствовал остаток сахара, вклад которого в молекулярную массу фермента составлял 3 %. Таким образом, буквальное нарушение патента было отклонено. Однако суд установил, что на дату

приоритета специалисту в данной области было бы ясно, что негликозилированная одноцепочечная рекомбинантная урокиназа обладала бы по существу таким же тромболитическим действием, что и гликозилированная, происходящая из биологического источника форма фермента, защищенная патентом.

Таким образом, суд вынес решение об эквивалентном нарушении.

Мы предлагаем рассмотреть дело с четырех взаимосвязанных точек зрения, а именно:

- представлений о химических веществах, имеющих место в химии;
- существующих в биотехнологии представлений о необходимых характеристиках при описании биохимических веществ, в частности полипептидных ферментов;
- применяемых в патентном праве типах формул изобретения для химических веществ;
- соблюдения основных принципов оценки эквивалентности признаков.

Следует заметить, что рассматриваемое дело имеет принципиальное значение для биотехнологии в целом, так как в нем решался вопрос о том, может ли продукт, изолированный из биологического сырья, быть признан эквивалентным рекомбинантному продукту. Суд своим решением установил эквивалентность двух различных методов, причем нарушаемый продукт характеризовался именно методом получения, поскольку его структура не была установлена.

Патент ЕПВ № 0040238 выдан на:

- 1) способ выделения плазминоген-активатора из мочевины (пп. 1–8 формулы);
- 2) терапевтический агент, содержащий плазминоген-активатор (пп. 9–11 формулы);
- 3) плазминоген-активатор, охарактеризованный как тромболитическое средство, обладающее свойством активатора плазминогена, выделенное из биологического источника, такого как моча или культура ткани, по существу состоящее из урокиназы, которое характеризуется:
  - молекулярным весом ~ 56 000 дальтон;
  - удельной активностью ~ 40 000–50 000 ед. СТА/мг при испытании на планшете с фибрином;
  - одноцепочечной структурой, соответствующей молекулярному весу 56 000 дальтон;
  - увеличенной аффинностью связывания в отношении комплекса фибрин/цеолит (п. 12).

Эта формула в сокращенном варианте (не раскрыты зависимые пункты формулы) взята нами непосредственно из описания к патенту, а не из текстов публикаций, в которых она изложена по-разному. В описании подчеркнуто, что объектами изобретения,

кроме способа выделения (изоляции), является *новый продукт*, представляющий собой плазминоген-активатор, обладающий высокой аффинностью и полученный новым способом. Определимся с терминологией.

Терапевтический агент – более широкий термин для обозначения назначения объекта-вещества, тромболитическое средство – конкретное назначение объекта-вещества, которое в свою очередь содержит в качестве активного начала плазминоген-активатор. Описание плазминоген-активатора не содержит никаких химических формул, и даже единственный структурный признак – одноцепочечность – не относится, строго говоря, к химическим структурным признакам, так как характеризует четвертый структурный уровень белков, тогда как химическая структура относится к первому уровню и выражается аминокислотной последовательностью. (Следует заметить, что для описания структуры белковых молекул недостаточно описания химической структуры, поскольку оно характеризуется четырьмя структурными уровнями (см. [1. С. 78–97]).)

Продукт из нарушаемого патента не относится к тем продуктам, которые могут быть однозначно охарактеризованы одной химической структурной формулой, как это делается в случае индивидуальных химических соединений, поскольку по своей природе он имеет многоуровневую организацию строения, в которой химическая структура является одним из уровней.

Сказанное свидетельствуют о том, что оценка Ф. Ледерером решения суда (см. п. 2 в приведенных выше выдержках из его доклада) и его толкование понятия «химическое вещество», основаны на существующих глубоко ошибочных представлениях, которые и приводят к недоразумениям и проблемам в сфере патентного права.

Химические вещества подразделяются на разные типы: смеси или композиции и химические соединения, которые в свою очередь делятся на индивидуальные химические соединения и нестехиометрические или неопределенные химические соединения. К сожалению, даже среди химиков, не говоря уже о правоведах, не существует правильного понимания этой классификации [5].

Из всех типов химических веществ только индивидуальные химические соединения однозначно характеризуются химической структурной формулой. Их структура, что не менее важно, не зависит от способа получения. Что касается неопределенных химических соединений, и, в частности, биохимических соединений, то для них, в отличие от соединений, описываемых определенной химической формулой, необходимо, «исследование зависимости “условия образования–состав–строение–свойство”» [5. С. 33]. Другими словами, строение таких химических соединений и их свойства

зависят от способа получения, и без исследования этой связи невозможно рассуждать об их очевидности.

Утверждение Ф. Ледерела о том, что «пункт нарушаемой формулы изобретения очень близок к пункту формулы, относящемуся к химическому веществу, отличающемуся определенной структурной формулой, если не полностью ему соответствует», противоречит фундаментальным представлениям химии о строении и структуре химических систем. А тот факт, что суд, по его словам, не побоялся применить доктрину эквивалентов к пункту формулы изобретения, можно рассматривать как отсутствие правильных представлений по данному вопросу.

Именно потому, что правоведы не видят разницы между композициями (смесями) и унитарными химическими системами, а тем более между различными типами последних, выводы и решения судов оказываются запутанными и непонятными.

Здесь важно указать еще на одно обстоятельство, связанное с характеристикой биохимических систем. Название фермента, в данном случае «урокиназа», не служит идентифицирующим признаком продукта, как и в случае названия химического соединения в соответствии с химической номенклатурой или общеизвестным тривиальным названием. Приведенная ниже цитата является тому подтверждением.

«Ферменты с одинаковыми названиями, но выделенные из разных организмов, часто имеют различные аминокислотные последовательности и по этой причине различаются по свойствам и каталитической активности.

Надо всегда иметь в виду, что одно лишь название фермента ничего не говорит о природе какого-либо конкретного белка с определенными свойствами и соответствующими технологическими требованиями. Чтобы устранить возможность двусмысленного толкования, нужно указать полное название продуцирующего этот фермент организма» [4. С. 123].

Отсюда следует важный вывод: один и тот же фермент, выделенный из различных источников (из органов и тканей человека и животных, культуральной жидкости различных микроорганизмов) или полученный генно-инженерным путем – это не один и тот же продукт или химическое соединение. Говорить об очевидности или идентичности одинаковых ферментов можно лишь после установления их тождества как продуктов, а не просто их функционального тождества (как средства), что подчеркивается и в докладе Б. Домея. Тем более нельзя говорить об очевидности получения одинакового результата, если изменяется метод, например при переходе от биологически активного вещества, выделенного из природного сырья, к полученному микробиологическим путем или к рекомбинантному продукту. Это еще раз подчеркивает существенную разницу между биохимическими системами и определенными химическими соединениями, описываемыми структурными химическими формулами.

Надо сказать, что в патентном праве для тех химических веществ, которые не могут быть однозначно охарактеризованы химической структурой, существуют следующие типы формул изобретения:

- формула типа «продукт через способ» (product by process) путем описания приемов его получения;
- формула типа «отпечаток пальцев» (fingerprint), т. е. с помощью физико-химических характеристик и свойств;
- сочетание двух указанных приемов, что наиболее характерно для биотехнологии.

В данном случае речь идет о характеристике нового продукта приемами способа выделения, физико-химическими характеристиками, свойствами и одним структурным признаком (одноцепочечность). Это обстоятельство отмечается во всех рассмотренных выше публикациях, но на деле оно практически не принимается во внимание, причем именно с точки зрения оценки объема прав, обеспечиваемых формулой изобретения. Исключение составляют представления Б. Домей, который считает, что признаки способа специалист (именно специалист, а не средний специалист) в данном случае посчитает важными.

Ф. Ледерер вообще не рассматривает признаки из формулы, связанные с методом получения, и это понятно, поскольку он всерьез полагает, что химическое вещество, охарактеризованное в формуле, близко, если не полностью соответствует веществу, определяемому химической структурой.

Теперь рассмотрим дело с точки зрения применения доктрины эквивалентов.

Б. Домей справедливо указывает на *правило всех элементов*, т. е. правило учета всех элементов формулы изобретения при оценке факта нарушения патента, в частности с применением доктрины эквивалентов. Он также подчеркивает, что «с практической и экономической точек зрения важно, получен ли фермент рекомбинантным путем или он экстрагирован из природных источников. Это не обязательно влияет на терапевтические характеристики конечного продукта, однако рекомбинантный продукт дешевле в производстве и характеризуется меньшим риском возникновения нежелательных побочных эффектов.

Специалист счел бы эту часть формулы изобретения существенным признаком изобретения. Поэтому, я полагаю, что данный момент имеет решающее значение при определении объема охраны. Конкурент должен придавать важность такому признаку при оценке объема изобретения» (цит. по [1]).

И это утверждение также следует признать логичным и правомерным, особенно учитывая то обстоятельство, что эквивалентная замена, по определению, может быть признана только в том случае,

если достигаемый результат получен тем же путем и без изменения существа изобретения.

Ошибочными, но, к сожалению, достаточно распространенными, являются представления авторов работы [3], согласно которым такие разные в техническом и патентно-правовом смысле объекты, как химические соединения, определенные материалы, применение веществ, толкуются как взаимозаменяемые (см. п. 1–3). В тексте работы [3] они употребляются чуть ли не как синонимы, во всяком случае в деле «Pro-Urokinase» для обозначения одинаковой патентно-правовой и технической ситуации они используются именно так, что совершенно неверно. И опять-таки причина в том, что у авторов отсутствуют правильные представления о химических системах.

Действительно:

- материал – родовое понятие для различных типов веществ и собственно материалов, которые к веществам не могут быть отнесены [6. С. 68–78];

- вещество – родовое понятие для различных категорий (композиции, химические соединения, элементы);

- химическое соединение – родовое понятие для разных типов соединений, из которых только индивидуальное химическое соединение строго характеризуется одной химической формулой [5. С. 221–321].

Индивидуальное химическое соединение в формуле изобретения характеризуется единственным признаком – химической структурной формулой, вещества-смеси – составом из разных ингредиентов, т. е. несколькими признаками, высокомолекулярные соединения – структурными признаками, физико-химическими характеристиками, а иногда и способом получения. В каждом случае будут разные типы формул изобретения, которые, собственно, и подлежат анализу при оценке факта нарушения. Не странно ли формулу с единственным существенным признаком – химической структурой (в случае индивидуального химического соединения) считать полностью соответствующим формуле, где продукт охарактеризован способом получения, молекулярным весом, аффино-стью и другими характеристиками?

Даже если будет представлена аминокислотная последовательность, такая формула не равноценна химической структурной формуле индивидуального химического соединения, поскольку, как уже было сказано, она не является однозначно характеризующей сложноорганизованное строение белка.

Обращаем внимание на два важных обстоятельства, которые следуют непосредственно из описания к патенту:

1. Урокиназа, выделенная из человеческой мочи, а также ее свойства плазминоген-активатора и применение в качестве тром-

болитического средства известны по крайней мере с 1966 г. Коммерческая урокиназа, согласно данным из описания к патенту, содержит преимущественно низкомолекулярную форму.

Фракция высокомолекулярной урокиназы, обнаруженная в коммерческой урокиназе, имеет двухцепочечную структуру. Эта фракция обладает низкой аффинностью к фибрину, несмотря на то, что низкомолекулярная урокиназа отсутствует. Ее использование в качестве тромболитического средства требует большого количества для достижения требуемого эффекта.

По данным из патентного описания коммерческая урокиназа имеет молекулярный вес 36 000 Да и связывание с фибрином – < 5 %, в то время как предложенная урокиназа имеет одноцепочечную структуру, молекулярный вес 56 000 Да и связывание с фибрином – 100 %.

2. Предложенная урокиназа является по сравнению с известной урокиназой новым продуктом, так как обладает другим молекулярным весом и является одноцепочечной структурой, при этом подчеркивается, что свойства оказываются зависимыми от *способа изоляции из мочи*.

В описании к патенту сказано:

«Полагаем, что высокоаффинная урокиназа, которую мы выделили на первой стадии, остается в нативной молекулярной форме... Относительно медленные, многоступенчатые процедуры, используемые ранее, как мы полагаем, приводят к деградации молекулы и в результате получается двухцепочечная структура и низкая аффинность к фибрину».

Таким образом, повышенная эффективность патентуемой урокиназы как тромболитического средства обусловлена приемами выделения, которые предусматривают использование твердой матрицы с адсорбированным на ее поверхности фибрином. Фибрин, адсорбированный на твердой матрице, сохраняет высокое сродство к определенным активаторам плазминогена, особенно к урокиназе, названной авторами патента высокоаффинной. Если же фибрин ковалентно связан с агарозой, активированной цианбромидом, такое сродство не наблюдается.

Причина такого различия экспериментально не доказана. Авторы патента предполагают, что у фибрина, адсорбированного на матрице без ковалентного связывания,  $\epsilon$ -аминогруппы остатков лизина остаются свободными. В ковалентном связывании фибрина с активированной агарозой могут принимать участие  $\epsilon$ -аминогруппы остатков лизина, вследствие чего существенно блокируется аффинность по отношению к урокиназе.

Несомненным, однако, является то, что признаки способа изоляции продукта – это существенные признаки, от которых зависит получение новых свойств, указанных в формуле. Другими словами, здесь имеет место тип патентной формулы, который называется

«продукт через способ» и связан со специфическими требованиями в смысле оценки объема прав.

Известно, что формула «продукт через способ» защищает продукт, полученный только этим способом [7. С. 7, 304]; никто не может запретить производство веществ совершенно различными методами [7. С. 66].

Если биотехнолог не может охарактеризовать структуру полученного продукта и патентует его через приемы способа и некоторые физико-химические показатели, то он не может рассчитывать на распространение своих прав на продукты, полученные иными путями. (Подробнее о формулах типа «продукт через способ» см. [8]). Однако, по мнению суда:

«Вещество, полученное именно рекомбинантным путем, как таковое, подсказано (сделано очевидным) согласно объему раскрытия патентной формулы среднему специалисту в качестве вещества, на которое он может заменить (другое) вещество данного патента. Согласно решению суда тест на эквивалентность должен применяться только в отношении продукта. Это означает, что необходимо задать вопрос, является ли продукт, который ответчик получил в точном соответствии с рекомбинантным процессом, очевидным для среднего специалиста из раскрытия в формуле изобретения как продукт, который можно использовать вместо запатентованного (другого) продукта».

Согласно заключению судебного эксперта:

«Практически единственное возможное отличие в отношении идентификационных параметров, включенных в формулу изобретения, и эффекта патента касалось гликозилирования. При этом ни формула изобретения, ни описание не давали оснований полагать, что добавление сахара к запатентованному продукту имеет вообще какое-либо значение. Акцентировался только его однокитевой характер. При воспроизведении деталей, представленных изобретателем, эксперт, определяя содержание гликолизированных остатков, очень быстро понял бы их несущественность и пришел бы к выводу, что негликозилированный протеин можно считать тромболитическим агентом».

Суд постановил:

«На дату приоритета специалисту в данной области было бы ясно, что негликозилированная одноцепочечная рекомбинантная урокиназа обладала бы по существу таким же тромболитическим действием, что и гликозилированная, происходящая из биологического источника.

Суд убежден, что средний специалист в данной области сможет на основании патента понять, что продуктом с эффектом согласно патенту может также быть не содержащая гликолизированных остатков высокомолекулярная однокитевая урокиназа, и поэтому продукт, производимый ответчиком с помощью рекомбинантного метода, является эквивалентом» [2. С. 48–49].

В первую очередь нужно выяснить, что подразумевается судом под «веществом как таковым» и «продуктом с эффектом согласно патенту», т. е. какой собственно объект исследуется с точки зрения доктрины эквивалентов. Именно при решении этого коренного вопроса обнаруживается, что представления судебных экспертов о веществах как таковых не согласуются с представлениями из области техники, а также патентного права. Утверждается, что тест на эквивалентность должен применяться только в отношении продукта, а на вопрос, заданный среднему специалисту, необходимо ответить, очевидно ли использование продукта, т. е. применение в качестве тромболитического средства. Нужно ли доказывать, что одно только название «тромболитическое средство» не может служить характеристикой продукта как такового, т. е. вещества как такового?

Раскрытие *применения продукта* и раскрытие *самого продукта* – это разные вещи как с технической точки зрения, так и с патентно-правовой. О характеристике разных типов веществ в области техники и соответствующих типах патентных формул уже было сказано, а также показано, что в нарушаемом патенте имеет место формула «продукт через способ». Но признаки способа как характеризующие вещество судом вообще не рассматривались; упоминался только как несущественный для тромболитического эффекта структурный признак – наличие гликозилированных остатков – который вообще не содержится в формуле изобретения.

«Логика» судебного решения может быть понята только следующим образом:

- под продуктом с эффектом согласно патенту в предложенном судом контексте подразумевается тромболитическое средство;
- под веществом как таковым также подразумевается тромболитическое средство;
- выражение «тест на эквивалентность применяется только в отношении продукта» означает, что оценивается не замена отдельных признаков в патентной формуле, а замена объекта как тромболитического средства в целом.

Только при таких исходных положениях будет более или менее понятен вопрос, адресованный среднему специалисту, а именно: очевидно ли для среднего специалиста из раскрытия в формуле изобретения, что рекомбинантный продукт можно использовать вместо запатентованного (другого) продукта. И только при таком толковании указанных словосочетаний можно понять смысл постановления суда, согласно которому рекомбинантную урокиназу можно считать эквивалентом урокиназы, изолированной из мочи, поскольку очевидно ее использование в качестве такого же тромболитического средства с учетом того обстоятельства, что отсутст-

вие гликозилированных остатков не может повлиять на тромболитические свойства.

Но понять смысл выводов суда – не значит принять их как верные и обоснованные. Из логики известно, что первое условие истинности выводов – это истинность или правильность посылок [10. С. 147]. А посылки в данном случае нельзя признать правильными.

Во-первых, как уже было сказано, вещество как таковое в области техники и в патентных формулах, в том числе и в рассматриваемой формуле из патента, характеризуется не только и не столько назначением, сколько структурными признаками, физико-химическими показателями и признаками способа.

Во-вторых, подмена оценки эквивалентности признаков (элементов) из патентной формулы оценкой эквивалентности объекта изобретения в целом противоречит основополагающим принципам доктрины эквивалентов, в частности *принципу всех элементов*, на который обратил внимание Б. Домей в своем докладе.

Представляется, что более подробное рассмотрение посылок, послуживших основанием для решения суда, и последствий их применения позволит в значительной степени прояснить действительно запутанную ситуацию. Во всяком случае приведенные ниже аргументация и сведения, касающиеся доктрины эквивалентов, могут оказаться полезными.

Очевидность рекомбинантной урокиназы с точки зрения среднего специалиста, по мнению окружного суда г. Дюссельдорфа, должна заключаться в следующем:

1. Рекомбинантная урокиназа с очевидностью будет обладать тромболитическим свойством, которым обладает урокиназа из патента, и это свойство «подсказано» последним.

Однако тромболитические свойства урокиназы были известны на уровне техники с 1965 г., а потому не могут быть подсказаны патентом с приоритетом 1979 г. (дата публикации 1980 г.). К этому времени уже более 10 лет информация о тромболитических свойствах урокиназы была широко доступна для любого исследователя (кстати, сведения об известной коммерческой урокиназе приведены в описании к патенту).

2. Из описания к патенту следует, что при известности метода выделения урокиназы из мочи оказалось неочевидным получение продукта именно с теми свойствами, которые заявлены в патенте – высокий молекулярный вес, однопочечность, высокая аффинность. Другими словами, даже при применении одного и того метода получения продукта невозможно предсказать, какими свойствами он будет обладать (именно свойствами, а не функцией, которая давно известна и остается неизменной).

В описании подчеркивается, что экспериментально не доказано, за счет чего получена высокая аффинность, а существуют только

предположения, что свидетельствует о сложности выявления причин получения тех или иных свойств, а значит, и их предсказуемости. Собственно, по этой причине была признана патентоспособность «нарушаемой» урокиназы. В то же время средний специалист утверждает, что ему очевидны свойства продукта, полученного совершенно другим методом.

Получается, что изобретатели не могут даже в рамках одного и того же метода понять, почему получены те или иные новые свойства урокиназы, а среднему специалисту все совершенно ясно.

3. Специалисты высокого уровня считают необходимым характеризовать фермент полным названием продуцирующего организма и соответствующими технологическими требованиями, поскольку эти условия могут быть причиной различия в свойствах [4. С. 123]. В то же время средний специалист, который по определению знает лишь то, что общеизвестно, а также то, что известно из патента, делает, по существу, вывод о том, что рекомбинантный продукт будет обладать такими же свойствами, как и выделенный из мочи.

4. Химическое соединение, а тем более биохимическое, не может быть признано очевидным, если неочевидно его получение, а рекомбинантный метод никак не может быть подсказан описанием метода изоляции из биологического сырья. Именно по этой причине специалисты высокого уровня при ознакомлении с данным делом выразили удивление по поводу лихого заключения среднего специалиста, поскольку есть сомнение в возможности без творческих усилий получить рекомбинантный продукт. Напомним, что средний специалист по определению не может делать выводы на основе творческих усилий.

Из решения суда определенно следует, что тест на эквивалентность применялся только в отношении к продукту, а продуктом считалось тромболитическое средство. Для более подробного рассмотрения вопроса необходима дополнительная информация о принципах доктрины эквивалентов. Ж. Страус в докладе приводит условия расширенного толкования объема защиты с применением эквивалентов, которые стали действовать с 1 января 1978 г. в некоторых странах – участницах ЕПК:

«Вопрос в том, способен ли средний специалист на основе изобретения, защищенного формулой, уяснить проблему, решенную изобретением, одинаково эффективными средствами, которые приведут к такому же результату. Решения, которые средний специалист может определить благодаря своим знаниям на основании рассуждений, ориентированных изобретением, представленным в формуле изобретения, будут в основном попадать в объем защиты патентом.

Решающее значение имеет вопрос, способен ли средний специалист определить одинаково эффективные средства, связанные с нарушением,

из формулы изобретения, используя описание и чертежи, на основании его знаний» (цит. по [1. С. 10]).

Формулировка расплывчата, не содержит ни одного четкого условия или требования доктрины эквивалентов, а потому позволяет толковать эквивалентность замены в конкретных случаях, особенно применительно к специфическим объектам химии и биотехнологии и к тому же с медицинским назначением, неоднозначно, неопределенно и необоснованно. Примером тому служит заключение по делу о проурокиназе. Здесь тоже идет речь об одинаково эффективных средствах и не принимается во внимание принцип осуществления изобретения.

Получается, что для среднего специалиста неважно, какой именно продукт сравнивается – изолированный из мочи или рекомбинантный, какие у него физико-химические и структурные характеристики. Ему важно, что прежним остался терапевтический эффект, т. е. важно только то, что это тромболитическое средство.

При таком подходе можно свести к эквивалентности любые достижения нобелевских лауреатов. Завтра будет изобретено тромболитическое средство, полученное из воды, а средний специалист посчитает его эквивалентным тромболитическому средству из мочи, и все потому, что *вопрос принципа изобретения не важен*, а вопрос эффективности оценивается только по названию средства (в данном случае – это тромболитическое средство).

Однако существуют и другие примеры определений из классической судебной практики.

1. Элемент обычно признается эквивалентным элементу, включенному в формулу изобретения, если (во время предполагаемого нарушения или во время подготовки актов, ведущих к предполагаемому нарушению) выполнено одно из следующих условий:

а) эквивалентный элемент выполняет, по существу, ту же самую функцию, тем же самым путем и обеспечивает достижение того же самого результата, что и элемент, заявленный в формуле (определение, принятое в США);

б) для специалиста в данной области техники является очевидным, что такой же результат, как и тот, который обеспечивает включенный в формулу изобретения элемент, может быть достигнут посредством эквивалентного элемента (определение, принятое в европейских странах [9. С. 17]).

2. В решении по делу «CATNIC» (и по делу «Epilady II») было высказано следующее: если заменяемый признак является существенным, то любой вариант выходит за рамки монополии.

В упрощенном виде в этом и аналогичных делах проверяется следующее:

1) оказывает ли заменяющий признак существенное влияние на изобретение;

- 2) является ли отсутствие существенного влияния очевидным;
- 3) является ли очевидным то, что данный вариант не должен быть исключен из объема формулы изобретения (путем отрицания в описании).

Определить, является ли признак существенным, можно, например, посредством «проверки на существенность», аналогичной той, которую предписывает выполнять ЕПВ для решения вопроса: можно ли какой-либо признак исключить из формулы изобретения или заменить, не нарушив ч. 2 ст. 123 ЕПК.

Специалист в данной области должен прямо и однозначно определить, что:

- а) признак не был описан как существенный в раскрытии;
- б) признак не является необходимым для функции изобретения в свете решаемой проблемы;
- в) данная замена не требует модификации других признаков для компенсации данного изменения [9. С. 26–27].

#### 3. Два определения из дела «Epilady VIII»:

1) использование изобретения признается эквивалентным, если на момент приоритета специалист, обладающий общими знаниями в данной области и знакомый с уровнем техники, упомянутым в описании патента, без применения творческих усилий сможет на основании формулы изобретения найти заменяющие признаки в качестве средства решения, выполняющего ту же самую функцию;

2) использование изобретения признается эквивалентным, если средний специалист в данной области техники способен на основе своих знаний в этой области на дату приоритета найти такой же вариант, как используемый в качестве эквивалента в предположительно «нарушающем» варианте, для решения лежащей в основе изобретения проблемы на основе анализа его формулы [9. С. 19].

#### 4. Из дела «Epilady V»:

«Если патент защищает только определенный вариант, а не решение проблемы, подразумевающее несколько вариантов (т. е. абстрактный изобретательский замысел), то другие варианты осуществления не подпадают под охрану данным патентом» [9. С. 27].

5. В определенных обстоятельствах эквиваленты не должны учитываться вообще [9. С. 15].

Как видно, европейская судебная практика придерживается следующих основных принципов:

- эквивалентная замена – это замена признака (элемента) из формулы;
- замена существенного признака выводится за рамки монополии, т. е. не признается эквивалентом.

В деле, рассмотренном в окружном суде г. Дюссельдорфа, нарушены оба принципа.

Во-первых, эквивалентной заменой представлена не замена признака из формулы, а замена одного тромболитического средства в целом на другое. На это же обстоятельство обращает внимание Б. Домей, подчеркивая, что в деле нарушено правило всех элементов.

Во-вторых, в действительности произошла замена существенно признака, который содержится в формуле изобретения, а именно продукта как изолированного из мочи, на рекомбинантный, т. е. на продукт, осуществленный принципиально иным путем.

Как было показано ранее, в описании к патенту имеется обоснование значимости этого признака для осуществления изобретения, а в технической литературе отмечается, что во многих случаях для более точного определения фермента необходимо указывать источник его происхождения. В решении суда г. Дюссельдорфа замена существенного признака из формулы изобретения не придано никакого значения.

В то же время в ходе судебного рассмотрения и в решении большое внимание уделено обсуждению несущественности влияния на тромболитические свойства якобы структурного и идентифицирующего признака – гликозилированных остатков. Однако данные о том, что урокиназа по патенту содержит гликозилированные остатки в материалах описания и в формуле изобретения отсутствовали, они появились позднее к моменту оценки факта нарушения. Но дело даже не в этом, а в том, что в их обсуждении не было бы необходимости, если оценивать нарушение формулы изобретения из патента с точки зрения замены содержащихся в ней эквивалентных признаков, а не с точки зрения одинаковой применимости разных объектов. Представляется, что в значительной степени именно некорректная методика применения доктрины эквивалентов послужила причиной запутанности дела и сомнительности решения суда.

Нельзя не отметить, что в настоящее время имеется возможность осуществлять системный подход при оценке эквивалентности элементов на основе кодифицированной доктрины эквивалентов, предложенной Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС). Доктрина содержит следующие условия:

- 1) эквивалентный элемент является заменой. (Дата известности эквивалентного элемента оставлена на усмотрение государств. Согласно ГК РФ эта дата относится ко времени нарушения патента.);

- 2) эквивалентный элемент не может заменять элемент, существенный для целей патентоспособности;

- 3) эквивалентный элемент выполняет такую же самую функцию по существу таким же самым путем;

4) эквивалентный элемент обеспечивает по существу такой же самый результат, как и заменяемый элемент;

5) эквивалентный элемент не может заменять «сердце» изобретения;

6) эквивалентный элемент является (более или менее) очевидным для специалиста в данной области;

7) эквивалентный элемент не может принадлежать известному уровню техники;

8) эквивалентный элемент не может быть основан на творческих усилиях;

9) эквивалентный элемент оценивается в контексте технической области формулы изобретения;

10) эквивалентный элемент должен следовать из текста формулы изобретения;

11) эквивалентный элемент не является второстепенным вариантом [8. С. 29].

Согласно положениям доктрины эквивалентов при оценке роли эквивалентов в контексте формулы изобретения следует определить, был ли заявленный элемент, заменяемый эквивалентом, существенным (п. 2). Очевидно, что эквивалентный элемент – это один из признаков формулы, а не объект в целом, даже если объект и назван средством (тромболитическое средство). Очевидно также, что заменяемый элемент (признак) не может быть существенным для изобретения и тем более не может быть составлять его «сердце».

В деле о проурокиназе существенным признаком изобретения является прием способа получения, что подтверждается и формулой, и описанием; при этом определенно сказано, что свойства полученного продукта зависят от приемов изоляции. Уже одного этого обстоятельства было бы достаточно, чтобы отклонить применение доктрины эквивалентов в деле о проурокиназе, поскольку эквивалентный признак не должен заменять существенный с точки зрения патентоспособности признак, т. е. не изменять сущность изобретения (пп. 2, 5).

Приведенный выше перечень четко и коротко сформулированных условий, по нашему убеждению, является готовым материалом для осуществления оценки эквивалентности с применением системного подхода, о котором было сказано во введении к данной книге. Дело останется за малым:

- в патентном праве разработать теорию существенных признаков и соответственно категорий патентных формул;

- в области химии – четко сформулировать категории веществ и химических веществ и соответственно существенных признаков, которыми они характеризуются.

Основы для осуществления подобной работы заложены в первой книге настоящей монографии. Нельзя не заметить, что при использовании указанного перечня условий и, конечно, правильном понимании технической стороны дела не представляет особых затруднений сделать однозначные выводы об их нарушении в деле о проурокиназе по нескольким пунктам, хотя достаточно и одного. Действительно, рекомбинантный продукт не может с очевидностью следовать из формулы на изолированный продукт, охарактеризованный именно как изолированный (нарушение пп. 2, 3, 5, 6, 9, 10).

Для сравнения с делом о проурокиназе предлагаются материалы, в которых представлено и прокомментировано решение Высшего суда г. Осака от 29 марта 1996 г.<sup>1</sup>, также относящееся к плазминоген-активатору.

В решении отмечено, что действие по производству и/или продаже модифицированного соединения, которое не прямо идентично соединению из запатентованного изобретения, представляет нарушение прав патентовладельца, если выполнены два легальных требования:

- возможность замещения модифицированным соединением;
- очевидность возможности замещения на дату приоритета.

Истец обладает двумя патентами, относящимися к человеческому рекомбинантному плазминогенному активатору (t-PA): патент № 1599082 (патент А) и патент № 1852721 (патент В).

Пункт 1 формулы изобретения по патенту А представлен в следующей редакции:

«Рекомбинантный человеческий тканевый плазминогенный активатор, полученный из нечеловеческих хозяев-клеток, не производящий никакого другого человеческого белка и обладающий следующими свойствами:

- 1) каталитическая способность превращения плазминогена в алазмин;
- 2) способность связывать фибрин;
- 3) иммунологическая реакция на антитела против человеческого плазминоген-активатора, который производят из раковых клеток;
- 4) аминокислотная последовательность, содержащая kringle-участок и участок серинпротеазы;
- 5) представляющий одно- или двухцепочечный протеин и имеющий следующую неполную аминокислотную последовательность (в форму изобретения представлена последовательность от 69 до 527)».

Ответчик, «Sumitomo Pharmaceutical Co, Ltd, производил модифицированный t-PA, который имел Met<sup>245</sup> в положении 245 от N-концевой группы, в то время как t-PA в патенте истца имел Val<sup>245</sup>. Продукты различаются аминокислотными остатками в положении 245, и следовательно, объект ответчика не является прямо

---

<sup>1</sup> ИС. 1907. Vol. 28, № 3. Р. 391–398.

идентичным объекту истца, описанному в патенте. Вопрос: является ли объект ответчика нарушающим эквивалентом и по существу идентичным запатентованному изобретению истца? Этот вопрос особенно важен в случае генно-инженерной технологии, поскольку здесь замещение элементов без изменения функции после установления первоначально эффекта для определенной аминокислотной последовательности практически легко достигаемо.

Решение первой инстанции, принятое районным судом г. Осака, отвергло вышеуказанные позиции. Затем истец подал апелляцию в Высший суд г. Осака.

Из заключения суда:

1. Технический объем запатентованного изобретения не должен ограничиваться без разбора (огульно) в каждом отдельном случае только буквальным изложением формулы изобретения. Технический объем, внутри которого патентовладелец может потребовать прекратить использование патента на основе патентного права, должен быть рассчитан на некоторую гибкость, скрытую в терминологии, используемой в формуле изобретения.

При оценке технического объема запатентованного изобретения по патентному закону, предполагается, что определенная техника должна считаться эквивалентом запатентованного изобретения, даже если она и не соответствует буквальному изложению притязаний и не представляет все элементы из формулы изобретения.

2. Интересы третьих лиц, которые должны быть способны положиться на собственную оценку технического объема запатентованного изобретения, следует полностью рассмотреть. Для этого необходимо установить критерии, по которым может быть определен технический объем запатентованного изобретения.

В то время как эти два требования (возможность замены и ее очевидность) могут быть рассмотрены в качестве позитивных требований при применении доктрины эквивалентов, при судебном рассмотрении могут возникнуть препятствия, которые исключают оценку эквивалентности с учетом обстоятельств, имеющих место на дату приоритета.

#### *Замещение*

Оба t-PA, запатентованный и тот, который применял ответчик, имели одинаковые свойства и, следовательно, показывали одинаковый эффект. Замещение ответчиком Val на Met можно рассматривать как удовлетворяющее требованию возможности замещения.

#### *Очевидность замещения*

Суммируя экспертное мнение, на основе технических знаний на 1982 г. может быть сделано следующее заключение:

1) Val и Met-действия подобны при образовании трехмерной протеиновой структуры;

2) мутация Val в Met в аминокислотной протеиновой последовательности происходит часто и не влияет на функцию протеина (тривиальная, или нейтральная, мутация);

3) положение 245 в t-PA находится на гидрофобном участке трехмерной структуры протеина и не является важным для биологической активности;

4) при знании аминокислотной последовательности для среднего специалиста возможно получить варианты t-PA, в которых некоторые остатки аминокислот отсутствуют, добавлены или замещены путем продуцирования cDNA-t-PA и модифицирования единичных сегментов аминокислотной последовательности;

5) существом А и В изобретений является экспрессия t-PA-cDNA и производство биологически активного рекомбинантного t-PA;

6) с научной точки зрения, первое успешное клонирование cDNA-t-PA и синтез t-PA клонированием было более важным, чем клонирование t-PA-cDNA и синтез t-PA согласно более раннему раскрытию;

7) синтез t-PA-вариантов в соответствии с раскрытой аминокислотной последовательностью только тогда имеет практическое значение, когда такой вариант обладает лучшими свойствами, чем оригинальный t-PA;

8) отклонения, погрешности при клонировании случаются очень часто. В большинстве случаев при этом происходит замещение сходными аминокислотными остатками в не определяющих функцию протеина участках молекулы. Следовательно, средний специалист мог знать, что протеин в модифицированной форме отклонения будет иметь такую же функцию, как оригинальный протеин.

Изобретения А и В представляют технические решения, которые на основе хорошо известных публикаций о t-PA и рекомбинантной технологии получили важное качество t-PA и раскрыли t-PA как тромболитический агент. Кстати, было подтверждено, что производство вариантов t-PA было возможно для среднего специалиста на дату приоритета, если он знал о t-PA-аминокислотной последовательности. Было также подтверждено, что метод оценки свойств t-PA был раскрыт в описании к патенту. Соответственно это подтверждает, что средний специалист мог легко получить t-PA, обладающий другой аминокислотной последовательностью, изменением части аминокислотных остатков у последовательности, описанной в патенте на основе раскрытия в описании и обычных общих знаний на дату приоритета с целью скрининга t-PA для улучшения свойств. Такие варианты не имеют важного практического значения с научной точки зрения до тех пор, пока у них нет количественно лучших свойств, чем у измененного t-PA.

3. История процедуры патентования показывает, что индивидуальная аминокислотная последовательность была введена в притязания (формулу изобретения) для того, чтобы соответствовать требованиям ст. 36 Патентного закона Японии. Первоначальные притязания содержали вариан-

ты, но они не были подтверждены раскрытием в описании и поэтому должны были быть ограничены.

Если притязания ограничены для предотвращения отказа по причине отсутствия новизны или изобретательского уровня, то в спорной ситуации непозволительно трактовать нечто, не входящее в буквальные притязания, как включенное в технический объем этого притязания. Наоборот, если притязание отклоняется для того, чтобы описать изобретение более точно, интерпретация технического объема за пределы описания буквально не приводит к отсутствию новизны или изобретательского уровня и, следовательно, должно быть допустимо.

4. Продукт или способ нарушают патент, если они попадают в технический объем запатентованного изобретения, даже если их развитие осуществлялось независимо от запатентованного изобретения.

Вопрос о том, очевидно ли ответчику подражание, тем не менее напрямую не имеет отношения к решению вопроса о том, как представлены предпосылки эквивалентности – замещение и очевидность. Аргумент независимости развития является релевантным для опровержения притязаний истца на то, что оспариваемый продукт соответствует обеим предпосылкам.

Поскольку подтверждение нарушения не основывается на субъективной неосведомленности ответчика, аргументы независимости развития (разработки) не являются релевантными в качестве причины для отсутствия эквивалентности.

5. Фактов, которые бы препятствовали эквивалентности, не установлено. Установление эквивалентности также не сводит к нулю доверие третьих лиц к объему патентных притязаний. Следовательно, t-РА ответчика представляет эквивалент запатентованного t-РА. Поскольку действия ответчика основаны на нарушении патента истца, требования последнего о прекращении действий с оспариваемым продуктом обоснованы.

Приведем комментарий к решению суда.

Суд признал законным применение доктрины эквивалентов из общего смысла ст. 70 (1) Патентного закона Японии, которая предписывает следующее: «Технический объем изобретения определяется на основе положений патентной формулы...». Однако в Японии есть несколько мнений специалистов в отношении применения доктрины. Меньшая часть ученых и большинство судей полностью отклоняют применимость доктрины эквивалентов в Японии. Те же, кто настаивают на применении доктрины эквивалентов в японских судах, что ее применение следует разрешить только в особых обстоятельствах, когда формула изобретения составлена узко и неприменение доктрины эквивалентов приведет к необоснованным неудобствам для патентовладельца (исключительное применение доктрины эквивалентов).

Третьи, менее широко представленные, считают, что патентовладелец может (в принципе) всегда требовать применения доктрины

ны эквивалентов. Такая либеральная точка зрения дискутируется только в отношении ее теоретической базы, суды применяют ее редко.

Разумное объяснение исключительности применения доктрины эквивалентов состоит в том, что ее следует применять только для предотвращения чрезвычайно неблагоприятных обстоятельств из-за сужения объема при буквальной трактовке формулы изобретения.

Применение доктрины эквивалентов «в принципе» основано на необходимости толкования терминов из формулы изобретения в свете раскрытия в описании, когда обсуждаемый объект буквально не включен в формулу, но очевиден из раскрытия описания.

В рассматриваемом нами деле высший суд г. Осака не определил четко своей позиции. Тем не менее в его решении записано, что «технический объем запатентованного изобретения не должен быть фиксирован без разбора в каждом отдельном случае только буквальным изложением формулы изобретения».

Интерпретируя буквально, по-видимому, этим решением суд подтвердил, что технический объем запатентованного изобретения в исключительных случаях не должен быть ограничен формулой. Следовательно, наиболее вероятно, что суд придерживается позиции исключительности применения доктрины эквивалентов.

Поскольку немногие суды в Японии в своих решениях применяют доктрину эквивалентов, там до сих пор не установлены стандартные требования по ее применению. В некоторых решениях тем не менее были использованы два требования для эквивалентов – возможность замещения и очевидность.

В решении районного суда г. Осака по настоящему делу применимость доктрины эквивалентов была отвергнута, поскольку два требования для эквивалентов не упомянуты. Однако это не означает, что суд первой инстанции отклонил законность применения доктрины эквивалентов в любом случае.

А Высший суд г. Осака постановил, что возможность применения доктрины эквивалентов должна быть рассмотрена в каждом случае. Суд также постановил, что необходимо соблюдение двух требований (возможность замещения и очевидность), как позитивных требований применения доктрины эквивалентов. Более того, суд установил, что негативный фактор, который связан с применением доктрины, должен быть рассмотрен в каждом случае.

Необходимые для применения доктрины требования определены как:

1) *возможность замещения* – возможность добиться по существу такого же эффекта, как запатентованное изобретение, замещением одного элемента в запатентованном изобретении на другой элемент;

2) *очевидность*. Очевидность для обычного специалиста в данной области техники на дату публикации патентного описания означает вероятность сделать вывод о возможности указанной замены (это требование может быть также названо «очевидность замещения» или «возможность ожидания»). Возможность замещения в рассматриваемом нами деле была легко установлена, так как ответчик не оспаривал идентичность свойств двух t-PA. Поскольку модифицированный t-PA (Met t-PA) имеет такие же свойства, как запатентованный t-PA (Val t-PA), то это неизбежно обеспечивает один и тот же эффект.

Последнее требование не было рассмотрено как выполненное в первом решении.

В решении районного суда г. Осака отрицалось, что это требование удовлетворено, поскольку средний специалист при технических обстоятельствах на дату приоритета заявки не мог легко заменить Val<sup>245</sup> на Met<sup>245</sup>. Суд перепутал два требования и не рассмотрел возможность замещения.

А вот решение Высшего суда г. Осака содержит ясное заключение по этому вопросу.

Аргумент очевидности был рассмотрен в решении суда досконально. В решении первой инстанции это требование было рассмотрено как невыполненное, поскольку аргументы, представленные истцом и предназначенные для доказательства того, что при замещении в t-PA Val на Met сохраняется биологическая активность, были оценены как общие и абстрактные.

Суд постановил, что при технических обстоятельствах на дату приоритета для среднего специалиста было трудно или невозможно заключить, что протеин, в котором аминокислотная последовательность отлична от оригинального человеческого протеина, имеет такую же активность.

В процедурах Высшего суда г. Осака истец представил многих ученых в качестве свидетелей по вопросу предоставления определенных доказательств того, могла ли персона среднего специалиста на дату приоритета сделать заключение о сохранении биологической активности Met t-PA. Приведенные доводы, которые были подтверждены судом как удовлетворяющие требованию очевидности вывода, суммированы в пп. 1–8, приведенных выше.

Положения пп. 4–7 относятся к общим исследованиям по манипуляциям с генами. Наоборот, пп. 1–3 и 8 – специфичны в данном случае. В частности, пп. 1–3 оказались имеющими убедительную силу для решения суда.

Согласно решению суда в этом деле основное, что позволяет истцу использовать доктрину эквивалентов, это то, что ответчик осуществил незначительную модификацию запатентованного изобретения. В подобных делах, однако, истец должен представить

критические научные доводы, чтобы убедить судей, что указанные модификации не влияют на структуру или активность протеина.

В некоторых случаях дискуссия по поводу высокой частоты мутации подобной модификации, сходства свойств аминокислотных остатков до и после участка модифицированной части в молекуле, может привести к сильной поддержке для такого признания.

Наконец, время для установления очевидности с позиции среднего специалиста было установлено как дата приоритета.

Рассмотрим далее факторы против применения доктрины эквивалентов. В решении суда первой инстанции (районный суд г. Осака) записано, что доктрина эквивалентов не может быть применена для исключенной части, когда притязания (формула изобретения) были ограничены (сужены) при их отклонении, даже если целью сужения было избежать отказ по ст. 36 Патентного закона Японии. Решение Высшего суда г. Осака полностью отменило это заключение. Однако в этой части решения имеются некоторые проблемы. Во-первых, суд заключил, что нет проблемы применения доктрины эквивалентов к исключительной части притязаний, если она сделана во избежание отказа по ст. 36 Патентного закона Японии. Причина принятия такого решения неясна.

Суд первой инстанции посчитал, что исключенная часть не имела «технического подтверждения» в описании и представляется «предметом, который заявитель исключил по собственному желанию».

Высший суд обходит стороной вопрос относительно того, имеет ли описание «техническое подтверждение» для эквивалентов или «техническое подтверждение» необходимо для применения доктрины эквивалентов.

Поскольку описание к патенту А включает общее описание модифицирования t-PAs, оно не содержит описания процесса получения модифицированных t-PAs.

Персона среднего специалиста на дату приоритета могла производить Met-t-PA, только имея специальные знания по получению модифицированного рекомбинантного протеина дополнительно к раскрытию в заявке. Это решение может быть также интерпретировано как утверждение того, что неполнота описания может быть дополнена общими знаниями экспертов на дату приоритета.

Решение Высшего суда г. Осака определенно заключает: «В случае, когда притязания сужены вследствие несоответствия требованиям новизны и изобретательского уровня, невозможно включать исключенные части изобретения в технический объем во время судебных процедур, поскольку воплощения за пределами формулы изобретения не соответствуют новизне или изобретательскому уровню. Когда сужение сделано потому, что существует известное творчество, доктрина эквивалентов никогда не может быть применена для исключенной части притязаний в соот-

ветствии с этим решением. Однако крайне редкий случай, чтобы заявка была принята без объявления об отказе из-за отсутствия новизны и/или изобретательского уровня, из отдаленного известного творчества, в частности, в случаях биотехнологии. Применимость доктрины эквивалентов в этих случаях должна зависеть от обстоятельств».

Представляется, что такое изложение судебного дела может служить прекрасным примером не только для отечественных специалистов, но и для немецких судов и правоведов.

В решении Высшего суда г. Осака присутствует:

– формулировка исходной позиции для вывода об эквивалентности (возможность замещения и очевидность замещения на дату приоритета);

– последовательное (логическое) рассмотрение этих положений как с технической, так и с правовой точки зрения, нашедшее отражение в заключении из 8 пунктов, достаточно ясных и непротиворечивых.

Что касается роли среднего специалиста, то из представленных материалов достаточно отчетливо следует, что будучи ключевой, она тем не менее направляется («режиссируется») юристами. Если рамки, определенные среднему специалисту в технике изначально нечеткие или некорректные, то его заключение приобретает искаженный вид.

### Литература

1. Устинова Е. А., Чельшева О. В. Теория эквивалентов. М.: ИНИЦ Роспатента, 2002.

2. Устинова Е. А., Чельшева О. В. Доктрина эквивалентов: зарубежные публикации и судебная практика. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2008.

3. Соболев А. Ю., Залесов А. В. Применение теории эквивалентов при толковании в судах объема патентной охраны изобретений в области естественных наук // Изобретательство. 2004. № 9. С. 41.

4. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. Т. 1. М.: Мир, 1989.

5. Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 1. Химические понятия. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2012.

6. Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 2. Химические изобретения. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2013.

7. Grubb P. W. Patent for chemicals, pharmaceuticals and biotechnology. N.Y.: Oxford University Press Inc., 1999.

8. Устинова Е. А., Чельшева О. В. Формула изобретения «продукт через способ» // Патенты и лицензии. 2008. № 5. С. 14–20; Там же. № 6, С. 25–30; Там же. № 11. С. 21–29.

9. Устинова Е. А., Чельшева О. В. Позиция AIRPI по доктрине эквивалентов. М.: ИНИЦ Роспатента, 2003.

10. Малахов В. П. Формальная логика. М.: Акад. проект, 2001.

### 2.3. Дело о катализаторе окисления

В этом деле роль автора настоящей монографии заключалась в комментировании материалов переписки авторов изобретения с экспертом патентного ведомства США, а также притязаний авторов изобретения с точки зрения химии и патентных правил. Главным вопросом и здесь был вопрос оценки очевидности применительно к сложным химическим системам, при которой игнорируются или ошибочно толкуются фундаментальные представления химии. Рассматривались также некоторые специфические для области катализа терминологические аспекты.

К патентованию было предложено техническое решение со следующей формулой изобретения:

«1. Катализатор окисления аммиака на основе оксидов, отличающийся тем, что он представляет собой смешанные оксиды общей формулы  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)$ , где А – катион Ca, Sr, Ba, Mg, Be, La или их смеси, В – катион Mn, Fe, Ni, Co, Cr, Cu, V или их смеси,  $x = 0-2$ ,  $y = 1-2$ ,  $z = 0,8-1,7$ ,  $Me_mO_n$  – оксид алюминия и/или оксид кремния, циркония, хрома, алюмосиликаты, оксиды редкоземельных элементов (РЗЭ) или их смеси,  $m = 1-3$ ,  $n = 1-2$ ,  $k$  и  $f - 5$  мас. %, при  $f/k = 0,01-1$ .

2. Катализатор по п.1, отличающийся тем, что он содержит, мас. %:

оксид железа – 70–94;

оксид алюминия – 1–29;

оксид кремния и/или оксид РЗЭ, оксид циркония – 1–29.

Катализатор может представлять собой гранулы любой конфигурации, в том числе блоки сотовой структуры».

В конкретных примерах были представлены следующие композиции:

1.  $[Ca_{0,1}La_{0,9}MnO_3] - 90$ ;  $Al_2O_3 - 8$ ;  $SiO_2 - 2$ .

2.  $[CaMnO_{2,95}] - 60$ ;  $Al_2O_3 - 30$ ;  $SiO_2 - 10$ .

3.  $[Ca_{0,5}La_{0,5}FeO_{2,9}] - 95$ ;  $ZrO_2 - 5$ .

4.  $[Ca_2Fe_2O_5] - 70$ ;  $Al_2O_3 - 25$ ;  $SiO_2 - 5$ .

5.  $[Ca_{0,2}La_{0,8}CoO_3] - 70$ ;  $Al_2O_3 - 20$ ;  $Cr_2O_3 - 10$ .

6.  $[CaMnO_{0,4}Fe_{0,6}O_3] - 70$ ;  $Al_2O_3 - 25$ ;  $SiO_2 - 5$ .

7.  $[CaCoO_{2,97}] - 90$ ;  $Cr_2O_3 - 10$ .

8.  $[Ca_{0,4}La_{0,6}NiO_3] - 50$ ;  $Al_2O_3 - 45$ ;  $SiO_2 - 5$ .

9.  $Fe_2O_3 - 85$ ;  $Al_2O_3 - 13$ ;  $SiO_2 - 2$ .

10.  $Fe_2O_3 - 94$ ;  $Al_2O_3 - 5$ ;  $ZrO_2/SrO_2 - 1$ .

11.  $Fe_2O_3 - 75$ ; смесь оксидов РЗЭ – 10;  $Al_2O_3 - 15$ .

12.  $Fe_2O_3 - 84$ ;  $Al_2O_3 - 13$ ;  $SiO_2 - 2$ ;  $ZrO_2/SrO_2 - 1$ .

В качестве прототипа был выбран катализатор со структурой перовскита для селективного окисления аммиака в оксид азота с выходом не менее 90 % (патент США № 4812300). Порошки перовскита ряда  $La_{1-x}Sr_xMeO_3$ , где  $Me = Co, Mn, Ni, Cr, Fe$  были получены методом соосаждения из разбавленных растворов азотнокис-

лых солей, взятых в соответствующих соотношениях, тетраэтиламмонием и испытаны в реакции окисления аммиака. Однако для использования катализатора в промышленности он должен быть сформирован в гранулы. Получаемые методом соосаждения порошки не формируются не только в виде сотовых структур, но и в виде простых гранул.

Эксперт патентного ведомства США привел в качестве аналогов катализаторы, запатентованные в трех патентах США.

В патенте США № 4968661 раскрыт катализатор окисления, имеющий формулу  $A_nMO_w[(DO_x)(EO_y)]_a z$ , где А – щелочной или щелочноземельный металл; М – V, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Ni, Cu или их смеси; D – Zr, Ce, Pr и т. д. и их смеси; E – La, Ce, Pr и другие РЗЭ;  $n = 0-0,02$ ;  $a = 0-1$ ; w, x, y – число атомов кислорода, необходимое в соответствии с валентностью А, М, D и E;  $z = 10-100$ .

В патенте США № 4788174 раскрыт катализатор окисления формулы  $A_{1-z}C_zB_xAl_{12-y}O_{19-\alpha}$ , где А – по меньшей мере один элемент, выбранный из группы Ca, Ba, Sr; С – К и/или Rb; В – по меньшей мере один элемент, выбранный из группы Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Cr;  $z = 0-0,4$ ;  $x = 0,1-4$ ;  $y = x - 2x$ ;  $\alpha$  – величина, определяемая валентностью соответствующих элементов А, С и В и значением x, y и z.

В патенте США № 4049583 формула изобретения представлена в следующем виде:

«1. Соединения, имеющие кристаллическую структуру перовскита формулы  $ABO_3$ , где:

а) А представляет собой катионы по крайней мере двух различных металлов, каждый из которых представляет катион с ионным радиусом 0,8–1,65 Å в количестве по крайней мере 1%;

б) В представляет собой ион металла платиновой группы в количестве 1–20 %, а оставшиеся В представляют ионы платиновой группы металлов, имеющих ионный радиус 0,4–1,4 Å.

2. Соединения по п. 1, где по меньшей мере 50 % В представляют ионы неплатиновой группы металлов различной валентности.

3. Соединения по п. 2, где указанные ионы металлов различной валентности имеют атомное число 22–29.

4. Соединения по п. 3, где указанные ионы металлов различной валентности – ионы железа, никеля или кобальта.

5. Соединения по п. 1, где ионы металлов А выбраны из таких металлов, как кальций, стронций, барий, лантан, или металлов с атомным числом 58–71.

6. Соединения по п. 1, где указанные ионы платиновой группы ионы рутения или платиновой группы.

7. Соединения по п. 2, где В представлен ионами неплатиновой группы металлов различной валентности.

8. Соединения по п. 1, в которых по крайней мере 50 % В представлены ионами не платиновой группы металлов, имеющих единственную фиксированную валентность.

9. Соединения по п. 8, где металл – металл группы IIIa периодической таблицы.

10. Соединения по п. 8, где металл – алюминий.

11. Катализатор, состоящий из соединений по п. 1 на сформованном носителе».

Поскольку согласно формуле изобретения соединения содержат по меньшей мере два металла типа А и по меньшей мере два металла типа В, в описании к патенту они представлены еще и в виде  $[A^{1-x}_1 A^2_x] [B^{1-y}_1 Me_y] O_3$  с кристаллической структурой перовскита, где  $A^1$  и  $A^2$  представляют один или более одно-, двух- или трехвалентных металлов, имеющих ионный радиус 0,8–1,65 Å; Me представляет один или более металлов группы платины – рутений, осмий, родий, иридий, платину, палладий;  $B^1$  представляет один или более металлов, имеющих ионный радиус 0,4–1,4 Å;  $x = 0,01–0,99$ .

В примерах представлен список из 100 конкретных соединений, в которых  $A^1$  и  $A^2$  – Ca, Sr, Ba, Ln и редкоземельные металлы,  $B^1$  – V, Fe, Ni, Co, Cr, Cu, K. Одним из наиболее близких к конкретным соединениям, предложенным для патентования, является соединение формулы  $[Ca_{0,2}La_{0,8}] [Co_{0,9}Ru_{0,1}] O_3$  (см. пример 5). В качестве носителя в патенте США предлагаются диоксид кремния, оксид кремния, оксид алюминия, диоксид циркония и др.

Эксперт отклонил п. 1 формулы предложенного технического решения на основании того, что в соответствии со ст. 102(b) § 35 Свода законов США оно может быть предвидено из указанных патентов или на основании положений ст. 103(a) § 35 Свода законов США является очевидным при сопоставлении с ними.

По мнению эксперта:

1. Структуры нового катализатора и известных катализаторов имеют *близкое родство*, поскольку *конкретные металлы включены в известные структуры*<sup>1</sup>; в известных патентах не раскрыто только процентное содержание окисей металлов (состав носителя).

2. Для специалиста в данной области на данный момент времени должно быть очевидно как предварительно определить оптимальные ко-

---

<sup>1</sup> Это один из вариантов видения химической системы, распространенный среди юристов: взяли конкретные атомы металлов, поставили в нужные места известной структуры, как, скажем, в электронную схему добавили дополнительный элемент. При этом они не принимают в расчет другие мнения, основанные на химических представлениях, утверждая, что патентное право для всех должно быть одинаково.

личества оксидов (носителя), поскольку для определения этого среднему специалисту нужно лишь рутинное экспериментирование.

3. Когда материал ссылок раскрывает небольшой тип соединений, это делает заявленные соединения публичным достоянием; при этом такие соединения могли бы быть очевидными, даже если бы тип не являлся малым для обоснования отказа на основании ст. 102 § 35 Свода законов США.

4. Признак «для окисления аммиака», который ограничивает целевое использование нового катализатора не является отличием заявленной композиции от композиций предшествующего уровня техники.

5. Выдача патента на старые композиции веществ на основании нового использования композиций, где использование заключается просто в применении композиции, противоречит духу и букве законодательства – патентодержатель имеет право на любое использование, для которого изобретение является приемлемым, независимо от того, является ли такое использование известным или неизвестным для него.

В ответах изобретателей на доводы экспертизы содержалось следующее:

1. Экспертиза при выводе об очевидности приняла во внимание только состав элементов, в то время как один и тот же состав может иметь различную структуру. Более того, керамика, в том числе гетерогенные катализаторы, определяется *структурой нескольких уровней*. Это прежде всего, конечно, химия атома или элемента, далее идет структура, образуемая этими элементами. Так, одни и те же химические элементы могут образовывать соединения с различной структурой, что и определяет в конечном итоге свойства композиций. Значительность таких различий всякий может понять на примере углерода, используемого в виде графита в карандашах и алмаза в абразивных материалах именно благодаря различиям в структуре этих материалов, образуемых одним единственным элементом – углеродом. Поэтому кроме химического состава или обобщенной формулы всегда уточняется структура, которую образуют элементы.

Третий уровень – это микроструктура или реальная (дефектная) структура, определяемая способом приготовления. Далее рассматриваются межфазные границы, пористая структура, удельная поверхность, форма гранул и геометрическая поверхность. Довольно часто различия в реальной структуре оксидов разного приготовления могут перекрыть роль (влияние) химического элемента в каталитической активности, что приводит к тому, что менее активный оксид проявит более высокую активность. Именно благодаря микроструктуре один и тот же состав и одна и та же фаза обладают различными свойствами, например разным цветом (диоксид титана может быть белым или желтым и т. д.), разной прочностью, разной растворимостью и т. д., что широко используется в химии.

Таким образом, при анализе факторов, определяющих свойства катализаторов, всегда следует учитывать не только элементный состав, но и структуру, микроструктуру, геометрическую форму катализаторов и т. д.

2. Хотя в многочисленных патентах структура и микроструктура активного компонента не присутствуют в явном виде в формуле изобретения, однако для *специалиста химика-каталитика* всегда ясно, о какой структуре или микроструктуре идет речь в данном изобретении.

Формула, приведенная в *патенте США № 4968661* для всякого специалиста-химика означает только тот факт, что катализатор состоит из двух гомогенных растворов: раствора А в оксиде переходного металла ( $MO_w$  – активный компонент) без изменения структуры последнего и раствора Е в структуре термостабильного и тугоплавкого оксида ( $DO_x$  – носитель), также без изменения структуры последнего, так как  $a = 0–0,2$ . Более того, совершенно определено можно заключить, что это, прежде всего, твердые растворы на основе оксидов церия или циркония со структурой флюорита.

В формуле нового катализатора оксиды  $ABO_x$  образуют другую структуру, а именно структуру перовскита, что следует из записи и примеров, и потому совершенно не перекрываются активным компонентом указанного патента.

Только при  $x = 0$  это структура оксида переходного металла – первого твердого раствора. Но в этом случае состав катализатора не подпадает под патент, так как ни один из составов второго раствора (термостабилизатора) патента не содержит оксида алюминия или алюмосиликатов, в то время как для нового катализатора введение этих компонентов принципиально в качестве не только термостабилизирующих, но и формообразующих компонентов.

Катализатор из *патента США № 4788174* имеет формулу  $A_{1-z}C_zB_xAl_{12-y}O_{19-a}$ , и элементы состава образуют структуру гексаалюмината, о чем свидетельствуют примеры. Именно структура гексаалюмината является активным компонентом. Основной особенностью этой структуры является вхождение оксидных компонентов в структуру оксида алюминия. В нашем случае имеет место структура не гексаалюмината, а перовскита.

В *патенте США № 4049583* раскрыт катализатор окисления, включающий оксиды металлов, имеющие кристаллическую структуру перовскита  $[A^{1-x}A^2_x][B^{1-y}Me_y]O_3$ , где  $A^1$  и  $A^2$  представляют один или более одно-, двух- или трехвалентных металлов, В представляет один или более металлов неплатиновой группы, Me представляет один или более металлов группы платины – рутений, осмий, родий, иридий, палладий и платину,  $x$  имеет значение между 0,05 и 0,95,  $y$  имеет значения между 0,01 и 0,20. Конкретные металлы  $A^1$  и  $A^2$  включают Ca, Sr, Ba, Ln и редкоземельные металлы.  $B^1$  может включать лантан и редкоземельные металлы.

В формуле изобретения заявлен активный компонент со структурой перовскита (п. 1), нанесенный на сформованный носитель (без указания

состава). В то же время состав катализатора зависит от условий его получения (см. ниже).

В нашей заявке заявляется *смешанный оксидный катализатор* с общей формулой  $(A_xB_yO_z)_k(Me_mO_n)_f$ , где А-катион Ca, Sr, Ba, Me, Be, Ln или их смеси,  $x = 0-2$ ,  $y = 1-2$ ,  $z = 0,8-1,7$ ;  $Me_mO_n$  – оксид алюминия и/или оксид кремния, циркония, хрома, алюмосиликаты, оксиды редкоземельных элементов (РЗЭ) или их смеси.

Химическая структурная формула катализатора изобретения отличается от химической структурной формулы из патента тем, что:

- заявлен не катализатор структуры перовскита общей формулы  $ABO_3$ , а смешанный оксидный катализатор, где оксиды структуры перовскита включены в состав только как частный случай;

- заявляемый катализатор не содержит благородных металлов (и это принципиально).

В катализаторе по патенту металлы платиновой группы содержатся не в малых количествах, как пишет эксперт; процентное содержание этих металлов от 1 до 20 %. Кроме того, присутствие элементов платиновой группы в катализаторе – это существенный признак, так как вводятся эти металлы для повышения уровня каталитической активности катализатора в реакциях окисления СО и пропана, а также в реакции восстановления  $NO + CO$ . Основной же целевой реакцией нашего изобретения является реакция селективного окисления аммиака до  $NO_x$ .

Введение в состав благородных металлов понижает селективность катализатора в отношении целевой реакции. Известно, что введение благородных металлов в состав смешанных оксидов приводит к увеличению степени восстановленности поверхности в реакционной смеси, содержащей восстановитель. В результате на поверхности появляются координационно-ненасыщенные центры, ответственные за стабилизацию нитрит-нитратных и амидных комплексов, что приводит к побочным процессам взаимодействия аммиака с оксидами азота с образованием нежелательного продукта – молекулярного азота, т. е. к снижению селективности процесса.

Таким образом, наличие благородных металлов в составе катализатора приводит к снижению селективности катализатора в целевой реакции окисления аммиака до оксида азота, протекающей при высоких температурах.

В нашем катализаторе повышение уровня каталитической активности достигается без использования благородных металлов, что стало возможным благодаря особенной микроструктуре сложного смешанного оксида. Поэтому катализатор по патенту при использовании его в реакции окисления аммиака не только не приведет к техническому результату согласно изобретению, но вдобавок приведет к побочным реакциям с образованием нежелательных продуктов.

3. Мы не согласны с замечанием эксперта о том, что «патент содержит раскрытие за исключением того, что настоящим изобретением заявляется

массовое процентное содержание компонентов окисей металлов, как определено в пп. 2 и 3 и т. д.».

Нельзя считать катализатор раскрытым, если весовой состав катализатора отличен, так как существенным признаком составов-катализаторов является не только элементный состав, состав компонентов, но и соотношение между ними. При этом соотношение оксидов металлов следует уже из п. 1, а не из пп. 2 и 3 структурной формулы, и это отношение является отличным. В пп. 2 и 3 даны лишь предпочтительные варианты.

Таким образом, если даже исходить только из химической структурной формулы, то наш катализатор отличен от катализатора по патенту США.

В патенте США представлена форма катализатора, которая формируется при нанесении активного компонента со структурой перовскита на сформированный носитель, т. е. в патенте используется уже готовый носитель, например на основе алюминиевой фольги, на которую наносится слой оксида алюминия (вторичный носитель) и затем только перовскит. Поэтому содержание носителя не может быть меньше, чем 50 %, и это особенно подчеркивается в колонке 12 (строки 1–10), т. е. содержание активного компонента не может быть больше 50 %. Приготовить катализатор с большим содержанием активного компонента, сформированного в блоке, согласно данному патенту принципиально невозможно.

В то же время активность и стабильность катализаторов увеличиваются с ростом содержания в них активного компонента. В нашей заявке при очень высоком содержании активного компонента (не менее 70 и максимально 96 %) предлагается блочная форма катализатора. Это становится возможным благодаря особенностям микроструктуры активного компонента, образующегося при механохимическом синтезе, и использовании формообразующих компонентов в нужной пропорции. Поэтому предлагаемый в патенте США метод приготовления перовскита не позволит даже в сочетании с нашими связующими компонентами приготовить блочный катализатор. И это принципиально. Более того, одна из задач нашего изобретения состояла в получении катализатора, не содержащего благородных металлов, в то время как катализатор из патента США содержит металлы платиновой группы.

Состав катализатора зависит от условий его получения. Описанный в патенте США способ приготовления катализатора путем спекания оксидов, гидроксидов и карбонатов с последующим их измельчением позволяет приготовить порошок оксида со структурой перовскита только с удельной поверхностью 0,1–10 м<sup>2</sup>/г.

В противоположность этому в заявленном нами способе используются сложные смешанные оксиды, в том числе со структурой перовскита, с удельной поверхностью 10–12 м<sup>2</sup>/г, формирующейся благодаря используемому механохимическому способу приготовления. Величина удельной поверхности имеет принципиальное значение. Такая величина удельной поверхности необходима для обеспечения в последующем процесса экс-

трузионного формования блоков с повышенным (выше 50 %) содержанием активного компонента.

Другим принципиальным фактором, обеспечивающим возможность приготовления *блоков сотовой структуры* с высоким содержанием активного компонента (выше 50 %) является специфическая микроструктура получаемых в нашем способе синтеза сложных оксидов. Так, частицы порошка являются нанокомпозитами, поскольку приповерхностный слой размером 10–30 нм состоит из кристаллических и разупорядоченных областей. Наличие такого слоя изменяет реакционную способность смешанного оксида, что позволяет получать нерасплаивающиеся пасты при низком содержании связующего и формировать блоки сотовой структуры.

Для придания формы активный компонент в способе по патенту США либо прессуется (в том числе с добавлением инерта), либо окатывается с добавлением связующего, либо экструдирован путем смешивания с моногидратом алюминия, диспергированного в подкисленной HCl воде с последующей экструзией через маленькое отверстие диаметром 0,125 дюйма (1 дюйм = 2,5 см. – Е. У.), и термообработкой гранул до удаления воды. При таком способе получения гранулированного катализатора содержание инерта может быть меньше, чем 50 %. Однако таким способом могут быть получены только гранулы простой формы – окатыши, о чем сообщают сами авторы, описывая далее приготовление таких окатышей.

Таким образом, все представленные в патенте США примеры приготовления гранулированного катализатора с меньшим, чем 50 %, содержанием инерта демонстрируют возможность получения только простой формы, а именно окатышей, при малом содержании связующего или инерта. Практическое использование окатышей в реакции окисления аммиака затруднено по следующим причинам: из окатышей образуется плотный слой, что приводит к повышению его газодинамического сопротивления, перегреву катализатора и проскоку аммиака, что повышает взрывоопасность процесса.

Использование каталитического слоя, сформированного сотовым катализатором, выравнивает газовый поток, не ухудшает газодинамики, выравнивает поле температур в слое, предотвращает проскок аммиака и, следовательно, повышает безопасность процесса.

Преимущества сотового катализатора возрастают в процессах, протекающих при малых временах контакта, к числу которых относится и окисление аммиака. Приготовить же блоки сотовой структуры с содержанием инерта менее 50 % и с содержанием активного компонента более 50 % методом трузионного формования по данным примерам из патента невозможно. Пасты при формовании расслаиваются, а активность и стабильность катализатора увеличиваются с ростом содержания в них активного компонента, т. е. высокое содержание активного компонента в катализаторе необходимо.

Именно потому, что катализатор по патенту США является нанесенным, он имеет ограниченное содержание активного компонента и быстро

дезактивируется, поскольку одной из основных причин снижения активности является взаимодействие активного компонента с носителем.

В отличие от катализатора по патенту США наш катализатор является не нанесенным, а *массивным катализатором*, который характеризуется повышенным содержанием активного компонента (не менее 70 и до 96 %), является наиболее активным и стабильным. Таким образом, согласно патенту США в катализаторе возможно содержание инерта менее 50 % (т. е. активной фазы – более 50 %), но в таком случае получаются только окатыши. Когда же речь идет о блочной структуре катализатора, то она возможна, но с малым содержанием активного компонента (менее 30 %).

В катализаторе по патенту США используется сильная соляная кислота. В предлагаемом нами катализаторе используются азотная и уксусная кислоты. Использование соляной кислоты приводит к схватыванию пасты и невозможности ее экструзионного формования из-за сильных тиксотропных свойств. Кроме того, использование соляной кислоты при приготовлении гранул приводит к дезактивации катализатора в реакции окисления аммиака, так как хлор-анионы, сохраняющиеся на поверхности оксидов даже после высоких температур прокаливания, являются сильным каталитическим ядом катализаторов окисления аммиака.

Даже если и использовать катализатор по патенту США для окисления аммиака, то по вышеуказанной причине задача настоящего изобретения не будет решена: не будет достигнуто эффективного процесса получения чистых и с высоким выходом оксидов азота без примесей аммиака при одновременном долгосрочном использовании катализатора. Катализатор будет дезактивирован.

Далее. Процесс окисления аммиака до оксидов азота проходит при температурах 800–1000 °С с периодической остановкой процесса в соответствии с технологическим режимом. Повысить устойчивость к термоциклам можно путем введения *армирующих алюмосиликатных волокон*, однако в патенте нигде не указывается, что оксид кремния вводится в виде нитей. Поэтому используемые в катализаторе по патенту США инертные компоненты не обеспечивают необходимой для работы при высоких температурах устойчивости катализатора к термоциклам, поскольку все его составляющие, включая активный компонент, обладают высокими коэффициентами термического расширения.

Принципиально, что в заявляемом катализаторе *алюмосиликаты введены в виде нитей (волокон)*. Это приводит к повышению устойчивости катализатора к термоциклам. Эта характеристика является одной из важнейших для высокотемпературных катализаторов, работающих в области температур 800–1000 °С.

Исходя из вышесказанного, следует, что нельзя предлагаемый катализатор рассматривать только как новое использование катализатора по патенту США, так как последний имеет не только иную структуру, но и в принципе не пригоден для проведения высокотемпературного процесса окисления аммиака до оксидов азота с высоким выходом, высокой степе-

нию чистоты получаемых продуктов, долговременной работой катализатора.

4. Мы не согласны с утверждением эксперта, что признак «для окисления аммиака» не является отличием заявленной композиции от композиций предшествующего уровня техники, и с тем, что данный случай можно рассматривать как новое использование старых композиций. Последнее противоречит духу и букве законодательства – патентодержатель имеет право на любое использование, для которого изобретение является приемлемым, независимо от того, является ли такое использование известным или неизвестным для него.

Вышесказанное действительно справедливо, но только для новых химических соединений, которые защищаются в абсолютной форме без указания назначения, как, например, в патенте США № 4049583. В этом случае, действительно, права владельца патента на новые химические соединения распространяются на все виды использования (известные и неизвестные) этого соединения.

Но когда речь идет о составах, композициях, катализаторах (а они также характеризуются составом), обязательно указывается назначение. Нельзя составить пункт формулы на просто композицию, всегда нужно писать *«композиция для ...»*.

В этой связи хотелось бы обратить внимание эксперта на патент США № 4968661. Из п. 1 этого патента совершенно непонятно, о каком катализаторе идет речь, для какого процесса предназначен этот катализатор. Такой патент легко опротестовать, так как родовое понятие очень широкое и неопределенное, а в описании речь идет о катализаторе окисления, но не любого окисления, а горения, и не любых соединений, а органических.

5. Что касается замечаний эксперта по «очевидности», то хотелось бы обратить внимание на следующее.

В противопоставленных патентах речь идет о катализаторах окисления органических соединений. Органические соединения – это не то же самое, что аммиак. Более того, перечисленные катализаторы окисления пригодны не для всех органических соединений, а только для перечисленных в патентах. Для других органических соединений требуются свои катализаторы окисления. И для специалиста вовсе не очевидно, что катализатор, пригодный для одних соединений, будет так же и с той же эффективностью пригоден для других соединений. Даже катализатор окисления органических соединений не будет пригоден абсолютно для всех органических соединений, не говоря уже об аммиаке. Этот факт не нужно объяснять ни одному химику. Потому и является предметом многих изобретений разработка новых катализаторов окисления, учитывающих исходные продукты, конечные продукты, цели реакции и т. д. И это является предметом не рутинных, как пишет эксперт, а специальных исследований. А следуя логике эксперта из противопоставленных трех патентов США (№ 4968661, № 4788174, № 4049583), достаточно было бы на основании известности

одного, более раннего патента, например патента № 4049583, отклонить оставшиеся два патента.

Удивительно, что эксперт не противопоставил ни одного документа, где раскрывались бы катализаторы окисления именно аммиака, так как прежде всего должны быть противопоставлены катализаторы одного и того же назначения. Далее. В литературе не было обнаружено документов, из которых следовало бы, что катализаторы со структурой гексаалюмината и флюорита могли бы использоваться для окисления аммиака. Такая структура, видимо, либо не позволяет осуществить процесс, либо для этого нужны какие-то специальные условия, которые пока не найдены.

Прокомментируем доводы «за» и «против» предлагаемого изобретения.

1. Авторы изобретения в своем ответе привели целый ряд убедительных, с точки зрения области техники, аргументов, свидетельствующих о том, что доводы экспертизы об очевидности технического решения нельзя считать обоснованными. Аргументы таковы:

- экспертиза при выводе об очевидности приняла во внимание только состав, в то время как один и тот же состав может относиться к разным структурам. Известно, что свойства таких систем, как керамика, и в частности гетерогенных катализаторов, имеют многоуровневую структуру, включающую химическую структуру, микроструктуру, геометрическую форму катализатора;

- структуры, описанные в патентах США № 4968661 и № 4788174, и структуры предложенных катализаторов различны, вопреки утверждению эксперта о близком родстве;

- в патенте США № 4049583 описаны активные компоненты катализатора, представляющие собой смешанные оксиды структуры перовскита, а также катализатор, содержащий этот компонент, нанесенный на сформованный носитель (без указания состава), в то время как заявлен блочный катализатор сотовой структуры. Для формирования такого катализатора необходимы термостабилизирующие и формообразующие компоненты, которые в заявке представлены в виде формулы  $Me_nO_m$ .

Кроме того, в составе активного компонента содержатся в качестве существенного признака металлы платиновой группы, в то время как одной из задач изобретения является исключение этих элементов. Авторы привели данные, свидетельствующие о негативном влиянии на селективность предложенного катализатора введения его в состав благородных металлов;

- блочный катализатор с высоким содержанием активного компонента возможен только благодаря особенностям микроструктуры активного компонента, образующегося при механохимическом синтезе и использовании формообразующих компонентов в нужной пропорции. Метод приготовления перовскитов, используемый в патенте США № 4049583, путем спекания оксидов, гидроксидов, кар-

бонатов с последующим измельчением позволяет получить продукт с удельной поверхностью только 0,1–10 м<sup>2</sup>/г. Для процесса экструзионного формования блоков с повышенным содержанием активного компонента необходима структура перовскита с удельной поверхностью 10–12 м<sup>2</sup>/г, поэтому перовскиты, описанные в патенте США, не могут быть использованы в заявленном катализаторе.

Такие доводы, безусловно, могут снять вывод об очевидности заявленного катализатора, исходя из указанных экспертом патентов.

2. Убедительны возражения авторов предлагаемого изобретения против заключения эксперта о том, что признак «для окисления аммиака» не является отличием заявленной композиции от композиций предшествующего уровня техники и что данный случай можно рассматривать как новое использование старых композиций.

Авторы изобретения указывают, что отсутствие признака назначения в данном случае обязательно, поскольку речь идет не о новых химических соединениях, а о композиции. Кроме того, этот признак в данном случае является существенным, поскольку катализатор связан с процессом, в котором он работоспособен. В противопоставленных патентах речь идет о катализаторах окисления органических соединений. Органические соединения – это не то же самое, что аммиак. Более того, перечисленные катализаторы окисления пригодны не для всех органических соединений, а только для перечисленных в патентах. И для специалиста вовсе не очевидно, что катализатор, пригодный для одних соединений, будет так же и с той же эффективностью пригоден для других соединений. Даже катализатор окисления органических соединений не будет пригоден абсолютно для всех органических соединений, не говоря уже об аммиаке.

Эксперт не противопоставил ни одного документа, где раскрылись бы катализаторы окисления именно аммиака, хотя, прежде всего, должны быть противопоставлены катализаторы одного и того же назначения. В литературе не было обнаружено данных, из которых следовало бы, что катализаторы со структурой гексаалюмината и флюорита могли бы использоваться для окисления аммиака. Такая структура, видимо, не позволяет осуществить процесс, либо нужны какие-то специальные для этого условия, которые пока не установлены.

Авторы обсуждаемого здесь изобретения вполне заслуженно получили патент США. Тем не менее нельзя не обратить внимание на ряд несоответствий и неоднозначностей терминологического характера, имеющих место в материалах авторов изобретения, которые полезно рассмотреть подробнее.

1. В рассматриваемом изобретении объект охарактеризован в формуле изобретения как *смешанный оксид общей формулы*  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)_f$  с последующим раскрытием *состава*, подчеркиваем, именно *состава*, где  $Me_mO_n$  – это формообразующий ком-

понент, на что неоднократно обращают внимание авторы изобретения. В то же время в ответе экспертизы эта формула названа *химической структурной формулой*, что никак нельзя признать корректным.

По определению химическая структурная формула является характеристикой не состава, а строения химического соединения. Формула  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)_f$  не является структурной химической формулой, поскольку ее запись не отражает строение химического вещества (см. приложение 2, п. 3).

Описание соединений в формуле из патента США № 40949583 как имеющих кристаллическую структуру перовскита формулы  $ABO_3$  авторы изобретения так же некорректно называют структурной химической формулой, но уже по другой причине. В этом патенте описаны кристаллохимические соединения, а не состав, как в предложенном изобретении, но и эти формулы нельзя назвать химическими структурными формулами, поскольку, не имея молекулярного строения, они не отражают строение молекулы. Другими словами,  $ABO_3$  – это формульная единица, а перовскит – это характеристика типа кристалла; ни то, ни другое не имеет отношения к структуре молекулы.

2. Авторы рассматриваемого изобретения в своих материалах используют в отношении формулы  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)_f$  два разных словосочетания, а именно: «смешанные оксиды общей формулы» и «смешанный оксидный катализатор формулы  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)_f$ ».

В связи с этим возникают следующие вопросы:

- применим ли к указанной формуле термин «смешанные оксиды»;

- являются ли эти выражения идентичными?

Основанием для этих вопросов служат сведения из известных источников информации.

Во-первых, известно, что под смешанными оксидами подразумевают:

- либо сложные оксиды одного и того же элемента в различных степенях окисления (см. интернет-источники [Режим доступа: <http://www.himgelo.ru/section24/section8/section49/55.html>; <http://rushkolnik.ru/docs/10/index-46315.html>]);

- либо сложные оксиды – соединения, состоящие из ионов двух или более металлов и ионов кислорода  $O^{2-}$  [2. С. 211].

Другими словами, смешанные оксиды – это химические соединения, а не композиции, но в рассматриваемом случае формула относится именно к композиции, а не к химическому соединению.

Химическими соединениями являются компоненты катализатора, выраженные отдельными формулами  $A_xB_yO_{3z}$  и  $Me_mO_n$ , а формула в целом – это состав оксидов (сложных и индивидуальных), а не смешанный оксид, если следовать указанным определениям.

Заметим, что оксиды из патента США № 40949583 названы смешанными оксидами в полном соответствии с известной информацией [2. С. 211].

На сайте Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН приведены следующие определения смешанных катализаторов [Режим доступа: <http://catalysis.ru/thezaurus/application/termin.php?terminId=6310>]:

«Согласно “Химической энциклопедии” (Т. 1. С. 540–541) *смешанные катализаторы* – это катализаторы, состоящие из нескольких веществ – оксидов металлов с различным зарядом катиона, аморфных алюмосиликатов и цеолитов, гетерополикислот, сульфатов, фосфатов и др. Именно на поверхности смешанных систем легче образуются реакционноспособные заряженные частицы.

Согласно О. В. Крылову (Гетерогенный катализ. М.: Академкнига, 2004. С. 17), *если промотор добавляют к катализатору в больших количествах, такой катализатор называют смешанным.*

Как правило, действие смешанных катализаторов неаддитивно, т. е. активность его нельзя представить как сумму активностей составляющих его компонентов. Если каждый из компонентов сложного катализатора повышает активность в смеси, говорят о синергизме действия компонентов катализатора.

Границу между промотированными и смешанными катализаторами зачастую провести трудно. Обычно, если добавка составляет проценты и доли процентов, ее относят к промоторам».

Таким образом, в один термин вкладывают разное содержание, т. е. рассмотренные выше выражения неравнозначны и не могут быть использованы как взаимозаменяемые. Получается, что объект в формуле изобретения охарактеризован неточно, поскольку общая формула  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)_f$  по известным определениям не относится к смешанным оксидам.

Авторы изобретения подчеркивают, что предложенный катализатор является блочным, а не нанесенным, и это существенно, однако общая формула типа  $(A_xB_yO_{3z})_k(Me_mO_n)_f$  может быть отнесена и к нанесенному катализатору (перовскиты  $A_xB_yO_{3z}$  нанесены на поверхность оксидов формулы  $Me_mO_n$ ).

Понятно, что специалисты в определенной области химии могут общаться между собой на своего рода жаргоне, неточно употребляя некоторые слова или даже опуская их, что не мешает им понимать друг друга. Иная ситуация возникает, когда эксперт или патентный поверенный вынуждены сравнивать и оценивать несколько технических решений, в которых используется терминология с разной возможностью толкования. Однако изучение состояния терминологии в конкретной области не входит ни в обязанности эксперта, ни в обязанности патентного поверенного. Представляется, что вольное обращение с научной терминологией со стороны авторов изо-

бретения безответственно и недопустимо, к тому же это может быть одной из причин неверной оценки технического объекта.

3. По мнению авторов изобретения, несмотря на то, что «в многочисленных патентах структура и микроструктура активного компонента не присутствуют в явном виде в формуле изобретения, однако для специалиста химика-катализатора всегда ясно, о какой структуре и микроструктуре идет речь в данном изобретении».

Однако некоторые данные заставляют усомниться в однозначности подобного суждения. Например, запись  $A_xB_yO_{3z}$  ( $ABO_3$ ) рассматривается авторами изобретения как структура перовскита, а из [2. С. 300–302] следует, что формуле  $ABO_3$  могут соответствовать не только структуры перовскита, но и, например, ильменита, и сверхструктуры перовскита. Структура перовскита в свою очередь имеет разновидности с очень разными свойствами.

4. Заслуживают внимания формула и описание изобретения к патенту США № 4049583 (см. выше), поскольку он является в определенном смысле примером.

В п. 1 формулы изобретения из этого патента, который должен включать существенные признаки технического объекта, указаны:

- общая формула  $ABO_3$  и тип кристаллической структуры – перовскит;

- расшифровка А как по меньшей мере двух различных металлов, характеризующихся значением ионных радиусов 0,8–1,65 Å;

- расшифровка В как по меньшей мере двух различных металлов платиновой и неплатиновой группы, характеризующихся значением ионных радиусов 0,4–1,4 Å;

- процентным содержанием каждого типа металлов (А и В) и соотношением ионов платиновой и неплатиновой группы.

Конкретные металлы типа А и В указаны в дополнительных (зависимых) пунктах формулы изобретения.

В описании к патенту приведены данные, свидетельствующие о существенности именно тех характеристик А и В, которые представлены в формуле, а именно:

«Специфичность (или характер) металлов типа А в металлооксидных соединениях, согласно изобретению, менее важна, чем тип металла В, а важным свойством является величина радиусов катионов.

Значение ионного радиуса в структуре перовскита было предметом обсуждения многих авторов (см., например: [Krebs Fundamentals of inorganic Crystal Chemistry. L.: McGraw Hill, 1968]).

Полагая, что кристаллическая структура образуется упаковкой сферических ионов, можно записать уравнение

$$R_A + R_O = tV \cdot 2 (R_B + R_O),$$

где  $R_A$ ,  $R_B$  и  $R_O$  – радиусы ионов металлов типа А и В и кислорода соответственно;  $t$  – фактор допуска (tolerance factor).

Тетрагональные структуры перовскита обычно получают в простых тройных системах, когда  $t = 0,9-1,0$ . Искажения в структуре перовскита обычно получают при  $t = 0,8-0,9$ . Структуры перовскита с более широкими отклонениями от идеальной картины получают в более сложных соединениях, какими являются представленные в патенте, особенно когда эти соединения содержат небольшие пропорции ионов, имеющих радиусы больше или меньше, чем должно было бы соответствовать фактору  $0,8-1$ ».

Однако наиболее корректным видом формулы изобретения, по нашему мнению, следует считать запись из описания к патенту, которая представлена в реферате:

«Соединения формулы  $[A^{1-x} A^2_x] [B^{1-y} M_y] O_3$  структуры перовскита, в которой  $A^1$  и  $A^2$  – каждый один или более одно-, двух- или трехвалентных металлов, имеющих ионный радиус  $0,8-1,65 \text{ \AA}$ ;  $B^1$  – один или более неплатиновых металлов, имеющих ионный радиус  $0,4-1,4 \text{ \AA}$ ; Me – один или более металлов платиновой группы: рутений, осмий, родий, палладий, платина;  $x = 0,05-0,95$ ;  $y = 0,01-0,20$ ».

Такой вид формулы изобретения предпочтительнее по двум причинам:

- 1) уточнены и наглядно представлены типы металлов;
- 2) количественные соотношения представлены в виде коэффициентов, а не в процентах.

Если добавить, что в зависимых пунктах и формуле конкретизированы металлы типа А и В, а в самом описании представлена информация о том, где опубликованы таблицы со значениями ионных радиусов, то вопрос о полноте и точности описания технического объекта вряд ли может возникнуть у среднего специалиста.

5. Приведем другой пример, но уже не для подражания, а в качестве очередного доказательства необоснованности выводов об очевидности по причине ошибочных химических представлений, распространенных в сфере патентования (экспертиза, суды, публикации).

Ф. Ледерер в публикации [3] указывает на дело, которое разбиралось в Верховном суде Дюссельдорфа с применением доктрины эквивалентов по отношению к металлическим сплавам. Публикация Ф. Ледерера рассмотрена нами в работе [4. С. 46–47].

В этом деле решение о нарушении было основано на следующей формуле:

«Аморфный сплав металлов с повышенной стабильностью при нагревании, состоящий из композиции, которая описывается общей формулой  $M_a Y_b Z_c$ , где М – железо, никель, хром, кобальт и/или ванадий, Y – фосфор, углерод и/или бор, Z – алюминий, кремний, олово, сурьма, германий, индий и/или бериллий, и  $a = 60-89,9 \text{ ат. \%}$ ;  $b = 10-30 \text{ ат. \%}$ ;  $c = 0,1-15 \text{ ат. \%}$ ;  $a + b + c = 100 \text{ ат. \%}$ .

Эта формулировка пункта формулы изобретения очень близка к пункту формулы, относящемуся к химическому веществу, отличающемуся определенной структурной формулой.

Правонарушающая форма исполнения содержала в относящейся к Z-компоненту состава 16,5 ат. % кремния, т. е. количество, явно превышающее названную в пункте формулы верхнюю границу 15 ат. %.

Верховный суд г. Дюссельдорфа признал нарушение патентных прав в области эквивалентности с такой мотивировкой: «Специалист должен был бы понимать, что цифровые данные пункта формулы следовало рассматривать только как приблизительные данные, но не в том смысле, что эти границы не должны ни в коем случае превышать».

Поскольку оспариваемый аморфный сплав бесспорно обнаруживает свойства, которые должны иметь предлагаемые согласно патенту сплавы, примененное ответчиком количество 16,5 ат. % кремния действует одинаково с названным в формуле количеством 0,1–15 ат. % и специалист, как изложено, мог без труда придумать этот сплав на основании обдумываний, которые связаны с описанным в патентной формуле изобретением. Признак у оспариваемого сплава исполняется совершенно эквивалентно».

Суд, выносящий это решение, не побоялся применить доктрину эквивалентов к пункту формулы изобретения, который очень близок к пункту формулы, относящемуся к химическому веществу, отличающемуся определенной структурной формулой, если не полностью ему соответствует, так как сплавы являются не простыми смесями, а своего рода интерметаллическими соединениями.

Итак, по мнению Ф. Ледерера и, по-видимому, по мнению судей, формула изобретения, которая признана нарушенной, приближается, если вообще не полностью соответствует формуле изобретения на химические вещества, определенные структурной формулой, так как сплавы являются не простыми смесями, а интерметаллическими соединениями.

Действительно, сплавы не являются в общем случае простыми механическими смесями составляющих их компонентов, которые при сплавлении в зависимости от их химической природы и способа обработки образуют различные составляющие, входящие в структуру сплава, а именно:

- а) твердые растворы;
- б) химические соединения, например интерметаллиды;
- в) смеси фаз – эвтектики, продукты перитектических превращений, причем условия получения сильно влияют на свойства сплавов [5. С. 1003–1006]. Можно еще добавить, что свойства сплавов определяются их составом и структурой, и они поддаются изменению применением различного вида обработки [6, С. 539]. В таком случае непонятно, почему сплав, не будучи простой смесью, охарактеризован в рассматриваемом выше патенте именно как простая смесь, т. е. составом компонентов. Однако мы не ставили целью

более глубокое рассмотрение этого обстоятельства. Наша задача – обсудить ошибочные представления Ф. Ледерера, на которые он опирается при оценке патентно-правовых аспектов, делая очень важные для участвующих в деле сторон выводы – о нарушении или не нарушении патента.

По его мнению, сплавы являются своего рода интерметаллическими соединениями, и поэтому он считает возможным применить этот термин по отношению к аморфному сплаву [3]. Из определенных понятия «интерметаллические соединения», которые представлены в [3], следует, что эти соединения:

1) имеют фиксированный состав элементов, т. е. характеризуются формулами типа  $AB$ ,  $A_2B$ ,  $A_3B$ ,  $AB_2$ , в то время как состав аморфного сплава охарактеризован диапазонами, причем со значительными интервалами;

2) характеризуются упорядоченным строением, т. е. являются кристаллическими веществами, в то время как аморфный сплав, по определению, имеет неупорядоченное строение (см. приложение 8 настоящей книги).

Для химика совершенно очевидно, что аморфный сплав и интерметаллическое химическое соединение – не тождественные системы, а следовательно, правоведы не имеют права использовать собственные толкования этих понятий, противоречащие представлениям химии.

Другим глубоким заблуждением Ф. Ледерера, по нашему мнению, является отождествление сплавов и интерметаллических соединений с химическими соединениями, которые характеризуются определенной структурной формулой.

Здесь в который раз приходится говорить о том, что определенной химической структурной формулой характеризуются только индивидуальные химические соединения, т. е. стехиометрические соединения молекулярного строения. Интерметаллические соединения характеризуются формулой, отражающей определенно фиксированный состав, но она не является структурной химической формулой. Что касается аморфного сплава, представленного в формуле, то он охарактеризован как типичная композиция, т. е. просто составом, причем не фиксированным, а в интервале компонентов.

Различие между перечисленными выше химическими системами, которое напрямую связано с оценкой очевидности результата, необходимой для признания эквивалентности, состоит в следующем:

– в случае молекулярных химических структур (стехиометрических соединений) взаимосвязь структура–свойство не зависит от условий получения, но тем не менее структура такого химического

соединения не является очевидной, если не очевиден способ ее получения;

– в случае нестехиометрических соединений свойства зависят не только от состава и структуры конкретного соединения, но и от условий его получения, а потому недопустимо говорить об очевидности изменения состава, не принимая во внимание приемы способа его получения или обработки.

Исходя из положений собственно химии, средний специалист в химии, который по определению должен действовать согласно этим положениям, в принципе не способен по формуле изобретения сказать, к каким изменениям в свойствах приведет изменение состава. Это тем более невозможно, когда объект охарактеризован в формуле изобретения неадекватно реальному объекту (реальный объект считается интерметаллическим соединением, по словам Ф. Ледерера, а охарактеризован он как смесь компонентов). Каким же образом средний специалист найдет равноценную модификацию, если он не знает точно, о чем идет речь?

Тем не менее и судьи, и правоведы без всяких сомнений опираются на мнение такого «среднего специалиста» в химии, награждая его способностями, которыми он в принципе не может обладать.

6. Считаю необходимым еще раз сформулировать те представления в химии, которые постоянно нарушаются в области патентного права, в частности при отождествлении объектов – композиций (смесей) с объектами – унитарными химическими системами и индивидуальными химическими соединениями, имеющими определенную структурную формулу. Все эти системы характеризуются разными носителями свойств, а если перейти на язык патентного права, то это означает, что соответствующие формулы изобретения будут относиться к разным типам.

В первую очередь обращаем внимание на то, что для унитарных химических систем состав вообще не является однозначно характеризующим признаком. В первой книге настоящей монографии [1] показано, что этот вопрос наиболее четко освещен в докладе Б. Ф. Ормонта на Совещании по определению понятия химического соединения следующими положениями [1. С. 31–32]:

– в случае немолекулярных кристаллов понятие «молекула» лишено физического смысла;

– уже не молекула, а фаза определяет свойства кристаллической решетки;

– ничтожные примеси влияют не локально, а на весь кристалл<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup> Некоторые другие аспекты патентования твердотельных систем (катализаторов сплавов, стекол) рассмотрены нами в монографии «Химия и патентное право» [7. С. 33–36, 48–53].

– даже при постоянных составах и типе решетки атомы по-разному могут занимать узлы и междоузлия, образуя различные реальные структуры, вследствие чего реальные твердые фазы при одном и том же составе могут иметь совершенно различные свойства, в зависимости от условий образования;

– даже при одном и том же химическом составе твердые фазы могут различаться (в случае двух или более сортов атомов) упорядоченным или неупорядоченным и вообще различным размещением атомов в их позициях;

– фазы переменного состава могут отличаться еще и разным соотношением количеств разнородных атомов.

Таким образом, унаследованный от классической химии и широко распространенный в настоящее время подход, принимающий, что где бы и как бы данное соединение ни получалось, его состав один и тот же и что одному и тому же составу отвечают одни и те же свойства, не обоснован, особенно в последнем случае.

Отсюда вытекает необходимость изменения принятой формулировки закона соединительных весов и закона постоянства состава. Она должна быть изложена, как нам (Б. Ф. Ормонту. – Е. У.) кажется, примерно в таком виде:

«Если соединение имеет в данном агрегатном состоянии молекулярную структуру (пар, молекулярный кристалл и т. д.), то его химические свойства даже при одном и том же составе свойства могут сильно зависеть от условий образования».

Формула «Исследование зависимости состав-свойство» превращается в формулу «Исследование зависимости условия образования–состав-строение–свойство», которая должна быть расшифрована так: установление связи между условиями образования, химическим и фазовым составом системы, химическим составом и строением отдельных фаз, свойствами отдельных фаз и системы в целом.

В приведенной тексте каждая без исключения фраза может быть использована как неоспоримый аргумент в конфликтных ситуациях, когда доказательства очевидности обоснованы совершенно иными представлениями, т. е. когда среднему специалисту приписываются знания в химии, противоречащие фундаментальным основам этой науки. Положения химии, отличные от классической химии Пруста, были сформулированы в 1953 г. Все последующее развитие химии лишь подтверждало, что для множества типов химических систем не существует прямой зависимости состав–свойства, или состав–структура, или структура–свойства. И тем не менее юристы наделяют среднего специалиста в химии способностями делать непосредственные выводы об очевидности тех или иных результатов, которые не ясны даже высококвалифицированным специалистам, объявляя рутинной работой то, что требует тщательных исследований.

## Литература

1. Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 1. Химические понятия. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2012.
2. Уэллс А. Структурная неорганическая химия. Т. 2. М.: Мир, 1987.
3. Lederer F. Equivalence of Chemical Product Patents // ИС. 1999. Vol. 30, № 3. Р. 275–284.
4. Устинова Е. А., Чельшиева О. В. Доктрина эквивалентов: зарубежные публикации и судебная практика. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2008.
5. Химическая энциклопедия. Т. III. М.: Сов. энциклопедия, 1965.
6. Химический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.
7. Устинова Е. А. Химия и патентное право. М.: ИНФРА-М, 2005.

### 2.4. Дело о «гантелях»

В этом деле задача консультанта оказалась для автора настоящей монографии несложной, но интересной, поскольку впервые пришлось столкнуться на практике со сравнительно недавно открытым типом химических соединений, которые были названы их создателями «топологические химические соединения».

В 1973 г. в русском переводе вышла монография Г. Шилла «Катенаны, ротаксаны и узлы» [1], в предисловии к которой отмечено, что эта «первая в мировой литературе монография по совершенно новой области химии интересна для представителей всех разделов естествознания, так как предмет ее – *соединение молекул без химической связи* – есть новый строительный принцип живой и неживой природы. Книга имеет огромную методологическую ценность, особенно для химика, потому что только химик может извлечь отсюда всю полноту стратегии исследования при решении задачи, недавно казавшейся фантастической».

В методологическом плане работа Г. Шилла оказалась исключительно полезной и для автора настоящей монографии, в частности в рассматриваемом в данном разделе.

Фирма патентных поверенных обратилась за консультацией по поводу решения экспертизы, касающегося опубликованной в 1996 г. заявки, в которой предлагались новые химические соединения, относящиеся к типу «гантелей».

Схематически этот тип химических систем представлен на рис. 1 (рисунок взят из работы Г. Шила [1]).

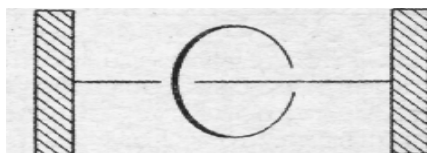


Рис. 1

В химических соединениях этого типа объемные концевые группы предупреждают выход линейной молекулы из макроцикла [1. С. 13–14].

В рассматриваемой заявке линейная часть «гантели» представлена полимером (полиэтиленгликоль, декстрин и др.), имеющим на концах функциональные группы, вокруг которых расположены кольцевые фрагменты в виде циклических полипептидов различного строения, обладающих различной биологической активностью.

В своем решении экспертиза указала на следующее:

«Экспертиза не может отнести заявленное вещество ни к индивидуальному химическому соединению, ни к группе химических соединений общей структурной формулы в *общепринятом специалистами значении терминов*, поскольку каждый полипептид имеет свою, свойственную ему первичную структуру (последовательность аминокислот), свои биологические свойства, которые и предопределяют назначение каждого конкретного соединения. Экспертиза признает, что соединения типа  $R_1-X-R_2$  могут усиливать и пролонгировать действие полипептидов, входящих в их состав, однако это свойство не дает основания для включения соединений такого типа в один независимый пункт. В соответствии с национальным законом защита предоставляется реально полученному соединению, которое характеризуется признаками, достаточными для его идентификации (СП-2, п. 3.3.5.). Однако признаки, включенные заявителем для характеристики соединений типа  $R_1-X-R_2$ , не позволяют полностью и однозначно идентифицировать заявленное соединение.

Экспертиза обращает внимание на п. 3.3.2.4 (2) Правил, который гласит, что независимый пункт не признается относящимся к одному изобретению, если содержащаяся в нем совокупность признаков включает выраженные в виде альтернативы признаки, относящиеся не к отдельным признакам, а к группе функционально самостоятельных признаков (узел, деталь, операция, способ, вещество), в том числе, когда выбор той или иной альтернативы для какого-либо из этих признаков зависит от выбора, приведенного для другого признака.

$R_1$  и  $R_2$  – представляющие собой различные полипептиды, а  $X$  – различные полимеры, входящие в состав  $R_1-X-R_2$  в данном случае относятся к группам функционально самостоятельных признаков. Именно поэтому представленные к защите соединения не могут быть охарактеризованы в одном независимом пункте. Экспертиза предлагает сгруппировать соединения в разных независимых пунктах формулы по принципу общности структурной формулы и биологической активности, обуславливающей их назначение».

Знакомство с работой Г. Шилла, позволило автору настоящей монографии увидеть в предложенном решении аналогичные химические соединения, в которых фрагментами являются отдельные молекулы, могущие существовать в принципе самостоятельно. Каждая из них имеет свою структуру и свою активность, но в данном

случае они являются не частями состава, а структурными частями общей химической системы, которая функционирует как целое образование. Разделение этого целого на составляющие равноценно разделению молекулы на атомы.

Целостной химической системой, т. е. химическим соединением, является в данном случае совокупность нескольких молекул, между которыми существует не химическая, а механическая связь. Ни одна из этих частей в отдельности не обладает свойством пролонгирования или усиления биологической активности, а сами части не являются составом, а образуют единую унитарную химическую систему.

В работе Г. Шилла приведены все данные, подтверждающие, что подобные структуры следует рассматривать, *как одну молекулу*, т. е. они, безусловно, являются химическими соединениями [1. С. 16]. При этом автор приводит следующие условия описания химического соединения [1. С. 15]:

«Любое соединение в общем виде можно однозначно описать, если указать:

- 1) порядок связи данного числа атомов;
- 2) тип химических связей;
- 3) конфигурацию ассиметрических атомов или жестких центров;
- 4) конформацию;
- 5) топологию.

Химическая топология рассматривает различие в строении и свойствах соединений, которые идентичны по признакам 1, 2, 3 и несмотря на это не могут претерпевать взаимного превращения за счет конформационных изменений (см. также [2. Приложение 4]).

Как только в качестве объекта изобретения выступает единое структурное образование, все пункты правил и рассуждения экспертизы оказываются несостоятельными. Конечно, эти соединения представляют собой, по выражению Г. Шилла, «диговинку», а если еще учесть совершенно неверные представления о химических соединениях в существующих по патентованию правилах и рекомендациях, по которым работают эксперты (подробности см. в книге второй настоящей монографии), то ожидать от экспертов правильного восприятия нового материала не приходится.

Обращаем внимание на утверждение экспертизы, состоящее в том, что «вещество должно быть либо индивидуальным, либо относиться к группе химических соединений общей структурной формулы в общепринятом специалистами значении терминов». А что конкретно подразумевается под «общепринятыми специалистами значениями терминов»? Если речь идет о тех определениях, которые приведены в правилах и рекомендациях, то их некорректность или несоответствие химическим реалиям показаны в целом ряде наших публикаций.

Если экспертиза отсылает нас о общедоступным источникам информации типа справочников, учебников, энциклопедий, то, как убедительно доказано в книге первой настоящей монографии, в них отсутствует общепринятое определение химического соединения, а другие химические термины не являются однозначными, поскольку в разных источниках определены по-разному, иногда противоположным образом [4].

К тому времени, когда рассматривалось дело о «гантелях», уже существовали такие общедоступные источники информации, как химические словари и энциклопедии, в которых имелась информация о топологических соединениях [5–7]. Однако чтобы обратиться к указанным источникам, надо было соотнести сведения из заявки на изобретение с термином «топологические химические соединения», а этот шаг уже требовал определенного уровня сведений, подчеркнутых из специальной литературы, а не из общедоступных источников.

Понятно, что в задачи эксперта не входит изучение подобной литературы и он не несет ответственность за несостоятельные правила, предписанные ему, и поэтому авторам приходится опираться только на собственные знания о химических системах и умение соотносить их с условиями патентно-правовой методологии. Некоторые сведения о топологии и супрамолекулярной химии содержатся в работе [2. С. 193–197].

Более сложная, чем рассмотренная здесь, ситуация возникает в том случае, когда новый тип соединений только что создан, и создатель пытается его запатентовать. Другими словами, никаких сведений, кроме сугубо специальной литературы, в уровне техники не имеется. Такие «дикивинки», т. е. абсолютно новые решения, оказываются непатентоспособными потому, что правила патентования сформулированы не только без учета научной перспективы, но даже без учета уже имеющихся современных представлений о химических системах.

В монографии «Химия и патентное право», вышедшей спустя почти 10 лет после дела о «гантелях», анализируются другие патенты, в которых описаны ротаксаны. Кроме того, рассматриваются новые сложные трехмерные структуры, «строительными блоками» которых являются молекулы нуклеиновой кислоты, что привело к созданию нового термина «молкон» (молекулярная конструкция).

Быстрое распространение в химической литературе термина «молкон» свидетельствует о потребности у химиков создания обобщенных понятий, характеризующих тип новых структурных образований [2. С. 40–47]. Этот термин вошел и в патентные описания, и мы с успехом использовали его на практике, предлагая авторам изобретений в конкретной ситуации использовать именно этот термин.

В настоящее время сформировалась новая область знаний, получившая название «супрамолекулярная химия», которую Ж.-М. Лен определил как химию межмолекулярных связей, изучающую ассоциацию двух или более химических частиц, а также структуру подобных ассоциаций. Область объектов ее изучения лежит за пределами классической химии, исследующей структуру, свойства и превращения отдельных молекул [8], но она отражает реалии современной химии и с этим нельзя не считаться.

### Литература

1. Шилл Г. Катенаны, ротаксаны и узлы. М.: Мир, 1973.
2. Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 2. Химические изобретения. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2013.
3. Устинова Е. А. Химия и патентное право. М.: ИНФРА-М, 2005. С. 43–47.
4. Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 1. Химические понятия. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2012.
5. Химический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983. С. 548.
6. Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 351.
7. Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1995. Т. 4. С. 611.
8. Пожарский А. Ф. Супрамолекулярная химия // СОЖ. 1997. № 9. С. 32–39.

### 2.5. Дело о таблетке

Излагаемое в настоящем разделе дело рассматривалось в Арбитражном суде г. Москвы в 2009 г., и автор участвовала в нем в качестве независимого эксперта. Сразу хочется сказать, что дело закончилось не в пользу представляемой мною стороны, тем не менее оно оказалось интересным с точки зрения методологических проблем и полезным, поскольку позволило ознакомиться с судебной практикой не со стороны или из публикаций, а, что называется, «живьем».

Дело было возбуждено в связи с заявлением компании «Новартис АГ» об отмене решения Палаты по патентным спорам Роспатента, согласно которому их патент на изобретение был признан полностью недействительным по причине несоответствия критерию изобретательского уровня.

Перед независимой экспертизой был поставлен вопрос: «Следовали ли для специалиста явным образом из уровня техники (предложенных источников) до создания изобретения по патенту РФ № ... (приоритет 1996 г.) сведения об объекте, которому присущи признаки, идентичные

или эквивалентные всем признакам, содержащимся в независимом пункте 1 формулы изобретения по данному патенту?»).

В п. 1 формулы изобретения была представлена «твердая оральная дозируемая форма (таблетка) на основе композиции, содержащей в качестве активного начала вальсартан и фармацевтически приемлемые добавки», дополнительно охарактеризованная приемами обработки композиции с целью получения таблетки с определенными качествами. То есть был использован тип формулы «продукт через способ» (остальные подробности в данном случае не имеют значения, поскольку речь пойдет о принципиальных методологических вопросах).

Как известно, заключение независимой экспертизы включает описание методов, согласно которым осуществляется анализ материалов. При обосновании выбора методологии независимой экспертизы было указано на следующие обстоятельства:

- формула «продукт через способ» при отсутствии самого термина допущена правилами подачи заявок (п. 3.2.4.3 (4));

- методика оценка изобретательского уровня такого специфического объекта в отечественной методологии отсутствует;

- согласно п. 1.6.3.3 рекомендаций по подаче заявок проверка изобретательского уровня изобретения может базироваться собственнo на положении п. 1 ст. 4 Закона об изобретательском уровне, а конкретная система доказательства будет определяться экспертом как специалистом в зависимости от характера изобретения, степени осведомленности и аналитических способностей эксперта;

- положение п. 1 ст. 4 Закона об изобретательском уровне идентично соответствующему положению ст. 56 ЕПК и п. 13.01 Руководства РСТ;

- в Руководствах РСТ и ЕПВ существуют специальные требования по оценке патентоспособности формулы «продукт через способ»;

- практика прецедентов ЕПВ подтверждает и развивает требования, установленные в руководствах;

- рассматриваемый патент Российской Федерации основан на заявке РСТ/ЕПВ, которая, по определению, должна быть оформлена с учетом соответствующих правил.

На основании приведенных сведений независимая экспертиза выбрала как наиболее обоснованную, логичную и проверенную судебной практикой методологию оценки изобретательского уровня, принятую в международной патентной системе (РСТ и ЕПВ).

Анализ формулы «продукт через способ» проводился с учетом требований, изложенных в пп. 5.26, 5.27 гл. 5 Руководства РСТ и пп. А5.26 и А5.26(1), (2) из приложения к гл. 5 Руководства РСТ. При анализе были использованы толкования понятий «очевидным путем» или «явным путем», принятые в Руководстве ЕПВ, которые совершенно идентичны требованиям Руководства РСТ. По мето-

логии, выбранной независимой экспертизой, изобретение по рассматриваемому патенту было признано соответствующим условию изобретательского уровня.

Арбитражный суд пришел к выводу, что заключение независимой экспертизы не может быть положено в основу дела, в частности по следующим причинам:

«При проведении экспертизы эксперт применила методику оценки изобретательского уровня изобретения, используемую в ЕПВ. Между тем, решение Палаты по патентным спорам основано на национальном патентном законодательстве, и проверка правомерности оспариваемого решения Палаты осуществляется на основе российского патентного законодательства (ст. 200 АПК РФ).

ЕПК – документ, не ратифицированный и не применяемый на территории Российской Федерации.

Таким образом, при ответе на поставленные вопросы, экспертиза руководствовалась нормами закона, не подлежащими применению на территории Российской Федерации, которые отражают принципиально иной, отличный от российского патентного законодательства подход при оценке патентоспособности изобретения».

Кроме того, в отзыве на заключение независимой экспертизы, составленном патентным поверенным (рег. № 869), было отмечено следующее:

«В Заклучении эксперт упоминает понятие «продукт через процесс». В российских нормативных документах такое понятие отсутствует, однако в Руководстве по экспертизе ЕПВ это понятие используется (глава III, п. 4.12). При этом в указанном п. 4.12 говорится о том, что “формула на продукты, определенные в терминах способа получения, может быть разрешена только для продуктов, которые сами по себе удовлетворяют требованиям патентоспособности, т. е. среди прочего являются новыми и имеют изобретательский уровень. Продукт не считается новым только потому, что он получен посредством нового способа. Прилагаем выдержку из Руководства по экспертизе ЕПВ, взятую с сайта Европейского патентного ведомства, и ее перевод на русский язык.

Иными словами, формула, как она представлена в оспариваемом патенте, не могла быть разрешена в соответствии с указанным п. 4.12 Руководства по экспертизе ЕПВ, поскольку продукт как таковой не удовлетворяет требованиям патентоспособности, т. е. не является новым, поскольку известен из документа».

Во-первых, независимая экспертиза не рассматривала правомерность решения Палаты по патентным спорам, по той простой причине, что не была с ним ознакомлена. Экспертиза должна была только ответить на поставленный судом вопрос, имея в распоряжении материалы известного уровня и описание к патенту. Ее задача состояла в оценке соответствия технического решения изобретательскому уровню.

Экспертиза в своем решении опиралась на формулировку из ст. 4 Патентного закона Российской Федерации, причем было показано, что она совершенно идентична таковой из ЕПК и Руководства РСТ, и если ЕПК не ратифицирована, то уж РСТ никак нельзя отбросить, хотя можно и умолчать. При таком положении вещей никак не могло идти речи о руководстве «иными нормами Закона», все нормы – одинаковы.

Другое дело, толкование понятий «очевидным образом» или «явным образом». Это уже вопрос методологии. Толковать можно с помощью правил или рекомендаций, а в спорных случаях роль последнего толкователя играет суд.

В заключении экспертизы была представлена практика прецедентов ЕПВ именно с целью иллюстрации подходов коллегий, толкование которых в конкретных случаях вовсе не принимается за «иные нормы Закона», но при этом вырабатываются наиболее логичные и обоснованные подходы. В отечественных правилах по патентованию хотя и допускается характеристика вещества с помощью приемов способа, отсутствуют разработанные подходы к оценке формулы «продукт через способ», а в Руководстве РСТ они имеются, поэтому экспертиза сочла возможным их применить. Основанием здесь могла быть ст. 37 Патентного закона Российской Федерации, которая позволяет использовать правила международных договоров.

В решении арбитражного суда проигнорировано то обстоятельство, что независимая экспертиза использовала методологию РСТ, которая, как было показано, тождественна методологии ЕПВ. Это обстоятельство обсуждалось в присутствии всех заинтересованных сторон, причем подчеркивалось, что выводы при применении методологий РСТ и ЕПВ будут совершенно одинаковы. Однако сейчас речь идет не о конкретном решении судьи, а о принципиальном вопросе: правомерно ли применение правил РСТ, относящихся к методу оценки изобретательского уровня, на территории Российской Федерации, тем более, когда речь идет о заявках РСТ/ ЕПВ? Этот вопрос адресуется законодателю. При этом следует понимать, что положительный ответ будет означать допущение «принципиально иного подхода к оценке изобретательского уровня», что и прозвучало в решении арбитражного суда. Отрицательный ответ представляется невозможным с учетом ст. 27 РСТ. Однако в нашем случае официальные органы апеллировали к отечественной методологии, постановив, что «проверка правомерности решения Палаты по патентным спорам осуществляется на основе российского патентного законодательства (ст. 200 АПК РФ)».

Крайне затруднительно понять, почему после слов «на основе российского патентного законодательства» следует ссылка на статью из Арбитражно-процессуального кодекса Российской Федера-

ции (АПК РФ), которая относится к «судебному разбирательству по делам об оспаривании ненормативных правовых актов, решений и действий (бездействия) государственных органов, органов местного самоуправления, иных органов, должностных лиц». Возможно, здесь есть юридические тонкости, непонятные патентоведам, но которые смогут разъяснить юристы. Тем не менее хотелось бы надеяться, что АПК РФ не станет препятствием для действительной гармонизации российского и международного патентного законодательства, в частности РСТ, если уж европейское не допускается. А отечественным юристам, утверждающим о полной гармонизации, не мешает знать, что их коллеги выносят конкретные решения на основании абсолютно иных оценок, исходя из противоположности подходов к оценке критериев патентоспособности.

Вопрос о правомерности применения правил РСТ возникает, как показывает практика делопроизводства по иностранным заявкам патентных поверенных Федерального института промышленной собственности (ФИПС) не только при оценке изобретательского уровня, а во многих других ситуациях. Например, когда решается вопрос о предоставлении права выбора заявителю в соответствии со ст. 27 РСТ.

Отечественные нормативные документы (ГК РФ, Административный регламент) используют общепринятые в международной патентной практике термины и понятия, не нашедшие, однако, достаточного объяснения и толкования в отечественных документах либо имеющие неоднозначное толкование. Единственный путь совершенствования отечественной методологии, а точнее, ее принципиального изменения, на настоящем этапе – это введение методологии РСТ. Совершенствование же последней будет зависеть от европейской судебной практики.

Вряд ли можно ожидать каких-то радикальных действий в этом направлении со стороны Роспатента, и тем более не приходится рассчитывать на влияние судебных решений (это невозможный пока в нашей стране ход развития патентной системы). У патентных поверенных, которые ставят своей задачей действительную защиту интересов клиентов на правильной основе, остается один путь – освоение методологии РСТ и применение ее на практике последовательно и настойчиво. Однако и здесь могут возникнуть трудности, в частности, при толковании некоторых правил, связанных с формулой «продукт через способ».

Как было показано выше, патентный поверенный в отзыве на заключение автора настоящей монографии дает ссылку на п. 4.12 Руководства ЕПВ (во избежание путаницы обращаем внимание, что п. 4.12 с таким текстом содержится в Руководстве ЕПВ 2007 г., а в Руководстве ЕПВ 2000 г. ему соответствует пункт 4.7b), согласно которому «формула на продукты, определенные в терминах способа

получения, может быть разрешена только для продуктов, которые сами по себе удовлетворяют требованиям патентоспособности, т. е. среди прочего являются новыми и имеют изобретательский уровень. Продукт не считается новым только потому, что он получен посредством нового способа». При этом была приложена выдержка из Руководства, взятая с сайта ЕПВ, ее перевод на русский язык, и сделан удивительный, на наш взгляд, вывод: «Формула, как она представлена в оспариваемом патенте, не могла быть разрешена в соответствии с указанным п. 4.12 Руководства по экспертизе ЕПВ, поскольку продукт как таковой не удовлетворяет требованиям патентоспособности, т. е. не является новым, поскольку известен из документа».

На это можно ответить следующее.

Во-первых, если продукт был известен из документа, то каким образом был выдан патент в России, и почему суд рассматривал дело о несоответствии изобретательскому уровню, а не критерию «новизна»? Предложение, не отвечающее критерию «новизна», не имеет смысла проверять на изобретательский уровень, поскольку оно признается непатентоспособным уже на этом этапе.

Во-вторых, ко времени участия в арбитражном суде автор настоящей монографии не просто была знакома с указанным требованием. Ею были основательно и с большой тщательностью исследованы вопросы, связанные с формулой «продукт через способ» на основе изучения, анализа и сопоставления полных текстов ЕПК, Руководств ЕПК и РСТ, практики прецедентов (CASE LAW), Комментария к ЕПК.

В результате этих исследований в соавторстве с О. В. Чельшевой в 2008 г. была опубликована статья «Формула изобретения “продукт через способ”» [3], где подробно рассмотрено указанное требование, которое, конечно же, сформулировано не лучшим образом. Уже тогда мы предвидели возможность ошибочного толкования некоторых требований со стороны малоопытных отечественных специалистов (с подробностями толкования указанного требования можно ознакомиться в публикациях на сайте <http://www.uspat.ru/>).

Рассмотрим п. 5.27 Руководства РСТ (2004 г.), согласно которому:

*«Если продукт может быть определен только стадиями способа, с помощью которого он получен, или, если способ будет придавать отличительные характеристики конечному продукту, эксперт должен рассматривать стадии способа при определении объекта поиска и оценке патентоспособности в отношении известного уровня техники (Курсив наш. – Е. У.).*

Например, формула изобретения описывает “двухслойно структурированную панель, которая получена сваркой вместе железного слоя панели и никелевого слоя панели”. В этом случае процесс “сваривания” должен

быть рассмотрен экспертизой при определении объекта поиска и оценке патентоспособности, если этот процесс приводит к получению в конечном продукте свойств, отличных от таковых, полученных с помощью иных процессов.

Новизна формулы не может быть поставлена под вопрос, пока идентичная двухслойная панель, полученная сваркой, не будет раскрыта в уровне техники».

Со всей определенностью здесь сказано о том, что новизна формулы «продукт через способ» не может быть опровергнута, если в уровне техники не найден продукт, полученный именно этим способом, при условии, что он (продукт) имеет свойства, отличные от свойств известного продукта. Подчеркивается, что при поиске и при оценке патентоспособности эксперт должен рассматривать стадии способа.

Что касается п. 4.12 Руководства ЕПВ, на который указывает патентный поверенный, то он относится к определенной частной ситуации, возникающей на практике, которая достаточно доходчиво описана в практике прецедентов:

«Некоторые заявители пытаются получить охрану на известные продукты, используя для их характеристики приемы способа ... По их мнению, согласно ЕПК продукт становится новым только потому, что он получен с помощью нового способа, невзирая на факт, что продукт не является новым как таковой в силу его физических характеристик» [3. С. 25–30].

Для того чтобы поставить преграды подобным изобретениям, в Руководство ЕПВ в 2000 г. был введен п. 4.7b (п. 4.12 текста 2007 г.). В Руководстве РСТ имеется аналогичный по содержанию п. A5.26, который, как показала практика, тоже неверно толкуется нашими специалистами (см. разд. 2.1 настоящей книги).

Эта ситуация не имеет отношения к рассматриваемому нами патенту, поскольку таблетка из композиции, содержащей вальсартан и добавки, имеющая такие свойства, как:

- высокая распадаемость, близкая к распадаемости капсул, но необычная для таблеток;
- уменьшенные размеры, при повышенном содержании активного вещества;
- стабильность, как в процессе получения, так и при хранении, полученная при этом методом сухого прессования, в уровне техники не описана, в противном случае патент не был бы выдан по причине отсутствия новизны и до оценки изобретательского уровня дело не дошло бы.

Что касается соответствия критерию изобретательского уровня такой формулы, то для этого требуется доказать, что указанные свойства таблетки получены именно за счет применяемого метода и получение этих свойств не следует явным образом из уровня техники. Другими словами, необходимо доказать, что от известного прие-

ма сухого прессования нельзя было ожидать полученных результатов или при этом была решена некая новая задача, которую ранее никто не ставил и не связывал ее с применением данного метода.

Справедливости ради надо заметить, что некоторые требования в Руководствах ЕПВ и РСТ сформулированы не самым удачным образом. В то же время вряд ли можно признать профессиональным подход, при котором делаются скоропалительные выводы на основании одного выдернутого из общего здания методологии «кирпичика».

Странное впечатление в рассматриваемом деле производят и материалы апелляции заявителя (к их составлению автор настоящей монографии не имела никакого отношения). Их рассмотрение в очередной раз позволяет убедиться в несостоятельности отечественной методологии, благодаря которой распространяются нелепые представления, и отсутствии у патентных поверенных навыков последовательно выстроенной аргументации. Ниже приведены выдержки из материалов апелляции.

Объектом изобретения по патенту является твердая оральная дозируемая форма, т. е. продукт (таблетка) как химическое соединение, не имеющее каких-либо отличительных признаков и которое как химический продукт может быть проверено только на соответствие условиям патентоспособности «новизна» и «промышленная применимость».

В патенте объект, характеризующийся способом его получения, является специфическим объектом российского и международного права. Отсутствие в российских нормативных документах методики проведения экспертизы при анализе соединения с неустановленной структурой ставит Роспатент на основании ст. 37 Патентного закона перед необходимостью применения правил международных договоров.

В ст. А5.26 Инструкции к Договору РСТ однозначно сказано: «Если пункт формулы относится к продукту, охарактеризованному стадиями способа, с помощью которого он изготовлен, то этот пункт должен быть сформулирован как “продукт, имеющий характеристики и свойства, обусловленные способом его получения”, при этом патентоспособность такого продукта, охарактеризованного способом его получения, не зависит от самого способа получения. Известный продукт не может считаться охраноспособным, если он получен новым способом. Если продукт как таковой известен из уровня техники, то такой пункт не может быть охраноспособным».

Как указано выше, запатентованный по патенту № 000000 специфический объект «вещество» может быть проверен только на соответствие условиям патентоспособности «новизна» и «промышленная применимость», но не на «изобретательский уровень», поскольку у объекта по патенту – продукта с неустановленной структурой – нет каких-либо отличительных признаков с точки зрения условия изобретательского уровня.

Выделенные заявителем положения указывают на то, что сущность изобретения как индивидуального химического соединения с неустановленной структурой должна быть проверена на основании известного на дату подачи заявки уровня техники на наличие аналогичного продукта со свойствами, которые этот продукт приобретает в ходе его изготовления по соответствующему способу.

В случае, если такой продукт не будет найден, то это свидетельствует о наличии новизны заявленного продукта, и последующая экспертиза на соответствие условию изобретательского уровня не проводится.

Согласно подп. (8) п. 19.5.2 Правил ИЗ в отношении изобретения, для которого установлено несоответствие условию новизны, проверка изобретательского уровня не проводится.

Рассмотрим апелляцию заявителя подробнее. В первом абзаце все некорректно.

Во-первых, таблетка – это не химическое соединение и даже не химическое вещество, а лекарственная форма на основе химического вещества, представляющего собой композицию из вальсартана как активного начала с фармацевтически приемлемыми добавками. (*«Таблетка – это лекарственная форма, т. е. удобная для применения форма, придаваемая лекарственному средству или лекарственному растительному сырью (порошок, таблетки, аэрозоль и др.) и обеспечивающая необходимый лечебный эффект. Один и тот же лекарственный препарат часто производится в разных формах, используемых при тех или иных показаниях. В настоящее время в мире существует более 50 видов лекарственных форм, которые различаются внешним видом, способами изготовления и применения».* (Режим доступа: <http://doktorland.ru/lekarstvo-2-5.html>).

Во-вторых, химическое соединение – понятие, не тождественное понятию химического продукта, а здесь они представлены именно как синонимы, что неминуемо приводит в дальнейшем к ошибочным суждениям и выводам.

Индивидуальное химическое соединение и только оно действительно характеризуется единственным признаком – химической структурной формулой, а следовательно, и не имеет прототипа в обычном смысле слова. По этой причине в мировой практике патентования существует метод оценки неочевидности таких соединений путем сравнения с ближайшими структурными аналогами, причем вывод делается по наличию или отсутствию неожиданных свойств.

Такой метод был предусмотрен в отечественных рекомендациях до принятия Патентного закона Российской Федерации. После введения в действие новых правил этот метод с достаточной четкостью нигде не был представлен, а общий метод оценки изобретательского уровня для таких случаев не годится. Однако это не означает, что были введены какие-то нормы, официально разрешаю-

щие исключить оценку этого критерия для новых химических соединений.

Например, п. 19.5.3.(4) правил подачи заявок косвенно подтверждает, что новые химические соединения проверяются на соответствие изобретательскому уровню проявлением новых, неизвестных свойств.

Наконец, как было сказано ранее, согласно п. 1.6.3.3 рекомендаций по подаче заявок проверка изобретательского уровня изобретения могла базироваться собственно на положении п. 1 ст. 4 Патентного закона Российской Федерации, а конкретная система доказательства определяться экспертом как специалистом в зависимости от характера изобретения, степени осведомленности и аналитических способностей эксперта. Другими словами, при отсутствии в методологии конкретных подсказок специалист может самостоятельно выстроить систему доказательств. Химические продукты могут быть представлены разными вариантами, но они характеризуются не единственным признаком, а совокупностью признаков, и в этом случае вполне применима методика из правил. Таблетку можно назвать продуктом, она может состоять из вещества или химического соединения, но она – не вещество, а тем более не химическое соединение. Ну как можно назвать химическим соединением, да еще индивидуальным, даже композицию из известного химического соединения и добавок, не говоря уже о таблетке? Вопрос риторический и не нуждается в ответе.

В то же время затруднительная, если не сказать безвыходная, ситуация, в которой оказался патентный поверенный, представляющий заявителя, объясняется по крайней мере двумя обстоятельствами:

1) предлагаемая правилами классификация объектов техники не согласуется с имеющимися в реальности типами технических объектов (см. [1. С. 68–78]);

2) в отечественных правилах и рекомендациях по патентованию отсутствует системный подход к вопросу о существенных признаках, которыми могут характеризоваться различные типы объектов техники.

Классификация объектов изобретения, предлагаемая в правилах, не позволяет найти точное место многим реально существующим видам объектов техники, и это один из многочисленных недостатков отечественной методологии, ведущих к недоразумениям. В этой классификации лекарственным *формам* можно найти сомнительное место разве что среди *устройств*, поскольку к ним относятся *конструкции* и *изделия*, которые могут характеризоваться *формами*.

Конечно, таблетка – как лекарственная форма для различных лекарственных средств (химических веществ и химических соеди-

нений) – более всего относится к изделиям, но термин «устройство», который включает в себя «изделие», в данном случае звучит более, чем странно. С другой стороны, выражения типа «таблетка – это химическое соединение» или «таблетка – это химическое вещество», по нашему мнению, еще более странны. И уж совсем немыслимо применение не только по отношению к таблеткам (и не только к ним) словосочетания «индивидуальное химическое соединение неустановленной структуры» по той простой причине, что такого выражения не может быть в принципе, так как индивидуальное химическое соединение по определению химическое соединение с определенной химической структурой. Этот вопрос мы ставили неоднократно в наших публикациях, но изменения в правила были внесены только в 2003 г. [1. С. 67–69; 4. С. 10–11; 5. С. 38–39], а в 1996 г. (дата приоритета рассматриваемого нами патента, правила включали именно такие словосочетания, которые вынуждены были применять патентные поверенные. Кроме того, и это важно в данном случае, характеристика такого объекта как продукт, который в принципе подходит для таблетки (в 1996 г. термин «продукт» для ранжирования объектов изобретения еще не был введен), с помощью признаков способа не предусматривалась, что имеет место и сейчас. А правила предусматривали характеристику с помощью приемов способов только для «немыслимых индивидуальных химических соединений с неустановленной структурой» (п. 3.2.4.3 (4)) или для «композиций неустановленного состава» (п. 3.2.4.3.(5)).

Второй вариант, очевидно, в нашем деле не годился, поскольку таблетка характеризовалась вполне определенным составом активного начала (вальсартан) и фармацевтически приемлемых добавок. Таким образом, представители заявителя были загнаны в угол безграмотными и бессистемными правилами.

Во втором абзаце апелляции справедливо замечено, что в российских нормативных документах отсутствует методика оценки патентоспособности формулы «продукт через способ», что вынуждает обращаться к правилам международных договоров. Однако ссылка на п. А5.26 Инструкции к Руководству РСТ представляется неудачной, поскольку собственно об оценке патентоспособности в ней речь не идет. Этот пункт направлен на рассмотрение иной ситуации, о чем уже было сказано. Здесь следовало бы применить рассмотренный выше п. 5.27 Руководства РСТ, в котором действительно показано, как подходить к оценке патентоспособности формулы «продукт через способ».

Особое внимание обращаем на то, что выбранное составителями апелляции правило и декларированное применение метода оценки патентоспособности формулы «продукт через способ», согласно правилам РСТ, оказались никак не связанными с последующими

рассуждениями и выводами. Действительно, в четвертом абзаце апелляции содержатся, прямо скажем, нелепые рассуждения об отсутствии у объекта, представленного в патенте, каких-то отличительных признаков с точки зрения условия изобретательского уровня. Но разве составители апелляции не имели перед глазами формулу изобретения, согласно которой продукт характеризуется:

«...»

– составом компонентов, содержащим вальсартан в качестве активного вещества в количестве более 35 мас. % в пересчете на общую массу твердой оральной дозируемой формы, и фармацевтически приемлемые добавки;

– способом получения, а именно методом так называемого сухого прессования, который включает стадии измельчения исходных компонентов, прессования полученной смеси с получением компримата, превращения компримата в гранулят и повторным прессованием до получения конечного продукта?»

Ближайший аналог содержит описание композиции на основе такого же активного начала с фармацевтически приемлемыми добавками, но лекарственная форма получена методом влажного гранулирования, при этом получены таблетки с бóльшим размером и с меньшим содержанием активного начала. Разве из приведенных материалов не следует возможность определить отличия, а значит, и оценить изобретательский уровень патентуемого объекта?

Конечно, следует. Но вся проблема в том, что таким отличительным признаком является «нехарактерный» для объекта техники признак способа. Отсюда следуют два вопроса:

– допускается ли таким образом характеризовать объект – таблетку;

– как оценивается при этом патентоспособность (новизна и изобретательский уровень).

Отечественные правила допускают использование признаков способа для характеристики, скажем, химических веществ неуставленной структуры, но не предусматривают рассмотрения в этом плане других типов продуктов. Тем не менее формула была принята и признана новой, даже после решения Палаты по патентным спорам о недействительности патента, но по критерию «изобретательский уровень».

Именно по данному вопросу появилась необходимость обращения к методу РСТ, однако этот метод не требует отдельной оценки отличительных признаков. Суть метода заключается в том, что новизну продукта оценивают по наличию у продукта новых свойств или возможности решения с помощью изобретения новой технической задачи. Что касается изобретательского уровня, то он оценивается по обусловленности новых свойств продукта именно приемами обработки и наличию или отсутствию сведений в уровне тех-

ники, свидетельствующих об очевидности результатов этой взаимосвязи (п. 5.27 Инструкции к Руководству РСТ). Было бы глубоким заблуждением полагать, что международные правила в этом случае исключают оценку изобретательского уровня. И хотя в правилах РСТ этот момент представлен не совсем четко, в правилах ЕПВ он сформулирован вполне однозначно:

«Формула для продукта, определенного в терминах способа, допускается только тогда, когда продукт как таковой полностью соответствует требованиям патентоспособности, т. е. является новым и соответствует изобретательскому уровню.

Формула «продукт в терминах способа» должна формулироваться собственно на продукт и предпочтительно должна иметь вид «продукт X, получаемый процессом Y», или другими словесными эквивалентами, предпочтительнее, чем «продукт, полученный процессом Y»» (Руководство по экспертизе ЕПВ. Ч. С, гл. III, п. 4.7b).

Не следует толковать продукт как таковой в том смысле, что он оценивается отдельно от приемов способа. В п. 5.27 Инструкции к Руководству РСТ подчеркивается, что «эксперт должен рассматривать стадии способа при определении объекта поиска и оценке патентоспособности в отношении известного уровня техники». Продукт как таковой здесь означает, что формулировка притязаний должна относиться собственно к продукту.

Таким образом, международные правила не освобождают от необходимости оценивать изобретательский уровень, поскольку это было бы нарушением закона. Однако апеллянты делают абсолютно противоправные выводы. Как иначе расценивать утверждение, что в рассматриваемой ситуации при «наличии новизны заявленного продукта последующая экспертиза на соответствие условию изобретательского уровня не проводится». Патентный закон Российской Федерации, согласно которому «изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применим» (п. 1 ст. 4), не предусматривает никаких исключений. Тот факт, что в правилах или рекомендациях отсутствуют методики оценки изобретательского уровня специфических объектов, является свидетельством их несостоятельности, но не свидетельством того, что становится допустимым исключение этой оценки. В конце концов доказывать наличие или отсутствие изобретательского уровня возможно исходя непосредственно из той же статьи Патентного закона – изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники, что, как было показано ранее, допускается п. 1.6.3.3 рекомендаций.

А чем же обоснована правомерность заключения о том, что в данном случае можно не осуществлять оценку изобретательского уровня? И здесь нас ждет аргумент, который, на наш взгляд, просто

лишен здравого смысла, а именно – ссылка на п. 19.5.2(8) правил, в соответствии с которым в случае «установления несоответствия условию новизны, проверка изобретательского уровня не проводится».

Осознавали ли в тот момент апеллянты, что этот пункт вообще лишает их возможности что-либо доказывать, поскольку установление отсутствия новизны приводит к отказу в выдаче патента, и именно по этой причине не нужно доказывать соответствие другим критериям патентоспособности!? Здесь в рассматриваемом деле можно ставить точку, коль скоро заявитель собственными рассуждениями отказывает в новизне своему объекту патентования.

В заключение приведем выдержку из постановления арбитражного апелляционного суда:

«Суд обоснованно сослался и на прямые указания, содержащиеся в п. 3.3.2.4.(2) Правил ИЗ, а также в п. 1.6.2.1.1 Рекомендаций, согласно которым признаки, характеризующие вещество (твердую дозируемую форму) и способ (сухого гранулирования), включая операции способа, являются функционально самостоятельными признаками. Соответственно суд первой инстанции правильно посчитал, что анализ, проведенный Палатой по патентным спорам в отношении установления патентоспособности оспариваемого изобретения, проведен в соответствии как с патентным законодательством, так и с методологическими предписаниями, содержащимися в Рекомендациях».

Да, признаки являются функционально самостоятельными, и обратное утверждение некорректно. Но также некорректно делать вывод о непатентоспособности только потому, что техническое решение представляет собой совокупность функционально независимых признаков. Из таких совокупностей построены миллионы запатентованных объектов, т. е. сама по себе функциональная самостоятельность признаков – не аргумент для отказа, поскольку, если эти признаки только в данной совокупности обеспечивают общий технический эффект или решают общую задачу, то отказ будет неправомерным.

Относительно п. 3.3.2.4(2) Правил следует сказать, что в нем содержится прямое указание на то, что независимый пункт формулы неправомерен в том случае, когда он включает характеристику изобретения, относящегося к объектам разного вида, каждое из которых имеет собственное назначение, *без реализации указанной совокупностью средств общего назначения*. Так что если в формуле изобретения и имеется прямое указание, то только на то, что для отказа необходимо доказать отсутствие реализации указанной совокупностью средств общего назначения. По всей видимости, суд решил, что можно обойтись и без этого доказательства или просто не ознакомился с правилами в должной мере.

Наконец, по поводу рекомендаций, но не п. 1.6.2.1.1, а п. 1.6.2.2, согласно которому оценка изобретательского уровня допускается

на основе зарубежного опыта, если имеет место соответствующая ситуация. Такой ситуацией вполне является формула «продукт через способ», рассмотренная в п. 5.27 Руководства РСТ. Заменяя в тексте этого пункта слово «панель» на слово «таблетка», получаем следующее утверждение: «Новизна таблетки, содержащей вальсартан и добавки, полученной методом сухого прессования, не может быть поставлена под вопрос, пока идентичная таблетка, полученная методом сухого прессования, не будет раскрыта в уровне техники. А оценка изобретательского уровня будет зависеть от свойств конечного продукта, определяемого способом». Здесь действительно имеют место прямые указания.

Мы уверены, что если бы материалы заявки изначально были оформлены с учетом требований правил РСТ, а точнее, с использованием логики этих требований (даже без ссылки) и, соответственно, с более четкими притязаниями, то можно было бы обоснованно доказать, что предложенное техническое решение *не следует явным образом из уровня техники*. Как видно, в апелляции представители компании отошли от выбранного независимой экспертизой подхода и перешли на обоснование с помощью национальных нормативных документов, которые были истолкованы неверным образом.

Удручающе показательное дело.

### Литература

1. Устинова Е. А. Химические понятия и химические изобретения. Кн. 2. Химические изобретения. М.: ИНИЦ «ПАТЕНТ», 2013.
2. Устинова Е. А., Маленькая О. В. Совершенствование методологии оценки изобретательского уровня // Патентный поверенный. 2010. № 6.
3. Устинова Е. А., Челышева О. В. Формула изобретения «продукт через способ» // Патенты и лицензии. 2008. № 5. С. 14–20; Там же. № 6. С. 25–30; Там же. № 11. С. 21–30.
4. Устинова Е. А., Челышева О. В. Патентный закон Российской федерации и практика патентования изобретений в области химии, медицины и агрохимии. М.: ИНИЦ Роспатента, 1998.
5. Челышева О. В., Устинова Е. А., Назарова Л. С., Архангельская Н. В. Особенности патентного права в химии, фармацевтике, медицине, агрохимии. М.: ИНИЦ Роспатента, 1999.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В качестве заключения позволю высказать мнение относительно возможности изменения сложившейся в химии и в патентном праве ситуации:

- не существует никакой надежды на то, что отечественные правила патентования будут гармонизированы с более совершенными международными правилами, хотя бы по той причине, что официально отсутствие гармонизации не признается;

- нельзя ожидать разумной, с точки зрения химии и логики, корректировки правил патентования, о чем свидетельствуют наши почти полувековые исследования патентно-правовой методологии (по причине отсутствия соответствующих задач кадров в стенах организаций, создающих эти правила);

- было бы странным в таких условиях надеяться на создание препятствий для распространения невежественных химических представлений в учебниках, справочниках и тем более в Интернете, а также ожидать от химической общественности и в первую очередь от ее лидеров даже намерения навести соответствующий современным открытиям в химии порядок в химическом понятийном аппарате;

- надежду на изменение отношения к этому важнейшему методологическому вопросу химии вселяет то обстоятельство, что современное поколение студентов имеет возможность обучаться по программам и лекциям, созданным П. М. Зорким (например, на химическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова), а в некоторых школах обучают по программам, основанным на историко-логическом подходе к изучению химии, включая самостоятельный анализ литературы философского, методологического, исторического характера, изучение понятийного аппарата (в первую очередь работ В. И. Кузнецова);

- представляется, что на текущий момент главная роль при проведении процедуры патентования принадлежит патентным поверенным, которые являются своего рода посредниками между химиками-изобретателями и государственной экспертизой и которые уже сейчас могут перевести свою работу с химиками-изобретателями на другой уровень, а точнее, на другой язык, соответствующий современным представлениям в химии.

Настоящая монография, как нам представляется, может оказаться полезной в этом сложном, но достойном профессионала деле.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Понятие «твердые растворы»

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
1	<p>Ближайшее изучение металлических и других сплавов показывает, что в действительности фазы А, В и АВ способны растворять в твердом состоянии переменные количества компонентов. Такие однородные кристаллические тела, состав которых может изменяться, получили, по предложению Вант-Гоффа, название <i>твердых растворов</i>.</p> <p>Руководствуясь воззрениями Д. И. Менделеева (1887) на природу растворов, можно рассматривать самостоятельно существующие индивидуальные твердые фазы переменного состава (бертоллиды) как определенные соединения в состоянии диссоциации (Ле Шателье 1897; Н. М. Витторф, 1909; Кройт, 1923). Но здесь можно также допустить <i>твердые растворы</i> определенных соединений или полиморфных модификаций компонентов, которые являются неустойчивыми в свободном состоянии</p>	<p>Курнаков Н. С. Соединение и химический индивид // Избр. труды. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. I. С. 19</p> <p>Курнаков Н. С. Растворы и сплавы: Введение в физико-химический анализ. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 120</p>	
2	<p>Н. С. Курнаков нашел в сплавах, кроме частично диссоциированных дальтонилов и избытка растворителя, еще соединения особого типа – бертоллиды, соединения принципиально переменного состава, не способные к существованию в виде химически чистых дальтонилов, т. е. то, что мысленно предвидел как нечто возможное еще Клод Луи Бертолле.</p> <p>Бертоллиды, как переходные явления между дальтонидами и твердыми растворами, не дают так называемых особых, или сингулярных, точек, отвечающих определенным формулам, но все же характеризуются на кривых плавокости пологим максимумом. Они</p>	<p>Щукарев С. А. Учение об определенных и неопределенных соединениях в трудах русских ученых // Вестн. ЛГУ. 1947. № 5. С. 14–23</p>	

	<p>обязательно и значительно диссоциированы не только в жидком, но и в твердом состоянии.</p> <p>Дальтонидам обладающим упорядоченным расположением атомов в кристаллической решетке, выявляемым наличием так называемых сверхструктурных линий на рентгенограммах, <i>в отличие от твердых растворов, обладающих неупорядоченной, хаотической структурой.</i></p> <p>Еще в 1820 г. Митчерлихом было открыто явление изоморфизма, т. е. способность различных солей кристаллизоваться совместно (в виде кристаллов общей для обеих солей формы), <i>с образованием так называемых твердых растворов.</i> Так, например, сульфат магния и сульфат цинка способны давать общие кристаллы, в решетке которых атомы магния и цинка взаимно замещают друг друга в самых разнообразных соотношениях.</p> <p>В отношении интерметаллических соединений неопределенного состава (твердые растворы, бертоллиды) или замещенных атомных решеток обычные законы стехиометрии и правила валентности уже совершенно неприменимы. Вместо привычных в химических формулах малых коэффициентов мы можем найти здесь самые разнообразные цифры. <i>Одним словом, всякий раствор, как жидкий, так и твердый, является не физико-механической смесью растворителя и определенных солей, а в состоянии частичной диссоциации, но представляет собой в целом неопределенное химическое соединение</i></p>		
3	<p>Уже в 1866 г. Лекок де Буабодран следующим образом выразил свою мысль в письменном докладе Парижской академии наук, осуждаясь, к сожалению, неизданным до 1890 г.: «Без всякого колебания я приписываю одной и той же причине, т. е. изоморфизму, следующие явления:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) растворение определенных, твердых тел одного в другом;</li> <li>2) взаимное растворение многих жидкостей, взаимное растворение всех паров».</li> </ol>	Тиммерманс Ж. Понятие об индивидуальности химического вещества. Л., 1931. С. 13–14	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Полное торжество это расширенное понятие о растворе получило благодаря знаменитой работе Вант-Гоффа «О твердых растворах» (1890), в которой он доказывает, что смешанные кристаллы, или изоморфные смеси, образованные при одновременной кристаллизации двух или нескольких веществ, подчиняются тем же термодинамическим законам, что и растворы, и их ни в коем случае нельзя смешивать с простыми агрегатами</p>		
4	<p>Не только промежуточные фазы, но также и все ограниченные и неограниченные жидкие и твердые растворы в металлических системах должны были бы, согласно принятому нами критерию, рассматриваться не как физические смеси атомов, а как своеобразные непрерывные химические соединения атомов разных химических элементов, объединивших свои валентные электроны при взаимодействии в момент сплавления.</p> <p>При определении понятия бертоллидов Н. С. Курнаков не проводил различия между растворами и химическими соединениями, употребляя наряду с определением бертоллида как химического соединения, также и определение бертоллида как раствора в «мнимом» соединении, или как продукта диссоциации определенного соединения (понятно, что здесь имеется в виду случай химических растворов, а не идеальных физических смесей молекул).</p> <p><i>Отнесение бертоллидных фаз к растворам не лишает эти фазы основных качеств химических соединений и не снимает вопроса об их количественном химическом объяснении с точки зрения учения о валентности</i></p>	<p><i>Макаров Е. С. Доклад на совещании по определению понятия химического соединения // Журн. неорг. химии. 1956. Т. 1, вып. 7. С. 1592</i></p>	
5	<p>Изучая систему Cu-Au, Н. С. Курнаков открыл новое явление. Оказалось, что свойства образцов зависят от предшествующей истории. Эта особенность резко отличала интерметаллические вещества от обычных неорганических. Неорганическая соль, каким бы спосо-</p>	<p><i>Бокий Г. Б. Доклад на Совещании по определению понятия химического соединения // Журн. неорг.</i></p>	

	<p>бом она ни была приготовлена, обычно обладает одинаковыми свойствами. Для образца интерметалла это не так. Оказалось, что закаленные и отпущенные образцы одинакового состава имеют разные свойства, и это не связано с полиморфизмом.</p> <p>Н. С. Курнаков сделал правильные выводы о том, что в данном случае (система <math>\text{Cu}-\text{Au}</math>) из твердого раствора получаются интерметаллические соединения (<math>\text{CuAu}</math> и <math>\text{Cu}_3\text{Au}</math>). Эти процессы сейчас хорошо изучены и носят название процессов упорядочения</p>	химии. 1956. Т. 1, вып. 7. С. 1599	
6	<p>В 1914 г. впервые Н. С. Курнаков совместно с С. Ф. Жемчужным и М. Заседателевым открыл образование химических соединений в твердых металлических растворах золота и меди. На том основании, что на кривых электропроводности отожженных сплавов были найдены максимумы против составов <math>\text{CuAu}</math> и <math>\text{Cu}_3\text{Au}</math>, эти структуры были признаны Н. С. Курнаковым за определенные химические соединения.</p> <p>Н. С. Курнаков указывал, что твердый раствор играет по отношению к <math>\text{CuAu}</math> и <math>\text{Cu}_3\text{Au}</math> ту же роль, как жидкие растворы при получении большинства индивидуальных веществ, составляющих предмет изучения химии. Этим подчеркивалась единая природа обычных соединений химии и соединений, вновь обнаруженных.</p> <p>Позднее было показано рентгеноструктурным анализом, что превращения в твердых растворах <math>\text{Cu}-\text{Au}</math> действительно состоят в образовании соединений, что устанавливалось по появлению на рентгенограммах добавочных, так называемых сверхструктурных линий, отсутствовавших до превращения твердого раствора. С некоторых пор за этими и подобными им соединениями, открытыми позднее, укрепилось совершенно без основания название «упорядоченные твердые растворы» в отличие от «неупорядоченных» твердых растворов, из которых они образуются</p>	<p><i>Петров Д. А.</i> О неправильных взглядах в химии (в вопросе о химическом соединении и химическом индивидуиде) // Доклады на Совещании по определению понятия химического соединения. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 17</p>	
7	<p>Твердые растворы по своим свойствам в общем случае соответствуют своим составным частям, в то время как свойства</p>	<p><i>Реми Г.</i> Курс неорганической химии. М.: Мир,</p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p><i>соединений могут значительно отличаться от свойств последних.</i></p> <p>Уже было отмечено, что кристаллы соединений почти всегда хрупки. Электропроводность интерметаллических соединений также обычно ниже, чем электропроводность их компонентов.</p> <p>Свойства соединений обычно тем больше отличаются от свойств их компонентов, чем больше последние отличаются друг от друга в отношении своего строения к электронам. В то же время интерметаллические соединения также и по своему составу приближаются к обычным химическим соединениям. Состав соединений, образованных электрохимически сильно различающимися металлами, большей частью и в количественном отношении соответствует составу солеобразных соединений этих металлов. Другими словами, металлы, сильно различающиеся электрохимическими свойствами, часто проявляют в образуемых ими соединениях те же (формальные) валентности, как и в своих солях.</p> <p>Однако для огромного большинства интерметаллических соединений те валентности, которые соответствующие металлы проявляют в своих солях, не имеют особого значения. Нередки случаи, когда два металла образуют ряд соединений, причем ни одно из них не имеет состава, соответствующего валентностям металлов в их солях.</p> <p>Поэтому вполне естественно усомниться в том, следует ли придавать вообще какое-либо значение тому обстоятельству, если в длинном ряду соединений, образуемых двумя металлами, какое-нибудь одно или два соединения соответствуют требуемому нормальной валентности составу. Даже в том случае, если два вещества образуют только одно соединение и оно по своему составу как раз соответствует тому, которое следует из валентностей этих металлов в их солях, – даже в этом случае нельзя еще только на этом основании связывать состав этого соединения с проявлением нормальных</p>	1963. Т. I. С. 617–618	

	<p>валентностей, присущих образующим его металлам в их солях или других соединениях, носящих явно гетерополярный характер.</p> <p>На основании сказанного выше можно лишь предполагать такую зависимость для металлов, сильно различающихся своим электрохимическим характером.</p> <p>Нередко в интерметаллических соединениях наблюдаются атомные соотношения, значительно отклоняющиеся от простых числовых соотношений. Для изучения природы интерметаллических соединений большое значение имеет измерение теплот их образования</p>		
8	<p><i>Твердые растворы (Т. р.) – твердые однородные кристаллические или аморфные фазы переменного состава, состоящие из двух или большего числа компонентов, сохраняющие однородность при изменении соотношений между компонентами (неограниченно или в определенных пределах).</i></p> <p>Частным случаем Т. р. являются т. н. изоморфные смеси (или смешанные кристаллы), т. е. кристаллические фазы переменного состава, образованные изоморфными компонентами.</p> <p>Образование Т. р. осуществляется различными путями. Наиболее общий прием получения Т. р. состоит в выделении их либо при затвердении жидких сплавов компонентов, либо из жидких растворов последних в каком-либо растворителе. Т. р. также могут быть получены посредством диффузии в твердом состоянии при повышенных температурах или же путем конденсации газообразной фазы, образующейся при нагревании смесей веществ, способных к образованию твердых растворов. Рентгенографические исследования показывают, что кристаллические Т. р. по своему строению могут принадлежать к следующим типам: 1) замещения; 2) внедрения; 3) вычитания.</p> <p>В Т. р. замещения, образованных двумя металлами, атомы одного металла становятся в кристаллической структуре другого на места атомов последнего; это замещение происходит статистически (неупорядоченно), т. е. атом второго металла может занять место любого</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1965. Т. V. С. 50	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>го атома в структуре первого. Подобным же образом в Т. р. замещения двух ионных соединений (например, хлористого натрия и бромистого натрия) одни ионы (например, брома) статистически замещают места других (например, хлора) в структуре соединения. В Т. р. внедрения обычно образующихся при растворении металлов в металлах, атомы неметалла располагаются в промежутках между атомами металл; типичный пример: Т. р. углерода в железе. Т. р. вычитания характеризуется тем, что в их структуре имеются незанятые места (пустоты), в связи с чем такие структуры называют дефектными.</p> <p>Твердые растворы составляют основу всех важнейших технических сплавов. Из неметаллических твердых растворов особенно важно стекло</p>		
9	<p>Твердые растворы называются так потому, что при их образовании в решетке одного вещества без изменения ее структуры располагаются атомы или ионы другого вещества, причем внутри границ, в которых происходит образование твердого раствора, атомы различного вида могут находиться в любых соотношениях.</p> <p>Смотря по тому, происходит ли включение посторонних атомов в кристаллическую решетку так, что отдельные атомы основной решетки замещаются ими, или так, что посторонние атомы внедряются в пустоты основной решетки, различают твердые растворы замещения и твердые растворы внедрения.</p> <p><i>Сверхструктуры</i></p> <p>В некоторых случаях в твердых растворах, состав которых соответствует простому стехиометрическому соотношению или приближается к таковому, при определенных температурах существует упорядоченное распределение обоих типов атомов в узлах кристаллической решетки, в то время как при более высоких температурах</p>	Ремиз Г. Курс неорганической химии. М.: Мир, 1966. Т. 2. С. 28–43	

	<p>упорядоченное распределение нарушается.</p> <p>Так как упорядоченное размещение различных типов атомов в узлах решетки приводит к появлению дополнительных интерференционных линий в рентгенограммах, то в таких случаях говорят об образовании «сверхструктуры».</p> <p>Сверхструктуры занимают промежуточное положение между твердыми растворами и химическими соединениями; их часто рассматривают как особый случай образования твердого раствора. Однако, так как с переходом из неупорядоченного состояния к состоянию упорядоченного распределения атомов связаны скачкообразные изменения свойств, а, кроме того, при возникновении сверхструктуры в принципе наблюдается простое стехиометрическое соотношение компонентов (по меньшей мере для идеального случая), сверхструктуры рассматривают часто как химические соединения. Однако в отличие от собственно химических соединений их целесообразно обозначать как «сверхструктурные соединения»</p>		
10	<p>Металлы с металлами дают непрерывные твердые растворы почти исключительно типа замещения. Твердые растворы внедрения наблюдаются у металлов с неметаллическими элементами, характеризующимися весьма малыми размерами атомов (H, B, C, N).</p> <p>Твердые растворы вычитания обычно наблюдаются у металлов с некоторыми неметаллическими элементами, например с серой, селеном и, гораздо реже, между двумя металлическими элементами, например в системе In и Al.</p> <p>Все имеющиеся сведения о тонком строении твердых растворов указывают на то, что большинство их характеризуется упорядоченностью ближнего порядка.</p> <p>Большинство интерметаллических соединений характеризуется не только ближним, но и дальним порядком, однако степень упорядоченности не достигает 100 % и ее часто выражают определенным процентом от идеальной упорядоченности.</p>	<p>Бокс Г. Б. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971. С. 286–287</p>	<p>В монографии представлен обширный и интересный материал, с которым целесообразно ознакомиться по первоисточнику</p>

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Из сказанного ясно, что не существует резких границ между твердым раствором и соединением. Упорядоченные твердые растворы и не полностью упорядоченные соединения являются теми самыми случаями, которые реализуются в природе и в лаборатории</p>		
11	<p>Образование непрерывного ряда твердых растворов двумя металлами возможно при условии, что электронная концентрация или ниже критической, или постоянна в пределах однородности твердого раствора.</p> <p>В реальных кристаллах сплавов наряду с неомогенностью наблюдаются геометрические искажения решетки (дефекты упаковки, парные дефекты, к которым относятся вакансии и внедрения, а также дислокации).</p> <p>В противоположность идеальному твердому раствору, т. е. твердому раствору с дальним порядком, реальные структурные составы твердых растворов замещения достаточно разнообразны.</p> <p>Если в первом случае атомы компонентов распределяются в узлах решетки закономерно, то во втором – случайно. Между этими крайними состояниями могут быть промежуточные, определяемые ближним сослоением и ближним упорядочением.</p> <p>В случае ближнего сослоения число связей между одноименными атомами, так же как и в случае ближнего порядка между разномименными атомами, больше, чем в статистически неупорядоченном твердом растворе.</p> <p>Отклонения от статистического распределения атомов по узлам в обоих случаях распространяются на небольшие участки решетки. Изучение структуры твердых растворов с помощью метода дифракции рентгеновских лучей, электроно- и нейтронографии показывает, что существует три основных типа твердых растворов:</p>	Шептунова З. И. Химическое соединение и химический индивид. М.: Наука, 1972. С. 154–157	

	<p>1) твердые растворы замещения (структуры замещения по Ормонту);</p> <p>2) твердые растворы внедрения (структуры внедрения по Ормонту);</p> <p>3) структуры вычитания (структуры несоответствия химического состава структурному типу решетки по Ормонту).</p> <p>Структуры замещения (твердые растворы I рода) образуются:</p> <p>1) путем замещения простого вещества атомами примесей, т. е. атомы растворенного вещества замещают в кристаллической решетке атомы растворителя, распределяясь среди них статистически;</p> <p>2) путем замены атомов в узлах решетки химического соединения атомами примесей, например, образование <math>\text{TiO}-\text{NiO}</math>, <math>\text{TiC}-\text{TiN}</math> – твердого раствора между двумя химическими соединениями АВ и АС.</p> <p>Структуры внедрения (твердые растворы II рода) образуются путем включения примесных атомов в междоузлия решетки. Они возникают при растворении неметаллов с малыми атомными радиусами, таких как Н, С, В, в металлах переходных групп, а также при растворении металла в интерметаллическом соединении с одноименным компонентом, например Ni в NiSb.</p> <p>Твердые растворы вычитания образуются на основе только химических соединений.</p> <p>Тогда избыточные атомы растворимого элемента занимают нормальные позиции, а некоторые позиции атомов второго компонента оказываются пустыми.</p> <p>Твердые растворы чаще всего характеризуются наличием металлической связи.</p> <p>Однако атомы растворяющегося металла могут обладать различной степенью ионизации, так как они характеризуются разной способностью к отлаче электронов. Поэтому в реальных кристаллах химическая связь не имеет строго выраженный ионный, ковалентный или металлический характер, а в силу аддитивного принципа – промежуточный.</p>	
--	--	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Интерметаллические фазы тоже обладают химической связью, изменяющейся в пределах металлическая – ковалентная – ионная.</p> <p>Однако во всех случаях, каким бы типом связи ни характеризовался кристалл, он представляет собой как бы единую «гигантскую молекулу», единую квантовомеханическую систему с единой системой обобщенных электронов связи и обобщенных кулоновских взаимодействий</p>		
12	<p><i>Твердые растворы (Т. р.) – фазы переменного состава, в которых атомы различных элементов расположены в общей кристаллической решетке. Твердые растворы могут быть неупорядоченными (со статистическим расположением атомов), частично или полностью упорядоченными. Экспериментально упорядоченность определяют главным образом рентгеновским структурным анализом.</i></p> <p>Способность образовывать Т. р. свойственна всем кристаллическим телам. В большинстве случаев она ограничена узкими пределами концентраций, но известны системы с непрерывным рядом твердых растворов. По существу, все кристаллические вещества, считающиеся чистыми, представляют собой твердые растворы с очень малым содержанием примесей.</p> <p>Природные примеси или атомы легирующих элементов могут образовывать с матрицей основного кристалла Т. р. замещения или внедрения.</p> <p>Согласно полуэмпирическим правилам Юм-Розери непрерывные Т. р. замещения в металлических системах образуются лишь теми элементами, которые, во-первых, имеют близкие по размеру атомные радиусы (отличающиеся не более чем на 15 %) и, во-вторых, находятся не слишком далеко друг от друга в электрохимическом ряду напряжений. Если атомы компонентов существенно различаются по размерам, возможно внедрение атомов одного эле-</p>	Химический энциклопедический словарь, М.: Сов. энциклопедия, 1983. С. 560	

	<p>мента в междоузлия решетки, образованной другим элементом. Подобные Т. р. растворы типичны для растворов неметаллов в металлах.</p> <p>Существуют также Т. р. растворы вычитания, образуемые вакантными узлами кристаллической решетки; они типичны для нестехиометрических соединений. Образование Т. р. при легировании элементов и соединений имеет большое значение в производстве сплавов, полупроводников, керамики, ферритов.</p> <p>Т. р. – основа всех важнейших конструкционных и нержавеющей сталей, бронз, латуней и различных сплавов высокой прочности.</p> <p>Свойства Т. р. регулируют их составом, термической или термохимической обработкой. При распаде Т. р. сплавы металлов приобретают новые свойства.</p> <p>Наиболее ценными качествами обладают сплавы с очень тонкой неоднородностью – т. н. дисперсионотверждающие, или стареющие Т. р. Дисперсионное твердение может наблюдаться и при распаде Т. р. на основе не элементов, а соединений, например нестехиометрических шпинелей</p>		
13	<p>Как известно, изоморфные вещества образуют друг с другом твердые растворы – гомогенные твердые вещества сложного состава, в структуре которых атомы распределены статистически.</p> <p>В твердых растворах ионных соединений, металлов, полимеров атомы соединены межатомами связями. Поэтому подобные вещества являются твердыми атомными соединениями.</p> <p><i>Каждому непрерывному твердому раствору соответствует ряд отдельных твердых химических соединений, в том числе соединений, обладающих равноценными статистическими структурами, и в ряде случаев интерметаллических соединений. Например, медь и золото образуют непрерывный ряд твердых растворов, но при концентрациях золота от 20 до 70 ат. % в сплавах, полученных отжигом (т. е. выдерживанием сплава при высокой температуре), про-</i></p>	Алесковский В. Б. Химия твердых веществ. М.: Высш. шк., 1978. С. 44-45	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	являются интерметаллические соединения: $\text{Cu}_3\text{Au}$ и $\text{CuAu}$ , имеющие строго закономерную структуру. Следовательно, твердые растворы не всегда имеют упорядоченное строение. Эта неупорядоченность – во многих случаях результат закрепления атомов при быстром охлаждении в тех положениях, в которых они находились в расплаве, участвуя в интенсивном тепловом движении. Конечно, таким простым способом можно получить только сравнительно прочные соединения данных элементов. Но не исключен и синтез любого из множества практически равноценных вариантов структур, возможных для каждого данного состава твердого раствора. Среди них наряду с бесчисленным количеством неправильных структур имеются и упорядоченные структуры		
14	По Курнакову, бертоллиды представляют собой твердые растворы неустойчивых в свободном состоянии соединений постоянного состава	<i>Алесковский В. Б.</i> Химия надмолекулярных соединений. Л.: Изд-во ЛПУ, 1990. С. 14	
	Ряды практически неразличимых соединений представляют собой всевозможные твердые растворы, в том числе сплавы, стекла и т. п.	То же. С. 19	
15	Твердые растворы (Т. р.) – однородные (гомогенные) <i>кристаллические фазы переменного состава, которые образуются в двойных или многокомпонентных системах</i> . Если компоненты системы неограниченно растворимы друг в друге, они образуют непрерывный ряд Т. р. Чаще, однако, концентрация растворенного вещества не может превышать некоторое предельное значение и существование Т. р. ограничено некоторыми областями составов (области гомогенности). Т. р. являются многие металлические сплавы и неметаллические системы – минералы, стекла, полупроводники, ферриты.	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1995. Т. 4. С. 505–507	Твердые растворы охарактеризованы как кристаллические фазы, и в то же время к ним причислены стекла, которые не относятся к кристаллическим системам

	<p>В Т. р. замещения растворенное вещество замещает исходное – атом на атом, ион на ион или молекулу на молекулу. При этом число частиц (атомов, молекул) в элементарной кристаллической ячейке остается постоянным.</p> <p>В Т. р. внедрения атомы (молекулы) растворенного вещества располагаются в междоузлиях кристаллической решетки, образованной веществом основой Т. р., или в стехиометрических вакансиях. В результате число атомов (молекул) в элементарной ячейке кристалла увеличивается. Классический пример Т. р. внедрения – растворы неметаллов Н, N, С, О в металлах. Т. р. внедрения являются растворы воды в цеолитах – молекулы воды располагаются в полостях структуры основного вещества.</p> <p>В Т. р. вычитания число атомов в элементарной ячейке кристалла уменьшается по сравнению с чистым компонентом. Такие Т. р. часто образуются на основе нестехиометрических соединений.</p> <p>В пределах области гомогенности одной и той же фазы могут наблюдаться как Т. р. внедрения, так и Т. р. вычитания, поэтому иногда эти типы Т. р. объединяют под названием «Т. р. с переменным числом атомов в элементарной ячейке».</p> <p>Т. р. как внедрения, так и замещения могут быть неупорядоченными – со статистическим распределением атомов в решетке либо частично или полностью упорядоченными – с определенным расположением атомов разного сорта относительно друг друга. <i>Упорядоченные Т. р. иногда называют сверхструктурами.</i></p> <p>В некоторых случаях в Т. р. атомы одного сорта могут образовывать скопления, которые в свою очередь могут определенным образом упорядочиваться или ориентироваться в данном направлении. Таким образом, Т. р., будучи истинно гомогенным в макроскопическом масштабе, т. е. система, находящаяся в термодинамическом равновесии, может быть неоднородной на микроуровне.</p>	
--	---	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	Т. р. могут изменяться в результате термической обработки, которая позволяет получить твердый раствор либо в неравновесном состоянии (закалка), либо в состоянии той или иной степени приближенной к равновесному (отжиг, отпуск)		
16	<p><i>Твердые растворы (Т. р.) – фазы переменного состава, в которых атомы различных элементов смешаны в известных пределах или неограниченно в общей кристаллической решетке.</i></p> <p>Растворимость в твердом состоянии свойственна всем кристаллическим твердым телам. В большинстве случаев эта растворимость ограничена узкими пределами, но известны системы с непрерывным рядом Т. р. (например, Cu—Au, Ti—Zr, Ge—Si, GaAs—GaP).</p> <p>По существу, все кристаллические вещества, известные как «чистые» или «особо чистые», являются Т. р. с очень малым содержанием примесей, поскольку абсолютная чистота практически недостижима.</p> <p>В природе широко распространены Т. р. минералов (см. Изоморфизм)</p>	Большая Советская Энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1970–1977. Режим доступа: <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> . Дата обращения: 18.09.2009 г.	
17	<p><i>Твердые растворы – фазы переменного состава, в которых атомы различных элементов расположены в общей кристаллической решетке. Могут быть неупорядоченными (со статистическим расположением атомов), частично или полностью упорядоченными. Экспериментально упорядоченность определяют главным образом рентгеновским структурным анализом.</i></p> <p>Способность образовывать твердые растворы свойственна всем кристаллическим твердым телам. В большинстве случаев она ограничена узкими пределами концентраций, но известны системы с непрерывным рядом твердых растворов (например, Cu—Au, Ti—Zn, GaAs—GaP). По существу, все кристаллические вещества, считаю-</p>	Режим доступа: <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/Твердый_раствор">http://ru.wikipedia.org/wiki/Твердый раствор</a> . Дата обращения: 18.09.2009 г.	

	<p>шие чистыми, представляют собой твердые растворы с очень малым содержанием примесей.</p> <p>Природные примеси или атомы легирующих элементов могут образовывать с матрицей основного кристалла твердый раствор замещения или внедрения</p>		
18	<p><i>Твердые растворы (Т. р.)</i> – однородные (гомогенные) кристаллические фазы переменного состава; образуются в двойных или многокомпонентных системах. Если компоненты системы неограниченно растворимы друг в друге, они образуют непрерывный ряд Т. р. Чаще, однако, концентрация растворенного вещества не может превышать некоторое предельное значение и существования Т. р. ограничено некоторыми областями составов (области гомогенности).</p> <p>Т. р. являются многие металлические сплавы и неметаллические системы – минералы, стекла, полупроводники, ферриты</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.ximuk.ru/encyklopedia">www.ximuk.ru/encyklopedia</a>.</p> <p>Дата обращения: 18.09.2009 г.</p>	
19	<p><i>Твердые растворы – гомогенные смеси, компоненты которых хаотически и непрерывно распределены в объеме сплава</i></p>	<p>Режим доступа: <a href="http://internet-school.ru">www.internet-school.ru</a>. Дата обращения: 18.09.2009 г.</p>	
20	<p><i>Твердые растворы – сплавы, у которых атомы растворимого элемента рассеяны в кристаллической решетке растворителя; растворимый элемент может замещать часть атомов основного металла или внедряться между ними, но без образования молекул определенного состава. В железоуглеродистых сплавах Fe—C атомы углерода внедряются в поры решетки Fe.</i></p> <p>В отличие от химических соединений состав твердых растворов постоянен и зависит от температуры и концентрации (проникания одного элемента кристаллической решетки в другой).</p> <p>Кристаллическая решетка твердого раствора сохраняет тип решетки одного из компонентов, который по этому признаку считается растворителем</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.bibliotekar.ru/spravoc/hnik-33/107.htm">http://www.bibliotekar.ru/spravoc/hnik-33/107.htm</a></p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
21	<p><i>Твердые растворы – твердые однородные кристаллические или аморфно-твердые вещества переменного состава. Твердые растворы распространены среди природных (полевые шпаты, слюды и т. д.) и среди искусственно получаемых веществ (гидриды, карбиды, нитриды, окислы металлов). Особенно важны твердые растворы металлов, так как при их образовании происходит значительное повышение прочности и твердости без существенного уменьшения пластичности, а также большое увеличение электрического сопротивления. Твердые растворы составляют основу всех важнейших технических сплавов, например конструкционных, нержавеющих и кислотоупорных сталей, бронз, латуней, легких и сверхлегких алюминевых и магниевых сплавов высокой прочности, сплавов высокого электрического сопротивления. Из неметаллических твердых растворов особенно важно стекло</i></p>	<p>Режим доступа: <a href="http://chem100.ru/text.php?t=190b">http://chem100.ru/text.php?t=190b</a></p>	
22	<p><i>Твердые растворы – однородные твердые вещества, состоящие из нескольких компонентое, концентрации которых могут быть изменены в некоторых пределах при данных температуре, давлении и т. п. без нарушения однородности.</i></p> <p>Многие металлические сплавы (например, сталь, бронза), минералы (полевые шпаты, слюды и др.), стекла являются твердыми растворами</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.alhimikov.net/slovar/bukva_tuf.html">http://www.alhimikov.net/slovar/bukva_tuf.html</a></p>	

Понятия «химическая структурная формула», «молекула», «молекулярная структура», «формульная единица»

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
1	<p><i>О молекуле</i></p> <p>Рассматривая историю возникновения и развития понятия молекулы, нельзя не обратить внимания на то обстоятельство, что по данному вопросу в химии переплетались и боролись две точки зрения. Первую можно назвать аналитической: она рассматривала молекулу как <i>элементарную единицу состава тела</i>.</p> <p>Вторая признавала за молекулой самостоятельное существование в качестве <i>реальной структурно-кинетической единицы материи</i>. Один из виднейших химиков первой половины прошлого (XIX в. – Е. В.) столетия Лоран определил молекулу как <i>наименьшее количество вещества, способного участвовать в химической реакции</i>. Эта идея была развита Жераром и в конечном итоге положена в основу определения молекулы, принятого на съезде в Калсруэ в 1860 г. Бутлеров в своих работах пользовался также определением Лорана.</p> <p>Грандиозные успехи молекулярной и структурной теории в органической химии привели к тому, что представления о самостоятельно существующих молекулах было перенесено в область химии неорганической. В ряде случаев оно себя оправдало, но со временем начали накапливаться факты, не укладывающиеся в рамки молекулярных представлений.</p> <p>Исследование кристаллогидратов, растворов, соединений неопределенного состава поставило границу для строгого выделения молекул в массе вещества. С развитием методов кристаллохимии, особенно в результате успехов рентгеноструктурного анализа стало ясно, что для громадного большинства неорганических тел нельзя говорить о наличии в них молекул</p>	Жданов Ю. А. Очерки методологии органической химии. М.: Высш. шк., 1960. С. 102–104	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p><i>Молекула в представлениях кристаллохимиков</i></p> <p>Установление того факта, что для многих веществ нельзя говорить об их молекулярном строении, привело некоторых кристаллографов к отказу от понятия молекулы твердого тела. В самом деле, если молекула не является структурной единицей изучаемого тела, то надо отбросить это понятие, чтобы оно не мешало при работе, и заняться расположением атомов в теле. Это выразил в свое время Е. С. Федоров, который писал: «Элементами кристаллической структуры оказались не молекулы целиком, а атомы».</p> <p>Последовательно развивая кристаллохимический формализм (доведя его, собственно говоря, до крайности), Энрико Ферми пришел к весьма своеобразному выводу о том, что молекула возникает в результате наложение бесконечных атомных решеток. Мы не станем отрицать значение такого чисто геометрического подхода к строению тела с точки зрения решения кристаллографических задач. Однако при данной постановке вопроса уходит на второй план, распадается важное для химиков представление о порядке взаимодействия атомов, о наличии особых структурных образований в теле.</p> <p>Отмеченный кристаллографический подход в наше время тесно связан с формальным взглядом отдельных физиков и химиков на молекулу, как на сумму электронов и ядер. Эта позиция отражена, например, в «Квантовой химии» Г. Эйринга, Д. Уолтера и Д. Кимбалла, которые считают, что с точки зрения химика материю можно считать состоящей из атомных ядер. Поскольку молекула состоит только из этих частиц, то отсюда они делают вывод, что все свойства материи сводятся к свойствам совокупности этих частиц.</p> <p>Приводимые взгляды на молекулу, вернее, отрицание ее специфики и самого существования, отражают механистические устремления отдельных исследователей, склонных подменять качество</p>	<p>Жданов Ю. А. Очерки методологии органической химии. М.: Высш. шк., 1960. С. 106–108</p>	

	<p>количеством, отвергая качественное своеобразие структурно более высоких и сложных образований материи. Однако такой сутобо формальный подход к строению тел не удовлетворяет многих исследователей.</p> <p>П. Нитгли, отвергая предложение Штаудингера считать молекулой любую группу атомов, связанных нормальными валентностями, замечает: «Мы исходим из совершенно другого принципа классификации молекул и кристаллов и считаем, что молекулы в структурном отношении являются замкнутыми конечными агрегатами частиц, а кристаллические образования отличаются структурным принципом, простирающимся в бесконечность». Он вводит понятие молекулярной конфигурации, понимая под ней такие конечные совокупности частей, структурный принцип которых не основан на бесконечных повторениях. Конечность понимается, как подчеркивает П. Нитгли, геометрически и не связана с насыщением частицы. Если имеет место насыщение, то такая молекулярная конфигурация будет собственно молекулой; если частица не насыщена, то мы имеем радикалы и ионы.</p> <p>П. Нитгли справедливо указывает, что молекулярные и кристаллические структуры можно рассматривать лишь как предельные случаи строения материи, которые допускают переходные формы. Если, как у полимеров, в молекуле повторяется один и тот же мотив, то это означает проявление кристаллического принципа. Необходимо подчеркнуть мысль Нитгли о том, что молекулярные кристаллы представляют собой соединения высшего порядка по сравнению с молекулой</p>	
<p><i>Структурные формулы и формульные единицы</i></p> <p>Неосторожное применение структурных формул в неорганической химии в известной мере даже замедлило ее развитие, в частности задержало становление координационного учения. В химии приписываются структурно-молекулярные формулы таким, например, веществам, как <math>\text{CaTiO}_3</math>. Принимая для него формула</p>	<p>То же. С. 109–110</p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<div data-bbox="175 948 306 1209" data-label="Chemical-Block"> </div> <p data-bbox="317 715 444 1442">является ошибочной, поскольку дает повод думать, будто существует такая отдельная молекула. В действительности соединение представляет собой бесконечную решетку, в узлах которой размещены ионы кальция и титана, при этом каждый ион кальция окружен шестью ионами кислорода и все атомы кислорода равноценны.</p> <p data-bbox="450 715 790 1442">Как показывают исследования структуры веществ, иногда аналогичные по составу соединения могут обладать совершенно различным строением. Углерод и кремний находятся в одной группе Периодической таблицы Менделеева и образуют сходные окислы <math>\text{CO}_2</math> и <math>\text{SiO}_2</math>. Написанные в таком виде эти вещества кажутся подобными друг другу. Однако в действительности между ними существует громадная разница: углекислота <math>\text{CO}_2</math>, находясь в твердом состоянии, образует кристаллическую решетку, в узлах которой расположены палочкообразные молекулы <math>\text{CO}_2</math>, связанные между собой незначительными силами сцепления. В структурной решетке <math>\text{SiO}_2</math> уже нет никакой возможности выделить молекулы: так как каждый атом кремния окружен четырьмя атомами кислорода, каждый атом кислорода связывает два атома кремния.</p> <p data-bbox="795 715 923 1442">Таким образом, только формула <math>\text{CO}_2</math> отражает реальное существование молекул вещества, в то время как формула <math>\text{SiO}_2</math> говорит лишь о составе тела. Ясно, что для полной характеристики веществ необходимо указывать не только их простейшую формулу, но и строение.</p>		

	<p>Это стремятся выразить, например, так, что для кварца пишется формула <math>[\text{SiO}_{4/2}]_x</math>. Число 4 в числителе показывает, что вокруг атома кремния расположено 4 атома кислорода, число 2 в знаменателе показывает, что каждый из последних связан с двумя атомами кремния. Знак «<math>3x</math>» за скобкой обозначает, что мы имеем бесконечную трехмерную решетку.</p> <p>Г. Б. Бокий и С. С. Бацанов в интересной статье «К вопросу о понятии молекула» (Вестник МГУ. 1954. С. 73–74) пишут, что термин «молекула» рационально применять лишь для обозначения мельчайшей частицы вещества, способной к самостоятельному существованию.</p> <p>Наименьшее же количество вещества, имеющее его состав и основные химические свойства, авторы предлагают назвать «формульной единицей». «Формульная единица» обладает составом и основными химическими свойствами соединения, и ею следует заменить термин «молекула», например, при описании превращений веществ, связанных с изменением их химического состава и в других подобных случаях.</p> <p>Как и другие авторы, Г. Б. Бокий и С. С. Бацанов делят вещества на два класса: для первого характерным является структурная особенность (наличие молекул), второй характеризуется лишь со стороны состава и свойств. «Формульная единица» при данном ее определении никак не связывается авторами со строением вещества, она может быть истолкована просто как количественное соотношение атомов, слагающих данное тело, т. е. возвращает нас к аналитическому определению молекулы. Но мы знаем, что в настоящее время химия не удовлетворяется описанием одних лишь атомных пропорций сложных веществ. Они полезны лишь при стехиометрических расчетах, да и то не во всех случаях.</p> <p>Во «Введении в кристаллохимию» Г. Б. Бокий приводит много фактов, которые настоятельно требуют уточнения выдвинутого им же самим понятия формульной единицы. Он справедливо критикует</p>	
--	---	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>химиков за то, что они одному из комплексных соединений рутения приписали формульную единицу <math>K_2[RuCl_5OH]</math>, тогда как кристалло-химические исследования показали, что эту «единицу» надо удвоить, поскольку здесь речь идет о двухъядерном комплексном соединении <math>[K_2Cl_5 Ru-O-Ru-Cl_5H_2O]</math>.</p> <p>Нам представляется, что понятие «формульная единица» должно быть расширено путем включения в него структурно-химических признаков.</p> <p>Таким образом, к настоящему времени сложилось представление о наличии в природе двух типов усложнения, развития вещества: с одной стороны, образование обособленных, индивидуальных молекулярных структур, с другой – повторение сложных структурно-химических единиц или атомных комплексов, не способных к самостоятельному существованию.</p> <p>Указанные структурно-химические единицы веществ и молекул по своему положению в системе усложнения вещества однопорядковы, находясь на одной ступени развития. Бесконечное повторение как первых, так и вторых, агрегация их ведет к образованию макротела</p>		
2	<p>Сама химическая структурная формула – это модель молекулы.</p> <p><i>Для каждой эмпирической формулы можно вывести определенное число формул химического строения.</i></p> <p><i>Для каждого соединения существует одна формула химического строения</i></p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1967. Т. V. С. 658	
3	Структурная химическая формула в отличие от обычной (брутто-формулы) должна отражать строение химических веществ. Впервые структурные формулы были введены в науку А. М. Бутлеровым для органических (молекулярных) соединений. Без них невозможно было бы понять разницу в строении различных изомеров, полимеров и	Бокй Г. Б. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971. С. 240–241	

	<p>вообще веществ с одинаковым валовым составом. Идеи Бутлерова в начале XX в. были распространены на область комплексных неорганических соединений Вернером и Чугаевым.</p> <p>Так, хлороплатинат калия вместо записи в форме, отвечающей двойной соли <math>2KCl \cdot PtCl_4</math>, стали писать <math>K_2[PtCl_6]</math>. Физико-химические исследования подтвердили такую структурную формулу. В частности, это вещество при растворении в воде диссоциирует на три иона: <math>2K^+</math> и комплексный ион <math>[PtCl_6]^{2-}</math>. Кристаллохимия также подтверждает правильность указанной структурной формулы. Кристаллохимическая структура хлороплатината калия построена из упакованных плотнейшим образом ионов <math>[PtCl_6]^{2-}</math>, в промежутках между которыми располагаются ионы <math>K^+</math>. Координационное число атомов калия – 12, т. е. каждый атом окружен двенадцатью атомами Cl.</p> <p>Существует символика для краткой записи структурных типов. Так, структура NaCl будет записана следующим образом: <math>[NaCl]^{6/12}_{\infty}</math>. Это значит, что координационное число в структуре – 6, и каждый атом (ион) хлора окружен шестью атомами (ионами) натрия. Значок <math>\infty</math> показывает, что структура NaCl координационная, т. е. этот мотив распространяется в трех измерениях до бесконечности.</p> <p>Важность правильного написания структурных формул особенно хорошо иллюстрируется на примере силикатов. Отношение Si к O, равное 1:3, может получаться различным соединением кремнекислородных тетраэдров.</p> <p>Даже в области органической химии имеются случаи, когда правильная формула соединения была определена только в результате рентгеноструктурного исследования. Так, была установлена формула адамантана <math>C_{10}H_{16}</math>, молекула которого представляет собой тетраэдр, в вершинах которого располагаются метиновые группы CH, а в серединах ребер – метиленовые группы <math>CH_2</math>.</p>	
--	---	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
4	<p>Определение понятия молекулы как наименьшего количества вещества, способного участвовать в химической реакции и быть носителем физических свойств этого вещества, принадлежит О. Лорану и было принято в 1860 г. на Международном конгрессе химиков в Карлсруэ. В это определение должна быть внесена поправка.</p> <p><i>Молекулой</i> можно назвать наименьшее количество химического соединения, обладающего постоянством состава и способного быть носителем свойств реакционной способности этого соединения.</p> <p>Кинетической единицей бертоллидного соединения в реакции является первичный кристалл, так как он, подобно молекуле, представляет единую квантовомеханическую систему. Тогда понятие монокристалла становится равнозначным понятию молекулы в классическом смысле. Но монокристалл состоит из структурных единиц (например, <math>\text{Na}^+ \text{Cl}^-</math>), а не молекул (<math>\text{NaCl}</math>). Отрицание различия между молекулой и структурной единицей, имевшее место в литературе, вызвано стремлением к сохранению неизбылемости законов постоянства состава и кратных отношений.</p> <p>Г. Б. Бокий и С. С. Бацанов предложили называть наименьшее количество вещества, сохраняющее его состав и свойства, «<i>формальной единицей</i>», поскольку это понятие в случае твердых неорганических соединений не может быть тождественно понятию молекулы</p>	Шентунова З. И. Химическое соединение и химический индивид. М.: Наука, 1972. С. 178–181	
5	Крупным шагом в развитии представлений о строении молекул являлась <i>теория химического строения</i> , выдающегося русского химика А. М. Бутлерова. Основу теории, разработанной А. М. Бутлеровым, составляют следующие положения.	Глинка Н. Л. Общая химия. Л.: Химия, 1974. С. 116–117	

	<p>1. Атомы в молекулах соединены друг с другом в определенной последовательности. Изменение этой последовательности приводит к образованию нового вещества с новыми свойствами.</p> <p>2. Соединение атомов происходит в соответствии с их валентностью. Свойства веществ зависят не только от их состава, но и от их «химического строения», т. е. от порядка соединения атомов в молекулах и характера их взаимного влияния</p> <p>3. Наиболее сильно влияют друг на друга атомы, непосредственно связанные между собой.</p> <p>Таким образом, согласно теории Бутлерова свойства веществ определяются не только их качественным и количественным составом, как считали раньше, но и внутренней структурой молекул, определенным порядком соединения между собой атомов, образующих молекулу.</p> <p>Эту внутреннюю структуру Бутлеров называл «<i>химическим строением</i>».</p> <p>Особенно важной была идея Бутлерова о том, что атомы, соединяясь в определенной последовательности в соответствии с их валентностью, взаимно влияют друг на друга таким образом, что постоянно изменяется их собственная природа, их «<i>химическое содержание</i>»</p>	
6	<p>Для большинства веществ частицы представляют собой молекулы. <i>Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.</i></p> <p>Молекулы в свою очередь состоят из атомов. <i>Атом – наименьшая частица элемента, обладающая его химическими свойствами.</i></p> <p>В состав молекул может входить различное число атомов. Так, молекулы благородных газов одноатомны, молекулы таких веществ, как водород, азот, – двухатомны, воды – трехатомны и т. д. Молекулы наиболее сложных веществ – высших белков и нуклеиновых кислот – построены из такого количества атомов, которое измеряется сотнями тысяч. При этом атомы могут соединяться друг с другом не</p>	Глинка Н. Л. Общая химия. Л.: Химия, 1974. С. 20

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>только в различных соотношениях, но и различным образом. Поэтому при сравнительно небольшом числе химических элементов число различных веществ очень велико.</p> <p>Нередко у учащихся возникает вопрос, почему молекула данного вещества не обладает его физическими свойствами. Для того чтобы лучше понять ответ на этот вопрос, рассмотрим несколько физических свойств веществ, например температуры плавления и кипения, теплоемкость, механическую прочность, твердость, плотность, электропроводность.</p> <p>Такие свойства, как температуры плавления и кипения, механическая прочность и твердость, определяются прочностью связи между молекулами в данном веществе при данном его агрегатном состоянии; поэтому применение подобных понятий к отдельной молекуле не имеет смысла.</p> <p>Плотность – это свойство, которым отдельная молекула обладает и которое можно вычислить. Однако плотность молекулы всегда больше плотности вещества (даже в твердом состоянии), потому что в любом веществе между молекулами всегда имеется некоторое свободное пространство. А такие свойства, как электропроводность, теплоемкость, определяются не свойствами молекул, а структурой вещества в целом. Для того чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить, что эти свойства сильно изменяются при изменении агрегатного состояния вещества, тогда как молекулы при этом не претерпевают глубоких изменений. Таким образом, понятия о некоторых физических свойствах не применимы к отдельной молекуле, а о других – применимы, но сами эти свойства по своей величине различны для молекулы и для вещества в целом.</p> <p>Не во всех случаях частицы, образующие вещество, представляют собой молекулы. Многие вещества в твердом и жидком состоя-</p>		

	нии, например большинство солей, имеют не молекулярную, а ионную структуру. Некоторые вещества имеют атомное строение. В веществах, имеющих ионное или атомное строение, носителем химических свойств являются не молекулы, а те комбинации ионов или атомов, которые образуют данное вещество		
7	<p><i>Структурные формулы неорганических соединений</i></p> <p>Элементный состав дает относительное число атомов различных элементов в соединении, он устанавливает «эмпирическую» формулу.</p> <p>Простейший тип структурных формул указывает, как атомы связаны друг с другом и к какой простой топологической картине может быть добавлена информация, описывающая геометрию системы. Характер структурных формул зависит от степени связывания атомов.</p> <p>Если соединение состоит из конечных молекул, необходимо знать молекулярную массу и затем определить топологию и геометрию молекулы</p> <p>Если атомы (в твердом теле) образуют бесконечные одно-, двух-, или трехмерную системы, термин «молекулярная масса» не имеет смысла, и структурная формула должна описывать некоторое характерное расположение атомов, которое при повторении воспроизведет расположение, найденное в кристалле</p>	Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир, 1987. Т. 1. С. 21–22	
8	<p>Органические соединения (не полимеры) существуют как конечные (по размерам) молекулы в любом агрегатном состоянии. Из этого следует, во-первых, что структурная задача здесь состоит только в выявлении структуры конечной молекулы и, во-вторых, что она может быть решена путем изучения структуры вещества как в твердом, так и в жидком или парообразном состоянии. Если не считать таких возможных геометрических изменений, как вращение вокруг ординарных связей, и небольших изменений размеров молекул из-за температурных различий, основная топология и геометрия молекул могут быть получены в любом агрегатном состоянии. Некоторые</p>	Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир, 1987. Т. 1. С. 12–13	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>неорганические соединения также существуют в виде конечных молекул и в твердом, и в жидком, и в газообразном состояниях, например многие простые молекулы, образованные неметаллами (HCl, CO<sub>2</sub>), а также некоторые соединения металлов (SnI<sub>4</sub>, Cr(CO)<sub>6</sub>). Точную информацию о строении простых молекул, органических или неорганических электронов, дают исследования паров методами спектроскопии и дифракции электронов, но эти методы неприменимы к очень сложным молекулам. Поскольку кристаллические тела имеют периодическое строение, они действуют как дифракционные решетки для рентгеновских лучей и нейтронов, и в принципе дифракционным изучением твердого вещества можно определить структуру любой молекулы какой бы то ни было сложности</p>		
9	<p><i>Молекула</i> (М.) – микрочастица, образованная из двух или большего числа атомов и способная к самостоятельному существованию. Имеет постоянный состав (качественный и количественный) входящих в нее атомных ядер и фиксированное число электронов и обладает совокупностью свойств, позволяющих отличать одну М. от других, в т. ч. от М. того же состава.</p> <p>М. как система, состоящая из взаимодействующих электронов и ядер, может находиться в различных состояниях и переходить из одного состояния в другое вынужденно (под влиянием внешних действий) или самопроизвольно. Для всех М. данного вида характерна некоторая совокупность состояний, которая может служить для идентификации М.</p> <p>Как самостоятельное образование М. обладает в каждом состоянии определенным набором физических свойств, эти свойства в той или иной степени сохраняются при переходе от М. к состоящему из них веществу и определяют свойства этого вещества.</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 106	

	<p>При химических превращениях М. одного вещества обмениваются атомами с М. других веществ, распадаются на М. с меньшим числом атомов, а также вступают в химические реакции других типов. Поэтому химия изучает вещества и их превращения в неразрывной связи со строением и состоянием М.</p> <p>По числу входящих в М. атомных ядер различают М. двухатомные, трехатомные и т. д. Если число атомов в М. превосходит сотни и тысячи, М. называется макромолекулой. Сумма масс всех атомов, входящих в состав М., рассматривается как молекулярная масса. По величине молекулярной массы все вещества условно делят на низко- и высокомолекулярные.</p> <p>Классическая теория химического строения рассматривает М. как стабильную наименьшую (по массе и размерам) частицу вещества, определяющую его основные свойства. Эта частица образована из химически связанных друг с другом атомов (одинаковых или разных). Понятие атома в М. при этом не детализируется.</p> <p>Из всех возможных взаимодействий атомов в М. выделяют главные взаимодействия или химические связи, которые обеспечивают стабильное существование М. и сохранение своих основных характеристик в достаточно широкой области изменения внешних условий. Все прочие (неглавные) взаимодействия между атомами в М. не определяют ее существования как целого, хотя и влияют, подчас значительно, на те или иные свойства. О неглавных взаимодействиях говорят как о взаимном влиянии непосредственно не связанных атомов, или невалентном взаимодействии. Энергетически главные взаимодействия в данной М., как правило, более значительны, чем неглавные. Вопрос о том, является ли взаимодействие выделенной пары атомов в М. главным или неглавным, решается на основании анализа многих физических и физико-химических свойств вещества, образованного из этих М.</p> <p>На структурных формулах М. главные взаимодействия обычно изображают черточками (валентными штрихами), соединяющими</p>
--	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>символы элементов рассматриваемой пары атомов. Если между парой атомов возможно проявление различных главных взаимодействий, их соединяют одна, две черточки и т. д. (одинарные, двойные и т. д. химические связи). Иногда используют и более сложные обозначения, например, пунктирные линии, окружности, полукруглости и т. п. (см. Формула химическая).</p> <p>Классическая теория допускает наличие главных взаимодействий не только для пар атомов, но и для больших их совокупностей, например троек и четверок атомов. В этих случаях обычно вводятся представления о трехцентровых и четырехцентровых химических связях. Например, в бороводородах (боранах) выделяют трехцентровые связи, осуществляемые с участием мостиковых атомов Н.</p> <p>В структурных формулах М. символы химических связей должны образовывать неразрывную цепь, так как иначе формула не будет отражать то единое целое, каким является М. Кроме того, структурная формула М. отражает и тот факт, что атомы различных элементов проявляют определенную валентность: число валентных штрихов у каждого из атомов связано лишь с тем валентным состоянием, в котором находится рассматриваемый (эффективный) атом в М.</p> <p>Изображение М. структурными формулами, указывающими не только входящие в состав М. атомы, но и последовательность главных взаимодействий и их различие для отдельных пар атомов (в одной и той же или в разных М.), как всякое графическое представление реального объекта, носит в определенной степени условный характер. К тому же структурная формула для одной и той же М. подчас и неоднозначна, что особенно заметно для комплексных соединений с координационными химическими связями либо сложных органических М. с сопряженными связями</p>		

10	<p><i>Молекулярные кристаллы</i> (М. к.), образованы молекулами, связанными ван-дер-ваальсовыми силами (см. Межмолекулярные взаимодействия). Внутри молекул атомы соединены существенно более прочными (ковалентными) связями.</p> <p>Фазовые переходы М. к. – плавление, возгонка, полиморфные переходы (см. Полиморфизм) – происходят, как правило, без разрушения отдельных молекул. М. к. являются частным случаем ван-дер-ваальсовых кристаллов, к которым относятся также цепочечные и слоистые кристаллы, где посредством ван-дер-ваальсовых сил соединены бесконечные цепи (например, органические полимеры) или слои (например, графит). Структуру М. к., как и других кристаллических веществ, устанавливают с помощью рентгеновского структурного анализа; для изучения динамики молекул в М. к. используют колебательную спектроскопию и неупругое рассеяние нейтронов.</p> <p>М. к. образуют органические, металлоорганические, многие комплексные соединения, а также бинарные соединения типа <math>\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{HCl}</math> и др. В форме М. к. могут находиться некоторые твердые простые вещества (например, <math>\text{H}_2</math>, галогены, <math>\text{N}_2</math>, <math>\text{O}_2</math>, <math>\text{S}_2</math>)</p>	Химическая энциклопедия М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 226	
11	<p><i>Молекулярные комплексы</i> (М. к.) (донорно-акцепторные комплексы, молекулярные соединения) образуются из формально валентно-насыщенных молекул благодаря силам межмолекулярного взаимодействия. Современные представления о М. к. значительно шире того, что заложено в их названии, так как в М. к. могут входить ионы, свободные радикалы, ион-радикалы, а также молекулы в возбужденном состоянии (см. Эксимеры, Эксплексы). К М. к. относятся и комплексы с водородной связью (см. Водородная связь). М. к. имеют вполне определенную стехиометрию и пространственное строение, при этом исходный состав входящих в М. к. молекул сохраняется. Часто М. к. рассматривают как своеобразный тип координационных соединений, в который наряду с соединениями металлов (см. Металлоорганические соединения) входят и комплексы, состоящие исключительно из органических соединений или неметаллов.</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 116	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Обычно М. к. отличаются от <i>клатратов</i>, у которых чаще всего менее определенная стехиометрия и энергия межмолекулярного взаимодействия не превышает энергию ван-дер-ваальсова взаимодействия. Однако это отличие довольно условно, так как относительная прочность М. к., по которой они делятся на сильные и слабые, изменяется в весьма широком диапазоне</p>		
12	<p><i>Формула химическая</i> – изображение состава и строения молекул с помощью химических знаков (химических символов) и числовых индексов. Химический символ атома состоит из первой буквы или из первой и одной из следующих букв латинского названия элемента, например: углерод – С (carbonum), медь – Си (cuprum), кадмий – Сd (cadmium). Число атомов в молекуле принято писать в подстрочном индексе справа от символа элемента (единицу опускают), например, Н<sub>2</sub>О.</p> <p>Различают эмпирические формулы (показывают простейшее количественное соотношение между элементами), молекулярные (указывают число атомов, входящих в молекулу данного соединения), рациональные (при изображении выделяют функциональные группы) и структурные (характеризуют расположение атомов, порядок связи и валентность каждого атома в молекуле).</p> <p>Так, для уксусной кислоты эмпирическая формула – СН<sub>2</sub>О, молекулярная формула – С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub>О<sub>2</sub>, рациональная СН<sub>3</sub>СООН, структурная формула</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{CH} - \text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1998. Т. 5. С. 123	

	Структурные формулы могут быть плоскими и проекционными. (см. Ньюмена формулы, Фишера формулы, Хоуорса формулы)		
13	<p>Молекула – наименьшая устойчивая электрически нейтральная частица вещества, сохраняющая его основные химические свойства; состоящая из атомов одинаковых или различных химических элементов; содержащая равное количество электрически заряженных частиц противоположного знака.</p> <p>Молекулы ограничивают предел делимости вещества. От строения молекул зависят физические, химические и биологические свойства веществ</p>	Режим доступа: <a href="http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_exs2.cgi?RMurlqzt">http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_exs2.cgi?RMurlqzt</a> . Дата обращения: 16.05.2010 г.	
14	<p>Для молекулярных веществ химическая формула может обозначать и одну молекулу этого вещества. Информация о веществе может быть разной, поэтому существуют разные типы химических формул. В зависимости от полноты информации химические формулы делятся на четыре основных типа: простейшие, молекулярные, структурные и пространственные</p>	Жуков С. Т. Химия для 8–9 классов. М., 2002 // Режим доступа: <a href="http://www.chem.msu.s">http://www.chem.msu.s</a> . Дата обращения: 12.10. 2010 г.	
15	<p>Стехиометрическая формула – химическая формула, отвечающая идеальному целочисленному составу химического соединения из атомов, удовлетворяющая требованию валентности. В твердых телах наблюдаются небольшие отклонения от стехиометрического состава, например в сернистом железе, окислах титана и других соединениях</p>	Справочник химика // Режим доступа: <a href="http://www.chem100.ru/">www.chem100.ru/</a> . Дата обращения: 12.10. 2010 г.	
16	<p>Графическая формула (ее ошибочно называют структурной формулой), кроме количественного и качественного состава, дает дополнительную информацию: она показывает, в какой последовательности связаны атомы друг с другом. Однако эти формулы ничего не говорят о структуре молекулы, т. е. не отражают относительное расположение атомов в пространстве</p>	Корень Ю. М., Овчаренко В. В. Общая и неорганическая химия. М.: Изд-во МГУ, 2000. Ч. 1. С. 15–16	
17	<p>Основной теории Бутлерова является идея о порядке химического взаимодействия атомов в молекуле. Этот порядок химического взаимодействия не включает представления о механизме химиче-</p>	Режим доступа: <a href="http://www.ximuk.ru/organika/09.html">http://www.ximuk.ru/organika/09.html</a>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>ской связи и физическом расположении атомов. Эта важная особенность теории химического строения позволяет всегда опираться на нее при построении физической модели молекулы.</p> <p>Установив понятие химического строения, А. М. Бутлеров дает новое определение природы вещества: «химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением». Таким образом, А. М. Бутлеров первый установил, что каждая молекула имеет определенное химическое строение, что строение определяет свойства вещества и что, изучая химические превращения вещества, можно установить его строение.</p> <p>Взгляды А. М. Бутлерова на значение химических структурных формул вытекают из основных положений его теории. Бутлеров считал, что эти формулы должны быть не «типическими», «реакционными», а конституционными. В этом смысле для каждого вещества возможна лишь одна рациональная формула, на основании которой можно судить о химических свойствах</p>		

Понятие «координационные (комплексные) соединения»

№ п/п	Определение	Источник
1	<i>Классические соединения (внутрикомплексные соединения)</i> <i>Внутрикомплексные соединения</i> – комплексные циклические соединения, содержащие внутри-сферные поликоординационные заместители, присоединенные к центральному атому металла как за счет главной, так и за счет побочной валентности, и не содержащие, кроме указанных заместителей, никаких других аддуктов	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1963. Т. I. С. 602
2	<i>Комплексные соединения (координационные соединения) (К. с.)</i> – соединения сложного состава, в которых можно выделить центральный атом (комплекссообразователь) и непосредственно связанные с ним молекулы или ионы, т. н. лиганды или адденды. Между К. с. и другими соединениями сложного состава, например двойными солями, четкой границы не существует. Комплекссообразование наиболее характерно для переходных металлов. Из неметаллов центральным атомом служат чаще всего В, Р, Si, As. Лиганды представляют собой обычно анионы, например $\text{OH}^-$ (гидроксиокомплексы), остатки кислот (ацидокомплексы), а также нейтральные молекулы, содержащие такие атомы, как О, N, Р, Si, As или кратные связи	Краткий химический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1987. С. 268
3	<i>Координационные соединения (комплексные соединения)</i> содержат катионный, анионный или нейтральный комплекс, состоящий из центрального атома (иона) и связанных с ним молекул или ионов – лигандов. Центральный атом (комплекссообразователь) – обычно акцептор, а лиганды – доноры электронов, и при образовании комплекса между ними возникает донорно-акцепторная, или координационная, связь. Число атомов лигандов, координированных центральным атомом, называют координационным числом, которое обычно превышает его степень окисления. В зависимости от числа донорных атомов лиганда, способных к координации, различают моно-, би- и полидентатные лиганды. Лиганды, координирующиеся через два и более донорных атомов к одному центральному атому, называют хелатными, а координирующиеся к различным центральным ионам, – мостиковыми.	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 464

№ п/п	Определение	Источник
	<p>Комплексы, в которых лиганды связывают два или более центральных ионов, называют би- или полиядерными. Полиядерные комплексы, имеющие химические связи между центральными атомами, называют кластерами.</p> <p><i>Координационная связь</i> – химическая связь в комплексных соединениях, в которых один или несколько атомов образуют большее число связей, чем допускает высшая формальная валентность этих атомов. Многообразие типов координационной связи обуславливает разнообразие структурных типов молекул координационных соединений, а также кристаллических структур твердых тел</p>	
4	<p>Наиболее удачно свойства и строение комплексных соединений объясняет координационная теория, предложенная в 1893 г. А. Вернером. Широкое распространение этой теории объясняет, почему комплексные соединения часто называют координационными соединениями</p>	Глинка Н. Л. Общая химия. Л.: Химия, 1977. С. 582–583
5	<p>Аквакомплексы – комплексные соединения, в которых лигандами служат молекулы воды. В водных растворах многозарядные катионы всегда образуют аквакомплексы, которые в отличие от гидратированных ионов, характеризуются точным значением координационного числа и определенным расположением лигандов вокруг центрального иона, например <math>[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]_2^+</math> имеет тетраэдрическое строение.</p> <p>Кристаллические аквакомплексы отличаются от кристаллогидратов солей более прочной связью молекул воды с ионом металла; кристаллическая вода может быть связана также с анионом соли. Возможно наличие одновременно координированной и кристаллизационной воды, например в квасцах <math>[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \cdot \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{H}_2\text{O}</math></p>	Химический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983. С. 10
6	<p><i>Координационные полимеры</i> – внутрикомплексные полимеры, хелатные полимеры, клешевидные.</p> <p><i>Координационные полиэдры</i> – молекулярные многогранники.</p> <p><i>Полиэдрические молекулы</i> без центра (кластерные металлы, полиэдры) не относятся к координационным соединениям</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 466
7	<p>Координационные соединения с несколькими атомами металла, соединенными мостиковыми атомами неметаллических элементов, часто называют обменными кластерами (см. Полиядерные соединения)</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 792–797

8	По координационной теории Вернера, комплексное соединение состоит из центрального атома (иона; обычно иона металла) и координационных, т. е. расположенных вокруг него, молекул или ионов, называемых лигандами	<i>Васильев В. П.</i> Комплексоны и комплексопаты // СОЖ. 1996. № 4. С. 39–44
9	<i>Комплексоны</i> – органические хелатообразующие соединения, главным образом полиаминополи-алкилкарбоновые (фосфоновые) и окси(амино)алкилдендифосфоновые кислоты и их производные. Их комплексы называют комплексонатами	Краткий химический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1987. С. 269
10	<i>Комплексоны</i> – органические хелатообразующие соединения, содержащие в молекуле способные к координации атомы N, S или P, а также карбоксильные, фосфоновые, фосфонистые и другие группы. В водных растворах с катионами переходных элементов, щелочно-земельных и некоторых щелочных металлов образуют устойчивые внутрикомплексные соединения – комплексопаты различного состава: моноядерные кислые (протонированные) $MnZL$ , средние (нормальные) $ML$ и гидроксо-комплексы $M(OH)xL$ ; би- и полиядерные $M_2L$ , $MnL$ ; ди- и трикомплексопаты $ML_2$ , $ML_3$ . При наличии в системе нескольких различных катионов и лигандов возможно присутствие гетероядерных $MxMyL$ , разнолигандных $ML_xL_y$ и более сложных по составу комплексопатов (например, $MxMyLmLn$ ), в том числе полимерных	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 440
11	<i>Молекулярные комплексы</i> (М. к.) (донорно-акцепторные комплексы, молекулярные соединения) – образуются из формально валентно-насыщенных молекул благодаря силам межмолекулярного взаимодействия. Современные представления о М. к. значительно шире того, что заложено в их названии, так как в М. к. могут входить ионы, свободные радикалы, ион-радикалы, а также молекулы в возбужденном состоянии (см. Эксимеры, Эксилексы); к М. к. относятся и комплексы с водородной связью (см. Водородная связь). М. к. имеют вполне определенную стехиометрию и пространственное строение, при этом исходный состав входящих в М. к. молекул сохраняется. Часто М. к. рассматривают как своеобразный тип координационных соединений, в которой наряду с соединениями металлов (см. Металлоорганические соединения) входят и комплексы, состоящие исключительно из органических соединений или неметаллов. <i>Обычно М. к. отличаются от клапратов</i> , у которых чаще всего менее определенная стехиометрия и энергия межмолекулярного взаимодействия не превышает энергию ван-дер-ваальсова взаимодействия. Однако это отличие довольно условно	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 116

№ п/п	Определение	Источник
12	<p>1. Координационное число центрального атома в комплексном соединении – число электроно-донорных центров лигандов, непосредственно взаимодействующих с комплекссообразователем.</p> <p>2. Координационное число в кристаллохимии – число ближайших к данному атому соседних атомов в кристаллической решетке (в случае атомной кристаллической структуры) или молекул (в молекулярных кристаллах)</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 464

Понятия «высокомолекулярные соединения», «полимеры»

№ п/п	Определение	Источник
1	<p><i>Высокомолекулярные соединения</i> – химические соединения, молекулярный вес которых составляет величину от нескольких тысяч до нескольких миллионов.</p> <p>Если цепи макромолекулы высокомолекулярного соединения состоят из большого числа повторяющихся группировок – звеньев, имеющих одинаковое строение, то такие высокомолекулярные соединения называют полимерами.</p> <p>В случае трехмерных высокомолекулярных соединений (сшитых) понятия молекулы и молекулярного веса лишены смысла</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1961. Т. I. С. 696
2	<p>Синтетические полимеры не являются индивидуальными веществами, они представляют собой смеси полимергомолотов с различным содержанием функциональных групп и их параметры носят статистический характер</p>	Энциклопедия полимеров, М.: Сов. энциклопедия, 1972. Т. I. С. 797
3	<p>Полимеры являются типичным примером неоднородности систем как в отношении весов молекул, из которых они состоят, так и в отношении особенностей структуры отдельных молекул</p>	Аналитическая химия полимеров / Под ред. Г. Клайна. М.: Мир, 1965. Т. II. С. 67
4	<p><i>Биополимеры</i> – природные высокомолекулярные соединения, из которых построены клетки живых организмов и межклеточное вещество, связывающее их между собой.</p> <p>Выделение смешанных биополимеров из природных объектов в нативном состоянии и изучение их химического строения представляет значительные трудности, вследствие чего лишь немногие из этих соединений получены в индивидуальном виде, а химическое строение удалось установить лишь в единичных случаях</p>	Энциклопедия полимеров. М.: Сов. энциклопедия, 1972. Т. I.
5	<p><i>Полимеры</i> (П.) – продукты соединения (полимеризации) многих мономеров (одинаковых молекул) в одну макромолекулу (укрупненную молекулу); в результате этого резко изменяются свойства продукта. Элементный химический состав П. при этом не изменяется. Число исходных молекул – мономеров, образующих макромолекулу П., может составить от двух до многих тысяч и даже миллионов. П., содержащие большое число исходных молекул, называются высокомолекулярными, а</p>	Бусев А. И., Ефимов И. П. Определения, понятия, термины в химии. М.: Просвещение, 1977. С. 141

№ п/п	Определение	Источник
	<p>малое число – низкомолекулярными. Повторяющаяся группа атомов, которая обычно является составом мономера, называется звеном полимерной макромолекулы.</p> <p>Число звеньев в цепи называется степенью полимеризации (<math>n</math>). Произведение <math>n</math> на молекулярную массу одного звена равно молекулярной массе <math>M</math> полимера. П. с <math>M = 104-106</math> называются высокополимерами, а П. с низкой молекулярной массой – олигомерами. П., цепи которых построены из одинаковых звеньев, называются гомополимерами, из разнородных – сополимерами. Сополимеры (линейные), основная цепь которых построена из повторяющихся отрезков, образованных группой (блоком) одинаковых звеньев, называются блок-сополимерами. Кроме линейных П., могут быть разветвленные и пространственные П. Если главная цепь макромолекулы состоит из одинаковых мономеров, а боковые ответвления из других мономеров, то такие разветвленные П. называются привитыми сополимерами. Главная цепь П. может содержать как одинаковые атомы (гомоцепные П.), так и различные (гетероцепные П.). Неорганические П. не содержат атомов углерода. Представители природных П. – белки, нуклеиновые кислоты, целлюлоза, крахмал, натуральный каучук и др. Большинство высокомолекулярных полимеров – твердые тела, обладающие свойствами пластичности и эластичности</p>	
6	Высокомолекулярные соединения (полимеры) характеризуются молекулярной массой от нескольких тысяч до нескольких (иногда многих) миллионов. В состав молекул (макромолекул) входят тысячи атомов, соединенных химическими связями. Любые атом или группа атомов, входящих в состав цепи полимера или олигомера, называются составным звеном	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1998. Т. 1. С. 441
7	<p><i>Полимер</i> – высокомолекулярное соединение (ВМС), макромолекула которого состоит из большого числа одинаково повторяющихся формулировок. Более точное определение термина «полимер» дано Комиссией по номенклатуре Союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) в 1974 г. Основная задача номенклатуры любого класса химических соединений в установлении такого систематического названия соединения, которое полностью отражало бы его структуру. В отличие от низкомолекулярных органических и неорганических соединений для ВМС такая задача в большинстве случаев невыполнима.</p> <p>Синтетический полимер характеризуется неоднородностью по размерам цепных молекул (полидисперсностью и полимолекулярностью). В структуре сополимера практически невозможно знать строение всех составных звеньев и последовательность их расположения в цепи. Предложен-</p>	<i>Киреев В. В.</i> Высокомолекулярные соединения. М.: Высш. шк., 1992. С. 13

8	<p>ная ИЮПАК в 1983 г. номенклатура сополимеров базировалась не на структурном принципе, как для регулярных органических и неорганических полимеров, а на происхождении</p>	<p><i>Неорганические полимеры</i></p> <p>Имеют неорганические главные цепи и не содержат органические боковых радикалов. Главные цепи построены из ковалентных или ионно-ковалентных связей; в некоторых неорганических полимерах цепочка ионно-ковалентных связей может прерываться единичными сочленениями координационного характера. Структурная классификация неорганических полимеров осуществляется по тем же признакам, что и органических или элементоорганических полимеров (см. Высокомолекулярные соединения).</p> <p>Среди природных неорганических полимеров наиболее распространены сетчатые, входящие в состав большинства минералов земной коры. Многие из них образуют кристаллы типа алмаза или кварца.</p> <p>К образованию линейных неорганических полимеров способны элементы верхних рядов III–VI групп Периодической системы. Внутри групп с увеличением номера ряда способность элементов к образованию гомо- или гетероатомных цепей резко убывает. Галогены, как и в органических полимерах, играют роль агентов обрыва цепи, хотя всевозможные их комбинации с другими элементами могут составлять боковые группы. Элементы VIII группы могут входить в главную цепь, образуя координационные неорганические полимеры. Последние в принципе отличны от органических координационных полимеров, где система координационных связей образует лишь вторичную структуру.</p> <p>Многие оксиды или соли металлов переменной валентности по макроскопическим свойствам похожи на сетчатые неорганические полимеры.</p> <p>Длинные гомоатомные цепи (со степенью полимеризации <math>n &gt; 100</math>) образуют лишь углерод и элементы VI групп – S, Se и Te. Эти цепи состоят только из основных атомов и не содержат боковых групп, но электронные структуры углеродных цепей и цепей S, Se и Te различны. Линейные полимеры углерода – кумулены <math>=C=C=C=C=</math> ... и карбин <math>-C=C-C=C-...</math>; кроме того, углерод образует двухмерные и трехмерные ковалентные кристаллы – соответственно графит и алмаз. Сера, селен и теллур образуют атомные цепочки с простыми связями и очень высокими <math>n</math>. Их полимеризация имеет характер фазового перехода, причем температурная область стабильности полимера имеет размазанную нижнюю и хорошо выраженную верхнюю границы. Ниже и выше этих границ устойчивы соответственно циклические октамеры и двухатомные молекулы.</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.chemport.ru/chemical-encyclopedia_article_2391.html">http://www.chemport.ru/chemical-encyclopedia_article_2391.html</a></p>
---	---	--	---

№ п/п	Определение	Источник
	<p>Практический интерес представляют линейные неорганические полимеры, которые в наибольшей степени подобны органическим – могут существовать в тех же фазовых, агрегатных или релаксационных состояниях, образовывать аналогичные надмолекулярные структуры и т. п. Такие неорганические полимеры могут быть термостойкими каучуками, стеклами, волокнообразующими и т. п., а также проявлять ряд свойств, уже не присущих органическим полимерам. К ним относятся полифосфаты, полимерные оксиды серы (с разными боковыми группами), фосфаты, силикаты. Некоторые комбинации М и L образуют цепи, не имеющие аналогов среди органических полимеров, например полупроводники с широкой зоной проводимости и сверхпроводники. Широкой зоной проводимости обладает графит, имеющий хорошо развитую плоскую или пространственную структуру. Обычным сверхпроводником при температуре вблизи 0 К является полимер <math>[-SN-]_x</math>; при повышенных температурах он утрачивает сверхпроводимость, но сохраняет полупроводниковые свойства.</p> <p>Высокотемпературные сверхпроводящие неорганические полимеры должны обладать структурой керамик, т. е. обязательно содержать в своем составе металлы (в боковых группах) и кислород.</p> <p>Переработка неорганических полимеров в стекла, волокна, ситаллы, керамику и т. п. требует плавления, а оно, как правило, сопровождается обратимой деполимеризацией. Поэтому используют обычно модифицирующие добавки, позволяющие стабилизировать в расплавах умеренно разветвленные структуры.</p>	
9	<p><i>Неорганические полимеры</i> – полимеры, молекулы которых имеют неорганические цепки и не содержат органических боковых радикалов (обрамляющих групп).</p> <p>В природе широко распространены трехмерные сетчатые неорганические полимеры, которые в виде минералов входят в состав земной коры (например, кварц). В отличие от органических полимеров такие неорганические полимеры не могут существовать в высокоэластичном состоянии. Синтетически могут быть получены, например, полимеры серы, селена, теллура, германия. Особый интерес представляет неорганический синтетический каучук – полифосфонитрилхлорид</p>	<p>Большой энциклопедический словарь // Режим доступа: <a href="http://mirlslovari.com/content_bes/NeorganicheskiePolimery-41700.html">http://mirlslovari.com/content_bes/NeorganicheskiePolimery-41700.html</a></p>

Понятие «стекло» (аморфное, стеклообразное, рентгеноаморфное, конденсированное состояние)

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
1	Под стеклом в широком смысле слова понимают аморфно (т. е. без кристаллизации) застывший расплав. Раньше стекла рассматривали как «перехожденные жидкости». Однако в соответствии с более новыми представлениями между стеклом и переохлажденной жидкостью существует значительное различие. Для объяснения сущности стеклообразного состояния ценные сведения дали рентгенографические методы. В соответствии с этим структуру стекла следует рассматривать как неперiodические решетки, не обнаруживающие вследствие этого симметрии в широких областях	Ремиз Г. Курс неорганической химии. М.: Иностранная литература, 1963. Т. I. С. 547	
2	<p><i>Стекло</i> – аморфный изотропный материал, получаемый переохлаждением расплавов неметаллических окислов и бескислородных соединений. Материалами, склонными к переохлаждению и переходу в стеклообразное состояние, являются главным образом силикаты, бораты, фосфаты. Наибольшее распространение получили силикатные стекла, представляющие собой неопределенные соединения кремнезема с другими окислами.</p> <p>Существует несколько гипотез строения стекла – кристаллитная, непрерывной беспорядочной сетки и др. Кристаллитная гипотеза предполагает наличие в неупорядоченном кремнеземном каркасе стекла областей, в которых в небольших участках упорядоченность приближается к кристаллической структуре. По гипотезе непрерывной беспорядочной сетки наличие участков высокой упорядоченности отрицается, структура стекла изображается в виде бесконечной вполне однородной сетки из тетраэдров <math>\text{SiO}_4</math>, связанных между собой только через кислород</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1965. Т. IV. С. 1027	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
3	Силикатные стекла представляют собой неопределенные химические соединения кремнезема с другими окислами	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1965. Т. IV. С. 1028	
4	Гомогенные вещества, у которых не только нет упорядоченного распределения атомов различного вида в узлах кристаллической решетки, но и вообще отсутствует правильное расположение атомов в пространстве (т. е. <i>стекла</i> ) не обнаруживают границ сопротивляемости	<i>Ремис Г.</i> Курс неорганической химии. М.: Мир, 1966. Т. 2. С. 33	
5	<p>Общепризнано, что при варке стекла компоненты шихты разлагаются, вступают в химическое взаимодействие и образуют между собой химические соединения. Однако вопрос о природе образующихся в стеклах соединений до сего времени продолжает оживленно обсуждаться и все еще не нашел общепринятого решения.</p> <p>В природе существует два типа соединений: определенные и неопределенные, т. е. постоянного и переменного состава.</p> <p>Двойные определенные и неопределенные соединения можно выразить соответственно в виде формул <math>aA \cdot bB</math> и <math>xA \cdot yB</math>, где <math>A</math> и <math>B</math> – вещества, образующие соединения, <math>a</math> и <math>b</math> – определенные постоянные числа, <math>x</math> и <math>y</math> – переменные, любые в некоторых пределах числа. В случае силикатов <math>A</math> и <math>B</math> представляют окислы, из них один – <math>SiO_2</math>.</p> <p>Д. И. Менделеев считал самой первой и главной особенностью кремнезема способность вступать в соединения с основаниями в различных количественных соотношениях: «Если окисел мы обозначим через <math>MO</math>, то состав различных кремнеземистых соединений его будет <math>mMO \cdot nSiO_2</math>».</p> <p>Д. И. Менделеев не отрицал возможности образования в силикатном сплаве определенных химических соединений, в особенности при кристаллизации сплава, но считал это скорее частным, чем об-</p>	<p><i>Аппен А. А.</i> Химия стекла. Л.: Химия, 1974. С. 288–291</p>	

	<p>шим случаем: «Определенные химические соединения ... есть не что иное, как только предельные формы неопределенных химических соединений».</p> <p>В форме определенных соединений и их смесей обычно преобладают кристаллические системы. Законы симметрии кристаллических решеток не допускают сочетания компонентов в любых соотношениях. Возможны лишь исключения, примером чему служат твердые растворы.</p> <p>Другое дело – <i>стеклообразные системы</i>. Здесь нет тех ограничений, которые действуют в кристаллах. В стеклообразных системах кремнезем может вступать в соединение со многими другими оксидами почти в любых соотношениях.</p> <p>Представления Д. И. Менделеева о стекле как о сплаве окислов в какой-то мере подобно сплаву металлов имеет глубокий смысл. Ныне установлено, что металлы, сплавляясь между собой, могут образовывать разнообразные химические соединения переменного в пределах одной фазы состава. Такие же соединения могут возникать и между атомами неметаллов. Если возможным и обычным является образование соединений переменного состава (неопределенных соединений) между атомами, то еще более естественным кажется возможность образования неопределенных соединений между окислами, по крайней мере в некоторых их сочетаниях. С этой точки зрения натриевокремнеземным стеклам можно приписать единую формулу <math>\text{SiO}_2[\text{Na}_2\text{O}]_0 \rightarrow 1</math>. Формулами такого типа можно изображать составы самых различных стекол.</p> <p>Химизм стекол, образующихся из окислов, представляется даже более простым, чем химизм сплавов металлов. Образование соединений переменного состава между атомами основано на постепенном изменении валентностей атомов при изменении состава реакционной среды, тогда как образование оксидных стекол не обусловлено этим требованием.</p>	
--	--	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Сущность неопределенных химических соединений в силикатном стекле заключается, прежде всего, в статистическом распределении ионов металлов в среде кремниевокислородного скелета. Однако статистическое распределение ионов металлов не означает отсутствия химического взаимодействия ионов с кремнеземной сеткой. Мыслится такое распределение, при котором сохраняется местная нейтрализация положительных и отрицательных валентностей; положительные ионы не могут находиться в непосредственном соседстве.</p> <p>Благодаря аперiodичности большей части кремнекислородного скелета (сетки), структурные элементы последнего всегда могут быть раздвинуты при застывании стекла и любой маленький катион может быть замещен любым крупным катионом и наоборот. В стеклах «изоморфное» замещение внедрикальных, т. е. внекаркасных, катионов может происходить в весьма широких пределах, почти в любых комбинациях, при этом требуется лишь сохранение электростатического правила валентностей.</p> <p>Что касается изоморфного замещения катионов, входящих в каркас, то оно управляется одинаковыми законами как для кристаллического, так и для стеклообразного состояний. Это вытекает из того факта, что в стеклообразном состоянии в основном сохраняются правительные геометрические формы тетраэдров <math>[\text{SiO}_4]</math>, слагающих каркас.</p> <p>При замещении ионов <math>\text{Si}^{4+}</math> другими кристаллохимическими подобными ионами, как-то <math>\text{Al}^{3+}</math>, <math>\text{B}^{3+}</math>, <math>\text{Be}^{2+}</math> и др., в структуре стекол, богатых щелочами или другими компонентами основного характера, может возникнуть единый «смешанный» скелет.</p> <p>Рассмотренные представления о стекле как неопределенном химическом соединении не являются единственно реальными. При благо-</p>		

	<p>приятных условиях вязкая стеклообразующая среда неопределенного состава способна распадаться на микроучастки определенного состава – образуются определенные химические соединения</p>		
6	<p>При нагревании смесей многих силикатов с другими силикатами или с диоксидом кремния получают прозрачные аморфные сплавы, называемые <i>стеклами</i>. Структура стекла – трехмерная сетка кремнекислородных (силикатных) ионов. В пустотах кремнекислородной решетки находятся катионы щелочных или щелочно-земельных атомов, которые способны на обмен с другими катионами и, в частности, на ион водорода.</p> <p>По структуре стекла представляют собой переохлажденные системы.</p> <p>Катионы и анионы вещества стекла расположены друг относительно друга как в жидкости, т. е. с соблюдением лишь ближнего порядка.</p> <p>В отношении внутреннего строения различие между кристаллическим и аморфным состояниями вещества состоит в следующем. Упорядоченное расположение частиц в кристалле, отражаемое элементарной ячейкой, сохраняется на больших участках кристаллов, а в случае хорошо образованных кристаллов – во всем их объеме. В аморфных телах упорядоченность в расположении частиц наблюдается только на очень малых участках. Кроме того, в ряде аморфных тел даже эта местная упорядоченность носит лишь приблизительный характер. Это различие можно коротко сформулировать следующим образом: структура кристаллов характеризуется дальним порядком, структура аморфных тел – ближним</p>	<p>Глинка Н. Л. Общая химия. Л.: Химия, 1974. С. 164, 324, 514</p>	
7	<p>Твердые вещества некристаллического строения (например, стекло), которые, как и кристаллы соответствующего типа, построены из цепей, сеток или каркасов, конечно, имеют подобный же энергетический спектр, но состоящий из дискретных уровней, без единой</p>	<p>Алесковский В. Б. Химия твердых веществ. М.: Высш. шк., 1978. С. 160–162</p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>зонной структуры, так как данные твердые вещества не имеют периодической структуры.</p> <p><i>Аморфное вещество</i> можно представить себе как в высшей степени сложную совокупность молекул или макромолекул. Некоторые из последних, имеющие, например, цепочечное строение, складываются в более крупные образования периодической структуры, т. е. в кристаллиты, другие – в подобные же частицы неперидического строения – аморфиты.</p> <p>Аморфные вещества имеют структуру, которая, так же как и для кристаллических веществ, в конечном счете, определяется теми же квантовыми законами. Заметим, что структуру аморфных веществ уже более сорока лет успешно изучают рентгено- и электронографическими, а также нейтронографическими дифракционными методами.</p> <p>В отличие от кристаллических веществ, для которых характерна трехмерная периодичность и симметричность строения, аморфные вещества имеют неперидическую структуру, не подчиняющуюся законам симметрии. Аморфные вещества вовсе не следует рассматривать как бесструктурные. Это вещества, обладающие крайне сложным, запутанным строением. Если для одного и того же состава вещества число вариантов кристаллической структуры весьма ограничено, число вариантов неперидической структуры для такого вещества бесчисленно велико.</p> <p>Аморфные вещества не являются разупорядоченными кристаллическими веществами. И, таким образом, кристаллическая модель не может отражать природу аморфных веществ, так же как кристаллическая решетка не может содержать никакой информации о структуре аморфных веществ</p>		

8	<p>Более точное изучение строения различных стеклообразных веществ (таких как кварцевое стекло, халькогенидные стекла или органическое стекло), а также гелей показало, что, несмотря на один и тот же состав, отдельные образцы подобных веществ, полученные при различных условиях, имеют разную структуру.</p> <p>Так, различна структура стекол, полученных при различных температурах и давлениях; тели одного и того же состава часто имеют неодинаковую пористую структуру, например неодинаковое распределение по объему геля микро- и макропор при постоянном соотношении объемов последних. Вообще, варьируя давление и температуру, можно получать твердые вещества одного и того же состава, но различной плотности и, следовательно, различного строения. Кварцевое стекло, полученное под высоким давлением, приближается по плотности к кварцу</p>	Алесковский В. Б. Химия твердых веществ. М.: Высш. шк., 1978. С. 156	
9	<p>Согласно определению Комиссии по терминологии АН СССР (1932) «стеклом называются все аморфные тела, получаемые путем переохлаждения расплава независимо от их состава и температурной области затвердевания и обладающие в результате постепенного увеличения вязкости механическими свойствами твердых тел, причем процесс перехода из жидкого состояния в стеклообразное должен быть обратимым».</p> <p>Стеклообразное состояние вещества представляет собой аморфную разновидность твердого состояния. Стеклообразное состояние является метастабильным, т. е. характеризуется избытком внутренней энергии. Пространственное расположение частиц вещества, находящегося в стеклообразном состоянии, является неупорядоченным, что подтверждается результатами рентгеноструктурных исследований</p>	Химическая технология стекла и ситаллов / Под ред. Н. М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983. С. 9	
10	<p><i>Стеклообразное состояние</i> – это аморфное состояние вещества, формирующееся при затвердевании переохлажденного расплава.</p>	Физический энциклопедический словарь. М.:	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Обратимость перехода из стеклообразного состояния в расплав и из расплава в стеклообразное состояние (стеклование) является особенностью, которая отличает стеклообразное состояние от других аморфных состояний.</p> <p>Постепенное возрастание вязкости расплава препятствует кристаллизации вещества, т. е. переходу к термодинамически более устойчивому кристаллическому состоянию с меньшей свободной энергией. Процесс стеклования характеризуется температурным интервалом</p>	Сов. энциклопедия, 1984	
11	<p>Вещество в стеклообразном состоянии представляет собой твердотельную систему атомов и атомных групп, преимущественно с ковалентной связью между ними.</p> <p>Дифракционные методы исследования (рентгеновский структурный анализ, электронография, нейтронография структурная) позволяют определить упорядоченность в расположении соседних атомов (ближний порядок).</p> <p>Понятие «стеклообразное состояние» обобщается на конденсированные системы, в которых отсутствует пространственное упорядочение не в расположении атомов, а в ориентации спинов и спиновой плотности (спиновые стекла), в ориентации и распределении электрических дипольных и квадрупольных моментов и т. п. (см. Стекла)</p>	Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1988	
12	<p>Поликарбасное, но неупорядоченное строение имеют стекла</p>	Алесковский В. Б. Химия надмолекулярных соединений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. С. 37	
	Строение кварцевого стекла можно схематически представить как пространственную сетку, построенную из структурных единиц $n\text{SiO}_{4,2}$ , где $n = 1, 2, 3, \dots$ , таким образом, что ни в одном направлении	То же. С. 118	

	<p>нельзя найти периодически расположенных атомов или других структурных единиц. Структурные единицы <math>\text{SiO}_{4/2}</math> связаны между собой «кислородными мостиками» <math>\text{Si}-\text{O}-\text{Si}</math>, угол связи между которыми может меняться от 90 до 180.</p> <p>Мы знаем, что неперидическая структура может быть одно-, двух- и трехмерной, т. е. иметь вид цепи, сетки или каркаса, которые в той или иной мере деформированы во всех трех направлениях.</p> <p>Уже отсюда видно, что каждая такая структура определенным образом упорядочена. Вообще о хаотическом, совершенно беспорядочном соединении каких-либо атомов не может быть речи</p>		
	Рассматривая неупорядоченную структуру, мы имеем дело не с решетками, а с остовам	То же. С. 98	
13	<p><i>Стекло жидкое</i> – водный раствор силикатов щелочных металлов общей формулы <math>\text{R}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2</math>, где <math>\text{R} = \text{Na}, \text{K}</math> или <math>\text{Li}</math>, <math>m</math> – так называемый кремнеземистый модуль (1,5–3,5 – для натриевого жидкого стекла, и до 4,0–4,5 – для калиевого)</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 421	
14	<i>Стекло кварцевое</i> – переохлажденный расплав природного или синтетического кремния диоксида. Различают прозрачное (оптическое и техническое) и непрозрачное кварцевое стекло	Химическая Энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 421	
15	<p><i>Стекло неорганическое</i> – твердый аморфный материал, получающийся в результате переохлаждения жидкости (например, расплава неорганических оксидов, водного раствора солей, жидкого металлического сплава). Обладает механическими свойствами твердого тела, характеризуется термодинамической метастабильностью; при определенных условиях склонно к кристаллизации. Стекло неорганическое отличается от кристаллов и жидкостей: оно рентгеноаморфно вследствие неупорядоченного атомного строения (в его структуре отсутствует дальний порядок). Изотропно, не имеет определенной температуры затвердевания или плавления, т. е. при охла-</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 422–424	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>жидении расплав переходит из жидкого состояния сначала в пластическое, а затем в твердое (процесс стеклования).</p> <p>В стеклах неорганических веществ существуют образования (рои, кластеры или атомные комплексы) и различные включения технологического или ликвационного происхождения</p>		
16	<p><i>Стекло органическое</i> – техническое название оптически прозрачных материалов на основе полимеров.</p> <p>Стекло органическое – чаще всего листовые прозрачные полиметакрилаты, поликарбонаты, полистиролы, полимеры аллиловых соединений, сополимеры винилхлорида и эфиров целлюлозы и др.</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 422–424	
17	<p><i>Стеклообразное состояние</i> – твердое аморфное состояние вещества, получающееся в результате глубокого переохлаждения жидкости.</p> <p>Вещества в стеклообразном состоянии – стекла – отличаются от веществ в кристаллическом состоянии рядом характерных особенностей, в частности изотропностью, постепенностью затвердевания и размягчения. Иногда понятие «стеклообразное состояние» распространяют на все твердые аморфные тела. Однако веществами в стеклообразном состоянии считаются лишь те твердые аморфные вещества, структура которых подобна структуре соответствующей жидкости.</p> <p>Так, к веществам в стеклообразном состоянии принадлежат вещества, полученные по золь-гель-технологии. В то же время твердые аморфные тела, полученные конденсацией вещества из паровой фазы, электролитическим осаждением и т. д., не находятся в стеклообразном состоянии</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 425–426	
18	<p><i>Стеклообразное состояние</i> – твердое аморфное состояние вещества, получающееся в результате глубокого переохлаждения жидкости. Стеклообразное состояние – неравновесное, однако вещество в</p>	Режим доступа: <a href="http://www.ximuk.ru/encyklopedia/">http://www.ximuk.ru/encyklopedia/</a>	

	<p>этом состоянии может существовать длительное время. При глубоком переохлаждении жидкости неограниченно снижается подвижность составляющих ее частиц (атомов, молекул) и происходит «замораживание» структуры ближнего порядка жидкости. Стеклообразные вещества в отличие от жидкостей сохраняют свою форму и не способны к необратимой деформации под действием внешних сил.</p> <p>При охлаждении жидкости подвижность составляющих ее частиц снижается постепенно, что проявляется в постепенном росте вязкости жидкости. Интервал температур, в котором происходит переход из жидкого состояния в стеклообразное состояние, называется интервалом стеклования</p>	Дата обращения: 20.06.2010 г.	
19	<p><i>Стеклообразное состояние низкомолекулярных соединений</i> – твердое аморфное состояние вещества, образующееся при затвердевании его переохлажденного расплава. Стеклообразное состояние отличается от других твердых аморфных состояний, в частности от тонких аморфных металлических пленок.</p> <p>Постепенное возрастание вязкости расплава препятствует кристаллизации вещества, т. е. переходу к твердому состоянию с наименьшей свободной энергией</p>	Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. М.: Сов. энциклопедия. 1969–1978	
20	<p><i>Стеклообразное и кристаллическое состояние</i></p> <p>Обычно понятие «стекло» определяется не просто как материал, а как особое состояние твердого тела – стеклообразное состояние, противопоставляемое кристаллическому.</p> <p>Мы воспользуемся здесь широко применяемым определением стекла: <i>стекло</i> – это такое состояние аморфного вещества, которое получается при затвердевании переохлажденной жидкости. Отличие стекла от кристаллов состоит в отсутствии периодичности строения и дальнего порядка в структуре.</p> <p>Кроме традиционного пути получения стекол – охлаждения расплава, стали применяться и другие способы получения стекол. Сюда относятся стеклообразные пленки, получаемые напылением из газо-</p>	Шульц М. М. Стекло: структура, свойства, применение // СОЖ. 1996. № 3. С. 49–55	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>вой фазы; «метамиктные стекла», образующиеся под воздействием ударных давлений и при бомбардировке кристаллов нейтронами; стекла, получаемые по золь-гель технологии.</p> <p>В этой связи неудивительно, что разные исследователи дают различные определения стекла, отличные от приведенного нами. При этом они руководствуются выборочными признаками стеклообразного состояния. За основу принимаются, например, структурные признаки, способ получения стекла, тип химической связи и т. д.</p> <p>Наряду с кристаллитной гипотезой получили развитие представления шведского ученого В. Захариасена, который на основе успехов кристаллохимии силикатов высказал предположение, что структуру оксидных стекол образуют элемент-кислородные полиэдры, аналогичные таковым в кристаллах. Было установлено, что рентгенограммы кварцевого стекла лучше всего интерпретируются в рамках модели непрерывной беспорядочной сетки тетраэдров <math>\text{SiO}_4</math>. Атом кремния, окруженный четырьмя атомами кислорода, и отражает ближний порядок в структуре стекла.</p> <p>Для стекол, содержащих два или более компонентов, характерна химическая неоднородность. Так, при введении в <math>\text{SiO}_2</math> оксида натрия в результате взаимодействия оксидов, несмотря на сохранение координации атомов кремния относительно кислорода, непрерывность кремнекислородной сетки нарушается за счет частичных обрывов связей <math>\text{Si}-\text{O}-\text{Si}</math>, соединяющих тетраэдры между собой. Появляются так называемые немостиковые атомы кислорода.</p> <p>Терминологическая дискуссия по этому вопросу ведется уже давно, и она далека от завершения, что, безусловно, свидетельствует о сложности объекта исследования</p>		

21	<p><i>Стеклообразное состояние</i> (структурные стекла) – аморфное состояние вещества, формирующееся при затвердевании переохлажденного расплава.</p> <p>Обратимость перехода из стеклообразного состояния в расплав и из расплава в стеклообразное состояние (стеклование) является особенностью, которая отличает его от других аморфных состояний. Постепенное возрастание вязкости расплава препятствует кристаллизации вещества, т. е. переходу к термодинамически более устойчивому кристаллическому состоянию с меньшей свободной энергией. Процесс стеклования характеризуется температурным интервалом. Переход вещества из стеклообразного состояния в кристаллическое является фазовым переходом I-го рода.</p> <p>Вещество в стеклообразном состоянии представляет собой твердотельную систему атомов и атомных групп, преимущественно с ковалентной связью между ними. Дифракционные методы исследования (рентгеновский структурный анализ, электронография, нейтронная дифракция) позволяют определить упорядоченность в расположении соседних атомов (ближний порядок)</p>	Физическая энциклопедия // Режим доступа: <a href="http://www.femto.com.ua/articles">http://www.femto.com.ua/articles</a> . Дата обращения: 20.06.2010 г.	
22	<p><i>Стекла</i> – аморфные твердые вещества, получаемые переохлаждением расплава смесей, содержащих различное число компонентов – оксидов, важнейшими из которых являются <math>\text{SiO}_2</math>, <math>\text{CaO}</math> и <math>\text{Na}_2\text{O}</math></p>	Оганесян Э. Т. Химия: краткий словарь. Ростов-н/Д: Феникс, 2002. С. 280	
23	<p><i>Стеклообразное состояние</i> – твердое аморфное метастабильное состояние вещества, в котором нет выраженной кристаллической решетки. Чаще всего элементы кристалличности наблюдаются лишь в очень малых кластерах. Обычно это смеси (переохлажденные расплавы) в которых создание кристаллической твердой фазы затруднено по кинетическим причинам.</p> <p>Иногда стеклами называют любые материалы в аморфном твердом состоянии. Но обычно стекла отличаются от твердых полимеров, которые также находятся в аморфном состоянии, но по причине огромной длины своих молекул.</p>	Материалы из Википедии // Режим доступа: <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki">http://ru.wikipedia.org/wiki</a> /Дата обращения: 20.06.2010 г.	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Название произошло от стекла – широко применяемого неорганического материала, который, как правило, находится в аморфном метастабильном состоянии. Однако в настоящее время применяются также и другие прозрачные материалы (кристаллические стекла, органические стекла), которые к стеклам в физико-химическом понимании не относятся.</p> <p>Уникальные свойства стекла, которое не является ни твердым телом, ни очень вязкой жидкостью, – получаются в результате того, что атомы твердеющего стекла не успевают занять свои «правильные» позиции в кристалле, запирая друг друга в 20-гранные группировки.</p> <p>Термин «строение стекла» подразумевает описание двух тесно связанных, но рассматриваемых зачастую независимо аспектов – геометрии взаимного расположения атомов и ионов, составляющих стекло, и характера химических связей между образующими его частицами.</p> <p>Как уже было отмечено, структура стекла соответствует структуре жидкости в интервале стеклования. Этим определяется то, что вопросы строения стеклообразующих расплавов и стекол самым тесным образом связаны друг с другом. Любое достижение в исследовании строения жидкостей и расплавов создает дополнительные возможности развития учения о строении стекла и наоборот</p>		
24	<p><i>Аморфное состояние</i> – состояние твердого тела, характеризующееся следующими признаками:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) изотропностью формы, а также оптических, механических, электрических и других физических свойств (т. е. независимостью от направления);</li> <li>2) отсутствием четко выраженной температурной точки плавления.</li> </ol>	Краткая химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1961. Т. I. С. 212–214	

	<p>По совокупности этих свойств аморфные тела противоположны кристаллическим.</p> <p>Аморфное тело принято рассматривать в настоящее время как переохлажденную жидкость с очень высоким коэффициентом вязкости. Другими словами, аморфное состояние не является термодинамически устойчивым состоянием.</p> <p>Разделение твердых тел только на две группы – аморфные и кристаллические – является недостаточным. Это следует хотя бы из факта существования жидких кристаллов и так называемых газокристаллов. В литературе о полимерах термин «аморфное состояние» употребляется, как правило, по отношению к телам, не являющихся кристаллическими. Однако своеобразие структуры полимеров приводит к необходимости разработки более детальной классификации. Степень упорядоченности в структурах полимеров может быть различной. Для линейных макромолекул эта упорядоченность возникает, прежде всего, вследствие тенденции длинных молекулярных цепей укладываться в параллельные образования (пачки). Внутри самой пачки можно встретиться с различными типами расположения цепей, отличающихся взаимным расположением осей молекул, и др.</p>		
25	<p><i>Конденсированное состояние вещества, твердое и жидкое состояния вещества</i></p> <p>В отличие от газообразного состояния, у вещества в конденсированном состоянии существует упорядоченность в расположении частиц (ионов, атомов, молекул). Кристаллические твердые тела обладают высокой степенью упорядоченности – дальним порядком в расположении частиц. Частицы жидкостей и аморфных твердых тел располагаются более хаотично, для них характерен ближний порядок (см. Дальний порядок и ближний порядок). Свойства веществ в конденсированном состоянии определяются их структурой и взаимодействием частиц (см. Межмолекулярное взаимодействие; Жидкость; Твердое тело)</p>	Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. М.: Сов. энциклопедия, 1969–1978	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
26	<p><i>Физика конденсированного состояния</i> – большая ветвь физики, изучающая поведение сложных систем (т. е. систем с большим числом степеней свободы) с сильной связью. Принципиальная особенность эволюции таких систем заключается в том, что ее (эволюцию всей системы) не удается «разделить» на эволюцию отдельных частей. «Разбираться» приходится со всей системой в целом. Как результат, часто вместо движения отдельных частиц приходится рассматривать коллективные колебания. При квантовом описании эти коллективные степени свободы становятся квазичастицами.</p> <p><i>Физика конденсированных сред</i> – богатейшая область физики, как с точки зрения математических моделей, так и с точки зрения приложений к реальности. Конденсированные среды с самыми разнообразными свойствами встречаются повсюду: обычные жидкости, кристаллы и аморфные тела, материалы со сложной внутренней структурой (к которым относятся и мягкие конденсированные среды), квантовые жидкости (электронная жидкость в металлах, нейтронная – в нейтронных звездах, сверхтекучие среды, атомные ядра), спиновые цепочки, магнитные моменты, сложные сети и т. д. Часто их свойства бывают столь сложны и многогранны, что приходится предварительно рассматривать их упрощенные математические модели. В результате поиск и исследование точно решаемых математических моделей конденсированных сред стал одним из наиболее активных направлений в физике конденсированных сред</p>	Материалы из Википедии // Режим доступа: ru.wikipedia.org/. Дата обращения: 20.06.2010 г.	
27	<i>Конденсированное состояние</i> вещества – жидкое и твердое агрегатные состояния вещества. Переход вещества из газообразного в конденсированное состояние называется конденсацией	Большой энциклопедический словарь // Режим доступа: http://dic.academic.ru. Дата обращения: 20.06.2010 г.	

28	<p><i>Расплавы</i> – жидкости при температурах, относительно далеких от критической точки, т.е. ближе к температуре плавления.</p> <p>Природа расплавов определяется в основном типом химической связи. Различают металлические расплавы, ионные, полупроводниковые с ковалентными связями между атомами, органические расплавы с ван-дер-ваальсовыми связями, высокополимерные расплавы и др. По типу химических соединений говорят о солевых расплавах, оксидных, оксидно-силикатных (шлаковых) и др. Особыми свойствами обладают эвтектические расплавы.</p> <p>Для расплавов, как и для жидкости вообще, характерно наличие в структуре ближнего порядка при отсутствии обязательного для кристаллов дальнего порядка. Но в отличие от обычных жидкостей структура расплавов содержит кристаллоподобные группировки – ассоциации, микрокристаллиты с различной продолжительностью жизни, строение которых большей частью связано со строением кристаллической фазы.</p> <p>В расплавах присутствуют специфические образования – поры, икосаэдрические частицы</p>	<p>Химическая энциклопедия // Режим доступа: <a href="http://xumuk.ru/encyclopedia/2/3816.html">xumuk.ru/encyclopedia/2/3816.html</a></p>	
29	<p>Аморфными (в смысле «бесформенными» или «принимающими любую форму») называют вещества, характеризующиеся следующими особенностями: отсутствием зависимости свойств от направления (изотропией); возникновением при изломе или расколе поверхности произвольной формы (чаще всего раковистого излома); отсутствием кристаллических областей как в компактном, так и в дисперсном состоянии.</p> <p>Термины «аморфный», «некристаллический» и «стеклообразный», с точки зрения этого определения, а также исходя из характера даваемой ими дифракционной картины, являются синонимами. Однако если понятия «аморфный» и «некристаллический» описывают одно и то же состояние вещества, то термин «стекло», по определению Американского общества по исследованию материалов, относится к неорганическим продуктам плавления, которые в основном</p>	<p>Структура аморфных материалов и природа эффектов в них: Электрон.: учеб. пособие / Кафедра физики твердого тела Петрозаводского государственного университета. Режим доступа: <a href="http://193.232.254.145/edu/Xrays/%D0%AD%D0%B%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA/Приветствуй.htm">http://193.232.254.145/edu/Xrays/%D0%AD%D0%B%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA/Приветствуй.htm</a>.</p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>затвердевают без кристаллизации.</p> <p>В большинстве последних публикаций к стеклообразным относят аморфные вещества, которые независимо от способа их получения характеризуются наличием типичного для стекол температурного интервала размягчения. Таким образом, термин «аморфные вещества» шире, чем термин «стеклообразные»: стекла всегда аморфны, но аморфные материалы не всегда стекла.</p> <p>Характерным признаком аморфного состояния является отсутствие дальнего порядка, т. е. отсутствие трансляционной симметрии, и, как следствие, изотропия свойств и структуры.</p> <p>Аморфные вещества, как и кристаллические, характеризуются наличием упорядоченных областей. Эти области часто соответствуют координационным полиэдрам соответствующих кристаллов или по крайней мере находят по отношению к ним в структурном родстве.</p> <p>Понятие <i>дефекта</i> занимает особое место в современной физике твердого тела. Дефекты придают специальные (оригинальные) свойства материалу, и их роль в определении свойств твердых тел повышается при низких температурах и малых плотностях внешних возмущений. В физике твердого тела дефектами обычно называют пространственно локализованные, не взаимодействующие части решетки со свойствами, достаточно сильно отличающимися от свойств идеальной решетки, в которой они расположены.</p> <p>В настоящее время широко применяется понятие дефектов как структурных особенностей некристаллических материалов. Как и в кристаллах, собственные дефекты в аморфных материалах, с точки зрения их пространственной протяженности, подразделяют на точечные, линейные и объемные, а точечные дефекты – на примесные и собственные.</p>	<p>Дата обращения: 17.05.2010 г.</p>	<p>Классификация дефектов не отличается последовательностью и четкостью; тем не менее она позволяет получить достаточно полные представления о характере дефектов,</p>

	<p><i>Собственные точечные дефекты в некристаллических материалах</i></p> <p>Ввести понятие структурного дефекта в некристаллических веществах можно, если отталкиваться от представлений об идеальной аморфной структуре. Для материалов, строение которых можно описать на основе модели неупорядоченной сетки, сделать это довольно легко: в идеальной неупорядоченной сетке, как и в идеальном кристалле, нет оборванных связей, именно поэтому она и называется непрерывной.</p> <p>Впервые модель неупорядоченной сетки из связанных углами тетраэдров <math>\text{SiO}_4</math> была предложена для описания структуры кварцевого стекла. Тетраэдры стремятся сохранить длины и углы связи, характерные для кристаллических модификаций, а необходимая для образования непрерывной сетки гибкость достигается изменением углов связи между тетраэдрами.</p> <p>В настоящее время модель неупорядоченной сетки широко используется для описания структуры оксидов <math>\text{B}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{P}_2\text{O}_5</math>, <math>\text{As}_2\text{O}_3</math>, халькогенидных стекол и целого ряда других некристаллических веществ, в том числе и таких, у которых минимальной структурной единицей является октаэдр.</p> <p>Несовершенство или дефекты строения некристаллического вещества в этом случае можно определить как отклонения в структуре реального материала от идеального.</p> <p>Однако так как в некристаллических объектах отсутствуют ограничения, накладываемые трансляционной симметрией, дефекты в неупорядоченных системах могут оказаться пространственно очень размыты. Невозможность существования вакансий в аморфных материалах как дефекта атомного размера была установлена при моделировании их структуры путем построения лабораторных моделей из шаров различных размеров.</p>	<p>свойственных аморфным телам. Нечеткость классификации усматривается, прежде всего, в том, что собственные дефекты сначала представлены как родовое понятие, включающее точечные, линейные и объемные, а затем видовое понятие «точечные» подразделено на «примесные» и вновь «собственные».</p> <p>Кроме того, в тексте рассмотрены собственные сеточные дефекты, место которых не обозначено в общей классификации</p>
--	---	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p><i>Собственные сеточные дефекты в аморфном SiO<sub>2</sub></i></p> <p>К собственным сеточным дефектам в аморфном SiO<sub>2</sub> относят следующие нарушения структуры:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– растянутая Si–O связь;</li> <li>– напряженная Si–O связь;</li> <li>– оборванные и болтающиеся связи.</li> </ul> <p><i>Примесные точечные дефекты в кристаллах и аморфных материалах</i></p> <p>Примесные дефекты могут быть как в кристаллических, так и в аморфных материалах, и представляют собой элементы, не входящие в состав материала. Они классифицируются по методу встраивания в структуру как дефекты внедрения и дефекты замещения.</p> <p>Примеси замещения заменяют частицы основного вещества в узлах решетки, встраиваясь в нее тем легче, чем ближе атомные (ионные или молекулярные) радиусы примесного и матричного элементов.</p> <p>Примеси внедрения занимают междоузлия, внедряясь в решетку тем легче, чем больше объем пространства между атомами.</p> <p>В класс дефектов внедрения обычно входят атомы инертных газов, молекулы газов, атомы переходных элементов, т. е. химически менее активные примеси, чем те, что образуют дефекты замещения. Плотности таких дефектов зависят от природы аморфного материала или кристалла. Как правило, в аморфных материалах есть достаточно большие междоузельные позиции, в которых они могут разместиться, слабо взаимодействуя с атомами матрицы. В силу этого примесные дефекты внедрения легко диффундируют в структуре основного вещества. В стеклообразной неупорядоченной сетке SiO<sub>2</sub> такими областями являются кольца из 7 и 9 тетраэдров.</p>		

	<p><i>Примесные дефекты в некристаллических материалах</i></p> <p>В некристаллических материалах возникает третий класс примесных дефектов, характерный только для них: примесные атомы частично встраиваются в структуру основного вещества, насыщая оборванные связи.</p> <p>Присутствие в <math>\text{SiO}_2</math> иновалентных катионов (Na, K, H и др.) приводит также к появлению кислородных дефектов, называемых междоузельными кислородом.</p> <p>Наиболее часто распространенными примесными дефектами третьего типа являются водородные сеточные дефекты</p>		
30	<p><i>Аморфные вещества</i> – вещества, в которых наблюдается отсутствие кристаллических областей (областей со структурой дальнего порядка) и которые в силу этого обладают изотропными свойствами.</p> <p><i>Рентгеноаморфные вещества</i> – вещества со значительно уширенными рефлексами рентгеновской дифракции (или их отсутствием, или «галло»), обычно, если размер кристаллитов <math>&lt; 1000 \text{ \AA}</math> или если присутствует значительное количество дефектов, искажающих межплоскостные расстояния. (Рентгеновские рефлексы появляются в виде колец, из которых можно определить соответствующие периоды повторемости, однако вся информация, касающаяся направления периодичности, теряется. Этот метод может быть использован при выяснении вопроса о кристалличности образцов, так как в случае кристалличности на рентгенограмме получают четкие кольцевые рефлексы.)</p> <p><i>Стекло (1)</i> – аморфное твердое тело, в котором отсутствуют дальний порядок и периодичность в расположении атомов.</p> <p><i>Стекло (2)</i> – твердое тело («перехлажденная», «замороженная» вязкая жидкость), полученной охлаждением расплава без его кристаллизации. Следствия: аморфность, компактность, температурный диапазон размягчения.</p> <p>Не стекло – высокодисперсные порошки, гели</p>	<p>Современные функциональные материалы //</p> <p>Режим доступа: <a href="http://www.fnm.msu.ru/documents/16/4amorh.pdf">http://www.fnm.msu.ru/documents/16/4amorh.pdf</a></p> <p>академик Третьяков. Дата обращения: 20.06.2010 г.</p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
31	<p>В противоположность кристаллам атомы, составляющие аморфное вещество, распределены беспорядочно. Типичным представителем такого рода веществ является стекло.</p> <p>Структура аморфных тел базируется на полном позиционном и химическом (для сплавов) беспорядке. Нарушение однородности беспорядка рассматривается как дефекты атомной структуры.</p> <p>На сегодняшний день имеется целый ряд моделей для описания атомной структуры аморфных магнетиков. Микрорекристалическая модель предполагает, что аморфное вещество состоит из очень мелких хаотически ориентированных кристаллов. Размер их настолько мал, что при рассеянии таким веществом характеристического рентгеновского излучения вместо дебаевских колец появляется размытое гало. С этой точки зрения, микрорекристалическое состояние не отличается от аморфной структуры и обозначается термином «рентгеноаморфное состояние».</p> <p>Однако экспериментальные данные в большинстве случаев не подтверждают эту модель</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.physics.usu.ru/km/lab-orat_gab/Lab09.pdf">http://www.physics.usu.ru/km/lab-orat_gab/Lab09.pdf</a> лабораторная работа. Уральский государственный университет им. А. М. Горького. Сост. В. О. Васильковский, 2003. Дата обращения: 20.06.2010 г.</p>	
32	<p>Главный признак аморфного (от греч. аморфос – бесформенный) состояния вещества – отсутствие атомной или молекулярной решетки, т. е. трехмерной периодичности структуры, характерной для кристаллического состояния. При охлаждении жидкого вещества не всегда происходит его кристаллизация и при определенных условиях может образоваться неравновесное твердое аморфное (стеклообразное) состояние.</p> <p>В стеклообразном состоянии могут находиться простые вещества (углерод, фосфор мышьяк, сера, селен), оксиды (например, бора, кремния, фосфора), галогениды, халькогениды, многие органические полимеры</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.alhimik.ru/stroenie/gl_17.html#171">http://www.alhimik.ru/stroenie/gl_17.html#171</a></p>	

33	<p>Агрегатные состояния вещества (от лат. aggrego – присоединяю, связываю) – это состояния одного и того же вещества, переходам между которыми соответствуют скачкообразные изменения свободной энергии, энтропии, плотности и других физических параметров вещества.</p> <p><i>Аморфное твердое состояние</i> вещества является разновидностью переохлажденного состояния жидкости и отличается от обычных жидкостей существенно большей вязкостью и численными значениями кинетических характеристик</p>	Режим доступа: <a href="http://www.xiron.ru/content/view/191/28/">http://www.xiron.ru/content/view/191/28/</a>	
34	<p><b><i>Краткие сведения о стеклообразном состоянии и строении стекла</i></b></p> <p>Стекловидное состояние занимает как бы промежуточное положение между кристаллическим и жидким. По общепринятому определению стеклом называют аморфные тела, получаемые путем перерасплавления расплава независимо от их состава и температурной области твердения. Представления о строении стекла базируются на фундаментальных положениях неорганической и физической химии, кристаллохимии, физики и химии твердого состояния и отдельных гипотезах, основу которых составляют эмпирические зависимости свойств стекла от состава, температуры и других факторов.</p> <p><b><i>Основные гипотезы строения стекла</i></b></p> <p><b><i>Кристаллитная</i></b> (А. А. Лебедев). Согласно этой гипотезе в процессе охлаждения образуются мелкие и непрерывно связанные кристаллиты – крайне малые и сильно деформированные структурные образования, центральная часть которых имеет наиболее упорядоченное строение. По мере перехода от центральной части к периферии в структуре кристаллита накапливается все больше отклонений от первичного расположения частиц, поэтому в периферийной области структура кристаллита оказывается аморфной.</p> <p>По А. А. Лебедеву, кристаллиты образованы химическими соединениями или твердыми растворами соединений, а состав кристаллита определяется по диаграмме состояния системы. Гипотеза поло-</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.ipraskoff.ru/103/">http://www.ipraskoff.ru/103/</a>.</p> <p>Дата обращения: 20.07.2010 г.</p>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>жила начало развитию представлений о микронеоднородном строении стекол.</p> <p><i>Переохлажденной жидкости</i>, предложенная Г. Тамманом. Расплавленные силикаты при быстром охлаждении переходят в стеклообразное состояние вследствие быстрого возрастания вязкости. Рост вязкости при снижении температуры не позволяет атомам и их группам занять наиболее выгодное энергетическое положение в пространстве и образовать зародыши кристаллов.</p> <p><i>Ближнего порядка</i>, предложенная П. П. Кобеко и другими учеными. Согласно гипотезе в процессе охлаждения расплава стекла изменяется его равновесная структура в ближнем порядке. При стекловании фиксируется структура, характеризуемая вблизи температур стеклования более плотным и упорядоченным расположением частиц по сравнению со структурой переохлажденных жидкостей.</p> <p><i>Агрегативная</i>, предложенная О. К. Ботвинкиным, Э. Бергером и другими учеными. Согласно данной гипотезе при снижении температуры происходят обратимые реакции структурирования, приводящие к изменению химической структуры, образованию молекулярных агрегатов, ассоциаций и комплексов. О. К. Ботвинкин считает, что перетиг на кривых, характеризующих свойства стекла, зависит от вида агрегатов, которые возникли в стекле первыми и образовали пространственную сетку.</p> <p><i>Кристаллохимическая (или ионная)</i>, устанавливающая сходство между структурой кристаллического и стеклообразного состояний. Разновидностями гипотезы являются гипотезы В. Гольдшмидта, В. Захариасена, А. А. Аппена и других ученых.</p> <p>Согласно теории в стеклах существует непрерывная сетка с ионами или их группами в фиксированных положениях. Сетка отличается от кристаллической решетки отсутствием периодичности и</p>		

	<p>симметрии в расположении структурных групп, например тетраэдров <math>\text{SiO}_4</math>, внутри которых ближний порядок сохранен.</p> <p>А. А. Аллен рассматривает стеклообразование в связи со способностью оксидов-стеклообразователей к образованию пространственных каркасов в кристаллическом и стеклообразном состояниях. В связи с этим свойства стеклообразных веществ определяются такими структурными факторами, как степень связности кремнекислородного каркаса, координационное состояние катионов, поляризация и компактность упаковки ионов.</p> <p>Координационная сетка (каркас) рассматривается как неопределенное химическое соединение, а структурные группы в стекле – как определенные химические соединения;</p> <p><i>Полимерная</i>, предложенная В. В. Тарасовым, Д. Стевелсом и развиваемая другими учеными. Гипотеза исходит из полимерного строения стеклообразователей, являющихся основными составными частями многокомпонентных стекол. Изучая теплоемкости стеклообразных силикатов при низких температурах и анализируя результаты экспериментов на основе квантовой теории, В. В. Тарасов установил наличие в стекле упорядоченных анионных групп. Например, в стеклообразных мета- и бисиликатах натрия обнаружены бесконечные цепочки.</p> <p>Таким образом, стекло обладает весьма сложным строением. Каждая из изложенных гипотез его строения акцентирует только некоторые из структурных параметров стекла. Поэтому имеются попытки сближить разные взгляды и создать более общую теорию. Как отмечает А. А. Аллен, принцип «вязаной структуры» ныне принимается в той или иной мере как реальность всеми основными гипотезами строения стекла. Разногласия во взглядах на природу стекла должна разрешить в конечном счете практика</p>		
35	<p><i>Аморфное состояние</i> – конденсированное состояние вещества, главный признак которого отсутствие атомной или молекулярной решетки, т. е. трехмерной периодичности структуры, характерной для кристаллического состояния.</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1988. Т. 1. С. 286	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	Попытки создания физической модели аморфного состояния пока к успеху не приводят		
36	Существует почти полтора десятка гипотез строения стекла. Значительная часть их, опирающаяся лишь на сравнительно узкий круг свойств и закономерностей, не подвергнутых гносеологическому анализу степени достоверности, лишена первичной базы для формирования теории, но тем не менее с эффективными названиями регулируются декларирется. Уже были кристаллиты, беспорядочная сетка, полимерное строение, полимерно-кристаллитное строение, ионная модель, парахристаллы, структуроны, витроиды, стеклоны, микрогетерогенность, субмикронегоднородность, химически неоднородное строение, мицеллярная структура, и другие названия, возникновение которых продиктовано потребностью истолкования результатов одного, в лучшем случае нескольких частных экспериментов. Оптимисты требуют строгой общей теории стеклообразного состояния, пессимисты вообще исключают возможность ее создания	Материалы из Википедии // Режим доступа: <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%AB%D0%BE#D0.9A.D0.BB.D0.B0.D1.81.D1.81.D0.B8.D1.87.D0.B5.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B5_.D0.B3.D0.B8.D0.BF.D0.BE.D1.82.D0.B5.D0.B7.D1.8B">http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%AB%D0%BE#D0.9A.D0.BB.D0.B0.D1.81.D1.81.D0.B8.D1.87.D0.B5.D1.81.D0.BA.D0.B8.D0.B5_.D0.B3.D0.B8.D0.BF.D0.BE.D1.82.D0.B5.D0.B7.D1.8B</a>	
37	В результате исследований было выдвинуто несколько гипотез о строении стекла и объяснений процесса размягчения стекол с повышением температуры. В настоящее время господствуют две теории строения стекла. По одной из них вещество в стекловидном состоянии не имеет геометрически правильной пространственной решетки. Согласно этой теории структура стекол, как и структура соответствующего кристаллического тела, представляет собой непрерывную сетку, в узлах которой расположены ионы, атомы или атомные группы. Однако в отличие от правильной кристаллической сетки твердого тела структурная сетка в стекле является неправильной, и принцип построения ее отличен от принципа построения кристаллической сетки, где осуществляется многократное повторение структуры эле-	Режим доступа: <a href="http://stroitireid.org/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=16&amp;Itemid=19">http://stroitireid.org/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=16&amp;Itemid=19</a>	

	ментарной ячейки. В стекле же в основу структурной сетки положен структурный элемент, и вся сетка в целом образована элементарными структурными группами путем повторения такого элемента. Однако в этом повторении нет определенной закономерности		
38	<p>Строение стекол является одним из разделов единой проблемы строения вещества. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что современные представления о строении стекла базируются на фундаментальных положениях теоретических разделов неорганической и физической химии, кристаллохимии, химии и физики твердого состояния и, кроме того, включают идеи и обобщенные положения отдельных гипотез строения стекла, основу которых составляют эмпирические зависимости свойств от состава и строения.</p> <p>Отсутствие прямых методов исследования аморфных веществ, отсутствие способов плоскостного изображения объемно неупорядоченных структур пока не позволяют создать завершенную теорию строения стекла.</p> <p>Существует несколько теоретических направлений решения проблемы строения стекла, среди которых наиболее широкое распространение получили кристаллохимическое и валентно-химическое. Они рассматривают строение стекла на электронном, атомном или молекулярном уровнях, базируясь на основных положениях кристаллохимии, теорий химической связи, зонного строения твердых тел. Преимущественное развитие этих направлений обусловлено в первую очередь прогрессом в области изучения структуры веществ, находящихся в кристаллическом состоянии.</p> <p>Следует отметить, что основополагающие гипотезы строения стекла А. А. Лебедева (1921) и В. Захариасена (1931) появились вскоре после открытия прямого метода изучения структуры кристаллов – метода рентгеноструктурного анализа (Лауэ, 1912).</p> <p>Менее распространены представления о полимерном строении стекол, кинетический подход к процессам твердения расплавов в</p>	Режим доступа: <a href="http://www.ps-klinkl.in.com/technologam.php?go=256&amp;BLOCK_ID=51#1">http: http://www.ps-klinkl.in.com/technologam.php?go=256&amp;BLOCK_ID=51#1</a>	

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	виде стекла, а также представления о строении стекол на основе концепций о строении жидкостей или расплавов		
39	<p>Согласно современным представлениям все однофазные стекла имеют микронеоднородное строение. Речь идет об образовании в структуре микрообластей размером от 1 до 20 нм, отличающихся химическим составом или геометрическим упорядочением в расположении частиц. Прямые доказательства микронеоднородного строения стекол были получены методами рентгеноструктурного, электронномикроскопического, спектрального анализов. Микрообласти не имеют поверхностей раздела фаз. Они являются неотъемлемой частью структуры сложного однофазного стеклообразного силиката, но концентрация модифицирующих компонентов в них выше или ниже средней статистической.</p> <p>Идея о микронеоднородном строении стекол была заложена в гипотезе А. А. Лебедева и получила развитие в работах Е. А. Порай-Кошица, К. С. Евстропьева, Н. В. Гребенщикова, О. С. Молчановой, С. П. Жданова.</p> <p>Щелочно-боросиликатные стекла являются одним из примеров того, что при микронеоднородном строении может наступить фазовое разделение, сопровождающееся образованием границ раздела фаз. При выщелачивании стекол растворами соляной, уксусной и других кислот образуется высокопористый кремнеземистый каркас (95–96 % <math>\text{SiO}_2</math>), сохраняющий исходную форму, размеры и прочность (кварцидные стекла, викор). Средний диаметр пор, в которых располагается натриево-боратная фаза, составляет 2–6 нм</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.ps-klm.com/technologam.php?go=256&amp;BLOCK_ID=51#1">http://www.ps-klm.com/technologam.php?go=256&amp;BLOCK_ID=51#1</a>; <a href="http://www.kraskadom.ru/articles.php?article_id=591">http://www.kraskadom.ru/articles.php?article_id=591</a></p>	
40	Оксидные стекла — наиболее распространенный и практически важный класс стекол, изученный наиболее полно. Вместе с тем надо отметить, что этот класс в химическом отношении сложнее других.	Режим доступа: <a href="http://supercook.ru/glass-history-12.html">http://supercook.ru/glass-history-12.html</a>	

	<p>Основой подобных стекол служат так называемые оксиды-стеклообразователи, которые без каких-либо добавок сравнительно легко превращаются в стекло. Это, прежде всего, диоксид кремния (<math>\text{SiO}_2</math>) — главная составная часть силикатных стекол, а также оксиды бора (<math>\text{B}_2\text{O}_3</math>), фосфора (<math>\text{P}_2\text{O}_5</math>) и некоторых других элементов. Из них получают однокомпонентные стекла с простейшими каркасами, состоящими из упомянутых элементнокислородных групп, в которых атомы кислорода, а также того или иного элемента расположены в вершинах и центре правильного многогранника.</p> <p>Среди однокомпонентных стекол наибольшее практическое значение имеет кварцевое (диоксид кремния, или кремнезем), отличающееся жаропрочностью, химической устойчивостью, стойкостью к резким перепадам температуры, а также обладающее ценными оптическими свойствами и высокой электроизоляционной способностью. Однако технология его изготовления сложна, да и необходимая температура весьма высока. Чтобы снизить рабочую температуру и придать стеклу дополнительные полезные свойства, к кремнезему добавляют другие оксиды, прежде всего щелочные и щелочно-земельные (их обозначают символами <math>\text{M}_2\text{O}</math> и <math>\text{MO}</math>, соответственно). При этом необходимая температура нагрева снижается на 200–300 °С. Роль таких добавок (называемых модификаторами) в том, что они «разрыхляют» сетку химических связей в кремнеземе.</p> <p>Оксиды-стеклообразователи, как правило, имеют кислотную природу, а оксиды-модификаторы – щелочную, но между ними нет резкой границы. В зависимости от химического состава стекла одни и те же оксиды могут выступать то в роли стеклообразователей, то в роли модификаторов или даже в той и другой одновременно.</p> <p>Нередко в стекле присутствуют не один-два компонента, а гораздо больше, в том числе по меньшей мере два стеклообразователя, образующих смешанный каркас, как, скажем, в вышеупомянутых натриево-боросиликатных стеклах. Свойства и структура стекол называют на их аналогично с кристаллами того же химического состава.</p>	
--	---	--

№ п/п	Определение	Источник	Примечания
	<p>Уже говорилось о ближнем порядке. Можно отметить и другие признаки сходства в строении стекол и кристаллов. В связи с этим заметим, что в зависимости от концентраций диоксида кремния и оксидов-модификаторов из расплавов или стекол могут выкристаллизовываться различные силикаты, подчиняющиеся закону кратных отношений. Установлено, что с ростом концентрации щелочных элементов структура кристаллического силиката становится все более деполимеризованной, т. е. все большее число связей в кристаллической решетке разрушается.</p> <p>Если чистый диоксид кремния, как в кристалле, так и в стекле, имеет трехмерный каркас <math>\cdots\text{—SiO}_2\text{—SiO}_2\text{—}\cdots</math>, из кремниевых кислородных тетраэдров, связанных друг с другом так называемыми мостиковыми атомами кислорода, которые служат своеобразными мостиками между атомами кремния, то дисиликаты (<math>\text{M}_2\text{O}\cdot 2\text{SiO}_2</math>) имеют слоистую (двумерную) структуру, метасиликаты (<math>\text{M}_2\text{O}\cdot \text{SiO}_2</math>) – ленточную (одномерную), а ортосиликаты (<math>2\text{M}_2\text{O}\cdot \text{SiO}_2</math>) – островную.</p> <p>Иными словами, увеличение содержания модификатора влечет за собой ослабление связей между «элементарными» тетраэдрами, среди которых все большее число обладает немостиковыми (дефектными) атомами кислорода. В расплавах и стеклах по мере повышения концентрации щелочного оксида структура также все более деполимеризуется, связи рвутся, ситуация напоминает происходящее в кристаллах. Отметим, что в расплавах, богатых щелочным оксидом, могут образовываться и другие структуры</p>		
41	<p>Основными элементами структуры силикатных стекол являются тетраэдры <math>[\text{SiO}_4]_n</math>, которые, соединяясь друг с другом вершинами, способны образовывать непрерывную в одном, двух или трех измерениях пространственную структуру (структурную сетку по Захаряну).</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://ref.ru/ref/1/34784/1.html">http://ref.ru/ref/1/34784/1.html</a></p>	

	<p>Протяженность сетки определяется содержанием в составе стекла диоксида кремния. Аперидическую сетку, образующуюся путем сочленения координационных полиэдров вершинами, можно рассматривать как анион сложного состава. Компоненты стекла, способные самостоятельно образовывать структурную непрерывную сетку, такие как <math>\text{SiO}_2</math> и др., принадлежат к группе стеклообразователей. Компоненты стекла, не способные самостоятельно образовывать структурную непрерывную сетку, называются модификаторами. К группе модификаторов, как правило, принадлежат оксиды элементов первой и второй групп Периодической системы, а также некоторых элементов других групп.</p> <p>Катионы модификаторов располагаются в свободных полостях структурной сетки, компенсируя избыточный отрицательный заряд сложного аниона. Кислородное окружение катионов-модификаторов формируется в соответствии с их координационными требованиями. Прочность связи модификатор–кислород значительно ниже прочности связи стеклообразователь–кислород, поэтому модификаторы не образуют прочных координационных групп. Координационное число катиона-модификатора в стекле представляет собой некоторое среднестатистическое число атомов кислорода, приходящееся на один атом модификатора.</p> <p>В отличие от геометрически правильных группировок координационных полиэдров стеклообразователей координационные группировки модификаторов могут не иметь геометрически правильной фигуры.</p> <p>В структуре стекла различают два возможных состояния атомов кислорода: атомы, соединяющие соседние полиэдры, называют мостиковыми, а соединяющие катионы модификаторов со сложным анионом называют немостиковыми</p>	
--	---	--

Понятия «структура полимера», «макромолекула», «надмолекулярная структура», «сечетчатая структура», «ориентированное состояние»

№ п/п	Определение	Источник
1	<p>Понятие о макромолекуле как основной структурной единице полимеров рождалось в жестких спорах. Поднятая Оствальдом и Дюбуа-Реймоном кампания привела к травле Больмана, закончившей его трагической смертью. Для физиков переход к полимерам означал посвятительство на самое твердо установленное истинно – постоянство размеров и строения молекул. Переход к изучению полимеров, следовало отбросить фундаментальные понятия о химически чистых и химически идентичных веществах. Слишком непривычным и противоречащим установившимся представлениям было понятие о макромолекуле полимера в 20–30-е годы XX столетия</p>	<p>Бреслер С. Е., Ерусалимский Б. Я. Физика и химия макромолекул. М.: Наука, 1965. С. 75</p>
2	<p><i>Полимеры ориентированные</i> – полимеры, макромолекулы которых имеют преимущественное расположение цепей вдоль некоторых направлений – осей ориентации. Ориентация полимера может быть одноосной (волокна), двуосной (пленки), плоскосимметричной (пленки-мембраны) и т. д. Межмолекулярные силы сцепления в полимерах делятся на 2 группы: прочные (химические) связи между атомами вдоль полимерных молекул и слабые (ван-дер-ваальсовы, или водородные) между молекулами разных цепей или разными частями одной цепи. Под действием растягивающих усилий межмолекулярное взаимодействие уменьшается, что позволяет цепным молекулам изменять свои конформации (см. Макромолекула).</p> <p>В аморфных полимерах ориентированное состояние сохраняется либо поддержанием растягивающих усилий, либо охлаждением растянутого полимера ниже температуры стеклования (см. Стеклование полимеров).</p> <p>В кристаллизующихся полимерах ориентированное состояние может сохраняться после снятия растягивающих усилий и при температурах выше температуры стеклования, что обусловлено образованием в ориентированном полимере кристаллитов. Ориентированные полимеры, как аморфные, так и кристаллизующиеся, построены из фибрилл – волоконподобных образований с попережными мерами порядка десятков-сотен Å, которые расположены вдоль оси ориентации. Для большинства кристаллизующихся полимеров характерна внутрифиллярная гетерогенность: вдоль осей фиб-</p>	<p>Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1965. Т. IV. С. 186–187</p>

3	<p>рилл чередуются кристаллические и аморфные области (см. также: Структуры надмолекулярных полимеров). В аморфных полимерах ориентация молекул всегда неполная. В кристаллизующихся ориентированных полимерах две степени молекулярной ориентации: для кристаллитов и для аморфных участков</p>	<p><i>Ориентированное состояние полимеров</i> – специфическое состояние тел из линейных полимеров, характеризующее тем, что составляющие эти тела макромолекулы имеют преимущественное расположение своих осей (как правило – на отдельных участках молекулы) вдоль некоторых направлений – осей ориентации – во всем объеме тел (микрообъемы любого твердого полимерного тела всегда находятся в ориентированном состоянии).</p> <p>Простейшим и наиболее часто встречающимся на практике видом ориентации полимеров является одноосная ориентация. Имеются и другие виды ориентированного состояния. Так, в кристаллических полимерных пленках может образоваться так называемая плоскостная текстура, когда совпадают направления двух различных осей всех кристаллитов, например оси макромолекулы направлены по одному направлению к плоскости пленки и, кроме того, нормаль к какой-либо кристаллографической плоскости у всех кристаллитов расположена перпендикулярно к плоскости пленки.</p> <p>В твердом полимерном теле макромолекулы хотя и сохраняют в определенной степени свою «механическую» индивидуальность, на каждом участке практически вплотную сближены с другими макромолекулами или же с другими участками этой же макромолекулы.</p> <p>Влияние на ориентацию плотной упаковки макромолекул, присущей твердым полимерам, следует рассматривать применительно к двум уровням – молекулярному и надмолекулярному – строения полимеров (по масштабу).</p> <p>На молекулярном уровне это влияние учитывается сеточной моделью строения полимеров. Ценные молекулы в твердом полимере, соприкасаясь, образуют контакты-узлы за счет межмолекулярных сил сцепления. В точках же «перехлеста» молекулярных цепей образуются узлы с прочностью, приближающейся к прочности химических связей. В результате можно представить себе объем полимера в виде своеобразной трехмерной сетки с узлами разной степени устойчивости.</p> <p>Подобное описание являлось доминирующим ранее, когда прямое изучение строения полимеров еще не приобрело значительного развития. Следует подчеркнуть, что сеточная модель содержит в своей основе реалистическое положение о взаимодействии макромолекул, что и позволяет с успехом применять ее в довольно широкой области деформирования полимеров.</p>	<p>Энциклопедия полимеров. М.: Сов. энциклопедия, 1974. Т. 2. С. 515–528</p>
---	--	--	--

№ п/п	Определение	Источник
	<p>Сеточная модель удовлетворительно описывает ориентирование при не очень высоких степенях растяжения аморфных пластиков (например, полиметилметакрилата, атактического полистирола), эластомеров и значительно хуже – ориентационную вытяжку кристаллизующихся полимеров. Слабой стороной этой модели раньше было отсутствие прямых данных об узлах сетки и о длине и состоянии отрезков молекул между узлами. Теперь, в связи с развитием многих прямых физических методов изучения полимеров (инфракрасная спектроскопия, ядерный магнитный резонанс, ультразвук и др.), есть возможность восполнить эти пробелы.</p> <p>Однако есть и другая причина ограниченной применимости сеточной модели при описании ориентирования полимеров, а именно: существование в твердых полимерах надмолекулярных структур. Наличие таких структур означает существование ориентированных микрообъемов уже в неориентированных полимерных телах.</p> <p>Действительно, во всех случаях элементами надмолекулярной структуры являются агрегаты полимерных молекул, характеризуемые той или иной степенью внутренней упорядоченности во взаимном расположении молекул. А наиболее естественной и распространенной для линейных «одномерных» молекул формой упорядоченности является параллельное прилегание их друг к другу на участках молекул (протяженностью в десятки и сотни ангстрем).</p> <p>Важным достижением физики полимеров в последние десятилетия является установление наличия надмолекулярной структуры практически у всех твердых полимеров. У аморфных полимеров – это образования с зачатками упорядоченности, чаще всего – с одномерным (и то далеко несовершенным) порядком; у кристаллических полимеров – это области с достаточно совершенным трехмерным порядком – кристаллиты, которые вдобавок упорядоченно объединяются в более крупные морфологические образования: ламеллы и сферолиты. Существуют и различные переходные случаи между аморфными и кристаллическими полимерами.</p> <p>Наличие надмолекулярной структуры весьма сильно влияет на протекание ориентационных процессов. Кроме того, существование надмолекулярной структуры меняет представление о сеточном строении полимерного тела. Действительно, раньше при описании строения полимеров как клубка «перепутанных», хаотически располагающихся цепных молекул наиболее распространенными и важными считали узлы, образующиеся в результате «перехлеста» молекул (и такие узлы в системе перепутанных молекул действительно были самыми естественными).</p>	

4	<p>В условиях параллельной укладки макромолекул внутри элементов надмолекулярной структуры существование перехлестов молекул значительно менее вероятно. Зато узлы-контакты за счет сил сцепления между молекулами оказываются и более распространенными, и более прочными, так как при параллельной укладке молекул вероятность «прилегания» друг к другу отдельных молекул, естественно, возрастает.</p> <p>Все отмеченные обстоятельства и требуют иного, чем для случая простой сеточной модели, описания ориентирования полимеров.</p> <p>О строении ориентированных полимеров на молекулярном уровне (т. е. о конформации и ориентации макромолекул) дают сведения следующие прямые методы: поляризационная ИК-спектроскопия, двойное лучепреломление, ЯМР, рентгеновская и электронная дифракция в больших углах.</p> <p>Наиболее информативным является первый метод, который по дихроизму различных полос поглощения в ИК-спектре позволяет определять степень ориентации участков макромолекул отдельно в аморфных и кристаллических областях полимера, ориентацию различных боковых групп, распределение и ориентацию участков макромолекул с различными последовательностями звеньев (цис-, гош- и трансформы). Подобной детальной информации с помощью других методов получить не удается, однако применение каждого из них в каких-то случаях оказывается весьма полезным. Например, метод двойного лучепреломления отличается простотой и доступностью, метод рентгеновской дифракции очень чувствителен к ориентации кристаллитов. Применение всех указанных методов позволяет находить количественные характеристики степени ориентации</p>	<p>Энциклопедия полимеров. М.: Сов. энциклопедия, 1977. Т. 3. С. 550–554</p> <p>Структура полимеров – взаимное расположение в пространстве структурных элементов (подсистем), образующих макроскопическое полимерное тело, их внутреннее строение и характер взаимодействия между ними.</p> <p>В статистической физике структура любого тела рассматривается как набор постепенно усложняющихся подсистем, обладающих ограниченной автономностью. Последнее означает, что изменение структуры данной подсистемы происходит не абсолютно независимо, а связано с поведением остальных подсистем.</p> <p>В любом теле можно выделить некоторую «главную» подсистему, предопределяющую его основные физические характеристики. В полимерах такой подсистемой является макромолекула, от конформационной и конфигурационной природы которой зависят структура и свойства всех последующих уровней, образующих надмолекулярную организацию (НМО), или надмолекулярную структуру полимера.</p>
---	--	--

№ п/п	Определение	Источник
	<p>При различных способах воздействия на систему НМО подвергается перестройке, которая вследствие упоминутой автономности структурных элементов протекает относительно независимо на разных уровнях НМО.</p> <p>Уровни НМО и их структурные элементы классифицируют по трем признакам: геометрическому (собственно структурному), термодинамическому и кинетическому.</p> <p>Основа классификации по геометрическому признаку – наличие (организованные структуры) или отсутствие (неорганизованные структуры) дальнего порядка. Максимальной степени организации соответствует кристаллический порядок в истинном смысле слова, минимальной – аморфный беспорядок.</p> <p>Организованные структуры всегда дискретны, т. е. сохраняют свои размеры, форму и границы с окружающей средой в течение всего времени наблюдения. Дискретные структуры могут быть и неорганизованными (например, глобулы). Дискретным структурам противопоставляются флуктуационные, т. е. изменяющиеся в течение времени наблюдения</p>	
5	<p><i>Трехмерные полимеры, (сшитые, сетчатые, пространственные)</i> – полимеры, цепи которых соединены между собой химическими связями с образованием единой пространственной структуры – полимерной сетки. Трехмерные полимеры получают соединением (сшиванием) макромолекул полимеров или отверждением реакционноспособных олигомеров</p>	Энциклопедия полимеров. М.: Сов. энциклопедия, 1977. Т. 3. С. 652–654
6	<p><i>Надмолекулярная структура полимеров</i> – физическая структура полимерных тел, обусловленная различными видами упорядочения во взаимном расположении макромолекул. В 1957 г. В. А. Каргин, А. И. Китайгородский и Г. Л. Слонимский на основании анализа данных электроно-микроскопических и рентгеноструктурных исследований, изучения механических релаксационных явлений и других физических процессов в полимерах сделали вывод о невозможности полностью хаотического расположения макромолекул ни в одном из физических состояний полимеров, как аморфных (включая расплавы, растворы и ступни), так и кристаллических.</p> <p>Обнаружение надмолекулярных структур позволило объяснить казавшиеся противоречивыми данные, указывающие, с одной стороны, на гибкость макромолекул и хаотичность их теплового движения, а с другой – на сложную микронеоднородность строения полимерных тел. Представление о надмолекулярной структуре в течение нескольких лет получило многочисленные экспери-</p>	Энциклопедия полимеров. М.: Сов. энциклопедия, 1977. Т. 2. С. 320–326

	<p>ментальные подтверждения и стало эффективной руководящей идеей в современной структурной физике полимеров.</p> <p><i>Многооступенчатость форм надмолекулярной структуры и их превращения</i></p> <p>В аморфных полимерных телах (полимерных стеклах, эластомерах, расплавах и растворах полимеров) пачки и глобулы подвергаются дальнейшей агрегации, приводящей к образованию более сложных и крупных элементов надмолекулярной структуры (фибрилл, дендритных образований и др.), разнообразные формы которой изучены пока еще мало.</p> <p>Механическими и тепловыми воздействиями можно вызвать превращения одних форм в другие. Примерами являются возникновение ориентированного состояния аморфных полимеров, образование из раствора полимера пространственной сетки из макромолекул, пачек или других элементов надмолекулярной структуры.</p> <p><i>Ограничение применимости к полимерам ряда физических понятий</i></p> <p>Многообразие форм и размеров элементов надмолекулярной структуры требует весьма критического отношения к ряду физических понятий при их применении к полимерам. Здесь, прежде всего, следует рассмотреть понятия «поверхность раздела», «термодинамическая фаза», «степень кристалличности».</p> <p>Представления о поверхности раздела требуют, чтобы размеры образующих эту поверхность частиц были столь малы, чтобы ими можно было пренебречь по сравнению с размерами самой поверхности. Это выполняется для частиц, состоящих из многих малых молекул, например для частиц лиофибных коллоидов. Однако в случае пачки макромолекул, содержащей в поперечном сечении лишь десятки или немногие сотни макромолекул и к тому же имеющей флюктуационную природу, представление о поверхности раздела становится крайне неопределенным.</p> <p>В случае кристаллизации пачек, остающихся в окружении какого-то числа макромолекул, характеризирующихся упорядоченностью, свойственной аморфному состоянию полимерного тела, представление о поверхности раздела физически значительно более определено, что позволяет рассматривать фазовые состояния полимеров и их фазовые превращения (например, кристаллизацию, плавление, рекристаллизацию), но требуют осторожного использования привычных понятий, особенно термодинамических. Это же следует из сложного строения кристаллической фазы, в которой для наиболее мелких структурных элементов, образуемых сегментами макромолекул, понятие «фаза» применяется просто, поскольку эти элементы имеют те же размеры, что и обычные малые молекулы, но по мере роста размеров структурных образований, составляющих кристаллический полимер, положение усложняется вследствие потери гомогенности, замедления процессов</p>
--	---

№ п/п	Определение	Источник
	<p>установления равновесий и возрастания значения поверхностных явлений. Именно этот переход от явлений молекулярных и равновесных к коллоидным и неравновесным и далее к макроскопическим заставляет переосмысливать многие понятия, казалось бы, твердо установленные для молекулярных систем.</p> <p>Понятие «степень кристалличности», основанное на схематичном представлении о сосуществовании в одном теле двух фаз (аморфной и кристаллической), становится физически неопределенным при рассмотрении надмолекулярных структур реального полимерного тела. Такое тело всегда дефектно вследствие наличия пограничных областей между различными его структурными элементами, нарушений кристаллического порядка в самих кристаллических элементах структуры, сохранения части незакристаллизовавшегося вещества и т. п. Однако многие из относительно малоупорядоченных «аморфных» областей являются неотъемлемой частью безусловно кристаллических элементов надмолекулярной структуры и не могут считаться аморфной фазой.</p> <p>Наряду с этим в том же кристаллическом полимерном теле возможно присутствие аморфных элементов надмолекулярной структуры, например «аморфных глобул», допускающих отделение от кристаллических элементов и поэтому представляющих собой аморфную фазу.</p> <p>При любом способе оценки степени кристалличности различия всех этих форм малоупорядоченных (аморфных) и хорошо упорядоченных (кристаллических) областей не учитываются. Это существенно снижает ценность такой оценки и приводит к необходимости характеризовать систему, состоящую из многих сосуществующих форм упорядочения макромолекул, не одним, а многими параметрами.</p> <p>Формы надмолекулярных структур, с одной стороны, определяют физические свойства полимерного тела, с другой – сами зависят от химического строения макромолекул. Надмолекулярная структура (Н. с.), возникающая уже в условиях синтеза макромолекул, может претерпевать самопроизвольные или вынужденные глубокие изменения при переработке полимера в материалы и изделия, а также в условиях длительного хранения и эксплуатации. Глубина и скорость таких изменений существенно зависят не только от типа и интенсивности внешних воздействий, но и от физического состояния полимера.</p>	

	<p>В случае высокой гибкости макромолекул надмолекулярная структура, созданная при образовании твердого полимерного тела (в процессе синтеза, затвердевания расплава, при удалении растворителя из раствора), может быть в дальнейшем изменена на всех ее уровнях. Это достигается механическими воздействиями, нагреванием, плавлением (или растворением) с последующим образованием твердого тела в определенном режиме охлаждения (или удаления растворителя). В зависимости от характера межмолекулярного взаимодействия и от интенсивности воздействия изменяются и различные уровни надмолекулярной организации полимерного тела. В одних случаях преобразование Н. с. происходит при разрушении крупных ее элементов, но с сохранением наиболее мелких и менее сложных. В других происходит полная перестройка всех уровней Н. с. полимерного тела.</p> <p>В случае очень жестких макромолекул, не способных без химических превращений изменить свою форму, весьма существенное влияние на Н. с. оказывают условия синтеза. В зависимости от этих условий могут образоваться, например, преимущественно скрученные или, наоборот, выпрямленные макромолекулы. Заданные при синтезе формы жестких макромолекул остаются в дальнейшем неизменными, и это определяет возможные формы Н. с. Естественно, что из скрученных жестких макромолекул возникают глобулярные формы Н. с., а из вытянутых – фибриллярные.</p> <p>Поскольку при переработке происходит изменение Н. с. свойств полимера, то получаемые из одного и того же полимера материалы и изделия могут значительно различаться по физическим характеристикам, если применяются разные приемы переработки. Кроме того, может различаться и стабильность физической структуры и свойств таких материалов или изделий. Поэтому изучение закономерностей физического структурообразования в полимерных телах и возможностей управления им является одной из важнейших проблем структурной и технической физики полимеров (см. Модификация структурная). При различных способах воздействия на систему НМО (надмолекулярной организации. – <i>Е. У.</i>) подвергается перестройке, которая вследствие автономности структурных элементов протекает относительно независимо на разных уровнях НМО</p>	
7	<p><i>Структура полимеров</i> – взаимное расположение в пространстве структурных элементов (подсистем), образующих макроскопическое полимерное тело, их внутреннее строение и характер взаимодействия между ними. В статистической физике структура любого тела рассматривается как набор постепенно усложняющихся подсистем, обладающих ограниченной автономностью. Последнее означает, что изменение структуры данной подсистемы происходит не абсолютно независимо, а связано с поведением остальных подсистем.</p>	<p>Энциклопедия полимеров. М.: Сов. энциклопедия, 1987. Т. 2. С. 516</p>

№ п/п	Определение	Источник
	<p>В любом теле можно выделить некоторую « главную» подсистему, предопределяющую его основные физические характеристики. В полимерах такой подсистемой является <i>макромолекула</i>, от конформационной и конфигурационной природы которой зависят структура и свойства всех последующих структурных уровней, образующих надмолекулярную организацию (НМО), или надмолекулярную структуру, полимера. При различных способах воздействия на систему (изменение температуры, растяжение и др.) НМО подвергается перестройке, которая вследствие упомянутой автономности структурных элементов протекает относительно независимо на разных уровнях НМО</p>	
8	<p><i>Макромолекула</i> – <i>молекула полимера</i>. Макромолекула (М.) имеет цепное строение; состоит из одинаковых или различных структурных единиц – составных звеньев, представляющих собой атомы или группы атомов, соединенных друг с другом ковалентными связями в линейной последовательности. Последовательность соединенных друг с другом атомов, образующих собственно цепь, называют хребтом цепи или цепью главных валентностей, а заместители у этих атомов – боковыми группами. Макромолекулы могут иметь линейное или разветвленное строение; в разветвленных макромолекулах различают основную и боковые цепи.</p> <p>Основные молекулярные характеристики М. – химическое строение, длина цепи (степень полимеризации, относительная молекулярная масса) и гибкость.</p> <p>Химическое строение звеньев и их взаимное расположение в цепи характеризуют первичную структуру макромолекулы. Первичная структура исчерпывающе определяется конфигурацией М. – пространственным расположением атомов в молекуле, которое не может быть изменено без разрыва связей и обусловлено длинами связей и величинами валентных углов.</p> <p>Первичная структура синтетических М. предопределяет (вместе с молекулярно-массовым распределением, так как синтетические полимеры состоят из молекул разной длины) способность полимеров кристаллизоваться, быть каучуками, волокнами, стеклами и т. п., проявлять ионо- или электронообменные свойства.</p> <p>С первичной структурой связана также способность макромолекулы к образованию вторичных структур. В биополимерах, состоящих из строго идентичных М., эти структуры достигают высокой степени совершенства и специфичности, предопределяя способность, например белков, быть ферментами, переносчиками кислорода и т. п.</p>	Химическая энциклопедия М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 1264

	<p>Макромолекулы способны к изменению формы и линейных размеров в результате теплового движения, а именно – ограниченного вращения звеньев вокруг валентных связей и связанного с ним изменения конформации макромолекулы, т. е. взаимного расположения в пространстве атомов и групп атомов, соединенных в цепь, при неизменной конфигурации М.</p> <p>В результате внутримолекулярного взаимодействия могут быть получены макромолекулы в предельно свернутой конформации, называемой глобулой.</p> <p>Линейные М. сложного строения способны к образованию вторичных структур (упорядоченное состояние макромолекулы, возникающее в результате специфического меж- и внутримолекулярного взаимодействия). Это возможно обычно из-за дифильности и способности к избирательным взаимодействиям отдельных групп, входящих в макромолекулу, между собой или с растворителем.</p> <p>Вторичные структуры условно можно подразделить на линейно-кристаллические, жидкокристаллические, конденсационные и вулканизационные. Наиболее хорошо известным примером первых являются <math>\alpha</math>-спирали в полипептидах, двойные спирали в нуклеиновых кислотах, тройные спирали в некоторых полипептидах или фибриллярных белках.</p> <p>Принято считать, что соответствующие переходы типа спираль–клубок являются не фазовыми, а кооперативными. Жидкокристаллические структуры возникают в гребнеобразных полимерах с мезогенными группами на концах ветвей.</p> <p>Глобулы относят к категории конденсационных структур, но могут быть и такие случаи, когда в блоксополимерах отдельные блоки термодинамически несовместимы; происходит их сегрегация и в растворе образуются молекулярные мицеллы с глобулярным ядром и рыхлой оболочкой типа клубка.</p> <p>Вулканизационные структуры чаще всего возникают в сополимерах, содержащих доноры и акцепторы протонов; при этом внутренняя сетка образуется вследствие возникновения водородных связей между далеко расположенными звеньями. С повышением густоты такой сетки постепенно происходит переход к глобулярному состоянию</p>	
9	<p><i>Сетчатые полимеры</i> (трехмерные или сшитые полимеры, полимеры с поперечными связями, вулканизационная сетка) – полимеры со сложной топологической структурой, образующие единую пространственную сетку. Обычно молекулярная масса (более <math>10^9</math> г/моль) сетчатого полимера соизмерима с размерами системы, т. е. весь объем полимера представляет собой одну молекулу.</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1995. Т. 4. С. 335–336

№ п/п	Определение	Источник
	<p>Сетчатые полимеры содержат узлы сшивки (узлы ветвления) – физические, химические, топологические. В большинстве сетчатых полимеров узлы образованы химическими связями. Физические узлы связи образованы за счет электростатических, ван-дер-ваальсовых или водородных связей. Топологические узлы сшивки образованы механическим переплетением макромолекул и представляют собой циклы, продетые один сквозь другой, как звенья цепи. Такие узлы связывают между собой сетки разной химической природы.</p> <p>Важным классом сетчатых полимеров являются так называемые взаимопроникающие полимерные сетки, получаемые путем одновременного или последовательного формирования сеток разного типа по различным химическим механизмам. Особенностью такого рода сетчатых полимеров является наличие сложной фазовой структуры, возникающей в результате невозможности полного фазового разделения всех компонентов системы.</p> <p>Физические свойства взаимопроникающих сеток зависят от химической природы компонентов, их соотношения, способа получения и степени сшивания (доли шшитых звеньев, приходящихся на одну макромолекулу). Показатели различных физических свойств не подчиняются правилу аддитивности.</p> <p>Топологическую структуру сетчатого полимера характеризуют концентрацией узлов сшивки и иногда молекулярно-массовым распределением цепей между узлами.</p> <p>В зависимости от концентрации узлов сетчатые полимеры условно делят на редкосшитые (вулканизаты) и густосшитые.</p> <p>Свойства сетчатых полимеров зависят не только от химической природы полимерного звена, но и от топологической структуры сетки, в частности от концентрации и функциональности узлов. По морфологической структуре редкосшитые полимеры мало чем отличаются от линейных полимеров. Они образуют глобулы, сферолиты, кристаллиты, фибриллы и другие структуры, характерные для линейных полимеров. Однако по мере увеличения концентрации узлов сетки все труднее образуются хорошо упакованные морфологические структуры с высокой степенью упорядоченности межузловых цепей. Для густосшитых полимеров основным структурным элементом является глобула.</p> <p>Важной особенностью сетчатого полимера является то, что при их формировании сразу получают не материал, а изделие</p>	

10	<p><i>Макромолекула</i> – молекула с высокой молекулярной массой, структура которой представляет собой многократные повторения звеньев, образованных (в действительности или мысленно) из молекул малой молекулярной массы. Число атомов, входящих в состав макромолекул, может быть очень большим (сотни тысяч и миллионы).</p> <p>Высокомолекулярными обычно считаются вещества, обладающие молекулярной массой более 103 Да. Достаточно ли велика молекулярная масса, часто можно определить по следующему критерию: если добавление или удаление одного или нескольких звеньев не влияет на молекулярные свойства, молекула может считаться макромолекулой (такой критерий оказывается неудачным, например, в случае биополимеров).</p> <p><i>Термины «макромолекула» и «полимерная молекула» являются синонимами</i></p>	<p>Материалы из Википедии // Режим доступа: <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/Макромолекула">http://ru.wikipedia.org/wiki/Макромолекула</a>. Дата обращения: 16.05.2010 г.</p>
11	<p>Известно также некоторое количество неорганических полимеров. О любом кристалле, естественно, можно сказать, что это одна очень большая молекула, однако термин «макромолекула» обычно применяется тогда, когда большие размеры молекулы сохраняются в различных условиях, например не только в твердом состоянии, но и в растворе.</p> <p>Некоторые неорганические вещества являются действительно высокомолекулярными соединениями. Например, полисиликаты</p> $\begin{array}{c} \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & & \text{OH} \\   &   &   & &   \\ \cdots - \text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{O} - \cdots \\   &   &   & &   \\ \text{O}^- & \text{O}^- & \text{O}^- & & \text{O}^- \end{array}$ <p>которые существуют в виде полимерных макроионов в растворе.</p> <p>В результате реакции между <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> и <math>\text{PCL}_5</math> образуется неорганический полимер <math>(\text{PNCI}_2)_n</math>. Наиболее известны среди неорганических полимеров полисилоксаны.</p> <p>Способ классификации полимеров по химическому строению основной цепи макромолекулы – наиболее общий и употребительный, однако он не может дать сведений о свойствах полимеров, так как характеризует лишь химическую структуру молекул. Поэтому возможны и другие способы классификации, в основе которых лежат иные признаки полимерных молекул</p>	<p>Режим доступа: <a href="http://www.ximuk.ru/colloidchem/150.html">http://www.ximuk.ru/colloidchem/150.html</a></p>

## Понятия «твердое тело», «структура твердого тела»

№ п/п	Определение	Источник
1	<p><i>Твердое тело</i> – одно из агрегатных состояний вещества, характеризующееся геометрически правильным расположением атомов (молекул, ионов), образующих кристаллическую решетку. В структурной композиции твердого тела наблюдается значительное разнообразие.</p> <p>Реальные твердые тела даже в термодинамически равновесном состоянии всегда содержат некоторое количество дефектов структуры – вакансий и межузельных атомов. В состоянии же, далеком от равновесия, твердые тела содержат множество разнообразных дефектов. Главными из них (кроме точечных) являются одномерные дефекты – дислокации и двумерные – границы зерен, блоков, межфазные границы</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1967. Т. V. С. 40–44
2	<p>При атомном контакте твердых веществ они образуют единую квантовую систему. Подобные соединения мы будем называть <i>контактными атомными соединениями</i> (КАС). Переход от междоузличных к межатомным связям совершается и при контакте гидроксидов разного состава в условиях, благоприятствующих их легитимации. В качестве примера можно указать на совместное осажденные гидроксиды алюминия и железа, кремния и титана и др. или подвергнутые прессованию при нагревании. В число КАС, по-видимому, можно включить всевозможные материалы, продукты холодной сварки, в том числе диффузионной сварки – сварные конструкции, продуктыковки, вроде булатной стали, получаемой ковкой металлических прутьев, горячего проката, прессования, вообще продукты механической и термической обработки однородных или разнородных твердых веществ. К ним можно также отнести композиционные материалы, получаемые вышеуказанными методами, например горячим прокатом твердых, но хрупких фольгамоновых стержней, помещенных между листами более пластичного металла, в частности никеля; слоистые пластины, а также материалы, несущие на себе некоторые лакокрасочные, гальванические и другие покрытия.</p> <p><i>Пространственно-разделенные аддукты</i></p> <p>Практически неизбежный для неорганических полимеров переход с течением времени от системы водородных связей к системе кислородных мостиков делает целесообразным отнесение твердых соединений промежуточного типа – пространственно-разделенных аддуктов, макромолеку-</p>	Алесковский В. Б. Химия твердых веществ. М.: Высш. шк., 1978. С. 46–47

	<p>лярные или надмолекулярные структурные единицы которых соединены водородными связями, – к твердым соединениям вида КАС.</p> <p>Название «пространственно-разделенный аддукт» указывает на то, что данное вещество получается контактированием разных твердых веществ, каждое из которых может и не существовать в свободном состоянии. При этом между веществами разного состава существует поверхность раздела, в общем случае неплоская</p>	
3	<p>Продукты сорбции являются, очевидно, химическими соединениями, хотя и совершенно необычными. Именно благодаря их необычности они еще не получили полных «прав гражданства» среди химических соединений. Тот факт, что это действительно химические соединения, был однозначно доказан Лэнгмюром.</p> <p>Теоретический анализ экспериментальных данных, в частности данных, указывающих на необычайно высокие значения теплот мономолекулярной сорбции, позволил Поляны (1929 г.) сделать вывод, что атомы, образующие монослой, связаны с атомами, принадлежащими поверхности сорбента, типичными гомеополлярными связями и, следовательно, поверхностные соединения имеют истинно химический характер</p>	То же. С. 49–50
4	<p><i>Остов</i> является общей характеристикой структуры твердого вещества, независимо от того, находится ли оно в кристаллическом или аморфном состоянии. В отличие от кристаллической решетки это не воображаемая, а реально существующая и притом наиболее устойчивая система атомов, связанных химическими связями. Остов многих твердых соединений может быть выделен в свободном состоянии.</p> <p>Строение остова отражается структурной формулой соответствующего соединения, которая ус- танавливается методами химического анализа, синтеза и путем всестороннего исследования свойств вещества. Исходя из структурной формулы, т. е. химического строения, по данным, характеризующим распределение электронной плотности по объему вещества, получаемым методом рентгеноструктурного анализа из интенсивности дифракционных лучей, может быть построена атомная модель любого кристаллического вещества. Как мы отметили выше, по экспериментальным кривым углового распределения интенсивности можно также определять межатомные расстояния и координационные числа в структуре аморфных веществ. Этим путем, к сожалению, нельзя получать углы между связями, но они могут быть рассчитаны квантовомеханическими методами. Таким образом, оперируя экспериментальными и расчетными данными, можно построить атомную модель твердого вещества, как кристаллического, так и неперидического строения. Особенно интересно создание подобной модели для аморфных веществ, поскольку их структура не</p>	То же. С. 163

№ п/п	Определение	Источник
	<p>может быть выражена кристаллической решеткой. Построение их модели облегчается наличием остова.</p> <p>Остов особенно отчетливо проявляется в структуре полимеров, определяя, как и в случае всех других веществ, ее тип. Например, волокнистые полимеры имеют цепочный остов, а хрупкие смолообразные вещества вроде органических смол – трехмерный остов</p>	
5	<p>Существует в высшей степени большое количество вариантов структуры твердого вещества данного состава. В процессе кристаллизации обычно можно получить только довольно ограниченное число модификаций, отвечающих в данных условиях наиболее бедным энергией состоянием данного вещества.</p> <p>Отверждение атомных соединений, ведущее к образованию аморфного вещества, в зависимости от условий, в которых оно протекает, позволяет получать то одни, то другие неперIODические структуры.</p> <p>Очевидно, существует огромное количество аморфных твердых тел одинакового состава, но разного строения. Это обстоятельство обычно ускользает из поля зрения исследователей</p>	То же. С. 156
6	<p>Включение примесей сдвигает полосу поглощения твердого вещества – основы кристаллофосфора – в область длинных волн. Но каким же образом проявляется чувствительность всей массы вещества кристаллофосфора к волнам излучения, поглощаемого активатором? Мы понимаем, что это может быть только результатом слияния соответствующих квантовых систем в одну общую квантовую систему кристаллофосфора.</p>	То же. С. 131
	<p>Хемосорбированные молекулы и сорбент, т. е. молекулы, присоединенные к твердому телу атомными связями, и данное твердое тело (как атомы или молекулы примеси, соединенные с атомами твердого тела атомными связями, и соответствующее твердое тело) представляют собой единую квантовую систему</p>	То же. Стр. 132
7	<p>Нало признать, что в силу неотделимости поверхностных химических соединений, т. е. наружных монослоев от соответствующих твердых тел, они, т. е. твердые тела в целом, а не только их поверхностный слой, представляют собой твердые химические соединения.</p> <p>Как мы уже знаем, эти соединения тем не менее следует называть поверхностными, поскольку их образование связано с поверхностными энергетическими состояниями твердого тела</p>	То же. С. 174

8	<p>В противоположность органическим и небольшому числу неорганических соединений огромное большинство твердых неорганических веществ имеет структуру, в которых атомы связаны в группы, бесконечно протяженные в одном, двух или трех измерениях. Такие структуры характерны только для твердого состояния и неизбежно должны разрушаться, когда кристалл растворяют, плавят или испаряют.</p> <p>Это означает, что изучение кристаллических структур расширило сферу структурной химии далеко за пределы изучения конечных групп атомов, которым ограничивалась классическая стереохимия, включив все периодические расположения атомов, найденные в кристаллических твердых телах.</p> <p>Поскольку огромное большинство неорганических соединений является соединениями одного или более металлов с неметаллами и поскольку большинство из них при обычных условиях находится в твердом состоянии, наибольшая часть структурной неорганической химии относится именно к твердым телам.</p> <p>О структурной химии соединений металлов, лежащей вне пределов твердого состояния, можно говорить только по отношению к молекулам и многоатомным ионам, которые не разлагаются при растворении, плавлении или испарении. При этом маловероятно, что изучение жидкостей каким-либо методом могло дать достаточно точную структурную информацию, а изучение молекул в газовой фазе методами дифракции электронов или спектроскопии возможно лишь в том случае, если молекулы не слишком сложны. Тем не менее <i>важно проводить различие между твердыми соединениями, которые можно испарить без разложения, и соединениями, которые существуют только как твердые тела</i></p>	<p>Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир, 1987. Т. 1. С. 13</p>
9	<p><i>Твердое тело</i> – это агрегатное состояние вещества, характеризующееся стабильностью формы и характером тепловых движения атомов, которые совершают малые колебания около положений равновесия.</p> <p>Различают кристаллические и аморфные твердые тела (см. Дальний и ближний порядки). Кристаллы характеризуются пространственным периодичностью в расположении равновесных положений атомов. В аморфных телах атомы колеблются вокруг хаотически расположенных точек. Согласно классическим представлениям устойчивым состоянием (с минимумом потенциальной энергии) твердого тела является кристаллическое.</p> <p>Аморфное тело находится в метастабильном состоянии и с течением времени должно перейти в кристаллическое состояние, однако время кристаллизации часто столь велико, что метастабильность вовсе не проявляется</p>	<p>Материалы из Википедии // Режим доступа: <a href="http://ru.wikipedia">http://ru.wikipedia</a></p>

№ п/п	Определение	Источник
10	<p><i>Твердое тело</i> – тело, обладающее несжимаемостью, сохраняющее свои форму и размеры. Различают кристаллические и аморфные твердые тела.</p> <p>По своим свойствам все твердые тела делятся на упругие, пластичные и хрупкие</p>	Режим доступа: <a href="http://glossary.ru/cgi-bin/gl_exs2">http://glossary.ru/cgi-bin/gl_exs2</a>
11	<p>Свойства твердых тел определяются химическим составом и зависят от характера межатомных связей, типа кристаллической структуры и степени структурного совершенства, а также от фазового состава.</p> <p>Твердые тела можно подразделить на простые (однокомпонентные) и сложные (многокомпонентные), которые в свою очередь могут представлять собой химические соединения (неорганические и органические) либо твердые растворы различного типа (замещения, внедрения).</p> <p>Твердые тела бывают кристаллические и аморфные</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1995. Т. 5. С. 501

Понятия «металлиды», «интерметаллиды», «интерметаллидные фазы»

№ п/п	Определение	Источник
1	<p><i>Интерметаллические соединения</i> – химические соединения металлов друг с другом. В отличие от обычных химических соединений интерметаллические соединения часто не подчиняются стехиометрическим законам постоянства состава и простых кратных отношений. Они относятся к соединениям, обладающим преимущественно металлической связью</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1963. Т. II. С. 279
2	<p><i>Металлические соединения</i> (М. с.) – металлиды, металлоподобные соединения, промежуточные фазы в сплавах – химические соединения, обладающие металлическими свойствами. М. с. большей частью образуются при взаимодействии нескольких металлов (интерметаллиды), но могут содержать C, N, B, Si, H и др.</p> <p>К М. с. относят металлоподобные карбиды, нитриды, силициды и др. М. с. рассматриваются в химии металлических сплавов (металлохимия, изучающая вопросы химического взаимодействия элементов при образовании металлических фаз).</p> <p>Для многих М. с. характерна способность давать твердые растворы со своими компонентами, а также друг с другом. Такие фазы называют металлидными растворами.</p> <p><i>Типы металлических соединений:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) соединения Курнакова – упорядоченные твердые растворы, сверхструктуры;</li> <li>б) фазы Лавеса;</li> <li>в) электронные соединения;</li> <li>г) никель – арсенидные фазы;</li> <li>д) валентные соединения (далътониды)</li> </ul>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1964. Т. III. С. 139
3	<p><i>Интерметаллические соединения и твердые растворы</i></p> <p>Определение и четкое ограничение понятия химического соединения в отношении металлов, как и в некоторых других случаях, в которых имеют дело с образованием твердых растворов, представляет определенную трудность.</p> <p>Критерий большей устойчивости химических соединений по сравнению с физическими смесями (трудность разложения) в этом случае, так же, как, впрочем, и во многих других, оказывается недостаточным.</p>	Ремиз Г. Курс неорганической химии. М.: Мир, 1963. Т. I. С. 617–618

№ п/п	Определение	Источник
	<p>Определение химических соединений, основанное на законе постоянных и кратных отношений, является, как показывают последние открытия в химии, слишком узким.</p> <p>На основе закона постоянных и кратных отношений можно дать следующее определение: продукт взаимодействия двух или нескольких веществ следует рассматривать в качестве химического соединения в том случае, если атомные соотношения составных частей его выражены простыми целыми числами, не изменяющимися непрерывно при изменении внешних условий.</p> <p>В общем случае это положение сохраняет свое значение. Однако имеются такие вещества, которые, с точки зрения приведенного выше определения, следует рассматривать как химические соединения; есть также вещества, которым на основе других критериев должны быть также приписаны свойства химических соединений, хотя и в первом, и во втором случаях их состав колеблется в определенных пределах.</p> <p>Прежде пытаться рассматривать эти вещества как твердые растворы с другими простыми или сложными веществами, но это объяснение не всегда возможно. Поэтому следует пересмотреть представление, в соответствии с которым химические соединения всегда обладают постоянным составом.</p> <p>Соединения с непостоянным составом, не подчиняющиеся, следовательно, закону, сформулированному Дальтоном при становлении атомной теории, называются <i>недальтоновскими соединениями</i> в отличие от дальтоновидных соединений постоянного состава, подчиняющихся закону Дальтона. Недальтоновидные соединения встречаются не только среди сплавов, но и среди других веществ, и притом совсем нередко. Например, можно указать на соединения с «блуждающими в решетке составными частями». Но особую роль недальтоновидные соединения играют в системах, построенных только из металлов, и в первую очередь в таких системах, в образовании которых принимают участие металлы побочных подгрупп.</p> <p>Согласно современным представлениям, соединения, в состав которых входят только металлы главных подгрупп, обладают непостоянным составом только в исключительных случаях. Поэтому существование недальтоновидных соединений и их отношение к твердым растворам будет рассмотрено в дальнейшем при обсуждении побочных подгрупп периодической системы.</p> <p>Если, однако, отвлечься от пограничной области, не имеющей большого значения для сплавов, образованных металлами главных подгрупп, в которой понятия твердого раствора и кристалличе-</p>	

	<p>ского химического соединения переходят друг в друга, то и в случае металлов соединения и твердые растворы обладают характерными различиями.</p> <p>В таких случаях для решения вопроса, имеют ли дело с химическим соединением или только с твердым раствором, часто прибегают к calorиметрическим определениям, определениям плотности, а также к тензиометрическим определениям. Но все же особое значение именно в этой области приобрели рентгенографические методы</p>	
4	<p><i>Интерметаллическими фазами</i> называют такие виды встречающихся в сплавах кристаллов, которые отделены от кристаллов составных частей сплавов фазовыми границами. Следовательно, интерметаллические фазы в структурном отношении прерывно отличаются от составных частей сплавов и их твердых растворов.</p> <p>На диаграммах состояния сплавов интерметаллические фазы отделены большей частью от чистых металлов или их твердых растворов (а также друг от друга, если образуется несколько фаз) более или менее широкими «областями гетерогенности», т. е. областями концентраций, в которых затвердевший сплав состоит из смеси кристаллитов различного состава и структуры.</p> <p>Между интерметаллическими фазами с узкими интервалами гомогенности и обычными соединениями не удается провести резкой границы. Поэтому с самого начала (1906 г.) интерметаллические фазы стали считаться химическими соединениями. <i>Постоянство состава перестало быть критерием химического соединения.</i></p> <p>Формулы интерметаллических соединений даже почти постоянного состава не удается определить чисто аналитически. Это оказывается возможным часто только с помощью структурных определений.</p> <p>Интерметаллические фазы подходят под понятие химического соединения в том случае, если последнее определить следующим образом: <i>химическое соединение</i> – это сложное гомогенное вещество, свойства которого не могут быть непрерывно переведены в свойства одной из его составных частей изменением состава.</p> <p>Интерметаллические соединения часто образуются не в соответствии с простыми стехиометрическими соотношениями и законом постоянных пропорций; их состав часто изменяется внутри в достаточно широких пределах («недальтониды» или «бертоллиды»). Правда, между интерметаллическими соединениями и другими типами соединений нет резкой границы. Даже среди соединенных металлов с неметаллами известны такие, состав которых может колебаться.</p>	Рели Г. Курс неорганической химии. М.: Мир, 1966. Т. 2. С. 28–43

№ п/п	Определение	Источник
	<p>Многие соединения металлов с неметаллами или даже соединения неметаллов между собой по своему составу, структуре, а отчасти также по свойствам родственны типичным интерметаллическим соединениям.</p> <p>С другой стороны, встречаются интерметаллические соединения, которые по своему составу вполне соответствуют солям и солеобразным соединениям, т. е. нормальным валентным соединениям; они могут быть также близки им по свойствам.</p> <p>Однако в общем для соединений металлов это не типично. Это относится прежде всего к сплавам, в образовании которых участвуют металлы побочных подгрупп Периодической системы. В этих сплавах часто встречаются вещества, которые так сильно отличаются от типичных химических соединений, что возникает вопрос – законно и целесообразно ли говорить о них как о химических соединениях.</p> <p>В качестве общего обозначения веществ, встречающихся в интерметаллических системах и структурно отличающихся от исходных составных частей системы, а следовательно, также от их твердых растворов, употребляют название «интерметаллические фазы». Многие из этих интерметаллических фаз родственны твердым растворам и ранее отчасти рассматривались в качестве последних.</p>	
5	<p>Металлы с металлами дают непрерывные твердые растворы почти исключительно типа замещения. Необходимым условием образования непрерывных твердых растворов является принадлежность кристаллических структур обоих металлов к одному структурному типу или, в исключительных случаях, к очень близким. Кроме этого условия необходима близость размеров атомов – отклонения значений размеров атомных радиусов не должно превышать 10–12 %</p>	<p><i>Бокй Г. Б.</i> Кристаллохимия. М.: Наука, 1971. С. 287</p>
6	<p><i>Интерметаллические фазы</i>, как было установлено Куриковым, представляют соединения переменного состава, бертоллиды, если они не имеют достаточно выраженной сингулярной точки. Такие интерметаллические фазы могут занимать широкую область концентрации.</p> <p>Наибольшую область изменения состава дают интерметаллические соединения, где возможно замещение атомов партнеров</p>	<p><i>Шептунова З. И.</i> Химическое соединение и химический индивид. М.: Наука, 1972. С. 154</p>
7	<p><i>Интерметаллиды</i> – химические соединения двух или нескольких металлов между собой. Относятся к металлическим соединениям или металлидам. Интерметаллиды образуются в результате взаимодействия компонентов при сплавлении, конденсации из пара, а также при реакциях в твер-</p>	<p>Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 243</p>

	<p>дом состоянии вследствие взаимной диффузии (при химико-термической обработке), при распаде пересыщенного твердого раствора одного металла в другом, в результате интенсивной пластической деформации при механическом сплавлении (механоактивация).</p> <p>Однако среди интерметаллидов имеются также солеобразные соединения с ионной связью (так называемые валентные соединения, образующиеся из элементов различной химической природы и представляющие собой стехиометрические соединения).</p> <p>Например, NaAu, соединения с промежуточным характером связи – ионно-металлической и ковалентно-металлической, а также с ковалентной. Так, в ряду соединений Mg с элементами подгруппы IVa вместе с уменьшением различия в электрохимических характеристиках компонентов наблюдается и изменение свойств интерметаллидов – от характерных для ионных соединений (Mg<sub>2</sub>Si, Mg<sub>2</sub>Ge) к свойствам типичным для металлов (Mg<sub>2</sub>Pb).</p> <p>В соединениях структурного типа Ni As или родственных типов Ni<sub>2</sub>In, NiTe<sub>2</sub> или CdI<sub>2</sub>, представляющих собой соединения переходных металлов подгрупп VIII, VIIIb и металлов подгруппы Cu с элементами подгрупп IIIa–VIb (так называемые никель-арсенидные фазы, или фазы Макарова), сложная природа химической связи, которая изменяется с изменением положения компонентов в Периодической системе; одновременно изменяется и состав интерметаллидов.</p> <p>Для соединений состава AB характерна ковалентно-металлическая связь; при изменении состава интерметаллида от AB<sub>2</sub> (например, NiTe<sub>2</sub>) до A<sub>2</sub>B (например, NiTe<sub>2</sub>) наблюдается изменение природы связи – от преобладающей ионно-ковалентной до металлической.</p> <p>Среди двойных интерметаллидов наиболее распространены соединения Курнакова, фазы Лавенса, фазы Юм-Розери (электронные соединения), σ-фазы и σ-подобные фазы. Известны и некоторые другие интерметаллиды. Особенно многочисленными являются соединения Курнакова (сверхструктуры, упорядоченные твердые растворы), характеризующиеся упорядоченным расположением атомов компонентов (атомы каждого из металлов занимают в кристаллической решетке интерметаллида строго определенное положение, создавая как бы несколько вставленных одна в другую подрешеток).</p> <p>Сверхструктуры по сравнению с неупорядоченными твердыми растворами того же состава часто имеют большие (в 2–3 раза) размер элементарных ячеек, а также добавочные дифракционные линии на рентгенограммах.</p> <p>Соединения Курнакова имеют составы AB, A<sub>2</sub>B, A<sub>3</sub>B и т. д., однако в силу металлического характера связи эти фазы могут обладать широкими областями гомогенности.</p>
--	--

№ п/п	Определение	Источник
	<p>В некоторых сплавах упорядоченное расположение атомов компонентов возникает уже при кристаллизации, но в большинстве случаев упорядочение происходит в твердом состоянии ниже определенной температуры, называемой точкой Курнакова.</p> <p>Состав большинства интерметаллидов не отвечает простым атомным соотношениям компонентов, так как обычно эти соотношения определяются структурным типом и наличием упорядоченного расположения атомов компонентов.</p> <p>Упорядоченные структуры характерны для многих β-фаз Юм-Розери, Лавеса и родственных им соединений. Многие интерметаллиды являются неупорядоченными.</p> <p>Классификация интерметаллидов по кристаллическим структурным типам плохо коррелирует с типами химических связей, так как одни и те же структуры могут быть у соединений с различными типом связи.</p> <p>Предложенный Л. Полингом метод описания структуры ионных кристаллов с помощью координационных полиэдров используются и для описания структур интерметаллидов.</p> <p>Найден особый тип интерметаллидов, в которых отсутствует трансляционная симметрия кристалла. Эти соединения названы квазикристаллами. Для ряда сплавов в области концентраций, где образуются интерметаллиды, в условиях большой скорости охлаждения расплава получают метастабильные аморфные фазы, или металлические стекла. Аморфные интерметаллиды возможно получить также при конденсации из пара, сильной деформацией смеси порошков, при ионной имплантации или путем радиационного воздействия на интерметаллиды</p>	
8	<p><i>Металлические соединения (металлиды)</i> (М. с.) – обладают металлическими свойствами, в частности электрической проводимостью, что обусловлено металлическим характером химической связи. К М. с. относятся соединения металлов друг с другом – интерметаллиды и многие соединения металлов (в основном переходных) с неметаллами. Металлические свойства обычно сильнее проявляются в богатых металлами соединениях – низших карбидах, нитридах, сульфидах, оксидах и т. д.</p> <p>К М. с. относятся фазы внедрения (фазы Хэтга), структура которых состоит из атомов металла, расположенных так же, как и в характерных для металлов плотных упаковках (гексагональные, гранцентрированные или объемноцентрированные кубические), а атомы неметаллов (Н, С, В, Р, О) расположены в пустотах этой плотной упаковки.</p>	Химическая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1992. Т. 3. С. 76

	<p>Фазы внедрения могут образовываться, если отношение радиусов атомов металла и неметалла равно или менее 0,59 (правило Хэгга). Когда это отношение больше 0,59, возникают более сложные структуры. В фазы внедрения, как правило, подрешетка атомов металла отличается от структуры исходного металла.</p> <p>Для фаз внедрения характерно образование более или менее широких областей гомогенности, верхней границей которых является стехиометрический состав. К фазам внедрения относятся в основном гидриды, карбиды, нитриды, частично оксиды, фосфиды и бориды переходных металлов. Силициды, германиды и т. п. из-за больших атомных радиусов неметалла, как правило, не образуют фазы внедрения, однако и среди них имеются соединения с металлоподобными структурами.</p> <p>Низшие сульфиды, селениды, арсениды переходных металлов часто обладают металлическими свойствами. Близкий к фазам внедрения характер имеют бронзы окисидные.</p> <p>К металлическим соединениям относятся многие так называемые фазы Цингля – бинарные, тройные и более сложные соединения. Примеры фаз Цингля – высшие бориды (<math>\text{CaB}_6</math> с октаэдрическими группировками <math>\text{B}_6</math> и др.).</p> <p>К металлическим соединениям относятся также сверхпроводниковые соединения</p>	
9	<p><i>Интерметаллид (интерметаллическое соединение)</i> – химическое соединение из двух или более металлов.</p> <p>Интерметаллиды, как и другие химические соединения, имеют фиксированное соотношение между компонентами. Интерметаллиды обладают, как правило, высокой твердостью и высокой химической стойкостью. Некоторые из них имеют полупроводниковые свойства</p>	<p>Материалы из Википедии // Режим доступа: <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/интерметаллиды">http://ru.wikipedia.org/wiki/интерметаллиды</a>. Дата обращения: 01.01.2010 г.</p>
10	<p><i>Интерметаллиды</i> – химические соединения металлов друг с другом, имеющие определенный состав</p>	<p>Телешкола. Энциклопедия. Химия: Словарь понятий и терминов // Режим доступа: <a href="http://internet-school.ru/Enc.ashx?item=402020">internet-school.ru/Enc.ashx?item=402020</a>. Дата обращения: 01.01.2010 г.</p>
11	<p><i>Интерметаллиды</i> представляют уникальный класс материалов, которые сохраняют упорядоченную структуру вплоть до температуры плавления, т. е. температуры плавления и упорядочения совпадают. Дальний порядок обеспечивает более сильную межатомную связь. Интерметаллиды</p>	<p><i>Гринберг Б. А.</i> Интерметаллиды: Фундаментальные аспекты, приложения // Ре-</p>

№ п/п	Определение	Источник
	занимают промежуточное место между металлами и керамиками как по типу химической связи, так и по свойствам. Одни из интерметаллических соединений имеют химические связи металлического типа, другие – ковалентного	жим доступа: <a href="http://www3.uran.ru/reports/usspe_c_2003/thesesofreports/t80.htm">http://www3.uran.ru/reports/usspe_c_2003/thesesofreports/t80.htm</a>
12	Интерметаллические соединения в большинстве случаев имеют простую формулу, например CuZn, Ni <sub>3</sub> Al или Cu <sub>3</sub> Sn. Некоторые из них строго ограничены своим идеальным составом; для многих других, однако, характерен значительный диапазон возможных составов. В годы зарождения физического металловедения, когда еще не была ясна природа химической связи, интерметаллические соединения относили к дальтонидам и бертоллидам, названным так Н. С. Курнаковым в честь Дж. Дальтона (1766–1844), который отстаивал идею постоянной атомной основы химических соединений, и К. Бертолле (1748–1822) – основателя учения об изменяющемся химическом равновесии. Теперь механизм соединения металлов стал более понятным, и указанные термины начинают выходить из употребления. Бертоллид неидеального состава представляет собой в действительности твердый раствор; твердый раствор, основанный на чистом металле, называют «предельным» («граничным») твердым раствором	Режим доступа: <a href="http://www.slovovalopedia.com/14/204/1016485.html">http://www.slovovalopedia.com/14/204/1016485.html</a>
13	<i>Металлиды (металлические соединения)</i> – химические соединения металлов между собой (интерметаллиды), а также соединения переходных металлов с некоторыми более электроположительными элементами. Металлы могут входить в состав металлов в стехиометрических соотношениях, образуя дальтониды, или в нестехиометрических, давая бертоллиды	Режим доступа: <a href="http://www.slovotolk.ru/enc37943.htm">http://www.slovotolk.ru/enc37943.htm</a>
	<i>Интерметаллид (интерметаллическое соединение)</i> – химическое соединение из двух или более металлов. Интерметаллиды, как и другие химические соединения, имеют фиксированное соотношение между компонентами	Режим доступа: <a href="http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/11674">http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/11674</a>
14	Состав большинства интерметаллидов не отвечает простым атомным соотношениям компонентов, так как обычно эти соотношения определяются структурным типом и наличием упорядоченного расположения атомов компонентов. Упорядоченные структуры характерны для многих b-фаз Юм-Розери, fаз Лавеса и родственных им соединений (например, SmCo <sub>5</sub> ), для fаз структурного типа Cr <sub>5</sub> Si, m-фаз (например, Fe <sub>7</sub> Mo <sub>6</sub> ), некоторых s-фаз. Многие интерметаллиды, например e-фазы Юм-Розери, фазы s-FeCr, являются неупорядоченными	Режим доступа: <a href="http://www.ximuk.ru/encyklopedia/1712.html">http://www.ximuk.ru/encyklopedia/1712.html</a>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Новый подход к выявлению патентоспособных химических систем</b> .....	8
Литература .....	20
<b>Глава 2. Практика применения нового подхода при оценке патентоспособности различных химических систем</b> .....	21
2.1. Дело о люминофоре .....	21
Литература .....	35
2.2. Дело о проурокиназе .....	35
Литература .....	62
2.3. Дело о катализаторе окисления .....	63
Литература .....	83
2.4. Дело о «гантелях» .....	83
Литература .....	87
2.5. Дело о таблетке .....	87
Литература .....	101
<b>Заключение</b> .....	102
<b>Приложения</b>	
Приложение 1. Таблица П1. Понятия: «твердые растворы» .....	104
Приложение 2. Таблица П2. Понятия «химическая структурная формула», «молекула», «молекулярная структура», «формульная единица» .....	121
Приложение 3. Таблица П3. Понятие «координационные (комплексные) соединения» .....	139
Приложение 4. Таблица П4. Понятия «высокомолекулярные соединения», «полимеры» .....	143
Приложение 5. Таблица П5. Понятие «стекло» (аморфное, стеклообразное, рентгеноаморфное, конденсированное состояния) .....	147
Приложение 6. Таблица П6. Понятия «структура полимера», «макромолекула», «надмолекулярная структура», «сетчатая структура», «ориентированное состояние» .....	178
Приложение 7. Таблица П7. Понятия «твердое тело», «структура твердого тела» .....	190
Приложение 8. Таблица П8. Понятия «металлиды», «интерметаллиды», «интерметаллидные фазы» .....	195

**Научное издание**

**Устинова Елена Алексеевна**

**ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ  
И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Книга 3

**НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫЯВЛЕНИЯ  
ПАТЕНТОСПОСОБНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Редактор *М. В. Грачева*  
Корректор *Е. В. Ткаченко*

Подписано в печать	Уч.-изд. л. 14,0	Формат 60х90/16
Гарнитура шрифта «Таймс»		Тираж экз.
Индекс по Проспекту 1815/2012-1	Усл. печ. л. 13,0	Заказ №
ОАО ИНИЦ «ПАТЕНТ»		
123995, ГСП-5, г. Москва, ул. Дружинниковская, д. 11А. <a href="http://www.inicpatent.ru">http://www.inicpatent.ru</a>		
Отпечатано в ООО «Тривант»		
142191, Московская обл., г. Троицк, микрорайон «В», д. 52		