

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии
Уральского отделения Российской академии наук (ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН)
доктор геолого-минералогических наук



В.Н. Удачин

«15 ноября 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

15.11.19. объединенным ученым советом Южно-Уральского Федерального научного центра УрО РАН было проведено заседание, на котором заслушивался доклад Анкушева М. Н. «Минералогия шлаков древних металлургических производств Южного Зауралья» на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «Минералогия, кристаллография».

На заседании присутствовали:

Председатель: директор Южно-Уральского Федерального научного центра УрО РАН, д.г.-м.н. Удачин В.Н., ученый секретарь Южно-Уральского Федерального научного центра УрО РАН, к.г.-м.н. Осипова Л.М., заместитель директора по научной работе Южно-Уральского Федерального научного центра УрО РАН, научный руководитель соискателя, д.г.-м.н. Белогуб Е.В., чл. корр. РАН, г.н.с. Анфилогов В.Н., д.г.-м.н., г.н.с. Попов В.А., д.г.-м.н., г.н.с. Кориневский В.Г., к.ф.-м.н., в.н.с. Осипов А.А., к.г.-м.н., в.н.с. Новоселов К.А., к.г.-м.н., н.с. Анкушева Н.Н., руководитель обособленного подразделения Ильменский заповедник, к.б.н. Чашина О.Е., к.б.н., зав.лаб. Снитько Л.В., к.ф.-м.н., зав.лаб. Котляров В.Н., к.г.-м.н., в.н.с. Аюпова Н.Р., м.н.с. Целуйко А.С., м.н.с. Ятимов У.А., к.г.-м.н., м.н.с. Заботина М.В., к.г.-м.н., н.с. Паленова, к.г.-м.н., н.с. Садыков С.А., м.н.с. Рыжков В.М., м.н.с. Лебедев А.С., м.н.с. Рассомахин М.А.

Доклад был представлен в виде презентации, во введении были озвучены, цели, задачи, актуальность, научная новизна исследования, личный вклад автора, практическое значение и основные объекты работы. Представлены аналитические методы, использованные в работе. Для апробации работа ранее озвучивалась на конференциях, основные выводы изложены в статьях журналов списка WoS и ВАК. Научная часть доклада начинается с представления объектов исследования – фрагментов металлургических шлаков на поселениях бронзового века. Первое защищаемое положение посвящено разделению шлаков на минералогические типы, приуроченные к разным культурам бронзового века, отличающимся также хронологически. Для выделения групп шлаков применен широкий спектр минералого-геохимических методов. В результате получены две несмешивающиеся группы шлаков – хромитсодержащие и сульфидсодержащие. Второе защищаемое положение посвящено изучению главного минерала шлаков – оливина. Рассмотрены геохимические свойства минерала, зональность, особенности его кристаллизации. В итоге получена модель кристаллизации шлаков из расплава, оценены температуры металлургического процесса. Третье защищаемое положение посвящено источникам медных руд для поселений бронзового века Южного Зауралья. Рассмотрены основные минералогические и геохимические индикаторы, позволяющие установить тип руд и источник сырья в древности. Часть доклада посвящена установлению использования флюсов в древней металлургии. В

итоге сделан вывод о смене металлургического сырья с окисленных руд до сульфидных в течение бронзового века. В конце доклада приведены основные выводы и благодарности.

После доклада прозвучали следующие вопросы от специалистов:

Новоселов К.А.: Хромитсодержащие и сульфидсодержащие шлаки образуют смешанные группы? В чем причина этого: разное сырье или разные особенности металлургии?

Попов В.А.: могут ли быть скелетные кристаллы не идиоморфными? Вы употребляете при рассмотрении стекла термин «аморфное», так ли это?

Новоселов К.А.: Иртышское городище входит в Зауральский горно-металлургический центр?

Удачин В.Н.: Есть ли доказательства, что металлургические шлаки в условиях перекрытия временных интервалов культур можно различать? Какие критерии использовали для диагностики вюстита и магнетита?

Белогуб Е.В.: Присутствуют ли в шлаках металлы, корольки, капли, которые выплавлялись?

Новоселов К.А.: Цинксодержащие хромиты встречаются в шлаках?

Удачин В.Н.: каков возраст зоны окисления этих медных месторождений? В какой период геологической истории Южного Урала было корообразование?

Белогуб Е.В.: были ли встречены другие ферриты, кроме магнетита, в шлаках?

Удачин В.Н.: наблюдается ли вертикальная микрizonaльность в шлаках, которая бы позволила бы ответить на вопросы особенностей кристаллизации вюстита, магнетита и других фаз?

Новоселов К.А.: вы пробовали реконструировать металлургическую выплавку?

Белогуб Е.В.: какие температуры достигаются в современном пирометаллургическом переделе медных руд?

Удачин В.Н.: почему в бронзовом веке произошла смена рудного сырья?

Чащина О.Е.: каким образом использовались костные и известковые добавки в металлургии?

Кориневский В.Г.: поясните, где на карте местоположения культур, находится алакульская культура?

После вопросов были заслушаны выступления рецензентов и научного руководителя:

Анфилогов В.Н.: доклад хорошо построен, доводы обоснованы, я считаю это очень удачный вариант доклада.

Кориневский В.Г.: я смотрел автореферат и прослушал доклад, мне все понравилось. Максим представляет собой наследие хороших руководителей: Зайкова В.В. и Белогуб Е.В. Приятно удивило отсутствие грамматических ошибок в автореферате. Работа находится на стыке двух наук, и сделана на уровне, которого еще не было при изучении таких артефактов. Применялись многие методы в нашем и других институтах.

Попов В.А.: впечатление хорошее, Максим является зрелым исследователем.

Новоселов К.А.: нужно убрать из доклада большие объемы текста, они плохо воспринимаются. Характеристика объекта исследования не прозвучала совсем, нужно рассказать слушателю, что представляют из себя образцы шлаков.

Удачин В.Н.: в научной новизне нужно указать на междисциплинарность исследования, также она должна звучать более масштабно.

Белогуб Е.В.: Диссертация представляет собой законченное и цельное научное исследование, выполненное на стыке наук. Работа выполнена в значительной степени самостоятельно. В основу работы положена представительная коллекция археологических артефактов, частично собранная с участием диссертанта. Используются современные методы

и подходы. Результаты работы опубликованы в 6 рецензируемых журналах и многочисленных тезисах конференций и тематических сборниках. Автореферат и текст диссертации подготовлены. Считаю, что работа соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и может быть представлена к защите.

В результате на заседании комиссии было утверждено следующее заключение:

Актуальность исследований не вызывает сомнений. Необходимость изучения металлургических шлаков и реликтов руд древних поселений минералого-геохимическими методами для реконструкции металлургического передела медных руд в бронзовом веке в Южном Зауралье ярко продемонстрирована в работе и докладе. Показано высокое значение металлургических шлаков для изучения системы древнего производства металлов. Минералого-геохимические особенности шлаков позволяют выявить состав использовавшихся руд, определить технологические параметры древней металлургии, температуру, флюсы, состав металла. Изучение металлургических шлаков и руд на поселения бронзового века Южного Зауралья позволяет выявить источники медного сырья в древности, проследить культурно-хозяйственные связи в древних обществах бронзового века.

Личный вклад автора состоит в участии в археологических раскопках, отборе образцов из коллекций, подготовка проб и препаратов, самостоятельной работе на аналитических приборах, непосредственном участии при проведении высокоточных анализов и их интерпретации.

Научная новизна. Работа проведена на достойном уровне, многие объекты изучены впервые. Важной особенностью работы является ее междисциплинарность. С помощью минералого-геохимических методов сделаны важные выводы для археологии бронзового века Южного Зауралья. Результаты работы можно применять для археологических памятников, связанных с металлургией не только в России, но и во всем Мире.

Практическое значение. Результаты работы могут быть использованы при полевых и лабораторных прикладных археологических работах. Аналитические методы, примененные в работе для изучения металлургических шлаков, рекомендуются к использованию на других объектах для получения достоверной информации об источниках металлургического сырья и особенностях древней металлургии.

Достоверность научных положений работы не вызывает сомнений, они подтверждены аналитическими исследованиями, обоснованы и изложены в докладе.

Список работ Анкушева М.Н. включает 6 статей списков WoS и ВАР:

Artemyev D.A., Ankushev M.N. Trace elements of Cu-(Fe)-sulfide inclusions in Bronze Age copper slags from South Urals and Kazakhstan: ore sources and alloying additions // *Minerals*, 2019, 9(12), 746. DOI: 10.3390/min9120746

Artemyev D. A., Ankushev M. N., Blinov I. A., Kotlyarov V. A., Lukpanova Ya. A. Mineralogy and Origin of Slags from the 6th Kurgan of the Taksay 1 Burial Complex, Western Kazakhstan // *The Canadian Mineralogist*, 2018, 56(6), pp. 883-904.

Ankushev M. N., Zaykov V. V., Kotlyarov V. A., Romanenko M.E. Chrome Spinel and Accessory Mineralization in the Weathering Crust of the Vladimir Deposit, Varshavsky Ultramafic Massif, Southern Urals // *Geology of Ore Deposits*, 2016, 58(8), pp. 697–710.

Варфоломеев В.В., Анкушев М.Н., Блинов И.А. Металлургические шлаки из поселения Кент (к проблеме начала получения железа на территории Казахстана) // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Социально-гуманитарные науки*. 2016. Т. 16. № 2. С. 6-12.

Анкушев М.Н., Юминов А.М., Зайков В.В., Носкевич В.В. Медные рудники бронзового века в Южном Зауралье // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Геоархеология. Этнология. Антропология. 2018. Т. 23. С. 87-110.

Блинов И.А., Анкушев М.Н. Формы нахождения меди и легирующих компонентов в шлаках поселения бронзового века Устье (Южный Урал) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Социально-гуманитарные науки. 2018. Т. 18. № 2. С. 6-13.

Работа Анкушева М.Н. «Минералогия шлаков древних металлургических производств Южного Зауралья» на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «Минералогия, кристаллография» рекомендована к защите.

Председатель Ученого совета,
директор ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН,
д.г.-м.н.



В.Н. Удачин

Главный ученый секретарь
ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН,
к.х.н.



Л.М. Осипова