

Institute of Geotechnics
Slovak Academy of Sciences
Watsonova 45, 040 01 Košice



CRN: 00166553, Phone: +421 55 7922601, E-mail: ugtsekr@saske.sk, URL: <http://ugt.saske.sk>

Ref.: 113/2023

Košice, February 21, 2023

To Whom It May Concern

REVIEW
of the foreign scientific supervisor
RNDr. Matej Baláž, PhD. (Institute of Geotechnics, Slovak Academy of Sciences)

for the dissertation thesis of MSc. Natalya V. Khan

**„Preparation and application of micro-/nano-structures based on sulfur and silver halides“
submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD.) in the speciality
6D072000 - Chemical Technology of Inorganic Substances**

Silver halides are well-known for their application in photocatalysis and sulfur is an abundant element that is used both as a source for synthesis but also exhibits interesting properties itself. The proposed dissertation work tried to merge the advantages of both materials to reach a product with applicability in two separate research fields- photocatalysis and microbiology. The proposed topic is in accordance with the topics in the spotlight of advanced materials research nowadays, thus it was, from my point of view, selected well.

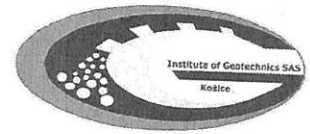
The theoretical part of the thesis provides a good overview on the synthesis methods used for the preparation of multicomponent materials based on silver halides and sulfur, reports the state-of-the-art of DMSO applications and then discusses the applications of both AgX and sulfur in the fields of photocatalysis and microbiology. It is written very systematically, giving the impression that the PhD. student clearly understands the specific topics she has been working on.

The experimental work focused on the obtaining of sulfur via two different methods and subsequently coupling it with silver halides in different amounts to get the two-component materials. These were then extensively characterized by a rich plethora of experimental techniques, including also transmission electron microscopy. Subsequently, the performance of the as-received materials for photocatalytic and antibacterial application was investigated. It was difficult to correlate the results obtained from these two applications, but in general the material with 30% of AgBr turned out to be the most promising. At the end, the processing scheme and cost estimation for a large-scale production is provided.

At this point, I would like to summarize my personal encounters with Natalya. We met for the first time in Slovakia, when she came for a two-week internship already during her master studies. Our next meeting was at the 9th International Conference on Mechanochemistry and Mechanical Alloying (INCOME2017) that took place in Košice, Slovakia, where she actively participated with a poster. Since then, I met her multiple times during my short visits in Almaty (last time in June 2022). Unfortunately, due to COVID-19 pandemic, it was not possible for her to come to our lab in Slovakia, as I am sure that we would produce a very valuable results together. But nevertheless, instead of this, she spent an internship in a local company in Almaty, where she intensively worked on revealing the antibacterial potential of the obtained products, which, from my point of view, was also very useful. In November 2021, when I spent the whole month at the



Institute of Geotechnics
Slovak Academy of Sciences
Watsonova 45, 040 01 Košice



CRN: 00166553, Phone: +421 55 7922601, E-mail: ugtsekr@saske.sk, URL: <http://ugt.saske.sk>

Department of General and Inorganic chemistry of Al-Farabi KazNU and an invited lecturer on "Mechanochemistry", I could see that she, being a vice-head of the department that time, was oversaturated with administrative tasks and despite this, she found time to work on science and was able to prepare a draft of the scientific article on a very high level. This article was successfully published a very good CC Q1 journal Applied Surface Science (IF2022 = 7.392) last year. It has to be noted that it was not necessary to provide very in-depth corrections from my side, not counting some details like re-arranging sections, etc. and thus the input of Natalya was really overwhelming. Thus, since our first meeting in 2015, I could witness her scientific growth and becoming a mature scientist certainly worthy of a PhD. degree.

As a foreign scientific supervisor of MSc. Natalya V. Khan, taking into account the results obtained in the thesis and the personal qualities of the applicant, I am of the opinion that her dissertation thesis meets the qualification requirements of an international standard for a Ph.D. and I strongly endorse it for the presentation to the Dissertation Council of your University and I am sure that the PhD. student deserves awarding the Ph.D. degree in the specialty 6D072000 - Chemical Technology of Inorganic Substances. I also strongly endorse her further engagement in the academic / research field.

Sincerely yours,
A foreign scientific supervisor

RNDr. Matej Baláž, PhD.



**Институт Геотехники
Словацкая Академия Наук
Ватсонова 45, 040 Кошице**

ИНН: 00166553, Телефон: +421 55 7922601, Электронная почта: ugtsekr@saske.sk , URL: <http://ugt.saske.sk>

Исх.: 113/2023

Кошице, 21 февраля 2023 года

Всем заинтересованным лицам

ОТЗЫВ

зарубежного научного руководителя, Матея Балаж, PhD (Институт геотехники Словацкой академии наук), на диссертационную работу MSc.(магистра) Натальи В. Хан на тему «Получение и применение микро-/нано-структур на основе галогенидов серебра и серы», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000 - Химическая технология неорганических веществ

Галогениды серебра хорошо известны своим применением в фотокатализе, а сера -распространенный элемент, который используется не только в качестве источника для синтеза, но и сам по себе обладает интересными свойствами. В предлагаемой диссертационной работе предпринята попытка объединить преимущества обоих материалов для получения продукта, применимого в двух отдельных областях исследований - фотокатализе и микробиологии. Предлагаемая тема соответствует темам, находящимся в центре внимания передовых исследований материалов в настоящее время, поэтому она была, с моей точки зрения, выбрана удачно.

Теоретическая часть диссертации содержит хороший обзор методов синтеза, используемых для получения многокомпонентных материалов на основе галогенидов серебра и серы, повествует о современном состоянии применения ДМСО, а затем обсуждает применение как AgX , так и серы в областях фотокатализа и микробиологии. Она написана очень систематично, указывая, что докторантка четко понимает конкретные темы, над которыми она работала.

Экспериментальная работа была сосредоточена на получении серы двумя различными методами и последующим объединением ее с галогенидами серебра в различных количествах, чтобы получить двухкомпонентные материалы. Затем

полученные материалы были подробно охарактеризованы с помощью множества экспериментальных методов, включая также просвечивающую электронную микроскопию. Впоследствии были исследованы характеристики полученных материалов для фотокаталитического и антибактериального применения. Было трудно сопоставить результаты, полученные по этим двум применениям, но в целом материал с 30% AgBr оказался самым многообещающим. В конце предоставлена, схема получения и оценка стоимости для крупносерийного производства.

На этом этапе я хотел бы кратко рассказать о моих личных встречах с Натальей. Впервые мы встретились в Словакии, когда она приехала на двухнедельную стажировку уже во время обучения в магистратуре. Наша следующая встреча состоялась на 9-й международной конференции по механохимии и механическому легированию (INCOME2017), которая проходила в Кошице, Словакии, где она приняла активное участие с постерным докладом. С тех пор я встречался с ней несколько раз во время моих коротких визитов в Алматы (последний раз в июне 2022 года). К сожалению, из-за пандемии COVID-19 у нее не было возможности приехать в нашу лабораторию в Словакии, и я уверен, что вместе мы получили бы очень ценные результаты. Но тем не менее, вместо этого она прошла стажировку в местной компании в Алматы, где интенсивно работала над раскрытием антибактериального потенциала полученных продуктов, что, с моей точки зрения, тоже было очень полезно. В ноябре 2021 года, когда я провел целый месяц на кафедре общей и неорганической химии КазНУ им. Аль-Фараби, как приглашенный лектор по «Механохимии», я видел, что в то время, будучи заместителем заведующей кафедрой, она была перегружена административной работой и несмотря на это, она нашла время для работы в науке и смогла подготовить проект научной статьи на высшем уровне. Эта статья была успешно опубликована в прошлом году в хорошем журнале *CCQ1 AppliedSurfaceScience* (IF2022=7.392). Следует отметить, что с моей стороны не было необходимости вносить очень глубокие исправления, не считая некоторых деталей, таких как перестановка разделов и т.д., и, таким образом, вклад Натальи был действительно ошеломляющим. Таким образом, с момента нашей первой встречи в 2015 году я мог стать свидетелем ее научного роста и превращения в зрелого ученого, безусловно, достойного степени доктора философии.

Как зарубежный научный руководитель магистра Натальи В. Хан, принимая во внимание результаты, полученные в диссертации и личные качества соискательницы, я придерживаюсь мнения, что ее диссертационная работа соответствует

квалификационным требованиям международного стандарта для получения степени доктора философии. Я решительно одобряю работу для представления в Диссертационный совет вашего университета, и я уверен, что диссертация заслуживает присвоения степени доктора философии по специальности 6D072000 – Химическая технология неорганических веществ. Я также решительно поддерживаю ее дальнейшее участие в академической / исследовательской сфере.

Искренне Ваш,

Зарубежный научный руководитель

/Подпись имеется/ /Печать имеется/

RNDr. Матей Балаж, PhD

Я, **Кенжетаетаева Диана Серикболовна**, ИИН 890416450513, (удостоверение личности № 037494459, выдано МВД РК от 02.02.2015 г. действительно до 01.02.2025 г.), настоящим подтверждаю, что данный перевод является точным переводом данного документа и соответствует содержанию оригинала документа.

Подпись

Кенжетаетаева Диана Серикболовна

ИП «TRANSLATION SERVICES PRO»
ЖСН/ИИН 890416450513
Кенжетаетаева Диана
Аудармашы/Переводчик
Сот: +7 747 580 89 48

«одиннадцатое» марта две тысячи двадцать третьего года я, Мусатаева Айгерим Максатовна, нотариус города Алматы, действующий на основании лицензии №21015147, выданной Министерством Юстиции Республики Казахстан от 15.04.2021 года, свидетельствую подлинность подписи переводчика **Кенжетаетовой Дианы Серикболовны**. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре за № 783

Взыскана сумма согласно ст. 30 п. 2 Закона РК «О Нотариате»

Нотариус



Айгерим Максатовна



ET0807106750299282375R434011D

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия