

## РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕДНЫХ СПЛАВОВ У ДРЕВНИХ И СРЕДНЕВЕКОВЫХ КЫРГЫЗСКИХ КУЗНЕЦОВ

КЕНЕНСАРИЕВ К.С.

E-mail: [kydyk@rambler.ru](mailto:kydyk@rambler.ru)

*Рассматривается технология обработки цветных металлов у древних и средневековых кыргызских кузнецов на основе археологических материалов, найденных на территории Кыргызстана.*

Ключевые слова: медь, оловянистая бронза, структура, спектральный анализ, металлография.

**Актуальность исследования:** На обширной территории Евразии в эпоху бронзы развитие материальной культуры различных племен, в том числе кыргызов, было связано с появлением металла. Некоторые изделия из сплава меди изготавливались со II тыс. л. до н.э. до XVI в н.э.

Медь имеет ряд ценных технических свойств: высокую пластичность, электротеплопроводность, малую окисляемость, и основными важнейшими сплавами являются бронза и латунь. Исследования технологии обработки и структуры медных сплавов являются актуальными.

**Характер источников:** Исследования проводились на основе найденных изделий доцентом - археологом К.Ш.Табалдиевым на территории Кыргызстана (Ат-Башы, Кочкор, Алай). Найденны конские сбруи, псаляя, кортик, нож, ворворка, зеркала, женские украшения, цветы, накладка конской сбруи.

**Цель и задача исследования:** Анализировать технологический процесс изготовления найденных изделий и произвести спектральный анализ структуры медного сплава.

**Методы исследования:** Исследования проводились на основе определения спектрального и металлографического анализов, которые позволяют определить способы технологического процесса изготовления изделия. Характеристики изделий приведены в таблице 1.

Спектральный анализ проведен в институте геологии НАН КР, структура медных сплавов была сфотографирована в лаборатории металловедения КГТУ им. И.Раззакова с помощью электронного микроскопа типа «Цайз АКЦИО Имиджер -1», в результате видно, что в составе сплава в период со II тыс. лет до V в до н. э. основной состав составляет – 85 – 88 % Cu; 10 – 20% Sn; 1,0 – 20 % Pb; 0,8 – 10% As, остальные элементы, как видно из таблицы, незначительны.

**Характеристика изделия:** Спектрограммы показывают, что во всех изделиях основным элементом является медь:

- 1) Зеркала изготовлены из оловянистой бронзы, технологические операции осуществлялись: литьем открытым односторонним, ручной шлифовкой и доводкой, основными доминирующими элементами являются 18-25% - Sn, 15-21% - Pb; 0,3-0,5% - Sb.
- 2) Ворворка изготовлена из бронзы с добавлением олова и мышьяка путем закрытого литья с последующей ручной шлифовкой и содержит 15% Sn, 3,0% As, 0,8% Pb.
- 3) Конские сбруи изготовлены во II тыс. лет из бронзы, содержащей олово и мышьяк, путем закрытого литья и содержат 10% Sn, 2-3%As, 0,8-1,0% Pb, 1,0% Si;
- 4) Ножи изготовлены в V в. до н.э. из бронзы с большим содержанием 10% As, а V в н.э. с меньшим содержанием 2,0% As с добавлением 0,4% Sb; технологические операции производились литьем, отжигом, ковкой, закалкой и притиркой.
- 5) Женские украшения изготовлены с добавлением свинца, серебра и золота и содержат 10-15% Sn, 10% Pb, 3,0% Ag, 1,0% Au, технологический процесс включал операции литья, отжига и притирки.

Таблица 1

**Спектрограмма изделий, найденных на территории Кыргызстана.  
Результаты даны в %**

№ пробы	Характеристика пробы	Установл. период археологами	Основной состав	Al	Fe	Mn	Si	Sn	Pb	Zn	Ni	Sb	Bi	Ag	As	P	Co	Mg	Au
1	Зеркало d=90, с ручкой 75x20 (Ат-Башы)	XIII в.	Cu	0,2	0,4	0,001	0,06	18,0	20,0	0,03	0,05	0,3	0,1	0,1	0,6	-	0,01	0,06	0,005
2	Ворворка d=30 (Кочкор)	VII-VI в. до н.э.	Cu	0,01	0,1	0,002	0,07	15,0	0,8	0,003	0,003	0,02	0,086	0,2	3,0	0,1	0,01	0,004	0,003
3	Зеркало без ручки (Ат-Башы)	VI-VIII вв. н.э.	Cu	0,1	0,5	0,001	0,07	>20,0	>20,0	0,03	0,07	0,1	0,1	0,1	0,7	-	0,05	0,08	0,003
4	Удила (Ат-Башы)	V-VI вв. до н.э.	Cu	0,1	0,2	0,002	0,06	12,0	0,5	0,003	0,005	0,02	0,08	0,1	2,0	-	-	0,004	0,002
5	Кортик (эпоха бронзы Кочкор)	II тыс. до н.э.	Cu	0,003	0,1	0,001	0,01	>10,0	0,3	0,005	0,001	0,001	0,001	0,01	3,0	-	0,001	0,005	-
6	Нож (Ат-Башы)	V-VI до н.э.	Cu	0,01	0,1	0,002	0,08	>10,0	0,3	0,00333	0,03	3,0	0,008	0,08	10	0,1	0,01	0,003	0,003
7	Женские украшения таажы (Алай)	XIII-XIV вв. н.э.	Cu	0,5	0,1	0,001	0,02	15,0	10,0	0,005	0,001	0,1	0,001	2,00	0,6	-	0,001	0,004	1,0
8	Браслет женский (Алай)	XIII-XIV вв. н.э.	Cu	0,3	0,1	0,002	0,02	10,0	10,0	0,03	0,001	0,1	0,001	3,0	0,5	-	0,001	0,004	1,0
9	Цветы (украшение - Алай)	XIII-XVI вв. н.э.	Cu	0,2	0,1	0,001	0,02	10,0	10,0	0,02	0,001	0,2	0,01	3,0	0,6	-	0,001	0,003	1,0
10	Псалия (эпоха бронзы - Ат-Башы)	II тыс.л	Cu	0,08	0,3	0,007	1,0	≈10,0	1,0	0,003	0,03	0,3	0,01	0,1	2,0	-	-	0,01	0,002
11	Конские сбруи (эпоха бронзы - Ат-Башы)	II тыс.л	Cu	0,06	0,3	0,005	1,0	10,0	1,0	0,001	0,002	0,5	0,01	0,1	3,0	-	-	0,01	0,002
12	Пуговица (Алай)	X-XII вв. н.э.	Cu	0,06	0,3	0,002	0,8	10	2,0	0,002	0,001	0,3	0,01	1,0	0,8	-	0,001	0,011	0,8

13	Однолезвийный нож (Ат-Башы)	V-VI вв.	Cu		0,003	0,5	-	0,01	≈10,0	0,2	0,001	0,01	0,08	0,01	0,1	3,0	-	0,0005	0,005	0,001
14	Накладка для конской сбруи 2 шт. (Ат-Башы)	VIII в н. э.	Cu	0,05	0,1	0,005	1,0	≈10,0	0,8	0,001	0,002	0,4	0,01	0,1	2,0	-	0,005	0,001	0,002	
15	Зеркало (Ат-Башы)	XIII-XIX вв. до н.э.	Cu	0,01	0,1	0,001	0,05	20,0	15,0	0,002	0,001	0,3	0,005	0,1	0,8	-	0,01	0,008	0,003	

Металлографическое исследование показало, что все найденные изделия изготовлены из меднооловянистых сплавов. Структура этих сплавов была определена путем сравнения с атласом макро- и микроструктуры сплавов<sup>4</sup> и показывает, что все изделия изготавливались путем литья, с большим содержанием 10-20% Sn, которые выделяются на рисунках отдельными светлыми участками. В некоторые изделия: зеркала, женские украшения добавляли 2-20% Pb для улучшения обрабатываемости и получения сложно-художественного вида, которые в структуре видны как черные участки или продолговатые полосы.

В структуре видно, что происходило раздробление и удаление отдельных ее зерен, ориентация направлений главной деформации, неустойчивое упругое напряженное состояние, сдвиги внутри кристалла, обороты одной части кристалла относительно соседних, в результате устремления к переходу в более устойчивое, не напряженное состояние.

Для повышения механического свойства добавляли 0,6 – 10% As и применяли холодную ковку меди, при этом повышалась прочность, твердость и пределы текучести; снижалась пластичность. Для повышения пластичности обрабатываемых заготовок производили отжиг сплава, а затем применяли горячую ковку.

Благодаря высоким механическим свойствам бронзу применяли для изготовления оружия (ножи, сабли и др.) и орудий труда (конские сбруи, кортики, удила и др.)

**Заключение.** На основании найденных археологических материалов на территории Кыргызстана в эпоху бронзы все изделия изготавливались из сплава оловянистой бронзы. Для изготовления изделий женских и бытовых украшений и улучшения обрабатываемости добавляли свинец, для повышения механических свойств пластичности и твердости изделий добавляли мышьяк.

### Литература

1. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд. переработ. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 509 с.
2. Табалдиев К.Ш. Археологические памятники ранних кочевников Тенир Тоо и некоторые новые сведения. Манас университети коомдук илимдер журналы. Б., 2002. С. 283-311.
3. Табалдиев К.Ш. Курганы средневековых кочевых племен Тянь-Шаня. Б., 1996. С. 43.
4. Болховитинов Н.Ф. и Болховитинова Е.Н. Атлас макро- и микроструктуры металлов и сплавов. М., 1959.



