

## ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛА АЛАКУЛЬСКОЙ КУЛЬТУРЫ СРЕДНЕГО ПРИТОБОЛЬЯ<sup>1</sup>

Е.В. Тигеева

*Статья посвящена исследованию химического состава цветного металла алакульской культуры по материалам поселений и могильников Притоболья эпохи бронзы. Выделены химико-металлургические группы, характерные для алакульского металлопроизводства, из которых основной является группа оловянных бронз (54,7 %). Прослежена взаимосвязь между типом изделия и составом сырья для его изготовления, выделен очаг металлургии, функционировавший в петровское время и развившийся благодаря алакульским мастерам, частично перенявшим традиции петровской металлообработки.*

**Алакульская культура, Притоболье, эпоха бронзы, металлообработка, химико-металлургические группы, очаг металлургии.**

Сочетание традиционных археологических методов с аналитическими спектрометрическими и металлографическими данными позволяет получить информацию для реконструкции технологических процессов в древности. Алакульский металл охарактеризован в ряде работ [Черных, 1970; Кузьминых, Черных, 1985; Аванесова, 1991]. Однако в связи с использованием инновационных методов, введением в научный оборот не изученных ранее памятников, появлением новых аналитических данных возможны некоторая корректировка и дополнение сделанных ранее выводов. Для исследования отбирались морфологически определенные металлические изделия алакульской культуры, происходящие из поселений Притоболья Камышное 1, 2, Нижнеингалское 3, Волосниково, Алексеевское и могильников Камышное 1, Верхняя Алабуга, Раскатиha, Субботинский, Кулевчи 6, Хрипуновский, Чистолебяжский, Алакульский (243 экз.) (рис. 1). Из них орудий труда 35 экз., украшений 170 экз. (включая бусины), а остальные 38 предметов — скобы, заготовки, прутки и слитки. Поскольку алакульских поселений известно не так уж много, большинство изделий происходят из могильников. Поселенческий материал составил 14,8 % (36 экз.), а доля погребального инвентаря 85,2 % (207 экз.). Этим объясняется значительное превалирование украшений, найденных в погребениях, над орудиями труда и вооружением, которые чаще всего обнаруживали на поселениях.

Выделяется три категории изделий. К первой относятся орудия труда, такие как слабоизогнутые серпы, двулезвийные ножи-кинжалы листовидной формы, шилья четырехгранные в сечении и крюки с петлей для подвешивания и заточенным острием. Во вторую категорию входят украшения алакульской культуры, из которых самым многочисленным видом являются браслеты различных типов, а самой редкой находкой — медная желобчатая гривна [Куприянова, 2008, с. 224]. Широко представлены подвески, входящие в состав как головных, так и шейно-нагрудных украшений. Это кольцевидные трубчатые подвески или височные кольца, которые в некоторых случаях могли являться серьгами, крестовидные подвески [Аванесова, 1991, с. 52], подвески ножевидные или листовидные, входящие в состав накольников, очковидные, подвески в 1,5 оборота. Также интересны медные орнаментированные бляшки с концентрическими окружностями и другими солярными символами. Многочисленны бусы и пронизи, как одиночные, так и входящие в состав браслетов для рук и ног. Третья категория изделий представлена различными прутками, заготовками, слитками, скобами (табл. 1).

Самая многочисленная — группа оловянных бронз (54,7 % изделий). Далее следуют группы «чистой меди» (30,5 %) и трехкомпонентного медно-оловянно-свинцового сплава (11,5 %). Сплавы с содержанием As более 0,5 % не характерны для алакульской культуры, тем не менее шесть предметов (2,5 %) относятся к группе оловянно-мышьяковых бронз (Cu + Sn + As) и один предмет, являющийся слитком (0,4 %), — к группе Cu + As. Из биллона (сплава меди с серебром) изготовлена бусина, входящая в состав браслета из погребения Хрипуновского могильни-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 11-06-00034а.

ка (Cu + Ag) (табл. 1, 2; рис. 2, 3). Столь малый процент изделий из мышьяковых бронз не удивителен для серий металла андроновской общности, ориентированной на южно-уральские, северо- и центрально-казахстанские рудные источники [Дегтярева и др., 2001, с. 34]. Изделия из мышьяковых сплавов преобладают в синташтинской культуре и в меньшей степени имеются в петровской среде, в алакульской же культуре этот тип сплава применялся эпизодически и, возможно, унаследован от культур I фазы ЕАМП [Дегтярева, 2010, с. 86]. Кроме того, явное преобладание оловянной бронзы объяснялось ее преимуществами перед бронзами мышьяковыми, так как она не меняла исходный состав при нагреве и поэтому отличалась большей прочностью и твердостью, отсутствием токсичности. Оловянная бронза высоко ценилась в связи с прекрасными литейными свойствами в сочетании с высокой ковкостью.

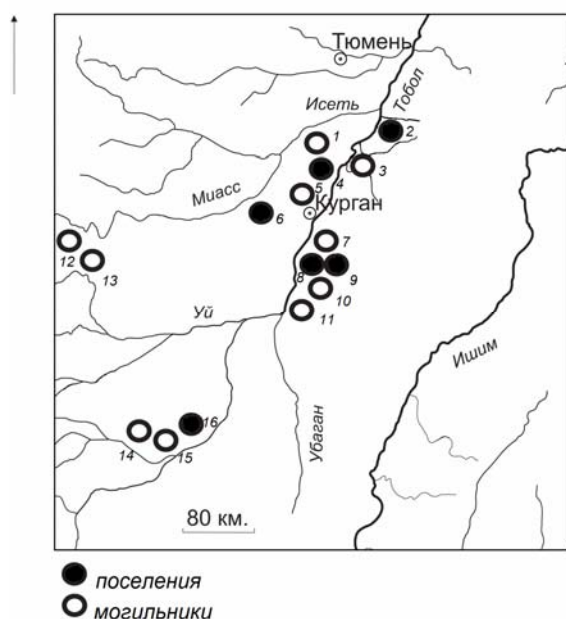


Рис. 1. Памятники алакульской культуры Притоболья:

- 1 — Хрипуновский; 2 — Ук 3; 3 — Чистолебяжский; 4 — Волосниково; 5 — Царев Курган; 6 — Нижнеингальское 3; 7 — Камышное 1; 8 — Камышное 2; 9 — Камышное 1; 10 — Раскатиха; 11 — В. Алабуга; 12 — Алакульский; 13 — Субботинский; 14 — Кулевчи 6; 15 — Алексеевский; 16 — Алексеевское

Таблица 1

Распределение металлических изделий по категориям и металлургическим группам

Памятник	Всего экз.	Орудия труда	Украшения	Скобы и пр.	Cu	Cu + Sn	Cu + Sn + Pb	Cu + As	Cu + Sn + As	Cu + Ag
<b>Поселения</b>										
Камышное 1	10	2	4	4	3	5	1	1	—	—
Камышное 2	2	—	—	2	1	1	—	—	—	—
Волосниково	11	9	—	2	8	1	—	—	2	—
Алексеевское	9	4	5	—	—	7	2	—	—	—
Нижнеингальское 3	4	1	1	2	3	1	—	—	—	—
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>—</b>
	100 %	44,4 %	27,8 %	27,8 %	41,7 %	41,7 %	8,3 %	2,8 %	5,5 %	—
<b>Могильники</b>										
Камышное 1	9	—	7	2	1	6	1	—	1	—
В. Алабуга	18	3	7	8	6	7	5	—	—	—
Раскатиха	11	2	9	—	2	7	2	—	—	—
Субботинский	20	1	19	—	9	8	3	—	—	—
Хрипуновский	48	3	41	4	14	23	9	—	1	1
Чистолебяжский	27	—	20	7	12	12	3	—	—	—
Царев Курган	3	3	—	—	1	2	—	—	—	—
Алакульский	71	7	57	7	14	53	2	—	2	—
<b>Итого</b>	<b>207</b>	<b>19</b>	<b>160</b>	<b>28</b>	<b>59</b>	<b>118</b>	<b>25</b>	<b>—</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	100 %	9,2 %	77,3 %	13,5 %	28,5 %	57 %	12,1 %	—	1,9 %	0,5 %
<b>Итого по памятникам</b>	<b>243</b>	<b>35</b>	<b>170</b>	<b>38</b>	<b>74</b>	<b>133</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
	100 %	14,4 %	70 %	15,6 %	30,5 %	54,7 %	11,5 %	0,4 %	2,5 %	0,4 %

Распределение металла алакульской культуры Среднего Притоболья по металлургическим группам

Категория	Всего	Cu	Cu + Sn	Cu + Sn + Pb	Cu + As	Cu + Sn + As	Cu + Ag
<b>Поселения</b>							
Орудия труда	16	8	6	—	—	2	—
Украшения	10	—	8	2	—	—	—
Прочее	10	7	1	1	1	—	—
<b>Итого</b>	<b>36 (100 %)</b>	<b>15 (41,7 %)</b>	<b>15 (41,7 %)</b>	<b>3 (8,3 %)</b>	<b>1 (2,8 %)</b>	<b>2 (5,5 %)</b>	<b>—</b>
<b>Могильники</b>							
Орудия труда	19	3	15	1	—	—	—
Украшения	160	36	99	21	—	3	1
Прочее	28	20	5	2	—	1	—
<b>Итого</b>	<b>207 (100 %)</b>	<b>59 (28,5 %)</b>	<b>118 (57 %)</b>	<b>25 (12,1 %)</b>	<b>—</b>	<b>4 (1,9 %)</b>	<b>1 (0,5 %)</b>
<b>Итого по памятникам</b>	<b>243 (100 %)</b>	<b>74 (30,5%)</b>	<b>133 (54,7 %)</b>	<b>28 (11,5 %)</b>	<b>1 (0,4%)</b>	<b>6 (2,5 %)</b>	<b>1 (0,4 %)</b>

Статистическая обработка данных спектрального и атомно-эмиссионного анализа (243 ан.) позволяет выделить шесть химико-металлургических групп, из которых основными являются три (табл. 3, рис. 2).

В качестве нижнего порога легирования сплава оловом и свинцом была принята условная величина  $> 0,5 \%$ . Для мышьяка граница  $> 0,3 \%$ . Концентрация олова в сплавах колеблется в пределах от 0,5 до 20 %. К низколегированным (0,5–6 %) относятся 106 экз. (63,5 %), среднелегированным (7–12 %) — 49 экз. (29,3 %), высоколегированным (13–20 %) — 12 экз. (7,2 %). Последние представлены крестовидными подвесками, браслетами и слитком.

Прослежена корреляция по линии химико-металлургические группы — типология изделий. Подавляющее большинство предметов изготовлены из оловянной бронзы или медно-оловянно-свинцового сплава, это явление объясняется тем, что в данной выборке преобладают либо орудия труда, либо украшения — этнические маркеры, такие как браслеты, перстни, подвески (в особенности крестовидные), все они изготавливались из данных видов сплавов. Для бусин, скоб, бляшек, за редким исключением, использовали «чистую медь». То есть если бы в выборке преобладали бусины, скобы, бляшки, накладки, то процент «чистой меди» был бы выше. В связи с тем, что на бляшки и накладки орнамент наносился методом чеканки, материал должен быть мягким и податливым, таким как чистая медь [Флек, 2012, с. 94]. Скобы чаще всего использовали для починки керамических сосудов, и они не имели особой ценности [Матвеев, 1998, с. 251]. Их изготавливали из чистой меди, которой было в избытке, без присадки оловянной лигатуры, высоко ценившейся в древнем обществе. Таким образом, прослеживается зависимость между типом изделия и сырьем для его изготовления.

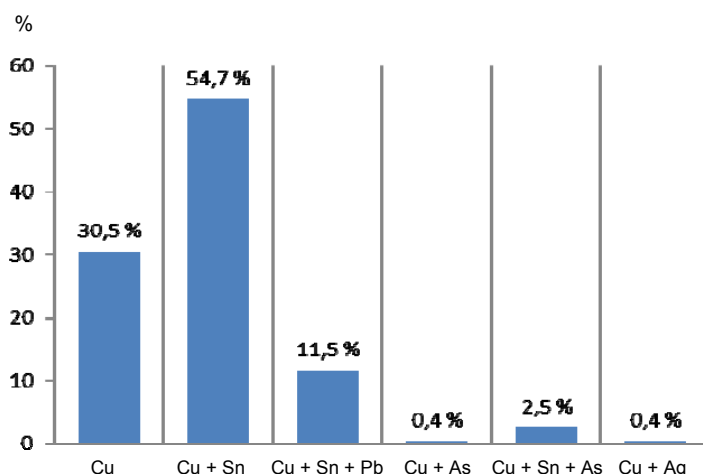


Рис. 2. Распределение металлургических групп цветного металла алакульской культуры

Е.В. Тигеева

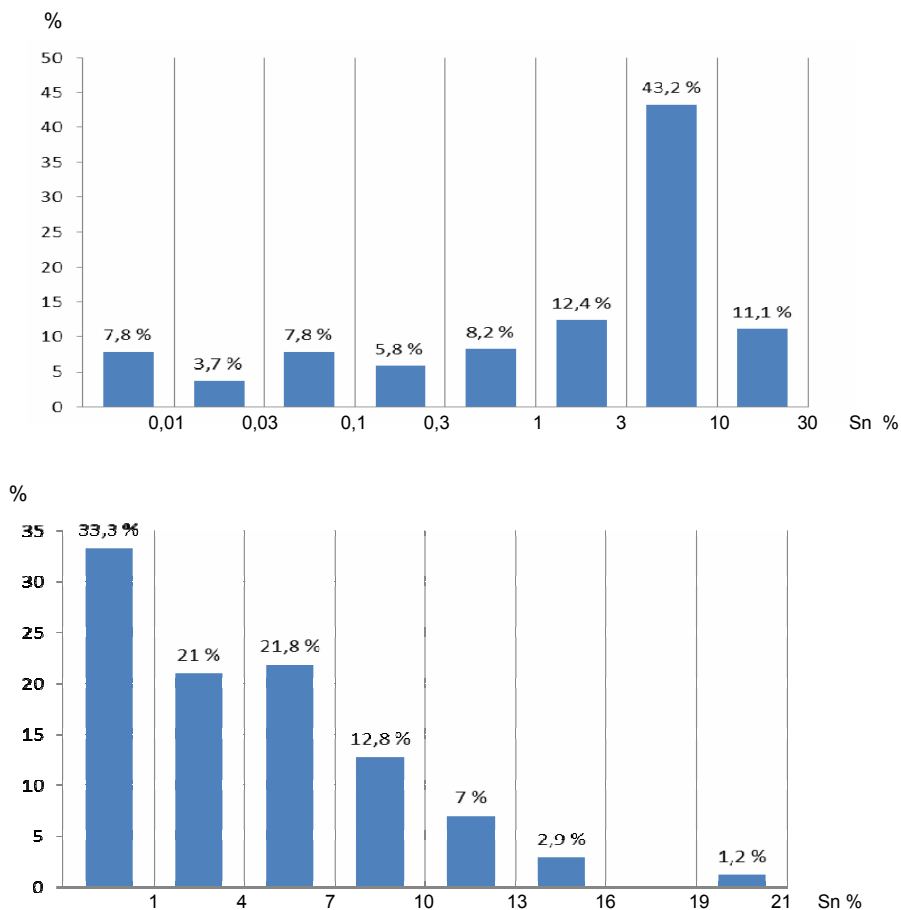


Рис. 3. Распределение концентраций примеси Sn в металле алакульской культуры

Таблица 3

Результаты атомно-эмиссионных спектрометрических и спектральных анализов металла алакульской культуры

Предмет	№ спектр. анал.	№ структур. анал.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Нож	328**		Осн.	+	0,15	—	—	0,01	—	—	0,02	+?	—	—
»	329**		Осн.	0,05	0,01	—	—	0,001	—	—	0,03	—	—	—
Топор	334**		Осн.	8	0,2	—	0,06	0,006	—	—	0,6	+	—	—
Нож	337**		Осн.	+	0,1	—	+	0,001	0,1	0,2	0,04	+?	—	—
Рукоять	338**		Осн.	0,03	0,05	0,01?	—	<0,001	—	—	0,7	+	—	—
Крюк	341**		Осн.	3,5	0,02	—	+	0,05	0,05	0,4	0,01	+	—	—
»	342**		Осн.	3	0,2	0,02	+	0,1	0,6	0,7	0,1	0,06	—	—
»	343**		Осн.	0,02	0,01	—	—	0,004	—	—	0,07	+	—	—
»	344**		Осн.	0,4	0,03	—	+	0,004	—	—	0,01	—	+	—
Скоба	346**		Осн.	0,01	0,01	—	—	0,001	—	—	0,05	+?	—	—
»	347**		Осн.	0,25	0,2	0,01?	+	0,001	—	—	0,2	—	—	—
Слиток	17917*	997	Осн.	20	6		0,015	0,06		0,03	0,05	0,005		0,004
Шило	17918*	913	Осн.	3,42	0,6	0,04	0,002	0,03	<0,01	0,05	0,12	0,01	<0,001	0,002
Подвеска	364	914	Осн.	3,5	0,21	0,02	0,005	0,013	<0,01	0,03	0,02	0,001	<0,001	0,002
Игла	365	915	Осн.	0,33	0,02	0,01	0,001	0,009	0,06	0,1	0,29	0,005	<0,001	0,002
Пруток	366	916	Осн.	0,12	0,04	0,02	0,002	0,003	<0,01	0,06	0,03	0,001	0,002	<0,001
Слиток		998	Осн.							15				
Украшение	17919*		Осн.	14	0,2	—	0,04	0,07	0,06	0,2	0,01	0,003	—	0,001
Буса	17920*		Осн.	12	0,2	—	0,005	0,06	0,06	0,2	0,03	0,003	—	—
Браслет	17921*		Осн.	20	0,3	—	—	0,05	0,08	0,2	0,25	0,003	—	—
Проволока	17922*		Осн.	0,4	0,1	—	—	0,05	0,08	0,2	0,25	0,003	—	—
Пруток	49788	1080	Осн.	0,22	0,12		0,017	0,06	0,11		0,38			
Слиток	49790	1082	Осн.	2,14	0,26	0,24	0,03	0,05	0,14	0,24	0,12	0,003		0,001

Химико-металлургическая характеристика металла алакульской культуры Среднего Притоболья

Продолжение т а б л . 3

Предмет	№ спектр. анал.	№ структ. анал.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Браслет	49761	1141	Осн.	6,17	0,19		0,08	0,07	0,13	0,03	0,49			
Скоба	49762	1142	Осн.	0,32	0,1		0,08	0,09	0,13		0,31			
»	49763	1143	Осн.	0,18	0,17		0,11	0,08	0,2		0,09			
Шило	49764	1144	Осн.	0,42	0,15		0,1	0,08	0,2		0,28			
Браслет	609*		Осн.	7	0,4			0,002		0,02	0,05	0,01		
»	610*		Осн.	8	0,1		0,001	0,006		0,006	0,006	0,004		
»	611*		Осн.	10	0,12		0,002	0,005		0,02	0,01	0,005		<0,001
»	612*		Осн.	6,5	1,9		0,012	0,01	0,003	0,018	0,01	0,003		<0,001
...»	613*		Осн.	8	1,6		0,007	0,013	0,004	0,017	0,007	0,002		<0,001
Шило	615*		Осн.	13	0,25		0,002	0,0015	0,003	0,03	0,04	0,004		
»	623*		Осн.	2,5	0,25		0,04	0,04	0,08	0,25	0,05	0,02	0,002	<0,001
»	624*		Осн.	7	0,13		0,05	0,03	0,09	0,3	0,4	0,009	0,003	
Подв. нож.	625*		Осн.	15	0,1		0,001	0,005			0,15	0,004		
Скоба	358	904	Осн.	0,179	0,03	0,03	0,001	0,002	<0,01	0,02	0,09	0,011	<0,001	0,002
Браслет	341	907	Осн.	3,8	0,3	0,01	0,001	0,004	<0,01	0,02	0,03	0,002	<0,001	0,002
»	344	908	Осн.	3,55	0,35	0,01	0,002	0,004	<0,01	0,03	0,08	0,002	0,003	0,002
Подвеска	296**	999	Осн.	15	0,1	0,02	—	0,001	—	—	0,01	—	—	—
Браслет	294**		Осн.	10	3	0,01?	+	<0,001	0,01	—	0,01	??	—	—
»	295**		Осн.	12	0,1	0,01?	+	0,015	—	—	0,03	??	—	—
Подвеска	297**		Осн.	12	0,1	0,01?	0,01	0,008	—	1	0,5	+	—	—
Браслет	298**		Осн.	11	1	0,02	??	<0,001	0,02	—	0,02	—	—	—
Скоба	299**		Осн.	6	0,4	0,01?	+	0,001	—	—	0,03	0,01	—	—
Подвеска	28306*	974	Осн.	7,5	0,04		0,002	0,01	0,1	0,06	0,09	0,01		
Браслет	343	992	Осн.	3,6	0,35	0,01	0,004	0,01	<0,01	0,04	0,04		0,002	0,002
Крюк	408	973	Осн.	<0,01	0,008	0,24	<0,001	0,67	<0,01	<0,02	0,075	0,01	<0,005	<0,001
Нож	410	976	Осн.	0,08	0,01	0,14	0,01	0,65	<0,01	<0,02	2,45	<0,001	<0,05	<0,001
Слиток	411	977	Осн.	0,05	0,06	0,37	<0,001	0,002	<0,01	<0,02	0,06	<0,001	<0,05	<0,001
Подвеска	28318*	975	Осн.	2	0,02		0,0015	0,008	0,015	0,2	0,4	0,015		0,001
Скоба	412	981	Осн.	2,56	1,93	0,18	0,06	0,08	<0,01	<0,02	0,112	0,02	<0,005	<0,001
»	413	982	Осн.	2	0,03	0,25	0,06	0,008	<0,01	<0,02	0,3	0,01	<0,005	0,03
Скрепка	418	987	Осн.	0,02	0,15	0,2	<0,001	0,003	<0,01	<0,02	0,028	<0,001	<0,005	<0,001
»	28301*		Осн.	1,8	0,02	—	0,1	0,0004	0,002	0,06	0,9	0,001	—	0,001
»	28302*		Осн.	2,5	2	—	0,04	0,02	0,006	0,05	0,1	0,006	0,001	—
Браслет	28304*		Осн.	5	1,5	—	0,01	0,02	—	0,015	0,025	0,0007	—	—
»	28305*		Осн.	3	2	—	0,015	0,0001	—	0,007	0,04	0,001	—	—
»	28311*		Осн.	9	2	0,025	0,003	0,006	0,002	0,03	0,05	0,003	—	0,001
»	28312*		Осн.	1,8	0,02	?	0,0015	0,006	0,015	0,25	0,35	0,009	?	0,001
Слиток	28313*		Осн.	0,0003	0,1	1	—	0,0001	?	0,006	0,8	0,002	—	—
»	28314*		Осн.	0,04	0,001	?	0,001	0,007	—	—	0,8	0,001	0,001	—
Шило	28317		Осн.	0,6	0,05	—	0,0005	0,007	0,002	0,015	0,5	0,006	?	—
»	361	911	Осн.	5,65	0,89	0,04	0,005	0,03	<0,01	0,05	0,37	0,01	0,003	<0,001
Бляшка	362	912	Осн.	4,96	0,39	0,07	0,013	0,03	<0,01	0,06	0,13	0,02	0,002	<0,001
Шило	304**		Осн.	12	2	0,01?	+	0,02	—	—	0,01	??	—	—
Подвеска	300**		Осн.	0,1	—	+	0,05	—	—	—	0,03	+	—	—
Браслет	301**		Осн.	11	0,03	0,02	+	0,002	—	—	0,03	+	—	—
»	302**		Осн.	13	0,05	0,02	+	0,003	—	—	0,07	+	—	—
Бусина	305**		Осн.	9	0,8	—	0,01	0,015	—	—	0,03	??	—	—
Подвеска	306**		Осн.	11	0,1	—	+	0,004	—	—	0,03	??	—	—
»	307**		Осн.	11	3	—	0,01	0,01	—	—	0,4	+	—	—
»	308**		Осн.	14	0,5	0,01?	+	0,001	—	—	0,06	+	—	—
Бляшка	309**		Осн.	0,4	0,01	—	??	<0,001	—	—	0,6	—	—	—
Браслет	340	954	Осн.	4,12	0,56	0,018	0,006	0,02	<0,01	0,046	0,43	0,006	0,002	0,002
Кольцо	342	917	Осн.	4,6	0,98	0,01	0,007	0,12	<0,01	0,03	0,04	0,003	0,002	0,003
Бусина	345	931	Осн.	0,14	0,06	0,03	0,002	0,03	<0,01	0,05	0,07	0,01	0,003	<0,001
»	346	932	Осн.	0,16	0,01	0,04	0,003	0,02	<0,01	0,03	0,26	0,01	0,002	0,002
»	347	927	Осн.	<0,005	0,01	0,04	0,002	0,008	<0,01	0,05	0,1	0,01	<0,001	0,002
»	348	921	Осн.	0,34	0,09	0,03	0,001	0,004	<0,01	0,03	0,34	0,003	<0,001	<0,001
»	349	922	Осн.	0,02	0,17	0,05	0,002	0,001	<0,01	0,07	0,06	0,003	0,004	<0,001
»	350	923	Осн.	0,36	0,09	0,01	0,002	0,07	<0,01	0,02	1,1	0,01	<0,001	0,002
»	351	924	Осн.	6,7	1,5	0,03	0,004	0,01	<0,01	0,06	0,11	0,01	0,004	0,002
Браслет	352	920	Осн.	5,1	0,52	0,03	0,003	0,01	<0,01	0,05	0,08	0,004	0,003	0,002
Бусина	353	918	Осн.	0,34	0,08	0,09	0,001	0,004	<0,01	0,03	0,14	0,004	0,002	<0,01
Браслет	354	919	Осн.	3,6	0,23	0,02	0,002	0,01	<0,01	0,05	0,05	0,004	<0,01	<0,01
»	361**	952	Осн.	11	1	0,01	0,01	0,009	0,1		0,1			
»	362**	926	Осн.	5	2	0,01	0,01	0,015			0,05			
»	363**	925	Осн.	5	1,5	0,01	0,025			0,07				
»	364**	939	Осн.	14	0,4			0,007			0,08			
»	367**	949	Осн.	15	0,4	—	+	0,01	—	—	0,01	+	—	—
Нож	359**		Осн.	8	0,02	—	+	<0,001	—	—	0,01	+	—	—
Бусина	365**		Осн.	0,03	0,01	—	??	0,001	—	—	0,08	+	—	—
»	366**		Осн.	0,03	0,2	—	—	0,001	—	—	0,01	+	—	—

Предмет	№ спектр. анализ.	№ структур. анализ.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Нож	066	535	Осн.	2	0,1	0,003	<0,0002	0,002	<0,01	0,06	0,03	<0,0002	<0,0008	<0,001
Шило	067	536	Осн.	3	0,06	0,2	<0,0002	0,005	<0,01	<0,01	0,01	0,0006	<0,0008	<0,001
»	068	537	Осн.	2	0,06	0,07	<0,0002	0,004	<0,01	<0,01	0,02	<0,0002	<0,0008	<0,001
Подвеска	069	538	Осн.	6	0,2	0,04	<0,0002	0,004	<0,01	<0,01	0,3	0,01	<0,0008	0,005
»	070	539	Осн.	20	0,2	0,02	0,006	0,003	<0,01	<0,01	0,02	0,001	<0,0008	<0,001
»	071	540	Осн.	8	0,5	0,04	0,01	0,01	<0,01	0,05	0,2	<0,0002	<0,0008	<0,001
»	072	541	Осн.	2	3	0,005	0,006	0,4	<0,01	0,2	0,04	<0,0002	0,003	0,002
Бусина	074	542	Осн.	4	1	0,3	0,05	0,06	<0,01	0,08	0,06	0,001	<0,0008	<0,001
»	073	543	Осн.	0,06	0,06	0,4	<0,0002	0,005	<0,01	0,1	0,01	0,002	<0,0008	<0,001
»	075	544	Осн.	0,69	0,08	0,2	<0,0002	0,003	<0,01	0,08	0,05	0,0004	<0,0008	<0,001
Пронизь	076	545	Осн.	8	0,2	0,1	0,01	0,02	<0,01	0,05	<0,004	0,002	<0,0008	<0,001
Подвеска	077	546	Осн.	4	0,6	0,1	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,05	0,0006	<0,0008	<0,001
Бляшка	078	547	Осн.	0,4	0,02	0,1	<0,0002	0,002	<0,01	<0,01	0,01	<0,0002	<0,0008	<0,001
Подвеска	079	548	Осн.	7	0,5	0,1	0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,03	0,005	<0,0008	<0,001
»	080	549	Осн.	6	0,1	0,1	<0,0002	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,002	<0,0008	<0,001
Браслет	251	768	Осн.	4,26	0,04	0,04	0,01	0,03	<0,01	0,06	0,04	0,007	0,003	0,001
Подвеска	252	770	Осн.	6,3	1,39	0,03	0,006	0,08	0,2	0,06	5,5	0,02	0,003	0,008
»	253	772	Осн.	4,66	0,35	0,26	0,03	0,16	<0,01	0,8	0,22	0,013	0,003	0,012
Бляшка	254	773	Осн.	0,32	0,08	0,02	0,003	0,004	<0,01	0,08	0,04	<0,001	0,003	0,001
»	255	774	Осн.	0,53	0,06	0,02	0,004	0,004	<0,01	0,1	0,02	<0,001	0,004	0,001
»	256	775	Осн.	1,1	0,03	0,03	0,002	0,005	<0,01	0,1	0,06	<0,001	<0,001	0,001
»	449	776	Осн.	8	1,3	0,04	0,021	0,15	<0,01	<0,01	0,35	0,007	<0,001	0,025
Бусина	257	777	Осн.	1,03	0,7	0,06	0,007	0,08	<0,01	0,02	0,05	0,003	0,002	0,001
»	258	777а	Осн.	1,24	1,7	0,19	0,01	0,1	<0,01	0,03	0,06	0,006	0,002	0,001
»	450	778	Осн.	0,18	0,02	0,02	0,001	0,02	<0,01	<0,01	0,3	0,001	<0,001	0,001
»	459	778а	Осн.	0,02	0,3	<0,005	0,001	0,08	<0,01	<0,01	0,51	0,002	<0,001	0,004
Кольцо	259	779	Осн.	8,15	2,73	0,05	0,03	0,06	<0,01	0,05	0,03	0,004	0,002	0,001
»	260	780	Осн.	6,2	0,15	0,07	0,003	0,069	<0,01	0,05	0,04	0,005	0,002	0,001
»	261	781	Осн.	5,55	0,12	0,05	0,001	0,03	<0,01	0,07	0,02	0,004	0,003	0,001
Бусина	451	782	Осн.	0,05	0,02	<0,005	0,005	15	<0,01	<0,01	0,14	0,01	<0,001	0,001
Скоба	452	783	Осн.	0,18	0,04	0,03	0,001	0,14	<0,01	<0,01	3,6	0,03	<0,01	0,001
»	453	784	Осн.	0,06	0,06	0,01	0,001	0,03	<0,01	<0,01	0,3	0,001	<0,01	0,0002
Подвеска	262	796	Осн.	9,5	0,51	0,04	0,012	0,05	<0,01	0,05	0,06	0,006	<0,001	0,001
»	263	797	Осн.	5,65	2,59	0,15	0,03	0,03	<0,01	0,07	0,04	0,007	0,001	<0,001
»	264	798	Осн.	5,65	3,23	0,1	0,03	0,04	<0,01	0,05	0,03	0,01	0,003	<0,001
»	457	799	Осн.	5,45	0,42	0,03	0,008	0,07	<0,01	<0,01	0,09	0,002	<0,01	0,001
Бусина	458	800	Осн.	0,06	0,26	0,07	0,002	0,08	<0,01	<0,01	0,57	0,12	<0,001	0,0001
»	460	801	Осн.	0,05	0,22	0,04	0,002	0,13	<0,01	0,12	0,02	0,002	<0,001	0,001
»	461	803	Осн.	0,03	0,32	0,17	0,003	0,06	<0,01	0,08	0,01	0,007	<0,001	0,004
»	265	832	Осн.	0,53	0,07	0,05	0,1	0,03	<0,01	0,05	0,02	0,009	0,002	<0,001
Пронизь	266	833	Осн.	1,07	0,1	0,33	0,015	0,05	<0,01	0,04	<0,02	0,016	<0,002	<0,001
Бусина	267	834	Осн.	1,03	1,21	0,04	0,003	0,007	<0,01	0,04	0,03	0,003	0,002	<0,001
»	268	835	Осн.	1,83	1,36	0,05	0,002	0,002	<0,01	0,06	0,02	0,003	0,002	<0,001
»	479	836	Осн.	0,24	0,16	0,02	0,004	0,01	<0,01	0,07	0,21	0,005	<0,001	0,002
»	480	837	Осн.	0,03	0,02	0,05	0,001	0,06	<0,01	0,05	0,11	0,007	<0,001	0,001
Скоба	320	1018	Осн.	0,07	0,04	0,038	0,007	0,008	<0,01	0,05	0,07	0,002	0,001	0,002
»	321	1019	Осн.	0,11	0,07	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,04	0,11	0,006	<0,001	<0,001
Подвеска	322	1020	Осн.	5	0,71	0,92	0,006	0,02	<0,01	0,02	0,14	0,014	0,002	<0,001
Кольцо	429	804	Осн.	5,55	0,35	0,06	<0,001	0,018	<0,01	<0,01	0,08	<0,001	<0,005	<0,001
»	430	805	Осн.	2,41	0,72	0,04	0,006	0,014	<0,01	<0,01	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
Скоба	431	806	Осн.	0,34	0,06	0,16	<0,001	0,008	<0,01	<0,01	1,47	<0,001	<0,005	<0,001
»	432	807	Осн.	0,4	0,79	0,12	<0,001	0,022	<0,01	<0,01	1,21	<0,001	<0,005	<0,001
Кольцо	433	808	Осн.	2,32	0,21	0,16	0,008	0,047	<0,01	<0,01	0,45	0,018	<0,005	<0,001
»	434	809	Осн.	2,34	0,17	0,09	0,01	0,01	<0,01	0,05	0,2	<0,0002	<0,001	<0,001
Браслет	435	810	Осн.	4	1,31	0,03	0,0075	0,017	<0,01	<0,01	0,25	<0,001	<0,005	0,001
»	436	811	Осн.	3,12	0,28	0,02	<0,05	0,06	<0,01	<0,01	0,03	<0,001	<0,005	<0,001
Бляшка	437	812	Осн.	0,08	0,23	0,09	<0,001	0,002	<0,01	<0,01	0,19	<0,001	<0,005	<0,001
Скоба	409	813	Осн.	<0,01	0,02	0,08	<0,001	0,004	<0,01	<0,01	0,02	<0,001	<0,005	<0,001
»	438	814	Осн.	<0,01	0,28	0,24	<0,01	0,002	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
»	462	815	Осн.	0,24	0,05	0,11	0,005	0,12	<0,01	<0,01	0,02	0,007	<0,01	<0,01
»	463	816	Осн.	0,04	0,01	0,08	0,02	0,1	<0,01	<0,01	0,25	0,002	<0,001	<0,001
Браслет	464	817	Осн.	5	0,13	0,07	0,011	0,12	<0,01	<0,01	0,03	0,006	<0,001	<0,001
Бусина	465	818	Осн.	0,06	0,21	0,03	0,001	0,06	<0,01	<0,01	0,46	0,008	<0,001	<0,001
»	466	819	Осн.	0,1	0,21	0,03	0,001	0,06	<0,01	<0,01	0,28	0,002	<0,001	<0,001
»	467	820	Осн.	1,81	0,36	0,12	0,003	0,1	<0,01	<0,01	0,05	0,005	<0,001	<0,001
»	468	821	Осн.	0,06	0,21	0,03	0,001	0,06	<0,01	<0,01	0,46	0,008	<0,001	<0,001
»	469	822	Осн.	4,15	0,06	0,03	0,003	0,06	<0,01	<0,01	2,1	0,005	<0,001	0,006
Подвеска	471	824	Осн.	8	2,5	0,05	0,034	0,03	<0,01	<0,01	0,26	0,24	0,05	0,002
»	471а	824	Осн.	15	2,5	0,05	0,034	0,03	<0,01	<0,01	0,26	0,24	0,05	0,002
Слиток	473	826	Осн.	0,007	0,004	0,02	0,016	0,04	<0,01	<0,004	0,15	0,024	<0,001	0,004
Браслет	474	827	Осн.	6,95	0,24	0,05	0,005	0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,009	<0,001	0,001

Химико-металлургическая характеристика металла алакульской культуры Среднего Притобалья

Продолжение т а б л . 3

Предмет	№ спектр. анализ.	№ структ. анализ.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Браслет	475	828	Осн.	4,87	0,05	0,05	0,004	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,009	<0,001	0,001
»	476	829	Осн.	4	0,75	0,06	0,017	0,04	<0,01	<0,01	0,2	0,012	<0,001	0,004
»	477	830	Осн.	4,6	0,1	0,04	0,004	0,01	<0,01	<0,01	0,48	0,006	<0,001	<0,001
Подвеска	478	831	Осн.	0,29	0,17	0,07	0,007	0,01	<0,01	<0,01	0,22	0,017	<0,001	0,004
Нож	310**		Осн.	10	0,15	0,01?	0,01	0,004	—	—	0,01	0,01	—	—
Топор	311**		Осн.	6	0,01	—	+	0,001	—	—	0,02	+?	—	—
Шило	368**		Осн.	0,07	0,05	—	+	0,008	—	—	0,1	+	—	—
Гривна	49880		Осн.	0,25	0,11	0,59	0,02	0,02	0,03	0,02	0,3	0,05	0	—
Браслет	49881		Осн.	5,68	0,12	0,01	0,05	0,05	0,01	0,12	0,23	0	0	—
»	49882		Осн.	10,13	0,5	0,1	0,05	0,05	0	0,02	0,14	0	0	—
»	49885		Осн.	5,63	0,1	0	0,06	0,06	0,07	0,17	0,13	0	0	—
»	40886		Осн.	6,28	0,09	0	0,07	0,06	0,09	0,17	0,14	0	0	—
»	49887		Осн.	7,29	0,09	0	0,06	0,06	0,06	0,19	0,18	0	0	—
Бляшка	49889		Осн.	0,08	0,12	0	0,08	0,07	0,15	0,08	0,28	0	0	—
Кольцо	49892		Осн.	8,12	0,13	0	0,07	0,08	0,09	0,2	0,18	0	0	—
»	49894		Осн.	8,65	0,11	0	0,05	0,06	0,03	0,26	0,2	0	0	—
Накладка	49895		Осн.	0,42	0,14	0	0,06	0,05	0,1	0,01	0,26	0	0	—
Нож	49896		Осн.	1,97	0,15	0,21	0,002	0,02	0,02	0,02	0,13	0,03	0	—
Браслет	49897		Осн.	4,71	0,27	0	0,08	0,07	0,13	0,01	0,1	0	0	—
Подвеска	49900		Осн.	3,28	1,13	0	0,09	0,05	0,07	0,03	<0,16	0	0	—
Браслет	49901		Осн.	11,87	1,05	0	0,07	0,05	0,02	0,07	0,21	0	0	—
Кольцо	49903		Осн.	8,56	0,08	0	0,07	0,04	0,04	0	0,09	0	0	—
»	49904		Осн.	10,61	0,25	0	0,09	0,08	0,1	0,06	0,15	0	0	—
Кольцо	49906		Осн.	3,51	0,14	0	0,06	0,05	0,07	0,03	0,16	0	0	—
»	49907		Осн.	3,04	0,13	0	0,08	0,06	0,11	0,02	0,14	0	0	—
»	49908		Осн.	5,93	0,39	0	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08	0	0	—
Подвеска	49911		Осн.	11,77	0,85	0	0,1	0,05	0,09	0,25	0,08	0	0	—
Браслет	49987	1234	Осн.	6,51	0,1	—	0,06	0,06	0,07	0,17	0,28			
Нож	49988	1255	Осн.	2,78	0,12	—	0,05	0,03	0,04	0,07	0,06			
Подвеска	49989	1256	Осн.	8,1	0,1	0,12	0,07	0,06	0,02	0,19	0,06	0,02		
Скоба	49990	1257	Осн.	0,06	0,09		0,06	0,05	0,09		0,08			
Нож	49991	1258	Осн.	2,21	0,11		0,08	0,04	0,07	0,3	0,07	0,03		
Бусина	49992	1259	Осн.	0,78	0,13		0,08	0,07	0,13		0,19			
Подвеска	49993	1262	Осн.	7,81	0,13		0,08	0,06	0,11	0,03	0,07			
Браслет	49994	1263	Осн.	6,05	0,31		0,09	0,07	0,09	0,01	0,16			
»	49995	1264	Осн.	5,6	0,31		0,09	0,06	0,13		0,14			
»	49996	1265	Осн.	5,89	0,34		0,08	0,06	0,08		0,11			
»	49997	1266	Осн.	5,72	0,32	0,1	0,07	0,05	0,06		0,11			
»	49998	1267	Осн.	5,78	0,33		0,09	0,06	0,08		0,07			
Бусина	49999	1269	Осн.		<0,05	0,88	0,01	0,01		0,02	0,99	0,07	0,03	
Браслет	50000	1270	Осн.	10,84	0,29	0,16	0,07	0,07	0,04	0,05	0,09			
Скоба	50001	1271	Осн.		0,09		0,05	0,03	0,07	0,01	0,18			
Тоже	50002	1272	Осн.		0,08		0,05	0,04	0,08		0,15			
Бусина	50003	1273	Осн.		<0,04	0,76	0,02	0,01	0	0,02	0,17	0,06		
Тоже	50004	1274	Осн.		<0,05	0,87	0,02	0,02	0,03	0,03	0,39	0,06		
Щиток	50005	1275	Осн.	8,53	0,15	0,03	0,06	0,05	0,06	0,03	0,21			
Тоже	50006	1276	Осн.	9,45	0,13	0,13	0,06	0,05	0,03	0,01	0,12			
Бляшка	50007	1277	Осн.	1,55	0,12		0,07	0,07	0,14		0,12			
Тоже	50008	1278	Осн.		0,09	0,04	0,06	0,05	0,09	—	0,1			
Браслет	50009	1279	Осн.	6,22	0,31		0,1	0,05	0,11	0,02	0,1			
Скоба	50010	1280	Осн.		0,14	0,38	0,06	0,03	0,05	0,01	0,13	0,02		
Тоже	50011	1281	Осн.	1,84	0,17	0,18	0,06	0,04	0,06	0,12	0,05	0,04		
Бусина	50012	1282	Осн.		0,09	0,59	0,09	0,02	0,02	0,01	1,15	0,05	0,05	
Браслет	50013	1283	Осн.	5,76	0,51	0,12	0,09	0,05	0,06	0,03	0,14			
Тоже	50014	1284	Осн.	5,65	0,33		0,08	0,05	0,13	0,1	0,13			
Шило	50015	1285	Осн.	3,57	0,11		0,07	0,06	0,1	0,12	0,1			
Слиток	50016	1286	Осн.	3,95	0,11	0,19	0,05	0,04	0,05	0,47	0,09	0,05		
Браслет	50017	1287	Осн.	6,81	0,34		0,1	0,06	0,09	0,04	0,23			
»	50018	1288	Осн.	5,48	0,28		0,1	0,07	0,11	0,02	0,12			
»	50019	1289	Осн.	6,08	0,14		0,07	0,04	0,06	0,03	0,11			
Кольцо	50020	1290	Осн.	3,98	0,1		0,05	0,04	0,04	0,07	0,09	0,12		
Бусина	50021	1291	Осн.	—	0,09	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,16			
Нож	50022	1292	Осн.	5,96	0,13	0,24	0,05	0,04		0,07	0,08	0,01		
Тоже	50023	1293	Осн.	11,8	0,17	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05			
Браслет	50025	1295	Осн.	3,21	0,09	0,14	0,04	0,05	0,07	0,09	1,08	0,05	0,01	
»	50026	1296	Осн.	3,18	0,58	0,11	0,09	0,05	0,06		0,15			
»	50027	1298	Осн.	5,82	0,18		0,08	0,06	0,1	0,01	0,19			
»	50028	1299	Осн.	3,5	0,17		0,1	0,09	0,21		0,11			
»	50029	1300	Осн.	8,86	0,12	0,11	0,07	0,06	0,06	0,13	0,22			
Нож	50030	1302	Осн.	4,42	0,11	0,16	0,06	0,05	0,1	0,07	0,3			
Браслет	50031	1304	Осн.	9,37	0,11	0,07	0,06	0,05	0,06		0,39			

Предмет	№ спектр. анал.	№ структур. анал.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Браслет	50032	1305	Осн.	9,47	0,6		0,11	0,07	0,1	0,03	0,11			
Скоба	50033	1307	Осн.	1,02	0,29		0,06	0,05	0,11	0,04	0,23			
Браслет	50034	1309	Осн.	9,09	0,9	—	0,12	0,13	0,07	0,03	0,59			
Подвеска	3268*		Осн.	8	0,03		0,033	0,002		0,08	0,015	0,005		
Браслет	3269*		Осн.	8	0,05		0,003	0,001	0,005	0,025	0,003	0,003		
»	3270*		Осн.	9	0,18	0,01	0,008	0,004	0,004	0,35	0,03	0,02	<0,001	
Бусина	3271*		Осн.	0,5	0,025			0,0001			0,09	0,002		

**Примечание:** \* — анализы выполнены в лаборатории естественно-научных методов ИА РАН; \*\* — анализы выполнены в лаборатории археологической технологии ИИМК РАН. Остальные анализы проведены в Институте неорганической химии СО РАН к.х.н. О.В. Шуваевой.

Итак, погребальный инвентарь алакульской культуры преобладает над поселенческим (207 и 36 экз. соответственно). Большинство предметов — украшения (170 экз.), что обусловило распределение изделий по химико-металлургическим группам. Доминировала оловянная бронза (54,7 %), легированная оловом с низкими концентрациями (0,5–6 %), — 106 экз. (63,5 %). Изделий из высоколегированных оловом сплавов (13–20 %) — 12 экз. (7,2 %): крестовидные подвески, браслеты и слитки. Доля чистой меди составила 30,5 %, из нее изготавливались преимущественно скобы, бусины, пронизи, бляшки, прутки-заготовки. Из трехкомпонентного медно-оловянно-свинцового сплава выполнены 28 экз. (11,5 %). Трехкомпонентная оловянно-мышьяковая бронза — 6 экз. (2,5 %) — не характерна для алакульского металла, присутствие изделий из данного вида сплава объясняется влиянием петровских металлургических традиций [Виноградов и др., 2013, рис. 5].

Преобладание изделий, изготовленных из оловянных или оловянно-мышьяковых бронз, характерно в последующий период ЕАМП для металлообработки алексеевско-саргаринской культуры [Кузьминых, 2009, с. 206]. Отмечается преемственность с алакульской культурой, проявившаяся в сходстве некоторых типологических, а также химико-металлургических признаков. На раннем этапе функционирования производственная мощность алексеевско-саргаринского очага не уступала, а может быть, превосходила производство очагов алакульской и атасуской культур [Агапов и др., 2012, с. 55].

Проанализировав инвентарь алакульской культуры Притоболья, можно отметить, что он ничем существенным не отличается от предметов алакульских погребальных памятников Южного Зауралья и Казахстана. Однако корни некоторых алакульских изделий следует искать в более ранних абашевской, синташтинской и петровской культурах, на формирование которых в свою очередь большое влияние оказала ямная культура [Дегтярева, 2010, с. 57].

Наличие отходов металлообработки на алакульских памятниках говорит о том, что металл распространялся не только в виде готовых изделий, но и в виде полуфабрикатов, рафинированных слитков, как медных, так и с уже введенной лигатурой олова и мышьяка, в инокультурную среду, в частности в срубную. Поэтому не удивительно, что носители срубной культуры перенимали и некоторые алакульские формы. Так, Е.Н. Черных отмечает, что металл срубной культуры оказывается самым близким металлу андроновской общности и по типологическим и по химико-металлургическим признакам, что явилось следствием теснейших и продолжительных контактов и обмена [1970, с. 112]. Все процессы обработки металла, его выплавка из руды и литье бронзовых орудий осуществлялись в пределах поселений, находящихся вблизи рудной базы (об этом говорят куски необработанной руды, найденной на поселениях). Так, по данным О.А. Кривцовой-Граковой, на пос. Алексеевском имеются шлаки, обломки тиглей, льячки, литейная форма и молоты для отковки готовых предметов [1948, с. 104–105]. Орудия труда из материалов пос. Камышное 1 были изучены методами трасологического анализа Г.Ф. Коробковой, подтверждающего использование этих орудий для металлообработки [Потемкина, 1985, рис. 44]. Такая же тенденция прослеживается и на ряде других исследованных алакульских поселений. Наличие единых рецептов изготовления изделий, технологических схем, литейных форм, типов орудий и украшений, шлаков и слитков позволяет сделать вывод о возможном существовании зауральского очага металлургии еще в петровское время, развившегося благодаря алакульским мастерам, частично перенявшим традиции петровских металлургов. Но в алакульское время границы металлургического очага переместились на север: петровские памят-



## Химико-металлургическая характеристика металла алакульской культуры Среднего Притоболья

ники на территории Притоболья не обнаружены, так как носители алакульской культуры мигрировали с более южных территорий на более северные.

---

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

---

- Аванесова Н. А. Культура пастушеских племен эпохи бронзы азиатской части СССР. Ташкент: ФАН, 1991. 200 с.
- Агапов С.А., Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В. Металлопроизводство восточной зоны общности культур валиковой керамики // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2012. № 3 (18). С. 44–59.
- Виноградов Н.Б., Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В. Metallurgy and metalworking in the life of inhabitants of a fortified settlement Ustye 1 // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2013. № 3 (22). С. 4–30.
- Дегтярева А.Д. История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск: Наука, 2010. 162 с.
- Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В., Орловская Л.Б. Металлопроизводство петровских племен (по материалам поселения Кулевчи 3) // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2001. № 3. С. 23–54.
- Кривцова-Гракова О.А. Алексеевское поселение и могильник // Тр. ГИМ. 1948. Вып. 17. С. 57–172.
- Кузьминых С.В. О металле городища Чича 1 // Чича — городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2009. Т. 3. С. 202–212.
- Кузьминых С.В., Черных Е.Н. Спектроаналитическое исследование металла бронзового века лесостепного Притоболья (предварительные результаты) // Т.М. Потемкина. Бронзовый век лесостепного Притоболья. М.: Наука, 1985. С. 346–367.
- Куприянова Е.В. Тень женщины. Челябинск: Авто Граф, 2008. 244 с.
- Матвеев А.В. Первые андроновцы в лесах Зауралья. Новосибирск: Наука, 1998. 417 с.
- Потемкина Т.М. Бронзовый век лесостепного Притоболья. М.: Наука, 1985. 376 с.
- Флек Е.В. Бронзовые бляшки алакульской культуры // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2012. № 1 (12). С. 87–96 [Электрон. ресурс]. Режим доступа <http://www.ipdn.ru>.
- Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 180 с.

Тюмень, ИПОС СО РАН  
tigelena@mail.ru

*The article is devoted to investigation of chemical composition regarding non-ferrous metal of the Alakul culture following materials of settlements and burial places from the Low Tobol basin of the Bronze Age. Subject to identification being chemical-and-metallurgical groups typical for the Alakul metal industry with a group of tin bronzes (54,7 %) being the main one. The author traces correlation between a type of product and raw materials used for its manufacture, identifying a metallurgical centre functioning in the Petrovka time and developed owing to the Alakul craftsmen who partly adopted traditions of the Petrovka metalwork.*

**The Alakul culture, Low Tobol basin, Bronze Age, metalwork, chemical-and-metallurgical groups, metallurgical centre.**