

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.05, созданного на базе Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени доктора наук.

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета

от «26» июня 2019 года, протокол № 17

О присуждении Ану Владимиру Вилорьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация «Закономерности получения наноструктурных оксидов и халькогенидов металлов (Cu, Zn, Sn, Mo, W) и материалы на их основе для триботехники и фотовольтаики» в виде рукописи по специальности 05.16.08 Наноматериалы и нанотехнологии (химия и химическая технология), химические науки, принята к защите «22» марта 2019 года, протокол № 5, диссертационным советом Д 212.204.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9, приказ № 588/нк от 29.10. 2014 года).

Соискатель Ан Владимир Вилорьевич, 15 июля 1972 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Применение нанопорошков алюминия при получении нитридсодержащих материалов» защитил в 1999 году в диссертационном совете, созданном на базе Томского политехнического университета Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации.

Работает в должности доцента в научно-образовательном центре Н.М. Кижнера Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в научно-образовательном центре Н.М. Кижнера Национального исследовательского Томского политехнического университета Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Погребенков Валерий Матвеевич, гражданин Российской Федерации, профессор научно-образовательного центра Н.М. Кижнера Национального исследовательского Томского политехнического университета.

### **Официальные оппоненты:**

**Андреев Олег Валерьевич**, доктор химических наук, профессор, гражданин Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет», заведующий кафедрой неорганической и физической химии, Тюмень;

**Маскаева Лариса Николаевна**, доктор химических наук, профессор, гражданка Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н.Ельцина», кафедра физической и коллоидной химии, профессор, Екатеринбург;

**Гущин Артем Леонидович**, доктор химических наук, гражданин Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической



химии имени А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук заведующий лабораторией химии комплексных соединений, Новосибирск, дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, в своем *положительном отзыве*, подписанном Борило Людмилой Павловной, доктором технических наук, профессором, главным ученым секретарем по научной и инновационной деятельности, профессором кафедры неорганической химии,

указала, что диссертационная работа Ана Владимира Вилорьевича соответствует требованиям пунктов 9-11, 13,14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Ан Владимир Вилорьевич, заслуживает присуждения степени доктора химических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология) (отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры неорганической химии 24 мая 2019 года, протокол №22).

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 40 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 23 работы. Представленный перечень публикаций соискателя и их тематика полностью отражают основные положения диссертационной работы и подтверждают их апробацию. Недостоверные сведения в тексте диссертации о работах, опубликованных автором, отсутствуют. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 170 страниц. Личный вклад автора составляет не менее 70%. 2 работы опубликованы без соавторов. Соискателем получено 3 патента. Монографий, депонированных рукописей не имеет.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. An V., Bozheyev F., Richecoeur F., Irtegov Y. Synthesis and characterization of nanolamellar tungsten and molybdenum disulfides // Mater. Lett. 2011. No.65. p.2381. (WoS)
2. V. An, Y. Irtegov. Tribological Properties of Nanolamellar MoS<sub>2</sub> Doped with Copper Nanoparticles // Journal of Nanomaterials. Volume 2014 (2014).- Article ID 731073, 7 pages 7. (WoS)
3. Ан В.В., Погребенков В.М., Захаров А.Н.. Свойства тонких пленок сульфидов вольфрама и меди, полученных методом магнетронного распыления // Материаловедение. 2016. №. 9. С.14-19. (Scopus)
4. Ф.Е.Божеев, В.В.Ан, В.М. Погребенков. Кристаллизация дисульфида вольфрама (WS<sub>2</sub>) из аморфного состояния // Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. №. 9-3. С. 5-9. (Scopus)

На диссертацию и автореферат поступили 8 отзывов, все положительные. Отзывы поступили от:

- **Уфлянда Игоря Ефимовича**, доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет»;

- **Косенко Надежды Федоровны**, доктора технических наук, профессора кафедры технологии керамики и наноматериалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»;

- **Амосова Александра Петровича**, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» Федерального государственного бюджетного образовательного



учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет»;

- **Восмери́кова Александра Владимировича**, доктора химических наук, профессора, директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук;

- **Дамдинова Баира Батуевича**, доктора физико-математических наук, профессора Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»;

- **Дунаева Анатолия Алексеевича**, доктора технических наук, старшего научного сотрудника, начальника лаборатории Акционерного общества «Государственный оптический институт имени С.И. Вавилова»;

- **Паренаго Олега Павловича**, доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории «Химия нефти и нефтехимического синтеза» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтехимического синтеза имени А.В. Топчиева Российской академии наук;

- **Хасанова Олега Леонидовича**, доктора технических наук, профессора, директора научно-образовательного инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В отзывах отмечается актуальность работы, ее научная новизна, практическая и теоретическая значимость. В отзывах имеются замечания: об уточнении роли нанопорошка меди и нанопорошков дисульфидов молибдена и вольфрама в трибологических составах, роли количественных соотношений кристаллических фаз в многоуровневых гетероструктурах ZnS/ZnO, распределение температурного поля по объему образца при горении смесей, содержащих разные металлы, об уточнении механизма формирования дисульфидов металлов в процессе СВС с участием газовой фазы, редакционные замечания. Например, в отзыве Амосова А.П. указывалось: «При описании применения процесса СВС для получения нанопорошков сульфидов в реферате не указаны размеры и плотность цилиндрических образцов исходных смесей порошков, а также способ их зажигания. Параметры образцов могут оказывать сильное влияние на протекание процесса СВС и характеристики продукта горения. Способ зажигания также существенно может сказываться на индукционном периоде зажигания и температуре процесса».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией специалистов, достижениями в области химии нанотехнологий и наноматериалов, исследованиями наноструктурных оксидных и халькогенидных материалов и подтверждается публикациями в ведущих российских и международных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция использования полученных при высокоэнергетических воздействиях наноразмерных порошков металлов для получения методом СВС их халькогенидов;

предложен нетрадиционный подход к формированию трибопленки с трибоокислительной устойчивостью на основе наноструктурных дисульфида вольфрама и оксида цинка;

доказана закономерность проявления сверхсмазывающей способности дисульфидов молибдена и вольфрама при переходе от микронных к наноразмерным слоистым структурам;



введена новая трактовка металлоплакирующего эффекта с проявлением сверхсмазывающей способности трибопленки при совместном использовании наноструктурных порошков меди и дисульфида молибдена.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказаны** положения об определяющей роли при получении наноразмерных сульфидов в режиме СВС дефектности наночастиц металла и степени отклонения смеси порошков от стехиометрического соотношения;

**применительно** к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных физико-химических методов исследования, в том числе рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, методы сканирующей, просвечивающей и атомно-силовой микроскопии, рамановской спектроскопии, спектрофотометрии, нанотрибометрии и бесконтактной профилометрии;

**изложены** доказательства теоретической модели сверхнизкого трения с участием наноструктурных дисульфидов молибдена и вольфрама, допированных металлоплакирующими добавками нанодисперсных порошков меди и серебра; **раскрыты** особенности формирования пленки из  $WS_2$  при магнетронном распылении от типа распыляемой мишени, вида применяемого промолота кристаллизации (Ni или Pd) и температуры отжига.

**изучены** причинно-следственные связи изменения типа проводимости со стехиометрией пленки  $WSe_{2+x}$ , температурой кристаллизации и видом промолота;

**проведена модернизация** модели механизма протекания СВС-реакций образования наноструктурных сульфидов металлов с учетом определяющей роли дефектности наночастиц металла и их размера в формировании соответствующих сульфидов

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**разработаны и внедрены** в производственную практику составы твердой смазки на основе наноструктурного дисульфида вольфрама, результаты исследований внедрены в учебный процесс в рамках направления «Химическая технология»;

**определены** составы твердых композиционных смазочных материалов на основе наноструктурного дисульфида молибдена и нанодисперсного порошка меди, проявляющие выраженный металлоплакирующий эффект с существенным снижением износа тела трения, для использования в большегрузной технике;

**создана** система практических рекомендаций получения наноструктурных халькогенидов с использованием нанопорошков металлов, полученных электровзрывным способом;

**представлены** предложения по использованию электроискрового метода для получения наноконпозиционных гетероструктур  $Me_xS_y/ZnO$  фотокаталитического назначения.

Результаты работы могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в научных и образовательных организациях, а также на предприятиях машиностроительного профиля.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для **экспериментальных работ** использован широкий комплекс современных методов исследования и апробированных методик с применением аттестованного оборудования и программного обеспечения;

– **теория** синтеза наноструктурных оксидов и халькогенидов и получения материалов на их основе согласуется с фундаментальными законами физики, химии и химической технологии и опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

– **идея базируется** на анализе практики и обобщении результатов научных трудов отечественных и зарубежных авторов;



- **использованы** сравнение авторских результатов и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике, которые содержатся в ранее опубликованных работах; современные методики сбора и обработки исходной информации, в том числе программных пакетов Origin, Match, Gwyddion, ImageJ;
- **установлено** качественное согласование авторских результатов с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике и существующими знаниями в области получения наноструктурных оксидов и халькогенидов;
- **достоверность** полученных результатов обеспечена использованием методик эксперимента, соответствующих современному научному уровню, и подтверждена их согласованностью;
- выводы диссертации обоснованы и не вызывают сомнения и согласуются с современными представлениями о самораспространяющемся высокотемпературном синтезе халькогенидов металлов, кристаллизации тонких пленок дихалькогенидов металлов с участием промоутеров кристаллизации.

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса; непосредственном участии в постановке основных задач исследования; получении исходных данных; проведении всех экспериментов; обработке и интерпретации экспериментальных данных; разработке основных методов эксперимента, экспериментальных стендов и установок; личном участии в апробации результатов исследования; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на получение новых научно-обоснованных технических и технологических решений для развития индустрии наноструктурных материалов на основе оксидов и халькогенидов металлов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности **05.16.08 Наноматериалы и нанотехнологии** в части **химия и химическая технология**.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.


На заседании «26» июня 2019 года, протокол № 17, диссертационный совет принял решение присудить **Ану Владимиру Вилорьевичу** ученую степень доктора химических наук по специальности **05.16.08 – наноматериалы и нанотехнологии (химия и химическая технология)**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

 Т.А. Ваграмян

Ученый секретарь диссертационного совета

 О.В. Яровая

