



УДК 553.41.44.48. (574.4)

**Б.А. Дьячков, Л.Н. Мочалкина, О.Н. Кузьмина**

ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

**О.И. Бочкова**

ВО АМР РК, г. Усть-Каменогорск

**М.М. Кравченко**

ТОО «Востокуниверсал», г. Усть-Каменогорск

#### ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Восточный Казахстан является одним из важнейших горнорудных районов, где сосредоточены крупные горно-обогатительные и металлургические комбинаты, предприятия по добыче и переработке руд цветных, благородных и редких металлов. В этом регионе, охватывающем геологические структуры Большого Алтая (БА), прилегающие районы Горного Алтая и Чингиз-Тарбагатая [1], значительная часть территории с поверхности или под маломощным чехлом несцементированных рыхлых отложений занята образованиями кор выветривания (КВ) мезозойского и кайнозойского циклов гипергенеза, которые получили наибольшее развитие в Семипалатинском Прииртышье и Зайсанской впадине. Палеозойские коры выветривания размыты и практически не сохранились.

С образованием кор выветривания связаны многие месторождения полезных ископаемых разной формационной принадлежности, в том числе золота (рудноносные зоны рудных полей: Суздальское, Жанан, Мукур, Мираж, Кедей, Кемпир и др.); кобальта, никеля в Чарско-Горностаевском поясе гипербазитов (месторождения: Горностаевское, Белогорское и др.); титана, циркония (месторождения: Сатпаевское, Караоткель и др.); редких земель на проявлении Басколь; бентонитов месторождений Таганского, Манракской группы; кварцевых песков в Северном Призайсанье и другие. Перспективными на платиноносность представляются нонтронитовые коры выветривания, развитые в Иртышской зоне смятия (участки: Масьяновский, Балтийский). Поэтому научные исследования по изучению кор выветривания мезозой-кайнозойского чехла и определение их нетрадиционного минерально-сырьевого потенциала Восточно-Казахстанского региона представляются весьма актуальными. В данной статье рассматриваются основные типы месторождений КВ и дается их прогнозная оценка.

Изученная территория является частью Центрально-Азиатского или Казахстано-Охотского пояса и объединяет геологические структуры БА, включающего Рудный Алтай, Калба-Нарым, Западную Калбу, Жарма-Саур и приграничные районы России и Китая.

С позиций глобального мобилизма формирование геологических структур связывается с общей геодинамической моделью эволюции Палеоазиатского океана и определяется системой сложно взаимодействующих континентальных окраин Сибирского и Казахстанского субконтинентов. Современные геологические структуры региона – это оттор-

женцы древних палеоконтинентов и литосферных блоков (или коллаж террейнов), которые дрейфовали в Палеоазиатском океане и столкнулись в процессе герцинской коллизии ( $C_1$ - $C_{2-3}$ ), образовав единую структуру БА [1]. Сочленение Горноалтайской и Казахстанской континентальных окраин произошло по Зайсанской сутурной зоне, имеющей северо-западное простираие в направлении оз. Зайсан - Семипалатинск. В этой сутуре, расположенной в осевой части БА, по геолого-геофизическим данным в разрезе литосферы устанавливается приподнятость верхней мантии и базальтового слоя, выделяются также глубинные подвижные зоны шатрового типа, по которым поступал мантийный материал в земную кору [1, 2]. Развитие геологических формаций и оруденения происходило от докембрия до четвертичного времени в следующем направлении.

В докембрии в процессе рифтогенеза протерозойского фундамента в мантийных разломах сформировались магматические месторождения Cr, Ni, Co (Pt, Hg). В Рудном Алтае в рифтогенную стадию ( $D_{1-3}$ ) образовались крупные колчеданно-полиметаллические месторождения вулканогенного генезиса – Cu, Pb, Zn, Au, Ag и др. (Зыряновское, Малевское, Риддер-Сокольное, Артемьевское и др.).

Для средней коллизийной стадии ( $C_{1-3}$ ) характерны сульфидные медно-никелевые, медно-порфировые и золоторудные месторождения, связанные с магматизмом габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитовой серии. Наиболее значительные месторождения золота (Бакырчик, Суздальское и др.) локализовались в Зайсанской сутурной зоне [2].

В позднюю стадию ( $C_3$ - $T_1$ ) в обстановке внутриплитной активизации сформировались гранитоидные пояса с редкометалльным и редкоземельным оруденением, разместившиеся на границах литосферных блоков (Калба-Нарымский, Тигирекско-Черневинский, Акбик-Акжайляуский).

В киммерийский цикл в условиях континентального рифтогенеза и последующей стабилизации образовались месторождения КВ (Ni-Co, Au, Zr-Ti).

По новому районированию, с учетом прилегающей территории России и Китая, БА подразделяется на два крупных субрегиона: 1) Юго-Западный Алтай-Синьцзян, сформированный в активной окраине Сибирской платформы (на северо-востоке), и 2) Жарма-Саур-Баганур, образовавшийся в борту Казахстанского микроконтинента (на юго-западе). Граница между указанными субрегионами проводится по Чарско-Зимунайскому глубинному разлому [1].

По металлогеническому районированию внутри БА выделяются четыре рудных пояса:

1. Рудноалтайский медно-полиметаллический - Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Au, Ag и др.
2. Калба-Нарымский редкометалльный - Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn, W.
3. Западно-Калбинский золоторудный - Au, Ag, As, Sb.
4. Жарма-Саурский многометалльный - Cr, Ni, Co, Cu, Au, Hg, Mo, W, TR.

В 2003г. в Алтайском отделе Института геологических наук выполнены работы по составлению сводной карты КВ Восточного Казахстана на 17 листах масштаба 1:200 000 в пределах Западно-Калбинской, Калба-Нарымской и Жарма-Саурской структурно-формационных зон. В результате этих исследований выделены перспективные площади и участки на золотое и кобальт-никелевое оруденение, редкоземельные элементы, титановое сырье и нерудные полезные ископаемые (бентонитовые глины, тугоплавкие и огнеупорные глины, цеолиты и другие виды минерального сырья).

В научном плане разработана генетическая классификация КВ с учетом ведущих природных факторов: особенности палеоклимата, палеогеографические, геоморфологические и тектонические условия эпох корообразования, первичный состав исходных пород и

продуктов выветривания и др. (А.М. Мысник и др., 2003г.). По происхождению выделены три группы КВ: 1) остаточная элювиальная; 2) переотложенная и 3) наложенная гипергенная (рис. 1). В систематике также отражается возрастное положение и геотектонический режим формирования КВ и россыпей, их рудоносность и приводятся примеры месторождений.

*Остаточные элювиальные* золотоносные коры Семипалатинского Прииртышья и никеленосные Чарско-Горностаевского пояса гипербазитов образовались по первичным рудоносным зонам и по форме относятся к трещинно-линейному типу. За их пределами ареалы развития площадных КВ обычно безрудные. Гипергенезом регулируется только перераспределение рудных элементов и перевод их в новые минеральные формы, перемещение и концентрация металлов в пределах близповерхностной колонки аэрации и воздействие агрессивных метеорных вод с возможным накоплением рудных компонентов в зоне цементации и вторичного обогащения.

СИСТЕМА	ЭПОХА	ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ РОССЫПИ	МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Q		ОРОГЕНИЧЕСКИЙ КОЛЛИЗИОННЫЙ	Sn W Au Ti	Весёлый Ключ Егиндыдулак Жаппама Курчум Песчанка
	N <sub>2</sub> -Q			
N	N <sub>1</sub> -N <sub>2</sub>	ПЕНЕПЛЕНИЗАЦИЯ	Т	Митрофановское
	N <sub>1</sub>		П	Куйган
E	E <sub>3</sub> <sup>2</sup> -N <sub>1</sub>	РИФТОГЕННЫЙ	Au Ti	Жаппама Сатпаевское
	E <sub>1</sub> -E <sub>3</sub> <sup>2</sup>	СТАБИЛИЗАЦИОННЫЙ	Т Б П	Жанасемей Семиярское и др. Таганское и др.
	K <sub>2</sub> <sup>2</sup> -E <sub>1</sub>	АКТИВИЗАЦИЯ	Ti	Караоткель II
K	K <sub>2</sub> -E <sub>1</sub>	ПАССИВНЫЙ ПЛАТФОРМЕННЫЙ	Au Ti Ni-Co Hg Mn	Суздаль, Жанан Караоткель I Горностаевское Белогорское Нызыл-Чар Аркалык
	ДЕЙТЕРООРОГЕНЕЗ			
J				

1

2

3

4

5

6

Рис. 1. Генетические типы кор выветривания: 1 – остаточные элювиальные, 2 – переотложенные и 3 – наложенные гипергенные; 4-6 – полезные ископаемые (4 – рудные; 5 – глины: тугоплавкие – Т, бентонитовые – Б; пески – П; 6 – россыпи)

Использование малозатратных технологий переработки сырья золотоносных объектов КВ методом кучного выщелачивания (месторождения Жанан, Суздальское, Жерек, Мукур и другие) [3] делает их эксплуатацию экономически выгодной. По запасам они являются крупными и средними золоторудными объектами.

Суздальское месторождение золота расположено в Жарма-Саурском рудном поясе, на

юго-восточном обрамлении Семейтауской вулканно-тектонической постройки (рис. 2). Коренное оруденение связано с минерализованными зонами кварц-карбонат-сульфидного состава, локализованных в тектонически нарушенных карбонатно-терригенных отложениях  $C_1V_{2-3}$  островодужного типа. Размеры золотоносных зон: длина -  $800 \div 1600$  м; мощность - от  $1 \div 3$  до  $80 \div 90$  м; простирание - северо-восточное, углы падения на ЮВ (от  $40$  до  $85^\circ$ ). Рудные тела - линзовидно-лентовидной формы, оруденение - золото-сульфидно-вкрапленное. Минералы-носители золота: арсенопирит, пирит, пирротин, халькопирит. Среднее содержание Au -  $10$  г/т, Ag -  $2,2$  г/т, As -  $0,84$  %. Источники рудного вещества, с учетом работ Н.Д. Фогельмана, В.С. Шибко, В.А. Нарсеева, А.М. Мысника, Т.М. Жаутикова и др., очевидно, были смешанными за счет ремобилизации рассеянного стратиформного золота из вмещающих пород в процессе коллизионных тектонических подвижек и привноса его малыми интрузиями и дайками гранодиорит-плагиогранитного состава кунушского комплекса  $C_3$  (по экзогенно-эндогенной рудно-энергетической модели).

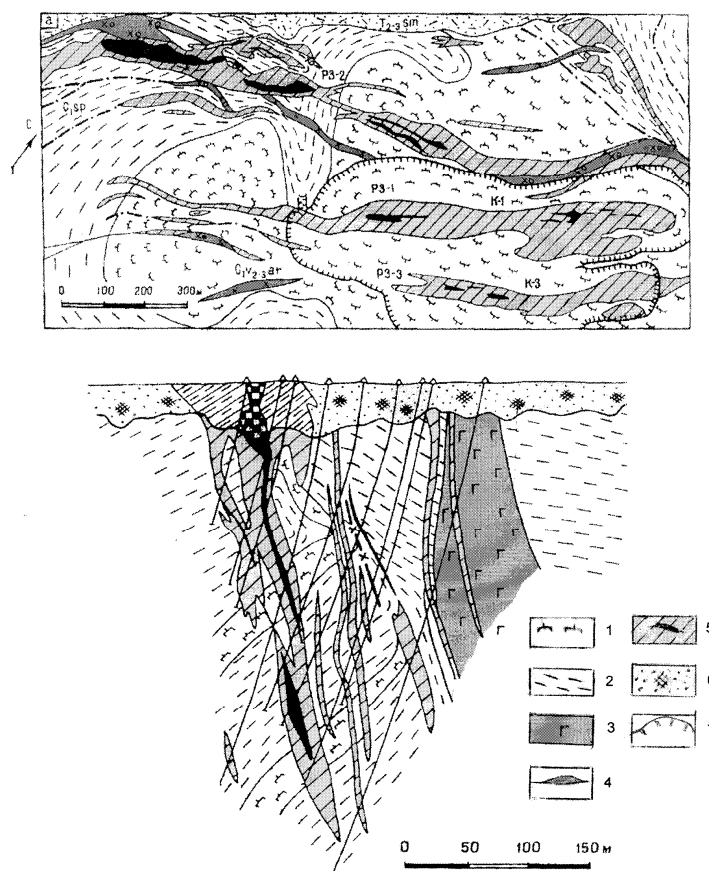


Рис. 2. Суздальское месторождение золота: 1 - карбонатно-терригенная и 2 - алевролитопесчанниковая формация ( $C_1$ ); 3 - габбро-диабазы ( $C_{2-3}$ ) и 4 - дайки кислого состава ( $C_3$ ); 5 - золотоносные коры выветривания; 6 - площадьные коры выветривания; 7 - граница карьера (по материалам ТУ «Востказнедра»)

Золотоносные КВ сформировались в зоне окисления первичных руд. Возраст кор – позднемеловой, морфология – линейно-трещинная, мощность -  $30 \div 35$  м. По А.М. Мыс-

нику и др., разрез КВ представляется в следующем виде (снизу вверх): 1) исходные кремнисто-карбонатно-терригенные угленосные породы, 2) зона структурного элювия, 3) зона гидратации (железисто-каолинит-иллитовая ассоциация), 4) зона выщелачивания (каолинитовая и каолинит-гидрослюдистая ассоциации).

Минеральный состав (%): каолинит (50-60), гидрослюды (10-20), монтмориллонит (10-60), кремнезем (до 10), гидрогетит-гидрогематит (до 5%). Золото преобладает размером 0,1х 0,12 мм, элементы-спутники: Ag, As, Sb, Bi, Mo, W. Месторождение разрабатывается по методу кучного выщелачивания. Общие прогнозные ресурсы золота по объектам Семипалатинского Прииртышья – 140 т.

Изучение КВ нонтронитового профиля началось после установления в 1959 г. никеленосности Чарско-Горностаевского ультрабазитового пояса протяженностью около 350 км. Ученные запасы никеля и кобальта месторождений Горностаевское, Белогорское и др. составляют соответственно 130 и 140 тыс. т.

Белогорское месторождение расположено в Чарско-Горностаевском гипербазитовом поясе (открыто Н.В. Суспициным в 1950 г.) [4]. Сформировалось на контакте серпентинизированных гипербазитов, вмещающих известняков и кремнистых сланцев (рис.3). Рудоконтролирующей является тектоническая зона северо-западного простирания: длина - 2,5 км, ширина - 50÷250 м. Широко развиты листвениты (по серпентинитам) и кварцево-кремнистые породы (бирбириты). В мезозое по серпентинитам образовалась рудоносная КВ трещинно-линейного типа. Силикатные Co-Ni руды концентрируются в нонтронитах и нонтронитизированных серпентинитах, а также в бирбиритах, развитых в зонах дробления и брекчирования.

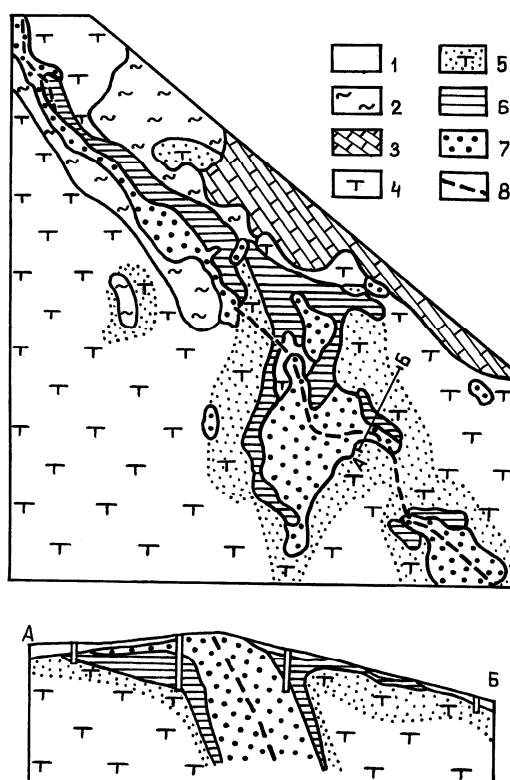


Рис. 3. Белогорское месторождение (план и разрез): 1 – рыхлые отложения; 2 – кремнистые сланцы; 3 – известняки; 4 – серпентиниты плотные и 5 – выщелоченные; 6 – нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты; 7 – бирбириты; 8 – разлом [4]

Главные рудные минералы – *нонтронит* (Ni 0,5-6,7 %), *асболан* и *псиломелан* (Co 1,21 -7,16 %; Ni 0,29-7,52 %). Максимальная глубина балансовых руд - 150 м. Утвержденные запасы Ni – 67,4 тыс.т, с учетом прогнозных ресурсов – всего 100 тыс.т.

Особую группу полезных ископаемых составляют элювиально-делювиальные проявления устойчивых к выветриванию минералов: касситерита, танталит-колумбита, вольфрамит, монацита, ильменита, циркона, золота, кварцевого и кварц-полевошпатового песка, образующих россыпи (месторождения: Сатпаевское, Караоткель, Жулдыз и др.).

Месторождение *Караоткель* размещается в Зайсанской сутурной зоне, в пределах Преображенского расслоенного массива монцонит-сиенит-щелочногранитного состава (рис. 4). Породы субщелочной ветви характеризуются циркон-ильменитовой специализацией. По ним сформировалась мезозойская КВ линейно-площадного типа, мощностью до 20 м, обогащенная цирконом и ильменитом (содержание ильменита изменяется от 18 до 200 кг/м<sup>3</sup>). Нерудные минералы – кварц, каолинит, полевой шпат, гидрослюда и др.). Месторождение может иметь промышленное значение при комплексном использовании ильменита, циркона и попутных компонентов (кварца, слюды, каолиновых глин).

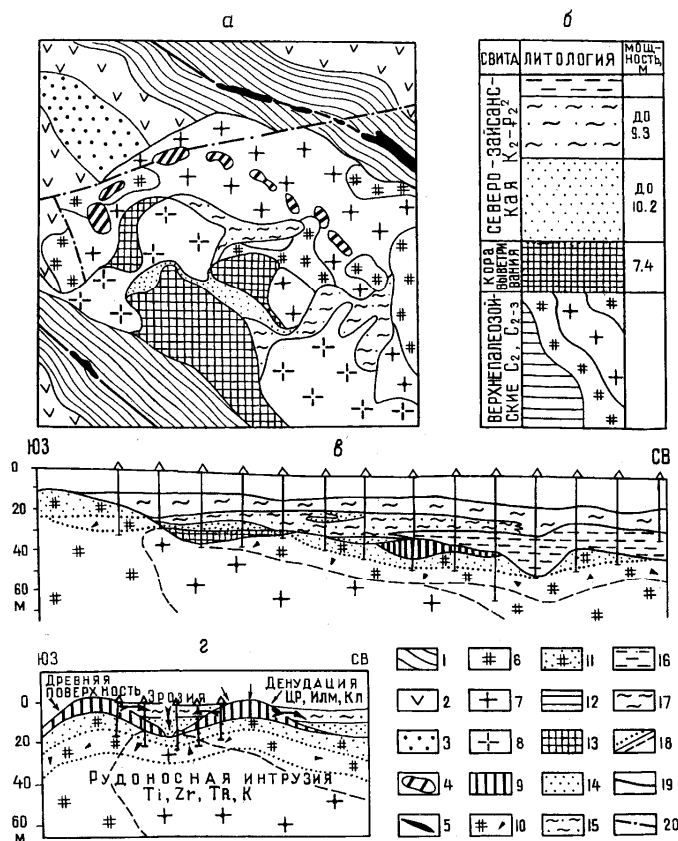


Рис. 4. Месторождение Караоткель: а) план; б) стратиграфическая колонка; в) поперечный разрез; г) геолого-генетическая модель. Условные обозначения: 1-4 - вмещающие осадочные и вулканогенные породы; 5 - кварц; 6 - каолинит; 7 - полевой шпат; 8 - гидрослюда; 9 - циркон; 10 - ильменит; 11 - монацит; 12 - вольфрамит; 13 - танталит-колумбит; 14 - касситерит; 15 - золото; 16 - кварц-полевошпатовый песок; 17 - кварцевый песок; 18 - кварцевый песок; 19 - кварцевый песок; 20 - кварцевый песок.

генно-осадочные отложения ( $C_2$ ,  $C_{2-3}$ ); 5 - габбро-диабазы ( $C_{2-3}$ ); 6-8 - субщелочные гранитоиды; 9-13 - коры выветривания; 14-17 - пески, глины, аргиллиты; 18-20 - границы, разломы [1]

Россыпь ильменита *Сатпаевская* образовалась за счет перемыва рудоносной КВ месторождения Караоткель. Представлена тремя аллювиальными (погребенными) россыпями олигоценового возраста [6]. Длина россыпи - порядка 7 км, ширина - от 100 до 650 м, мощность «песков» -  $4 \div 11$  м. Содержание ильменита -  $151 \text{ кг/м}^3$ . Россыпь по запасам ильменита (порядка 1800 тыс. т) имеет промышленное значение для Усть-Каменогорского титано-магниевого комбината.

Перспективы открытия новых месторождений ильменита (в КВ и россыпях) связываются с постановкой более детальных поисковых работ в пределах регионального Семипалатинско-Бурган-Бургинского пояса интрузивных массивов повышенной щелочности. Прогнозные ресурсы ильменита - более 2 млн т.

На известном рудопроявлении Дельбегетей процессы корообразования способствуют физической дезинтеграции и ослаблению вмещающих пород, содержащих ювелирные изумруды (в миароловых гнездах, зонах минерализации). Ограничены в распространении карстовый и каустобиолитовый генетические профили кор выветривания.

*Переотложенные* коры выветривания характеризуются собственными месторождениями бентонитовых, огнеупорных, керамических и других видов глин, минеральных пигментов (месторождения Семиярское, Жанасемей, Бакланий Мыс, Жанадаур, Киин-Кериш, Калмакпай и др.). Следует отметить, что освоение высококачественных бентонитов с возможностью многопрофильного их использования (бентопорошки, буровые растворы, нефтепереработка, захоронение радиоактивных отходов производства, добавки в строительные вяжущие материалы, формакопая, медицинские препараты, пищевые добавки и др.) только начинается.

*Наложенная гипергенная* группа представлена уникальными щелочными и щелочно-земельными бентонитовыми глинами Таганского месторождения, известного в Саурском районе. Месторождение детально разведано и в настоящее время эксплуатируется. Подобные месторождения бентонитов прогнозируются в Манракском и Алакольском районах. К инфильтрационным КВ данной группы относятся Масьяновское месторождение магнезитов, образованное по серпентинизированным гипербазитам Иртышской зоны смятия, и проявление редкоземельных элементов Басколь (Ce, Gd, Er, La, TR). Эти объекты еще слабо изучены.

Таким образом, месторождения золотоносных КВ Восточного Казахстана сейчас наиболее привлекательны для промышленного освоения вследствие их доступности с поверхности и возможности применения экономичных новейших технологий переработки минерального сырья.

Главная задача дальнейших исследований заключается в более детальном изучении вещественного состава продуктивных геохронологических уровней КВ в разрезе мезозой-кайнозойских отложений и постановке поисково-оценочных работ на конкретных перспективных участках.

#### Список литературы

1. Большой Алтай (геология и металлогения): В 3 кн. / Под ред. Г.Н. Щербы; Геологическое строение. - Кн.1. - 1998. - 304с.; Металлогения. - Кн. 2. - 2000. - 400 с.; Нерудные ископаемые. - Кн. 3. - 2003. - 304 с.

2. Дьячков В.А. Рудоносность сутурных зон Восточного Казахстана / В.А. Дьячков, Л.Н. Мочалкин, О.Н. Кузьмина // Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 37-40.
3. Киселев А.Л. Золотоносные коры выветривания Казахстана. – Алматы, 2000. – 113 с.
4. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд хрома, титана, ванадия, силикатного никеля и кобальта, бокситов. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1978. – 228 с.
5. Мысник А.М., Типы кор выветривания Восточного Казахстана: возрастные рубежи формирования, типы, полезные ископаемые /А.М. Мысник, О.И. Бочкова, М.М.Кравченко // Геология и охрана недр. – 2003. – № 4. – Алматы, 2003. – С. 30-37.
6. Селифонов С.Е. Новый тип месторождений титанового сырья в Восточном Казахстане /С.Е. Селифонов, С.А. Солтан, А.Н. Топоев, Н.И. Флоров // Минерально-сырьевые ресурсы Восточного Казахстана и их комплексное использование: Сб. трудов обл. науч.-практ. конф. – 1999. – 1-2 апреля. – Усть-Каменогорск, 1999. – С. 87-95.

Получено: 3.11.05

УДК 669.295(574.42)

**А.А. Курмангалиев**

АО «УКТМК», г. Усть-Каменогорск

#### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТИТАНО-МАГНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

В современных условиях обеспечение высокой степени развития титано-магниевого промышленности республики без проведения целенаправленных научных исследований невозможно. Научный поиск становится ключевым элементом в стратегии развития титано-магниевого промышленности Казахстана.

Титановая промышленность Республики Казахстан представлена единственным предприятием – Акционерным обществом «Усть-Каменогорский титано-магний комбинат», производство которого (в основном получение титановой губки) базируется до настоящего времени на привозном из-за границ Казахстана сырье. АО «УКТМК», в отличие от двух других такого рода комбинатов СНГ – на Украине (Запорожский – ЗТМК) и в России (Березниковский – БТМК) - только в 2001 году начал производство титанового шлака и, в основном, импортирует его из стран ближнего и дальнего зарубежья.

В прошлом веке минерально-сырьевая база титано-магниевого промышленности бывшего СССР была создана на Украине и в России. Все три действовавших в Союзе титано-магневых комбината: Запорожский - в Украине, Березниковский – на Урале и Усть-Каменогорский – в Казахстане, обеспечивались на полную производственную мощность за счет этих месторождений. После распада СССР и разрыва хозяйственных связей перед АО «УКТМК» встали сразу две проблемы – отсутствие собственных источников сырья и металлургических мощностей по переплавке титановых концентратов в титановый шлак.

Поскольку производство АО «УКТМК» ориентировалось полностью на привозное сырье с Украины и России, а выбор местоположения этого энергоемкого предприятия определялся, прежде всего, исходя из энергообеспеченности и в целом развитой инфраструктуры региона, вопросам создания собственной сырьевой базы титановой промышленности в Казахстане практически не уделялось внимания.

Сегодня в Казахстане разработаны три месторождения титано-циркониевых песков в Акмолинской, Актюбинской и Восточно-Казахстанской областях. В последние годы приоритет отдан Сатпаевскому месторождению в ВКО, как наиболее перспективному и близко расположенному к комбинату. Современное состояние минерально-сырьевой базы позволяет АО



«УКТМК» отказаться от импорта титанового сырья, запасы месторождений Шокаш, Обуховское и Сатпаевское должны обеспечить потребности комбината более чем на сто лет.

Исследование научных трудов характеризуется тем, что все титановые месторождения мира разделяются на три основные группы: магматогенные (рудные) – 25,3 %; экзогенные (россыпные) – 55,2 % и метаморфогенные – 19,5 % всех запасов диоксида титана.

На территории Казахстана промышленное значение имеет лишь вторая группа, из которой выделены два формационных типа: россыпей и кор выветривания. Россыпи представлены прибрежно-бассейновыми ильменит-рутил-цирконовыми среднего-верхнего эоцена и довольно широко распространены на территории западного и северного Казахстана. Месторождения крупные и средние по масштабам (более 1 млн тонн диоксида титана) известны в Актюбинской и Костанайской областях. При значительных масштабах подавляющее большинство месторождений характеризуется низким содержанием титановых минералов, и лишь единичные объекты, благодаря комплексности рудных песков (титан, цирконий, кварцевый песок и т. д.), и в настоящее время могут рентабельно обрабатываться (Шокаш, Обуховское).

Второй формационный тип представлен месторождениями кор химического выветривания кристаллических пород основного состава и аллювиальными россыпями, сформированными за счет этих месторождений. Представители этого типа - Караоткель, Бектемирское (Сатпаевское) - характеризуются практически мономинеральным составом рудной составляющей части песков (ильменит) и низким его содержанием. Отличительной особенностью этих месторождений является «чистота» ильменита, низкое содержание хромофоров (что ценно при производстве пигментов) и повышенное содержание скандия и ванадия.

Таким образом, Казахстан располагает минерально-сырьевой базой по титану, но возможность ее рентабельного использования в значительной степени будет зависеть от цены на ильменитовый концентрат и в связи с этим представляется совершенно необходимым реально подойти к оценке титанового сырья для комбината, ориентируясь на местное сырье, создавая благоприятные экономические условия для его освоения и использования.

#### Список литературы

1. Арынов Е.М. Конкурентоспособность национальной экономики Республики Казахстан (аналитический доклад) / Е.М. Арынов, Р.К. Жуламанов, Л.М. Музапарова, М.У. Спанов. - Алматы: КИСИ, 2004. - 32 с.
2. Битимбаев М.Ж. Формирование рациональной структуры промышленности и проблемы инвестиционного обеспечения (на материалах Республики Казахстан) / М.Ж. Битимбаев, А.К. Канатчикова. - Алматы: Гылым, 2004. - 202 с.
3. Горнопромышленная политика Японии и задачи, поставленные перед горной промышленностью Казахстана и требующие дальнейшего разрешения: Взгляд на нее со стороны Японии. - Алматы, 1995. - 71 с.
4. Музапарова Л.М. Горно-металлургический комплекс Казахстана: современное состояние и проблемы / Л.М. Музапарова, Р.К. Жуламанов. - Алматы: ИРК, 1999. - 69 с.

Получено: 20.12.05

---

УДК 669.295(574.42)

**А.А. Курмангалиев**

АО «УКТМК», г. Усть-Каменогорск

**ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ТИТАНО-МАГНИЕВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА**

Титан - один из наиболее распространенных элементов как по своему содержанию в земной коре, так и по количеству минералов. Известно более 200 минералов, в составе которых титан является главным компонентом, однако серьезное промышленное значение имеют лишь четыре - ильменит, рутил, анатаз, лейкоксен. Благодаря своим уникальным свойствам по прочности, легкости и коррозионностойкости титан используется в специфичных отраслях промышленности.

Основной областью применения титанового сырья (90-95 %) является производство пигментного диоксида титана, используемого лакокрасочной областью промышленно-сти в производстве бумаги и пластиков.

Вторым важным направлением использования титанового сырья является производство губчатого титана, по производству которого первое место в мире занимал бывший СССР. Значительную долю в производстве губчатого титана занимал Казахстан.

Основными потребителями титана являются авиакосмическая техника, судостроение, нефтехимическое и энергетическое машиностроение и металлургия, архитектура и строительство, производство товаров повседневного спроса и спортивных изделий.

Кроме титана, АО «Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат» производит то-варный магний, магний на комбинате применяется и в технологическом процессе, для получения губчатого титана из тетрахлорида титана.

В мировой практике применения магния можно выделить три основных направления:

- в производстве алюминиевых сплавов, в которые добавляют от 0,5 до 10% магния. Эти сплавы, содержащие Mg, отличаются высокой удельной прочностью, коррозионной стойкостью и хорошо обрабатываются резанием. На это направление расходуется при-мерно 55% магния. Большое количество сплавов алюминия, содержащих магний, расхо-дуется на изготовление тары для напитков и пищевых продуктов;

- приготовление сплавов конструкционного назначения на основе магния, содержание которого в таких сплавах - 90÷98%. Эти сплавы находят применение в аэрокосмической промышленности, военной продукции и автомобилестроении. На эти цели расходуется порядка 15-16% магния. Наиболее перспективным является применение магниевых спла-вов в автомобильной промышленности, где за счет этого можно существенно уменьшить вес машин и соответственно сократить удельный расход горючего;

- использование магния в качестве химического реагента в черной и цветной метал-лургии для восстановления бериллия, титана, урана и других металлов, в химии, а также в качестве расходных анодов для катодной защиты от коррозии стальных конструкций, подземных трубопроводов и резервуаров.

Комбинат располагает резервными мощностями для получения четыреххлористого ти-тана, позволяющими производить до 40 тыс.т в год пигментной двуокиси титана.

Это направление является новым для комбината и предполагается, что оно должно быть организовано не по сульфатной схеме, освоенной в СНГ, но экономически вредной, а по хлоридному способу, широко применяемому в дальнем зарубежье.

Вопросам качества на комбинате всегда придавалось приоритетное значение. Ещё в 1985 году комбинат одним из первых в стране внедрил Комплексную систему повышения эффек-

тивности производства и качества работы. С 1992 г. проводилась сертификация качества губчатого титана потребителями. Первый этап сертификации - для коммерческого использования - был проведен зарубежными фирмами в 1992-1995 годах. Начиная с 1995 г. проводится сертификация высших марок титана для использования в аэрокосмической отрасли.

Параллельно шла работа по внедрению системы менеджмента качества, соответствующей международным стандартам. В 2000 г. комбинат стал одним из первых предприятий в Республике Казахстан, сертифицировавших систему управления качеством на соответствие стандарту ISO 9002. Продолжая работу по совершенствованию системы качества, в 2002 г. комбинат сертифицировал ее на соответствие американскому аэрокосмическому стандарту AS 9100. В 2003 г. подтверждено соответствие системы менеджмента качества требованиям новых версий стандартов AS 9100:2001 и ISO 9001:2000.

В 2003 г. достижения АО «УКТМК» в области качества были оценены местной государственной властью: комбинат стал победителем областного конкурса на соискание премии «За достижения в области качества».

В 2004 году в рамках дальнейшего совершенствования системы менеджмента АО «УКТМК» одним из первых в республике сертифицировал систему экологического менеджмента и менеджмента промышленной безопасности и здоровья на соответствие международному стандарту ISO 14001 и спецификации OHSAS 18001.

Совершенствование существующих технологических процессов и технологической аппаратуры, развитие новых технологий с получением продукции, отвечающей международным стандартам, позволяет АО «УКТМК» сохранить и расширить позиции на мировых рынках.

#### Список литературы

1. Битимбаев М.Ж. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан (обзор, проблемы и перспективы) // Минеральные ресурсы Казахстана. - 1995. - № 1. - с. 24-27.
2. Даукеев С.Ж. Анализ и прогноз развития минерально-сырьевого комплекса Республики Казахстан // Минеральные ресурсы Казахстана. - 1994. - № 2. - с.3-8.
3. Exchange Rate Policies in Developing and Post-Socialist Countries / Ed. by Emilia Maria Ciaassen. - San Francisco, 1991. - 443 p.
4. Kaser M., Mehrotra S. The Central Asian Economies After Independence // Post-Soviet Business Forum. - London.

Получено: 20.12.05

---

УДК 553. 411. (574)

**М.С. Рафаилович, С.С. Айтбаева**  
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

#### ВЕРТИКАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ШТОКВЕРКОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

Золотоносные штокверки – высокорентабельный морфологический тип рудных концентраций. Наблюдаемый в мире стремительный рост инвестиционной и коммерческой привлекательности штокверковых месторождений золота (ШМЗ) обусловлен повсеместным применением новейших технологий переработки минерального сырья (автоклавное окисление, биометоды, кучное и чановое выщелачивание и др.), позволяющих эффективно обогащать крупнообъемные рудные залежи различного качества, включая «упорные»

руды с низкими и предельно низкими концентрациями золота. Золотоносные штокверки развиваются в различных горных породах. Наибольший практический интерес представляют компактные изометричные, трубообразные, линейные или неправильной формы крупные штокверки сечением до сотен метров, локализованные в интрузивных породах (Intrusive Related Deposits) и массивах вторичных кварцитов (Secondary Quartzite Massifs).

На ранних стадиях геологоразведочных работ одним из важнейших параметров оценки ШМЗ (уровень эрозионного среза, вертикальный размах, ресурсы) является вертикальная геохимическая зональность (ВГЗ). Рассмотрим ВГЗ штокверковых месторождений на примере глубинного (мезоабиссального) и малоглубинного (гипабиссального, близповерхностного) подтипов руд, которые контрастно отличаются друг от друга особенностями магматизма, метасоматитами, продуктивными ассоциациями и ВГЗ [4].

Специфическая черта ШМЗ мезоабиссального подтипа – тесный парагенезис с крупными куполовидными сложнодифференцированными интрузивными массивами (габбро-диориты, диориты, гранодиориты, граносиениты, сиениты, граниты) и пронизывающими их дайками переменного состава. Золотоносные сульфидно-кварцевые штокверки локализованы в центральных и эндоконтактных зонах интрузий, приурочены к контракционным трещинам, полостям отрыва, скрытым эксплозивным брекчиям. Продуктивными в них являются ранние высоко- и среднетемпературные золото-редкометаллическая и золото-мышьяковая геохимические ассоциации. Полиметаллическая ассоциация (Zn, Pb, Ag, Sb), развитая на верхних горизонтах месторождений, характеризуется невысокой контрастностью содержаний.

Эталоном мезоабиссального подтипа является гигантский золото-сульфидно-кварцевый штокверк *Васильковского месторождения в Северном Казахстане*. Он локализован в крупном интрузиве габбро-диоритов, диоритов, гранодиоритов и гранитов позднеордовикского возраста, залегающем в консолидированных метаморфических сланцах и амфиболитах протерозоя. Штокверк приурочен к контакту габбро-диоритов с роговообманково-биотитовыми гранодиоритами. Размер штокверка на поверхности – первые сотни метров, вертикальная протяженность до 1,5 км. Среднее содержание золота составляет 3-5 г/т. Штокверк состоит из серии золотоносных струй, склоняющихся под углами 35-40° в юго-западном направлении.

Модели метасоматической и геохимической зональности Васильковского месторождения показаны на рис. 1. Модели включают четыре индикаторные зоны: фронтальную А, прифронтальную Б, промежуточную В и тыловую Г.

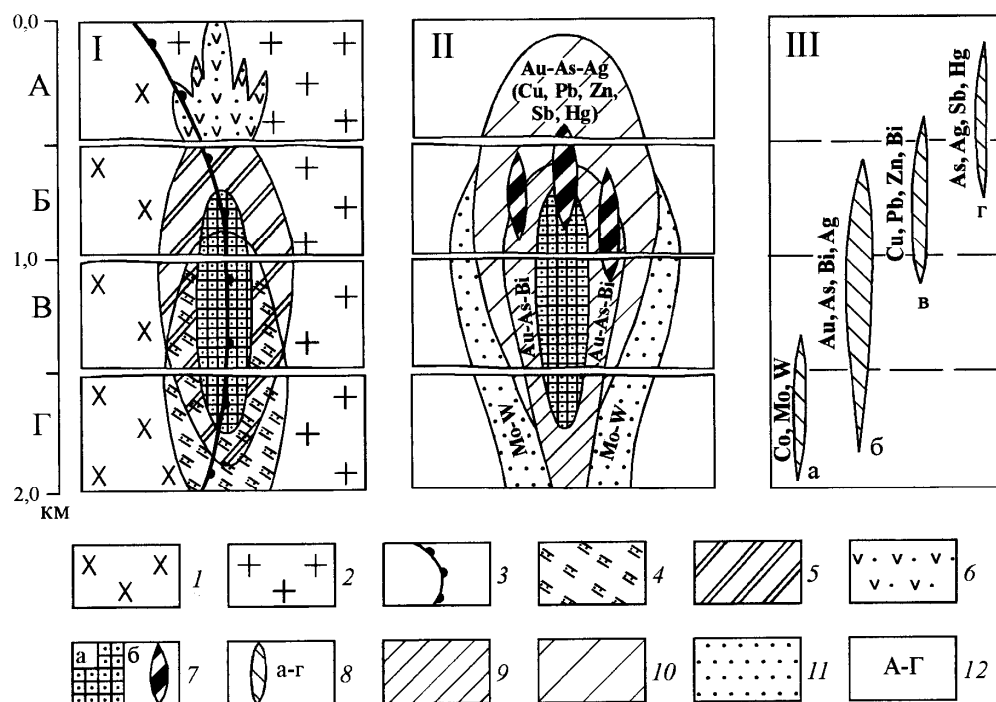


Рис. 1. Модели метасоматической (I) и геохимической (II, III) зональностей штоковеркового месторождения золота Васильковское (составлены с использованием материалов А.А. Шиганова, Ю.И. Четверткова, В.Б. Чекваидзе, В.М. Абишева): 1 – габбро-диориты; 2 – гранодиориты; 3 – контакт габбро-диоритов и гранодиоритов; 4-6 – гидротермалиты: 4 – высокотемпературные калишпатиты, 5 – березиты, 6 – хлорит-альбитовые метасоматиты; 7 – рудные залежи: а – Au-As-Bi штоковеркового типа, б – золото-кварц-полиметаллического жильного типа; 8 – геохимические ассоциации: а – нижнерудная, б – основная золотопродуктивная (развита в зонах Б, В, Г); в – преимущественно верхнерудная полиметаллическая, г – надрудно-верхнерудная; 9-11 – геохимические зоны: 9 – Au-As-Bi, 10 – Au-As-Ag (с Pb, Zn, Cu, Sb, Hg), 11 – Mo-W; 12 – фациальные зоны: А – фронтальная, Б – прифронтальная, В – промежуточная, Г – тыловая

В породах Васильковского месторождения развиты разнообразные гидротермальные изменения: калишпатизация, березитизация, окварцевание, альбитизация, хлоритизация и др. Ярко выражена полиэтапная калишпатизация с несколькими разновидностями метасоматического микроклина: дорудным (метакристаллы в интрузивных породах, полевошпатовые линзы и жилы в пологих прототектонических трещинах), синрудным (оторочки на контакте с золотоносными кварц-сульфидными жилами) и пострудным (кварц-полевошпатовые прожилки, секущие штоковерковое оруденение). Микроклин имеет красный, розовато-серый и серый цвета; преобладают таблитчатые порфиобласты размером первые см (до 45-70 % объема пород).

Калишпатизация широко проявлена в зонах В и Г и локально в зоне Б. С калишпатитовыми изменениями ассоциирует вкрапленная золото-висмут-пирит-арсенопирит-кварцевая минерализация. Березиты (кварц, серицит, мусковит, карбонат, пирит, арсенопирит) размещаются выше калишпатитов (в зонах Б и В, частично в зоне А); березитовый ореол в несколько раз превышает размеры рудного штоковерка. В березитах совмещены

две минеральные ассоциации: ранняя вкрапленная золото-пирит-арсенопирит-кварцевая и поздняя жильно-прожилковая золото-полиметаллическая (самородное золото, блеклая руда, теллуриды, галенит, тетрадимит). Максимально продуктивное золотое оруденение локализовано в участках перекрытия березитов и калишпатитов (зона В). Хлорит-альбитовые метасоматиты (зона А) развиваются по восстанию рудоносных структур на сотни метров.

Широко распространенные жильные минералы (кварц, карбонат, турмалин, серицит, флюорит) образуют сложные взаимоотношения с рудно-метасоматическими телами. Калишпатизации, березитизации и образованию золотого оруденения предшествовали ранние маломощные кварц-турмалиновые и кварц-пиритовые жилки: первые развиты в стволовой зоне (Б+В), вторые образуют ореол, далеко выходящий за пределы рудного штокверка. Кулисообразные, субпараллельные, взаимопересекающиеся жилы и прожилки рудной стадии (для них характерен мелкозернистый темно-серый кварц с сульфидами и самородным золотом) слагают основу штокверка. Пострудные образования представлены кальцит-кварц-серицитовой, флюорит-карбонатной, кварц-турмалиновой и карбонат-эпидот-пренитовой ассоциациями. Жилы, прожилки и гнезда кальцит-кварц-серицитового и флюорит-карбонатного состава распространены на средних и верхних горизонтах; кварц-турмалиновая ассоциация расположена в самой верхней части месторождения; карбонат-эпидот-пренитовая ассоциация обрамляет золотоносный штокверк.

Для рудной стадии характерны следующие парагенетические минеральные ассоциации: ранняя пирит-пирротин-марказит-кварцевая; собственно рудные золото-пирит-арсенопирит-кварцевая (с пирротином, леллингитом, халькопиритом), золото-висмут-пирит-арсенопирит-кварцевая (с молибденитом, кубанитом, самородным висмутом, висмутином, тетрадимитом, смешанной блеклой рудой) и золото-полиметаллическая (с халькопиритом, сфалеритом, галенитом, теннантитом); поздняя кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовая. Пирит и арсенопирит (95-98 %) развиты во всех ассоциациях, но в основном концентрируются в золотоносных кварцевых жилах и прожилках. Пирит образует просечки, агрегативные скопления, кубические и кубооктаэдрические кристаллы, содержащие тонкие выделения самородного золота и висмутина. Арсенопирит слагает жилки, розетчатые и гребенчатые образования, линзо- и гнездообразные скопления, неравномерную вкрапленность в кварце и гидротермально измененных породах. Формы выделений арсенопирита – зерна, игольчатые, короткопризматические и псевдобипирамидальные кристаллы размером от тысячных долей мм до 2-4 мм. Арсенопириты содержат Au (до сотен г/т), Ag (5-50 г/т), Bi (до 100-300 г/т), Pt (0,3-0,5 г/т), Cu, Pb, Zn, Co (до 0,01-0,1 %), Mo (до 20-50 г/т). Арсенопириты верхних горизонтов обогащены Sb, Ag, Cu, арсенопириты средних и глубоких горизонтов – Zn, Mo, Bi, Co, Ni. Наиболее высокие концентрации Au и сопутствующих элементов характерны для мелкозернистых разновидностей арсенопиритов.

Основная масса золота связана с пирит-арсенопирит-кварцевой и висмутин-пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциациями. Преобладают две генерации: заключенная в арсенопирите и свободная в кварце. Золото мелкое (десятые доли микрона – 0,12 мм), образует округлые, каплевидные, амёбообразные, комковидные и неправильные выделения, ромбододекаэдрические кристаллы и их сростки. Проба золота 840-950.

Минеральная зональность проявлена на уровне парагенетических ассоциаций и отдельных минералов. Пирит-пирротин-марказит-кварцевая ассоциация развита преимуще-

ственно на средних и глубоких горизонтах (зоны В и Г); золото-пирит-арсенопирит-кварцевая и золото-висмутин-пирит-арсенопирит-кварцевая выполняют стволую зону (Б и В); золото-полиметаллическая и кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовая тяготеют к верхним горизонтам (Б и А). Арсенопиритовая минерализация распределена следующим образом: внешнюю кайму образует вкрапленный тип, промежуточную полосу – прожилково-вкрапленный, внутреннее ядро – прожилковый. Максимально широкий ореол образуют пириты различных генераций. Во вмещающих интрузивных породах в сочетании с дорудным кварцем фиксируется ранний агрегативный пирит. В периферийной зоне рудоносного штокверка, а также на контакте с золотоносными кварцевыми жилами развиты жилки и вкрапления более позднего пирита, ассоциирующего с марказитом, пирротинном, халькопиритом. В золотоносных жилах и прожилках проявлен пирит рудной стадии (вкрапления, гнезда, монокристаллы в ассоциации с арсенопиритом, висмутовыми минералами, блеклыми рудами). Вертикальная минеральная зональность представлена последовательностью (снизу вверх): пирротин, марказит → висмутин → арсенопирит → полиметаллические сульфиды → антимонит. Зональность блеклых руд: смешанная блеклая руда → теннантит → тетраэдрит. На глубину возрастают пробность самородного золота (до 900-950) и размерность его выделений (до 0,1-0,12 мм).

Главные элементы-индикаторы месторождения – Au, As, Bi (контрастность сотнями тысяч кларков), менее контрастными являются Sb, Ag, Cu, W, Pb, Hg (единицы – первые десятки кларков), слабоконтрастными – Zn, Mo, Ni, Co, Cr, Mn (единицы кларков). Золото – сквозной элемент с полимодальным распределением концентраций; средние содержания его, по [2], равны (г/т): в околорудных породах – 0,37; в рудных зонах – 1,0; в рудных телах – 3,7; в рудных столбах – более 10. Содержание As от 0,0п до 8,5 %, составляет во вкрапленных рудах 0,01÷0,1 %, прожилково-вкрапленных – 0,3÷1,0 %, прожилковых – 0,5-2,0 % и выше. Висмут тесно связан с пирит-арсенопиритовой минерализацией. Во вкрапленных и прожилково-вкрапленных рудах содержание Bi – 5÷10 г/т, в прожилковых – 10÷50 г/т, в рудных столбах – до 100÷1500 г/т. Золото образует тесные корреляционные связи с элементами рудной стадии – Bi, As, Ag, Pb, Cu. Эндогенные геохимические ореолы размещены зонально. Ореолы Bi ограничивают рудные тела и рудные столбы. Внешняя граница ореолов Ag, Pb и Cu от рудных залежей удалена на первые метры–десятки метров. Максимальными параметрами характеризуются ореолы Au и As [2]. Mo, W, Ni, Co в большей степени характерны для средних и нижних горизонтов, Cu, Sb и Hg – для верхних.

Осевое положение в геохимической модели занимает рудоносное Au-As-Bi ядро (Б, В и частично Г), которое на средних и нижних горизонтах облекается Mo-W зоной (В, Г), на средних и верхних (В, Б и А) – Au-As-Ag зоной (с Cu, Pb, Zn, Sb, Hg) (рис. 1). Обобщенный ряд ВГЗ: W – Co – Mo – Pb – Au, Bi – Sb – As, Ag – Cu – Hg [7]. Основу этого ряда образуют четыре геохимические ассоциации: нижнерудная Co-Mo-W, основная продуктивная Au-Bi-As-Ag (развита в зонах Б, В, Г), верхнерудная полиметаллическая Cu-Pb-Zn-Bi (зона Б) и надрудно-верхнерудная As-Ag-Sb-Hg (А, Б).

Золотоносный штокверк *Секисовского месторождения (Восточный Казахстан)* контролируется штоками и дайками плагиогранитов, альбитофинов, фельзитов и трубообразным телом эксплозивных брекчий, рвущими крупный интрузив диорит-габбро-диоритов каменноугольного возраста (рис. 2). Брекчии представлены березитизированными, окварцованными и карбонатизированными обломками магматических пород сред-

него и кислого состава, сцементированными кварцем, кальцитом и пиритом. Руды сложены ранней золото-редкометалльной ( $Au_1$ , кварц, магнетит, пирротин, шеелит, висмутин, айкинит, молибденит, халькопирит, теннантит) и поздней золото-серебро-полиметаллической ( $Au_2$ , самородное серебро, кварц, халькопирит, галенит, сфалерит, гриноцит, блеклые руды) минеральными ассоциациями. Формирование первой ассоциации связано с брекчированием и березитизацией магматических пород, второй – с внедрением и кристаллизацией в брекчированных породах поздних даек кварцевых альбитофиров и фельзитов. Наибольшим распространением пользуется первая ассоциация.

Главные индикаторы месторождения – Au, Bi и Ag, сопутствующие – W, Mo, Cu, Co, Pb и Zn. ВГЗ руд и эндогенных ореолов: W, Mo – Bi, Au – Ag – Cu – Zn, Pb. Информативным рудным минералом является пирит, концентрирующий Au и Ag (от 0,5 до 2000 г/т), Bi (3-100 г/т), Cu (до 0,1 %), Pb (0,02-0,1 %), Zn (до 0,3 %), As (до 0,15 %) и другие элементы. Выделяются пириты с низким (менее 30 г/т), средним (30-300 г/т) и высоким (более 300 г/т) содержанием золота. Первые в брекчиях развиты повсеместно, вторые фиксируют местоположения рудных тел с рядовыми содержаниями благородного металла, третьи встречаются в рудных столбах.

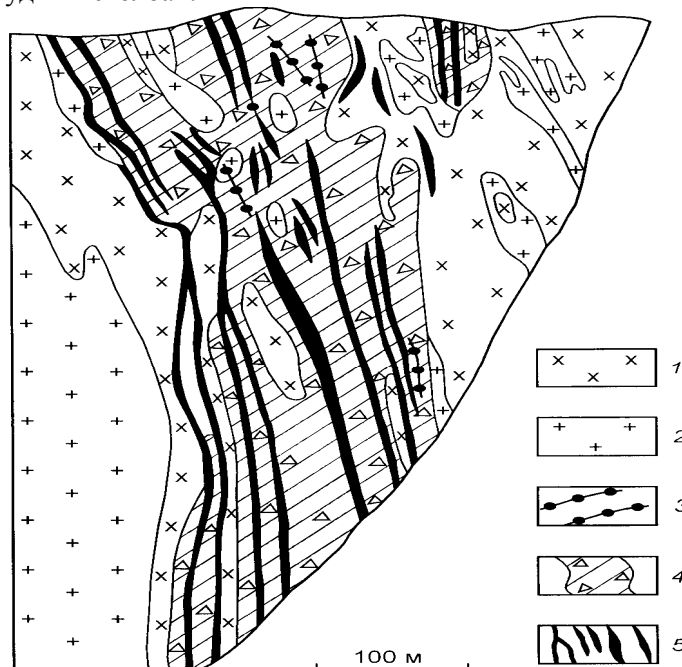


Рис. 2. Геологический разрез через штокверковое месторождение золота Секисовское [3]: 1 – габбро-диориты, диориты; 2 – граниты, плагиограниты, гранит-, плагиогранит-порфиры; 3 – дайки кислого состава; 4 – тело взрывных минерализованных брекчий; 5 – золотоносные струи

В вертикальном разрезе золотоносных брекчий, от нижних к верхним горизонтам, отмечается смена кристаллов пирита (кубы, октаэды, кубооктаэды, кубооктаэдр+пентагондодекаэды) с выраженной зональностью примесей: Mo – Au, Ag – Bi, Pb, As – Cu, Zn. Отношение Zn/Mo в дисульфидах железа снизу вверх увеличивается от 15 до 3000, Cu/Mo от 15 до 1000. Примесями максимально обогащены комбинированные



кристаллы верхних горизонтов, с глубиной геохимическая «нагрузка» пиритов снижается на один-два порядка. Зональность примесей в пиритах коррелирует с ВГЗ руд и эндогенных ореолов и зональностью минеральных ассоциаций (молибденит – самородное золото, висмутин, айкинит – халькопирит, блеклая руда – сфалерит, галенит) [4].

Золотоносные жильно-прожилковые штокверки крупного месторождения *Зармитан в Узбекистане* локализованы в эндоконтакте массива граносиенитов каменноугольного возраста. Штокверки содержат дорудную альбит-хлоритовую, первую продуктивную золото-редкометалльную ( $Au_1$  комковидной и изометричной форм, кварц, калишпат, шеелит, мальдонит, хедлейит), вторую продуктивную золото-пирит-арсенопиритовую (золото тонкодисперсное, сконцентрировано в сульфидах), полисульфидную (кварц, сфалерит, галенит, блеклая руда, буланжерит, джемсонит, теллуриды), антимонитовую (кварц, кальцит, антимонит) и пострудную кварц-кальцит-хлоритовую ассоциации. Наиболее продуктивная золото-редкометалльная ассоциация ( $Au$ ,  $W$ ,  $Bi$ ) проявлена на глубоких горизонтах месторождения. В прифронтальной и фронтальной зонах развиты поздние ассоциации с  $Pb$ ,  $Ag$ ,  $As$ ,  $Sb$  (рис. 3). Ряд ВГЗ эндогенных ореолов:  $W_1 - W_2$ ,  $Bi_1$ ,  $Au_1 - As$ ,  $Mo, Co$ ,  $Au_2 - Zn$ ,  $Ni$ ,  $Pb$ ,  $Bi_2$ ,  $Ag_1$ ,  $Sb_1 - Sb_2$ ,  $Ag_2$ ,  $Hg$ ? [1] (рис. 3).

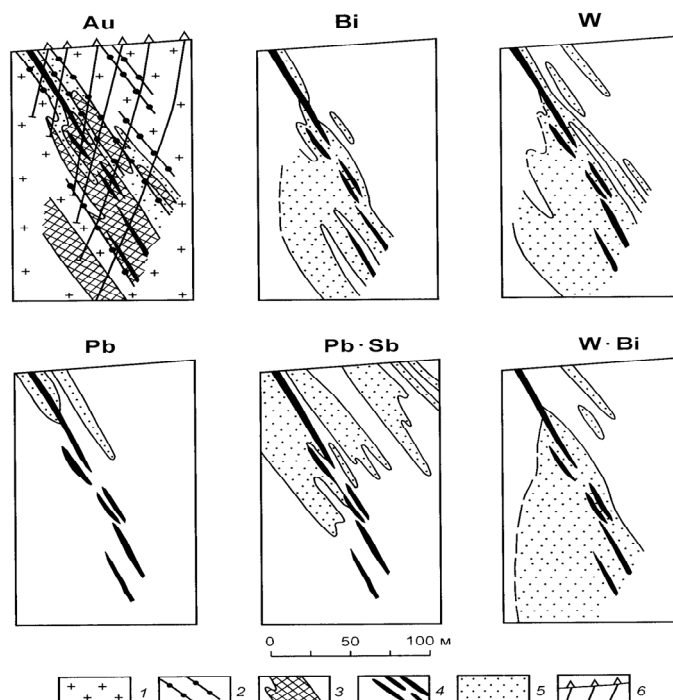


Рис. 3. Эндогенные геохимические ореолы и мультипликативные геохимические показатели в разрезе золото-сульфидно-кварцевого месторождения Зармитан в Узбекистане [1]: 1 – граносиениты; 2 – дайки гранодиорит-порфиров; 3 – золотоносные штокверковые зоны; 4 – золотоносные кварцевые жилы; 5 – геохимические ореолы и поля мультипликативных геохимических показателей; 6 – скважины

Характерным примером гипабиссальных (малоглубинных) ШМЗ является месторождение *Юбилейное в Западном Казахстане*. Золотоносный штокверк наложен на трубообразное тело плагιοгранит-порфиров позднепалеозойского возраста, рвущее толщу диабазовых порфиров, диабазов и спилитов силура (рис. 4). Вмещающие породы альбитит-

зированы, серицитизированы и окварцованы. Штокверковое оруденение представлено многочисленными сближенными золотоносными кварцевыми, кварц-эпидотовыми, кварц-гематит-магнетитовыми и кварц-сульфидными жилами и прожилками, образующими в местах максимального сгущения «сливные» кварцевые тела с реликтами вмещающих пород. Рудные минералы – самородное золото, гематит, магнетит, пирит, молибденит, шеелит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, борнит, галенит, антимонит и киноварь (Б.М. Руденко). Минеральные ассоциации гидротермального этапа: дорудная кварцевая; прерудная кварц-магнетитовая; рудные кварц-пирит-арсенопиритовая и карбонат-халькопирит-сфалерит-галенитовая; позднерудные антимонитовая и кальцит-пиритовая; пострудная эпидотовая.

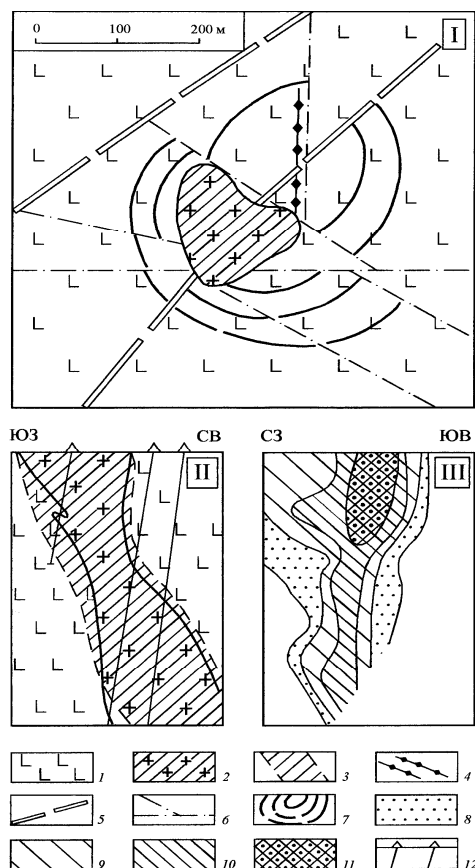


Рис. 4. Геологическая схема (I), разрез (II) и распределение показателя геохимической зональности  $(Au \cdot Cu \cdot Sb)/(Bi \cdot Zn \cdot Co)$  в плоскости рудоносного штокверка (III) золото-сульфидно-кварцевого месторождения Юбилейное в Западной Казахстане (по материалам В.Т. Парфенова, И. Акиншина, А.А. Шиганова): 1 – диабазы, базальты, спилиты (S); 2 – золотоносный шток гранодиорит-порфиров в плане, 3 – контур золотоносного штокверка в разрезе; 4 – дайки диоритов; 5-6 – разрывы: 5 – крупные, 6 – мелкие; 7 – фрагмент кольцевой структуры; 8-11 – значения показателя геохимической зональности: 8 – 3-9; 9 – 10-29; 10 – 30-100; 11 – более 100; 12 – скважины

Главные индикаторы оруденения – Au и Cu, сопутствующие – Sb, Pb, Bi, Zn, As, W, Mo, Co. Распределение элементов в ряду ВГЗ: W – Co – Mo – Zn – Bi – As – Cu – Pb – Ag – Sb – Au [4, 7]. Для рудоносного штокверка характерна симметричная зональность: от

центра к периферии и сверху вниз увеличивается контрастность Zn-Bi-Co ассоциации и снижается относительная роль Au, Cu и Sb.

Близповерхностное эпитермальное золото-серебряное месторождение *Ашиктас (Центральный Казахстан)* расположено в юго-западной части краевого Девонского вулканоплутонического пояса. Рудная зона представлена линейным штокверком жильного, жильно-прожилкового и метасоматического окварцевания, приуроченным к контакту грубо- и мелкообломочных туфов риолито-дацитов среднего девона. Падение рудоносного штокверка крутое ( $75-85^\circ$ ) на север, северо-запад. Штокверк контролируется дайкообразными телами фельзитов и фельзит-порфиоров субширотного направления.

Руды месторождения включают несколько генераций самородного золота, пирита, арсенопирита; широкий спектр медьсодержащих (халькопирит, халькозин, борнит, теннантит, ковеллин, самородная медь, айкинит) и серебросодержащих (самородное серебро, акантит, сульфосоли серебра, петцит, штернбергит) соединений; редкометалльную минерализацию (шеелит, молибденит, касситерит). Выделяются следующие минеральные ассоциации (от ранних к поздним): пирит-марказитовая, кварц-шеелитовая, кварц-касситеритовая, пирит-молибденит-халькопиритовая, пирит-халькопирит-халькозиновая (с акантитом, борнитом, ковеллином, теннантитом), золото-арсенопирит-пиритовая, золото-кварц-сфалерит-галенитовая, золото-пирит-блеклорудно-теллуридная, сульфосолю-но-теллуридно-серебряная (айкинит, самородное серебро, акантит, штернбергит, нагиагит, петцит, сульфосоли серебра). Количество сульфидов 1-3 %, редко более.

Самородное золото трех генераций. Тонкое, пылевидное, овальное, капельное, амёбообразное субмикроскопическое раннее золото I сконцентрировано в арсенопирите и пирите. Интерстициальные, скорлуповато-натечные, субкристаллические, прожилковые выделения самородного золота II связаны с кварц-полиметаллической ассоциацией. Размеры выделений золота II от сотых долей мм до 1-3 мм, пробность 795-821. Позднее золото III (микроинтерстициальные выделения, сростки, каймы) отмечается в кварце в тесной ассоциации с теллуридами (М.С. Рафаилович, М.М. Старова).

Руды и эндогенные ореолы имеют сложный элементный состав. Наряду с элементами, обычными для близповерхностных месторождений (Au, Ag, Pb, Ba, Sb, As, Bi, Cu), здесь отмечаются W до  $0,8 \div 1,0$  %, Be -  $5 \div 15$  г/т, Mo -  $3 \div 100$  г/т, Sn - до 20 г/т.

В плане золотоносный штокверк трассируется полосой компактно сконцентрированных геохимических ореолов длиной более 1,5 км и суммарной шириной не менее 100-150 м. Ширина ореола золота по изолинии 0,1 г/т до 50-100 м. Ширина ореолов сопутствующих элементов (м): Ag (по изолинии 1 г/т) 120-150, As (0,03 %) 50-120, Pb (0,01 %) 50-100, Cu (0,01 %) 50-150, Bi (1 г/т) 100-150. Ореолы Sb (0,001-0,01 %), Ba (0,1-1,0 %), Mo (3-10 г/т), W (0,001-0,01 %), Zn (0,02-0,1 %) фиксируют зону с перерывами. Золото в рудах и эндогенных ореолах тесно коррелирует с серебром. Золото-серебряное отношение от 4:1 до 1:10.

В разрезе через штокверковую зону элементы распределены в виде полос и струй (рис. 5). Приповерхностная часть штокверка обогащена Ag, As, Sb и Bi, породы висячего бока – Ba, Pb, Sb, породы лежачего бока – Co, Ag, Cu. Осевая зональность: Cu, Co, Ni, W – Mo, Bi, Au – As, Ag, Sb. Зональность ореолов от лежачего бока к висячему: Cu, Co, Ag – W, Bi, As, Sb, Au – Ba, Pb, Sb. Четыре индикатора – Ag, Ba, Pb и Sb – концентрируются на верхнем горизонте со смещением геохимических ореолов в сторону висячего бока рудной зоны. Мультипликативный показатель Ag-Pb-Ba-Sb рекомендуется для локализации

новых рудных штоков и прогноза их склонения.

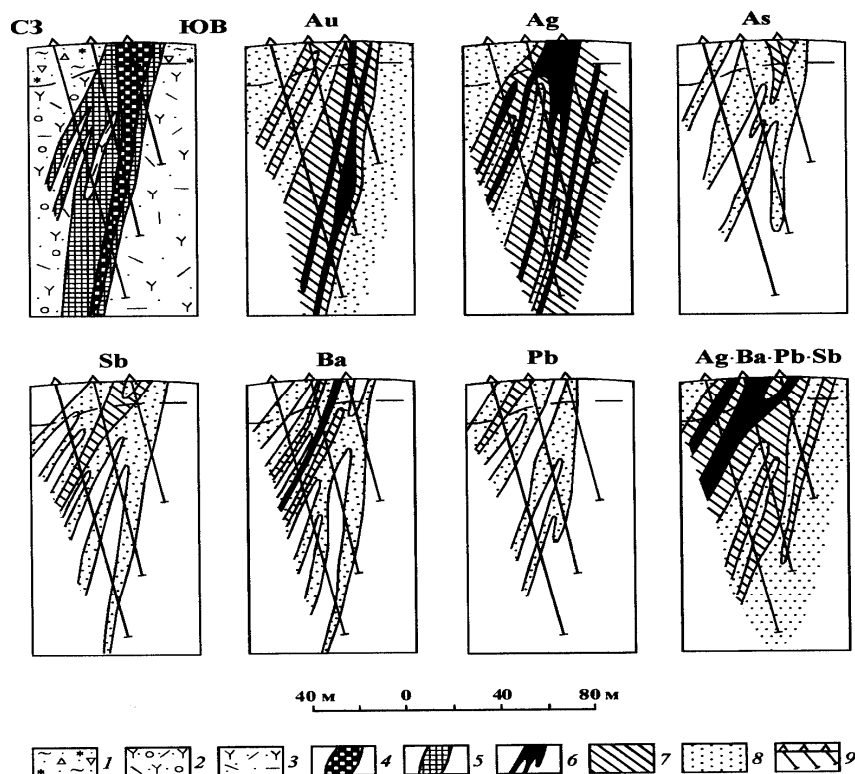


Рис. 5. Эндогенные геохимические ореолы и распределение комплексного показателя  $\text{Ag} \cdot \text{Ba} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Sb}$  в разрезе эпitherмального месторождения Ашиктас: 1 – глинисто-щебнистая кора выветривания; пропилитизированные туфы риолито-дацитов: 2 – грубообломочные; 3 – мелкообломочные; 4-5 – золотоносные метасоматиты: 4 – монакварциты, 5 – кварц-серицитовые породы; 6-8 – содержания химических элементов (Au, Ag в г/т, As, Sb, Ba, Pb в %) и значения показателя  $\text{Ag} \cdot \text{Ba} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Sb}$  (в усл. ед.): 6 – Au 5,0 и более, Ag 10,0-30,0, Ba 1,0-3,0,  $\text{Ag} \cdot \text{Ba} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Sb}$  более 100, 7 – Au 1,0-4,9, Ag 5,0-9,9, As 0,03-0,1, Sb 0,006-0,02, Ba 0,3-0,9, Pb 0,01-0,03,  $\text{Ag} \cdot \text{Ba} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Sb}$  10-100, 8 – Au 0,1-0,9, Ag 1,0-4,9, As 0,01-0,025, Sb 0,002-0,005, Ba 0,1-0,25, Pb 0,003-0,009,  $\text{Ag} \cdot \text{Ba} \cdot \text{Pb} \cdot \text{Sb}$  менее 10; 9 – скважины

ВГЗ золото-сульфидно-кварцевых штоков определяется глубиной формирования и геохимической специализацией рудно-магматических систем, что важно учитывать при их поисках и оценке. Для мезоабиссальных месторождений типа Васильковское, Секи-совское и Зармитан, локализованных в центральных и эндоконтактовых зонах крупных сложнодифференцированных плутонов (от габбро-диоритов до гранитов и сиенитов), свойственны: калишпатизация и березитизация вмещающих пород, золото-редкометалльная ( $\text{Au}_1$ , Bi, W, Mo) и золото-мышьяковая ( $\text{Au}_2$ ,  $\text{As}_1$ ) продуктивные ассоциации, широкий спектр «верхнерудных» и «надрудных» компонентов (Hg, Ba, Ag, Sb, Cu, Pb, Zn и др.), ограниченное число индикаторов тыловой зоны (Ni, Co, Mo, W), увеличение концентраций золота от верхних горизонтов к средним и глубоким.

Отличительными признаками гипабиссальных и близповерхностных золото-

сульфидно-кварцевых ШМЗ (юбилейный и ашиктасский типы), находящихся в парагенетической связи с самостоятельными малыми интрузиями и комплексами даек кислого и пестрого состава, являются: средне-низкотемпературный метасоматоз (вторичные кварциты, альбититы, серицитолиты), ведущая роль золото-серебро-полиметаллической ассоциации (Au, Ag, Pb, Sb, As), большое число индикаторов нижнерудных и подрудных сечений (Ni, Co, W, Mo, Zn, Bi), ограниченное количество элементов прифронтальной и фронтальной зон (Sb, Ba, Ag), верхнерудная позиция золота в рядах ВГЗ.

Список литературы

1. Бертман Э.Б. Золоторудные формации жильных месторождений. – Ташкент, 1990. – 168 с.
2. Золоторудные месторождения СССР. Геология золоторудных месторождений Казахстана и Средней Азии. – Т. 2. – М., 1986. – 287 с.
3. Месторождение Секисовское // Месторождения золота Казахстана: Справочник. – Алматы, 1996. – С. 118-120.
4. Рафаилович М.С. Модели вертикальной геохимической зональности месторождений золота и их использование при поисковых работах: Уч.-метод. Пособие /ВКГТУ. – Усть-Каменогорск, 2002. – 166 с.
5. Рафаилович М.С., Федоренко О.А., Старова М.М. Крупные месторождения золота Казахстана: метасоматическая, минеральная и геохимические зональности // Руды и металлы. – 2001. – № 3. – С. 5-14.
6. Рафаилович М.С., Старова М.М., Максимов Н.А. и др. Ашиктасский тип вулканогенных золото-серебряных месторождений в Казахстане // Руды и металлы. – 2005. – № 3. – С. 15-22.
7. Шиганов А.А. Геохимические поисково-оценочные критерии золоторудных месторождений Казахстана (метод. рекомендации). – М., 1985. – 122 с.

Получено: 27.10.05.

ПО СТРАНИЦАМ



## **ХОЛОДНАЯ СВАРКА**

Когда речь идет о таком технологическом процессе, как сварка, непременно возникает ассоциация с очень высокими температурами. Действительно, большинство способов сварки связано с нагревом и плавлением материалов. Однако случается, что нужно сварить детали и при этом избежать значительного повышения температуры.

Если вместо нагрева использовать ультразвук, то можно сваривать, например, термопластические полимеры при температуре немного выше комнатной.

Молодые специалисты Бийского технологического института создали целое семейство ультразвуковых сварочных аппаратов, которые могут найти применение в пищевой промышленности и медицине. Один из таких сварочных аппаратов предназначен для заварки трубок, через которые заполняют кровью или ее компонентами специальные пластиковые контейнеры на станциях переливания крови. Рабочий инструмент сварочного аппарата – клещи, губки которых колеблются с высокой частотой. Достаточно пережать трубку на 4 секунды, чтобы получить герметичный сварочный шов высокой прочности. Процессу не мешают даже капли жидкости на стенках трубки, которые не дают получить качественный шов при термической сварке.

«Наука и жизнь» № 8, 2005