

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата химических наук Ян Лили
на тему: «Нанокристаллические материалы на основе WO₃ для газовых
сенсоров»
по специальности 02.00.21 – «химия твердого тела»

Металлоксидные электрокондуктивные газовые сенсоры отличаются высокой чувствительностью и дешевизной. Их недостатком является недостаточная селективность, что ограничивает область их возможного применения. Одним из наиболее эффективных методов повышения селективности газовых сенсоров является химическое модифицирование поверхности газочувствительного слоя. Введение добавок не только увеличивает количество активных центров на поверхности, но также изменяет их природу. Нехватка информации о природе активных центров, а также о природе частиц, образующихся в результате хемосорбции газов-аналитов, приводит к тому, что модификаторы до сих пор выбираются наугад, методом проб и ошибок. **Актуальность** диссертационной работы Ян Лили состоит в первую очередь в использовании методов *in situ*, в исследовании поверхности в реальных условиях, что позволяет понять механизм процессов, приводящих к возникновению сенсорного отклика. Результаты работы позволяют перейти от случайного выбора добавок к научно обоснованным методам модификации, позволяющим повысить селективность сенсоров.

Научная новизна работы состоит в определении концентрации активных центров на поверхности высокодисперсного триоксида вольфрама, установлено, какие добавки влияют на селективность определения целевых газов. С использованием *in situ* ИК спектроскопии определены продукты хемосорбции целевых газов на поверхности высокодисперсного WO₃, а

также обоснованы выводы о механизмах процессов, ответственных за формирование сенсорных откликов по отношению к оксидам азота, монооксиду углерода и аммиаку. Исследован новый сенсорный материал, Bi_2WO_6 , установлено влияние условий его синтеза на состав поверхности и сенсорные свойства.

Научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации Ян Лили, имеют **высокую степень обоснованности**, их достоверность обусловлена комплексом взаимодополняющих методов определения состава, структуры и свойств материалов. Информация о размере частиц, полученная методом рентгеновской дифракции, подтверждена методом просвечивающей электронной микроскопии. Исследование состава материалов проведено методами рентгенофлуоресцентного анализа и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Достоверность информации о величине сенсорного сигнала подтверждена многократными воспроизводимыми измерениями, проведенными с использованием аттестованных газовых смесей.

По содержанию диссертационной работы могут быть высказаны следующие замечания.

1. Был исследован чрезвычайно интересный эффект инверсии сенсорного отклика WO_3 и $\text{WO}_3\text{-Pd}$ по отношению к аммиаку при снижении температуры сенсора ниже 100°C . Автор объясняет этот эффект изменением типа проводимости полупроводникового материала, однако это утверждение представляется недостаточно обоснованным. Во-первых, изменение типа проводимости было бы нетрудно заметить по изменению электропроводности в инертной среде – можно было бы наблюдать минимум при 100°C . Во-вторых, изменение типа проводимости полупроводника привело бы к инверсии откликов всех газов-аналитов, а не одного только аммиака.

2. На рисунке 57 диссертации одна из точек температурной зависимости отклика сенсора $\text{WO}_3\text{-Pd-300}$ резко выпадает из общей зависимости, что вызывает повышенный интерес. Изменение температуры с 25 до 50 градусов изменяет отклик в 5 раз, а последующее изменение температуры с 50 до 150 градусов на сенсорный отклик почти не влияет. Дополнительные исследования при промежуточных температурах между 25 и 50 градусами представляли бы большой интерес для оценки и понимания данного интересного эффекта, но, к сожалению, не были проведены.

3. В уравнениях (4) и (6) текста автореферата, судя по всему, содержатся опечатки - указывается на образование нитрит-анионов и нитрат-анионов в газовой фазе. В соответствующих им уравнениях (70) и (72) текста диссертации говорится об образовании этих ионов на поверхности, что подкреплено экспериментальными данными.

Данные замечания имеют характер вопросов или вообще носят технический характер, поэтому они никак не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 02.00.21 – «химия твердого тела» (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Ян Лили заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – «химия твердого тела».

Официальный оппонент:

доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии факультета технологии и товароведения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

Шапошник Алексей Владимирович



07.12.2020

Контактные данные:

тел.: +7 920 2251024, e-mail: a.v.shaposhnik@gmail.com

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 02.00.02 – аналитическая химия

Адрес места работы: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», факультет технологии и товароведения, кафедра химии

Тел.: +7 473 2538797 доб. 1155; e-mail: chem@technology.vsau.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» Шапошника А.В. удостоверяю:

Ученый секретарь ученого совета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» Ершова Н.В.

07.12.2020

