

*García J.M.V., Alcalde A.L.R., Sáez J.A.L., Morencos I.Z., García P.L., Navarrete M.I.M., 2000. Catástrofes ecológicas la estepa? Arqueología del paisaje en el complejo minero-metalúrgico de Kargaly (region de Orenburg, Rusia) // Trabajos de Prehistoria, 57, 2000. № 1. P. 29–74.*

*Rovira S. Una propuesta metodológica para el estudio de la metalurgia prehistórica: el caso de Gorny en la region de Kargaly (Orenburg, Rusia) // Trabajos de prehistoria 56, 1999. N. 2. P. 85–113.*

**М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, В.В. Зайков<sup>1</sup>, И.М. Бахшиев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, [ankushev\\_maksim@mail.ru](mailto:ankushev_maksim@mail.ru)*

<sup>2</sup> – *Институт этнологических исследований УНЦ РАН, г. Уфа*

### **Микровключения хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар (Башкортостан)**

В древних шлаках, взятых на поселениях Южного Урала, неоднократно отмечались микровключения хромшпинелидов, что указывает на использование медных руд из гипербазитов [Григорьев и др., 2005; Zaykov et al., 2013]. Эти находки сосредоточены в Челябинской и на востоке Оренбургской областей. При охранных археологических раскопках поселения Аксар (эпоха поздней бронзы) на р. Большой Юшатырь в Башкирском Приуралье выявлены шлаки с аналогичными микровключениями. Это расширяет известный ареал хромитсодержащих продуктов палеометаллургии и, соответственно, былых хозяйственных связей на территории Южного Урала. По данным С.А. Григорьева [2013], на территории западной части Башкортостана микровключения хромитов ранее были выявлены в шлаках с поселений Верхнебиккулово, Чишминского, Юмаково-1, Токского, Покровского. Новая находка хромитов в шлаках поселения Аксар расширяет известный ареал хромитсодержащих продуктов палеометаллургии и, соответственно, былых хозяйственных связей на территории Южного Урала.

Поселение Аксар расположено в 3.4 км к северу от с. Мурапталово Куюргазинского района Республики Башкортостан, в 200 км к западу от р. Урал (рис. 1). Оно находится на второй надпойменной террасе правого берега р. Бол. Юшатырь. С запада площадка памятника ограничена подошвой высокого плато высотой около 50 м. Площадь памятника составляет 3750 м<sup>2</sup>. На поверхности зафиксированы две впадины близкой к овальной формы, вытянутые по линии З-В. Раскопом площадью 170 м<sup>2</sup> охвачена центральная часть южной впадины.

Культурный слой мощностью 0.8–1.2 м характеризовался высокой насыщенностью археологическим и остеологическим материалом. В слое располагались мощные пласты истлевшего дерева, являющегося, видимо, остатками деревянной конструкции. На уровне материкового грунта выявлены отчетливые контуры постройки – полуземлянки. Сооружение длинными стенками ориентировано по линии ССЗ-ЮЮВ. Вдоль западного края котлована проходит ряд из трех столбовых ям.

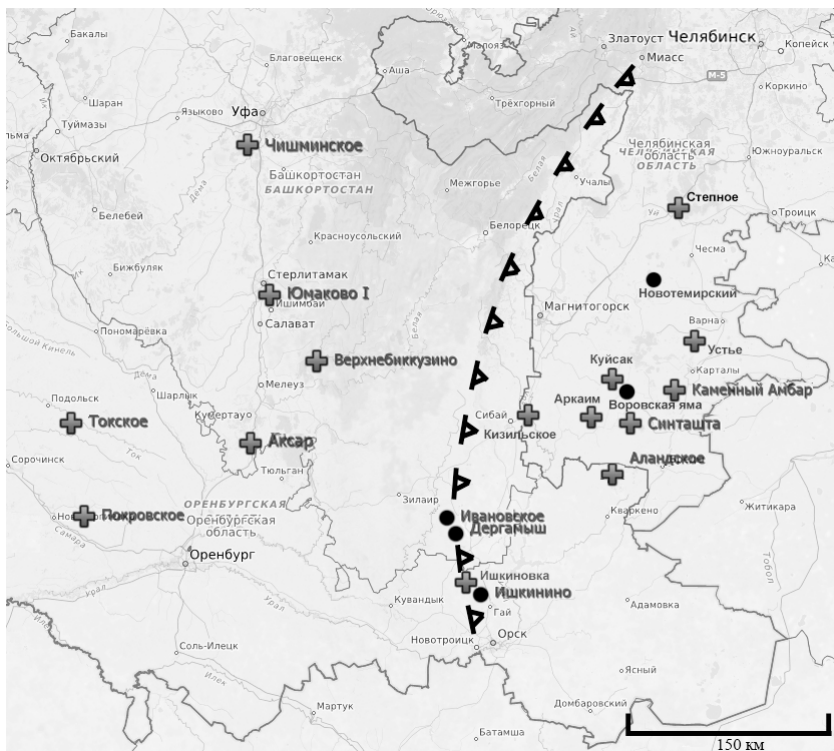


Рис. 1. Расположение поселений бронзового века на территории республики Башкортостан, где были обнаружены металлургические шлаки с включениями хромшпинелидов.

Размеры сооружения: 16×8 м, глубина – 0.3–0.5 м. На полу жилищного котлована выявлены два развала крупных сосудов, относящихся к развитому этапу срубной культуры, а также многочисленные фрагменты керамики срубного и срубно-алакульского облика и костей животного происхождения. Судя по стратиграфии заполнения колодца, на определенном этапе функционирования произошло обрушение стенок, после чего его использовали в качестве хозяйственной ямы.

Керамический материал с раскопа в культурно-хронологическом отношении довольно однороден. Доминирующую культурную основу составляют сосуды развитого этапа срубной культуры, на некоторых из которых наблюдается ребро-перегиб в середине профиля. Кроме срубной керамики в коллекции присутствует небольшое количество фрагментов от сосудов алакульского и срубно-алакульского облика. Наибольший интерес вызывает факт совместного залегания на полу жилищного котлована двух сосудов: развитого этапа срубной культуры и саргаринско-алексеевского типа углубленных придонной частью в материк. Из индивидуальных находок отметим фрагмент двусторонней литейной формы, обнаруженной также на уровне пола котлована и обломки шлака.

Состав хромшпинелидов и расплавных включений в шлаках установлен в Институте минералогии УрО РАН на растровом электронном микроскопе РЭММА 202М с рентгеновским энергодисперсионным спектрометром LZ-5 (SiLi детектор,

разрешение 140 eV), ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 4-6 нА. При проведении количественного анализа использовались стандарты чистых металлов (MICRO-ANALYSIS CONSULTANTS LT, LTD, X-RAY MICROPROBE STANDARDS, REGISTERED STANDARD NUMBER 1362) или стандарты синтетических (или природных) минералов (ASTIMEX SCIENTIFIC LIMITED, MINM25-53, Mineral Mount Serial NO:01-044) (аналитик В. А. Котляров). В работе применяются общеизвестные для хромшпинелидов параметры минерала: хромистость  $\#Cr$  ( $Cr/(Cr+Al)$ ) и магнезиальность  $\#Mg$  ( $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ ), рассчитанные по атомным количествам компонентов. Формулы хромшпинелидов рассчитывались анионным методом на 4 атома O.

Минеральные включения хромшпинелидов в шлаке имеют идиоморфный и идиоморфный облик, размер зерен 0.04–0.2 мм (рис. 2). Зерна зачастую трещиноватые, с неровными границами. По периферии зерен развивается маломощная хроммагнетитовая кайма. Хромшпинелиды имеют разнообразный состав: присутствуют высокоглиноземистые (табл., анализ № 1) зерна с примесью цинка, высокохромистые (табл., анализы №№ 2–5) и высокожелезистые разновидности (табл., анализы №№ 6–10). Подобное различие в составе хромшпинелидов в шлаках одного объекта может говорить об использовании нескольких медных рудопоявлений древними горняками. Состав хромшпинелидов вынесен на классификационную диаграмму Павлова для сравнения с другими поселениями Южного Урала, где были зафиксированы шлаки с включениями хромшпинелидов, а также месторождений, разрабатываемых в бронзовом веке (рис. 3). Видно, что хромшпинелиды в шлаках поселения Аксар попадают в поле алумохромитов, при этом характеризуются более низкой долей трехвалентного железа, чем в аналогичных образцах поселений Аркаим, Синташта и Аландское. По соотношению хромистости  $\#Cr$  ( $Cr/(Cr+Al)$ ) и магнезиальности  $\#Mg$  ( $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ ) хромшпинелиды в шлаках поселения Аксар отличаются от аналогов на других поселениях и месторождениях Южного Урала (рис. 4).

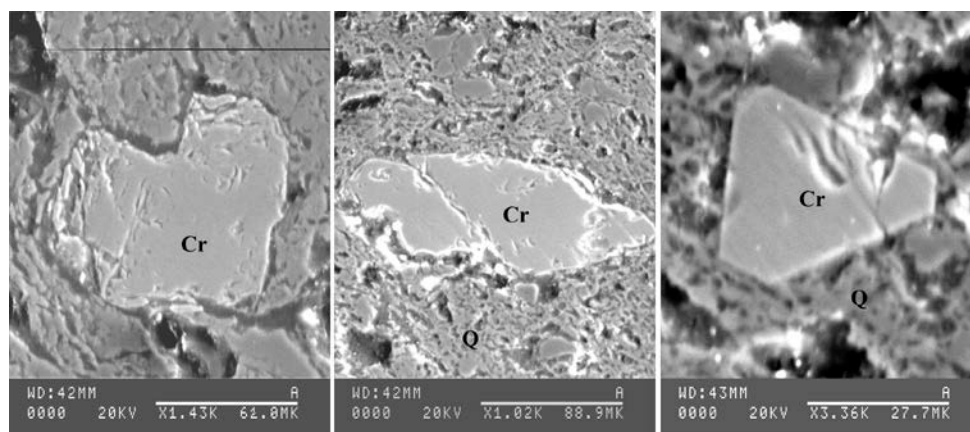


Рис. 2. Зерна хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар. Обр. А608. Изображение в отраженных электронах. Обозначения минералов: Cr – хромшпинелид, Q – кварц.

Таблица

**Результаты рентгеноспектрального анализа микровключений хромшпинелидов  
в древних металлургических шлаках поселения Аксар**

| № п/п | № анализа | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO   | ΣFeO  | ZnO | Сумма |
|-------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-----|-------|
| 1     | 16187с    | 48.63                          | 22.83                          | 14.72 | 12.99 | 0.4 | 99.57 |
| 2     | 16189а    | 55.08                          | 17.70                          | 15.07 | 11.92 | –   | 99.77 |
| 3     | 16189с    | 54.35                          | 18.28                          | 15.08 | 12.21 | –   | 99.92 |
| 4     | 16189d    | 54.31                          | 18.49                          | 15.13 | 11.95 | –   | 99.88 |
| 5     | 16189е    | 53.24                          | 18.78                          | 15.10 | 12.37 | –   | 99.49 |
| 6     | 16160а    | 49.20                          | 16.76                          | 13.00 | 20.37 | –   | 99.33 |
| 7     | 16160b    | 48.93                          | 17.20                          | 13.69 | 19.35 | –   | 99.17 |
| 8     | 16160с    | 50.46                          | 16.83                          | 13.44 | 18.70 | –   | 99.43 |
| 9     | 16160d    | 50.29                          | 16.87                          | 13.17 | 19.44 | –   | 99.77 |
| 10    | 16160е    | 49.96                          | 16.81                          | 13.08 | 19.97 | –   | 99.82 |

|    | Кристаллохим. формула  | #Cr  | #Mg  |
|----|--|------|------|
| 1  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.32}\text{Mg}_{0.67}\text{Zn}_{0.01})(\text{Cr}_{1.17}\text{Al}_{0.82}\text{Fe}^{3+}_{0.01})_2\text{O}_4$ | 0.59 | 0.68 |
| 2  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.3}\text{Mg}_{0.70})(\text{Cr}_{1.35}\text{Al}_{0.65})_2\text{O}_4$                                       | 0.68 | 0.70 |
| 3  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.31}\text{Mg}_{0.69})(\text{Cr}_{1.33}\text{Al}_{0.67}\text{Fe}^{3+}_{0.01})_2\text{O}_4$                 | 0.67 | 0.69 |
| 4  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.3}\text{Mg}_{0.70})(\text{Cr}_{1.32}\text{Al}_{0.67})_2\text{O}_4$                                       | 0.66 | 0.70 |
| 5  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.3}\text{Mg}_{0.70})(\text{Cr}_{1.3}\text{Al}_{0.68}\text{Fe}^{3+}_{0.01})_2\text{O}_4$                   | 0.66 | 0.70 |
| 6  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.39}\text{Mg}_{0.61})(\text{Cr}_{1.23}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.14})_2\text{O}_4$                 | 0.66 | 0.61 |
| 7  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.36}\text{Mg}_{0.64})(\text{Cr}_{1.22}\text{Al}_{0.64}\text{Fe}^{3+}_{0.14})_2\text{O}_4$                 | 0.66 | 0.64 |
| 8  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.37}\text{Mg}_{0.63})(\text{Cr}_{1.26}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.11})_2\text{O}_4$                 | 0.67 | 0.63 |
| 9  | $(\text{Fe}^{2+}_{0.38}\text{Mg}_{0.62})(\text{Cr}_{1.25}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.12})_2\text{O}_4$                 | 0.67 | 0.62 |
| 10 | $(\text{Fe}^{2+}_{0.38}\text{Mg}_{0.62})(\text{Cr}_{1.25}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.13})_2\text{O}_4$                 | 0.67 | 0.62 |

Примечание: анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на электронном микроскопе РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров). Прочерк – не обнаружено.

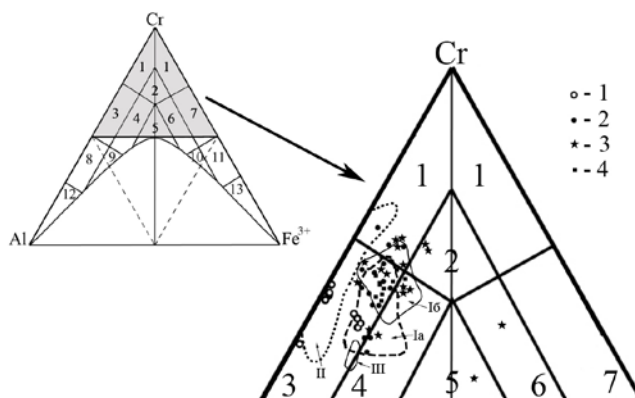


Рис. 3. Состав хромшпинелидов из шлаков и руд на классификационной диаграмме [Павлов, 1949]. 1 – хромшпинелиды в шлаках поселения Аксар, 2 – то же из шлаков Аркаима, 3 – то же из шлаков Синташты, 4 – то же из шлаков Аландского. Области составов хромшпинелидов из: Ia – колчеданных руд Ишкининского месторождения, Ib – окисленных руд Ишкининского месторождения, II – колчеданных руд Ивановского месторождения, III – то же Дергамышского месторождения. Поля составов хромшпинелидов: 1 – хромит, 2 – субферрихромит, 3 – алюмохромит, 4 – субферриалюмохромит, 5 – ферриалюмохромит, 6 – субалюмоферрихромит, 7 – феррихромит, 8 – хромпикотит, 9 – субферрихромпикотит, 10 – субалюмохроммагнетит, 11 – хроммагнетит, 12 – пикотит, 13 – магнетит.

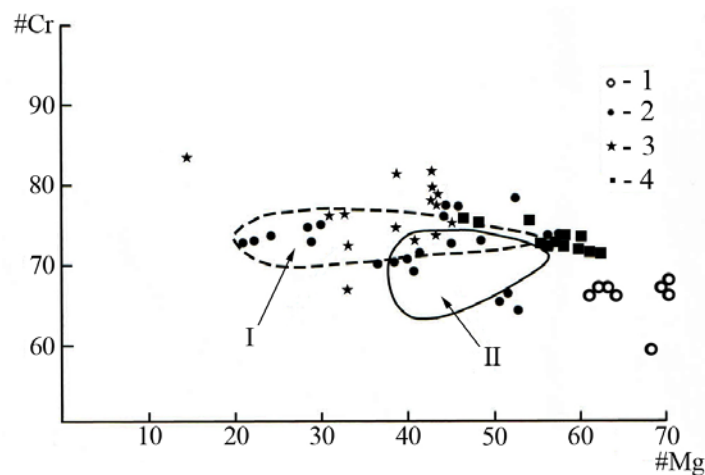


Рис 4. Диаграмма соотношений хромистости и магнезиальности для хромшпинелидов из шлаков поселений: 1 – Аксар, 2 – Аркаим, 3 – Синташта, 4 – Аландское. Области составов хромшпинелидов из: I – колчеданных руд, II – окисленных руд Ишкининского месторождения.

Помимо хромшпинелидов, в шлаке фиксируются обломки медных сульфидных руд – халькозина и ковеллина, их источником, предположительно, являлись нижние горизонты зон окисления колчеданных месторождений. Расплавные включения в шлаках поселения Аксар представлены медью (с небольшими примесями железа и серы), двухфазными корольками медь+халькозин и многофазными срастаниями: медь+халькозин+медь с примесью мышьяка (3–4 мас. %).

*Работы поддержаны госзаказом Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и РФФИ (№ 14-06-00287).*

### Литература

1. Григорьев С.А., Дунаев А.Ю., Зайков В.В. Хромшпинелиды как индикатор источника медных руд для древней металлургии // Доклады АН, 2005. Т. 400, № 2. С. 228–232.
2. Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с.
3. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН, 1949. Вып. 103. 91 с.
4. Zaykov V., Yuminov A., Ankushev M., Epimakhov A. Slags, ores and bronze from Kamenny Ambar archaeology microdistrict: source of ores from ancient metallurgy. In: Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlement in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: BergbauMuseum, 2013. P. 187–202.