

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Т.М.Буслаева

Сформулированы актуальные направления развития химии платиновых металлов на ближайшее десятилетие. Рассмотрено современное состояние технологии платиновых металлов и высказаны рекомендации по внедрению в производство современных технологических методов и приемов.

Основным направлением развития химии платиновых металлов является синтез координационных соединений. Сегодня это:

- синтез кластеров, в том числе гигантских кластеров;
- синтез гетерометаллических комплекс-

ных соединений, также в том числе и кластерного типа;

- синтез комплексов с полидентатными и макроциклическими лигандами, являющихся объектами супрамолекулярной химии.

Структуры комплексов различных типов приведены на рис. 1 и 2.

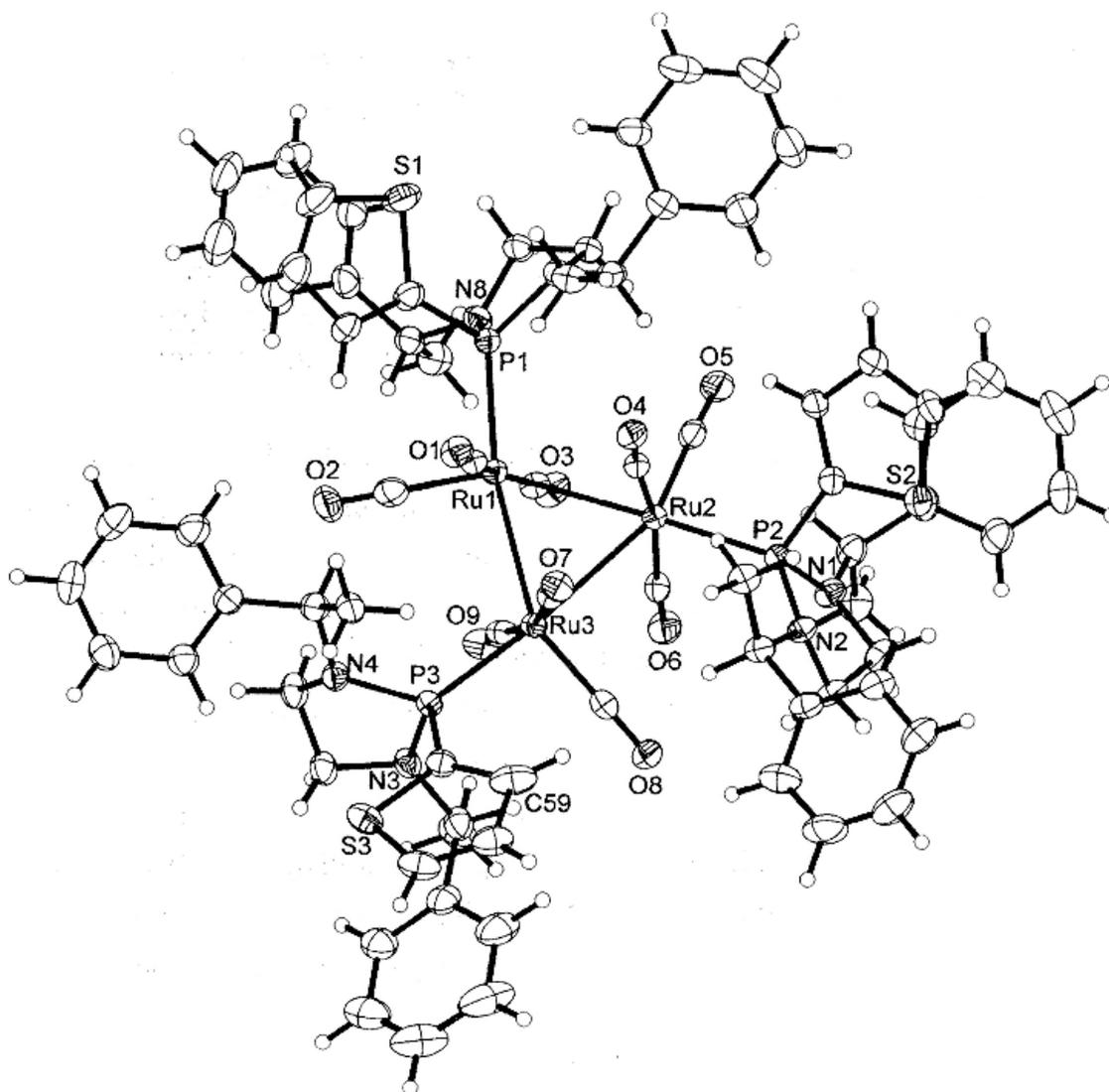


Рис. 1. Карбонильный кластер рутения с гетеробидентатным фосфином *R,R*-PS-

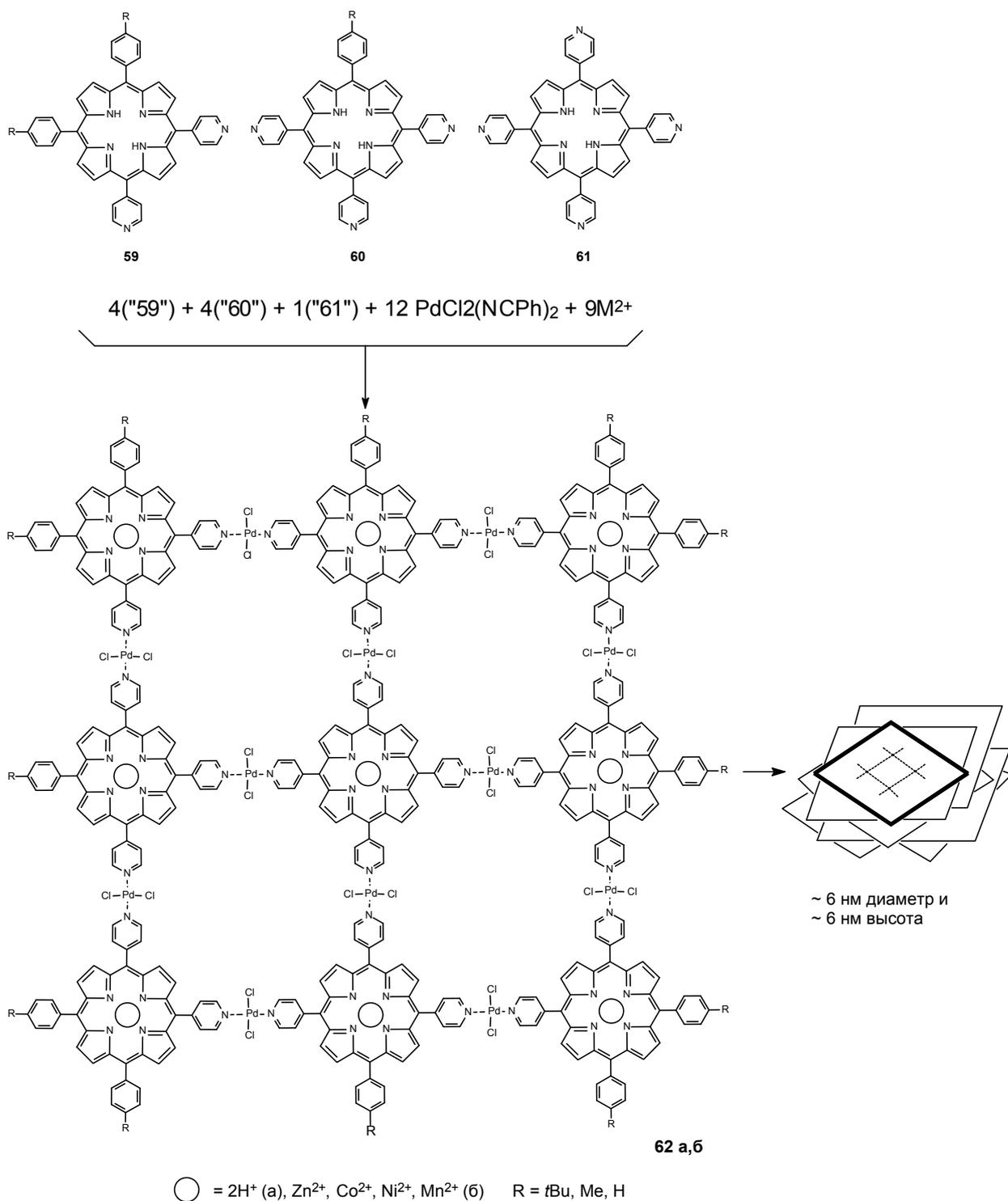


Рис. 2. Супрамолекулярные комплексы палладия с порфиринами.

Существующая в нашей стране технология аффинажа платиновых металлов базируется преимущественно на осадительных методах и приемах. На рис. 3 в качестве примера фрагментарно изображена схема получения порошка палладия. Осаждение труднорастворимых соединений (для палладия – это соединение состава *транс*-[Pd(NH₃)₂Cl₂])

неизбежно сопровождается образованием промежуточных продуктов и маточных растворов, что делает технологию многооперационной и уменьшает сквозное извлечение драгоценных металлов. В этой связи весьма привлекательной представляется технология, использующая высокоэффективные методы экстракции и сорбции.

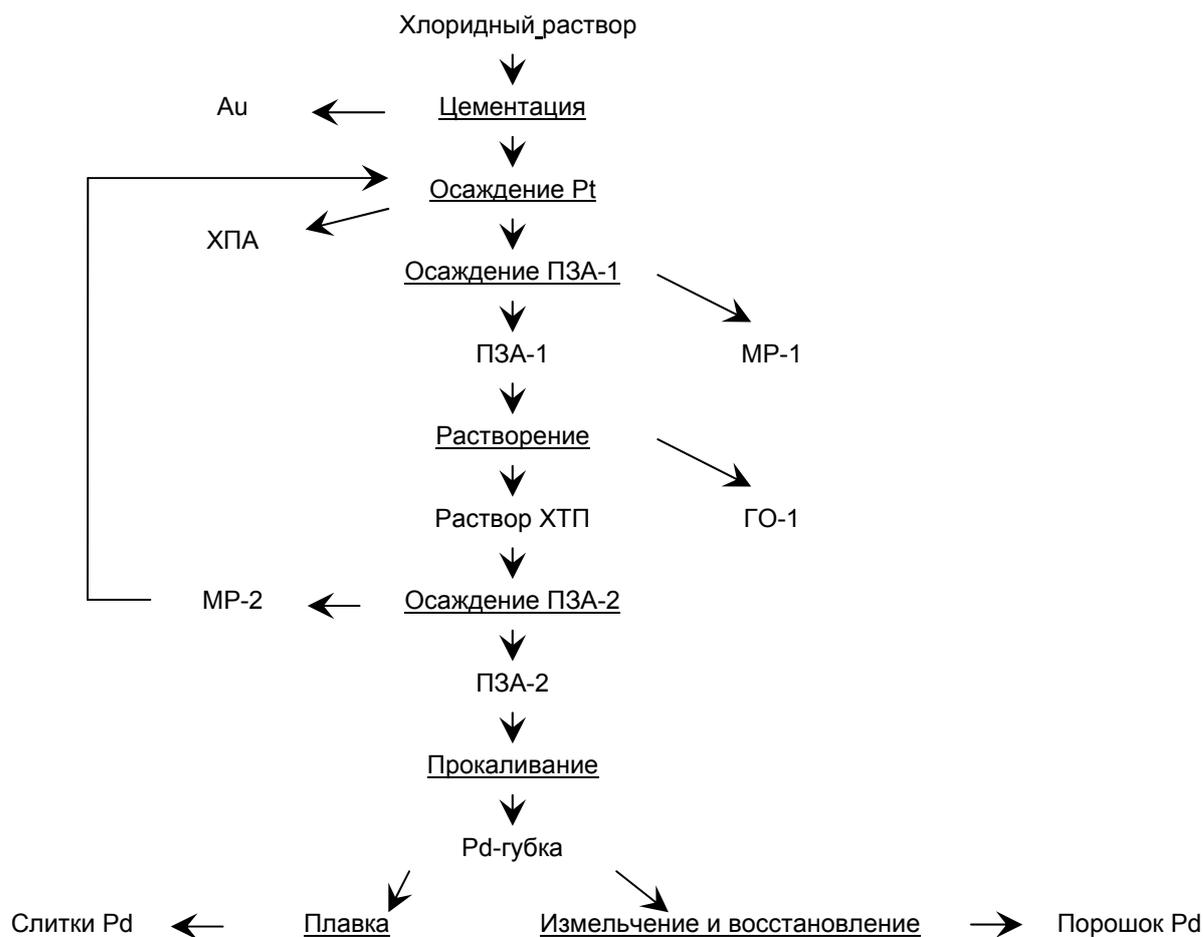


Рис. 3. Технологическая схема получения порошка палладия по осадительной технологии (здесь ПЗА – *транс*-[Pd(NH₃)₂Cl₂]; ХТП – [Pd(NH₃)₄]Cl₂).

На рис. 4 схематично представлена технология получения платины и палладия на ОАО «Приокский завод цветных металлов», включающая экстракцию платины, палладия и затем редких платиновых металлов, а на рис. 5 – в графическом виде изображена идея технологии ОАО «Уралэлектромедь» – получение палладия из оборотных серебряных растворов, азотнокислых растворов, абсолютно исключая присутствие хлорид – ионов. Эта технология интересна еще и тем, что в ней реализуется сорбция палладия и платины в динамическом режиме. Не исключено, что положительный опыт работы указанного предприятия может быть использован для перехода к наиболее передовой технологии

получения платиновых металлов – «технологии молекулярного распознавания» (ТМР).

Метод «молекулярного распознавания» – одна из ветвей супрамолекулярной химии. Технологическая значимость этого направления состоит в том, что для селективного выделения близких по свойствам металлов платиновой группы используют макроциклические соединения, в качестве матрицы для нанесения органических лигандов – неорганические носители – силикагели – и органические типа полиакрилата и полистирена. ТМР использует для селективного извлечения ионов химию «гость – хозяин», основанную на сочетании таких параметров, как размер иона, геометрия лиганда, тип координации лиганда.

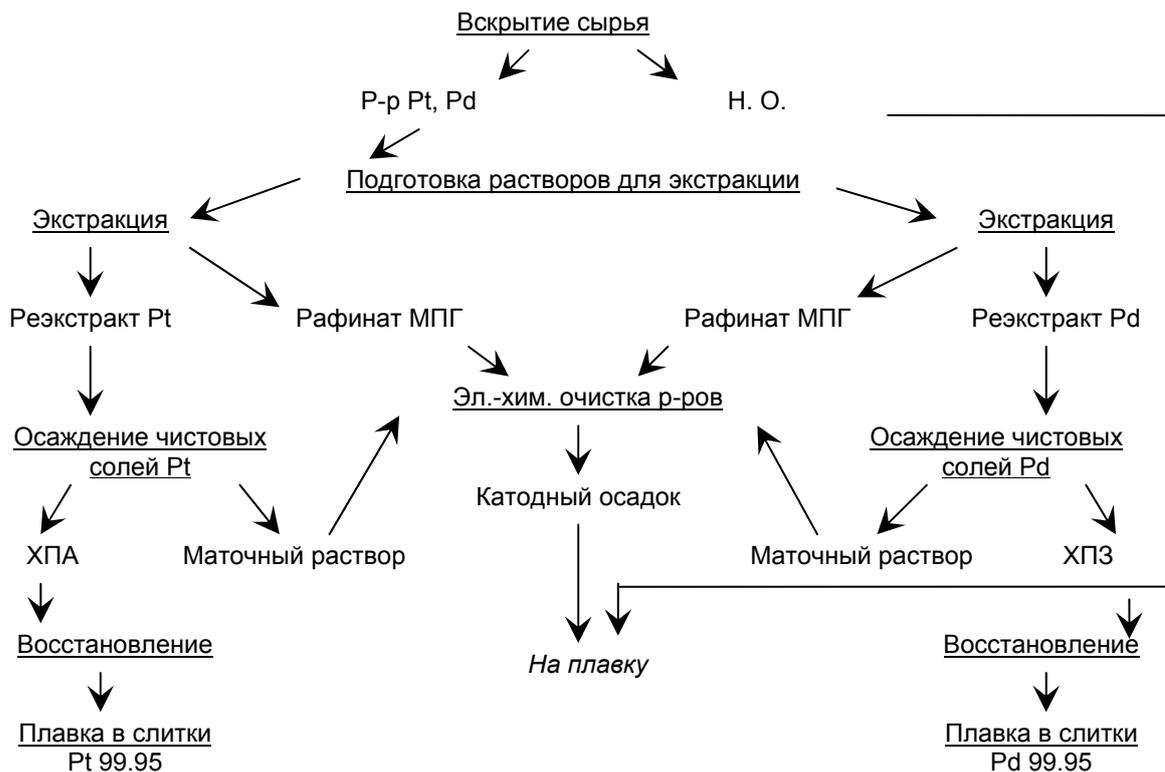


Рис. 4. Технологическая схема получения слитков платины и палладия с использованием экстракционных переделов (здесь МПГ – металлы платиновой группы; Н.О. – нерастворимый остаток; ХПА – $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$; ХПЗ – *транс*- $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$).

Одновременно достигается высокая степень концентрирования ценных компонентов в элюат с применением обычных реагентов: аммиака, тиомочевины, соляной кислоты, хлорида натрия и т.п. Вот кратко преимущества ТМР:

1. сокращение: стадий процесса в целом, временных затрат, объема реагентов;
2. реализация процесса в непрерывном режиме.

Фактически за одну стадию за счет существенного различия в коэффициентах разделения близких по свойствам элементов получается чистый металл (рис. 6).

По-прежнему актуальным остается вопрос разработки технологии синтеза препаратов платиновых металлов, этой малотоннажной наукоемкой продукции. К сожалению, как и 40 лет, назад мы обсуждаем нюансы и тонкости технологии синтеза бинарных галогенидов платиновых металлов, реже простейших комплексных солей. Примеры наработок крупных партий солей со сложными органическими лигандами единичны.

Отдельно хотелось бы остановиться на проблеме палладия. Проблема палладия

посвящен вышедший в октябре 2006 года специальный номер Российского Химического Журнала. Палладий – единственный металл платиновой группы, производство которого более чем на 60% обеспечивает Россия. Отсюда понятен интерес к нему и поиску путей его практического использования.

В виде металла, сплавов с другими металлами, соединений он применяется в катализе, прежде всего автомобильном (порядка 60%), электронике, стоматологии, ювелирной промышленности, медицине.

Катализ – традиционная область применения палладия и его соединений. В советские годы, ввиду низкой цены на палладий, он был наиболее доступным среди других металлов платиновой группы. Возможно, именно по этой причине во всех академических, отраслевых, вузовских лабораториях, даже самых малочисленных, проводились научные исследования в области химии, технологии и применения палладия, применения, преимущественно, палладиевых катализаторов.

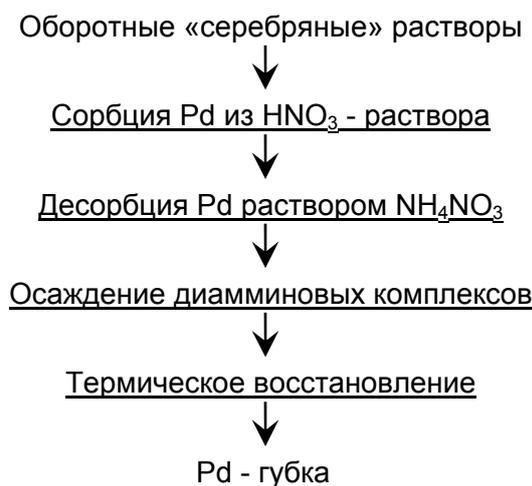


Рис. 5. Идея получения палладия аффинированного с использованием сорбционного передела.

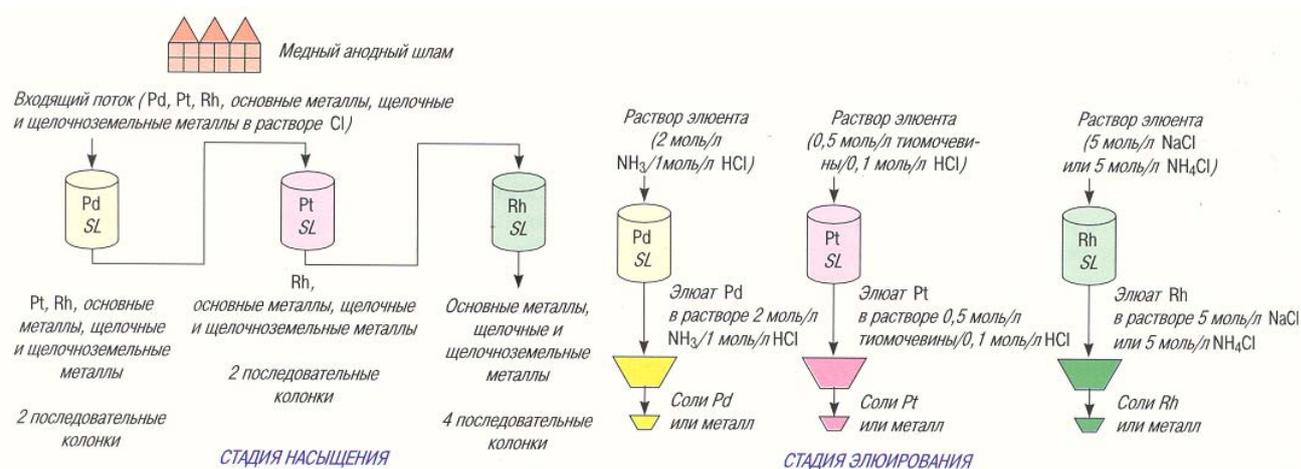


Рис. 6. Технологическая схема получения палладия, платины и родия методом ТМР.

Хорошо известна востребованность палладия и его сплавов для получения сверхчистого водорода. Это особенно важно именно в настоящее время, когда одной из наиболее перспективных областей практического использования палладия становится водородная энергетика. В последние годы, особенно в связи с образованием Национальной ассоциации водородной энергетики (НАВЭ), в России чрезвычайно возрос интерес к данной проблеме. Замена углеводородного сырья на водород исподволь готовится уже несколько десятилетий. Однако теперь она вступает в новую фазу, когда в водородную экономику вовлекается население развитых стран, где появляются населенные пункты, полностью обеспечиваемые новыми энерго-

системами. К примеру, в Японии уже объявлено, что к 2010 году пустят 10 тысяч, а к 2025 году – 50 тысяч водородных автомобилей.

Большую научную и социальную значимость имеет проблема синтеза лекарственных препаратов на основе координационных соединений палладия, которые выгодно отличаются от платиновых препаратов высокой растворимостью, низкой токсичностью и гораздо более широким спектром действия.

Как мы видим, без палладия не обходится ни одна из сторон нашей жизни. Здоровье – вот что необходимо всем нам, чтобы долгие годы неустанно трудиться на благо нашей науки и заниматься любимым делом – платиновыми металлами.