

вании принудительного поддува воздуха в горн, так как при отсутствии поддува не удастся достигнуть температуры, необходимой для образования жидкого железосиликатного шлака и крицы.

2. Восстановление зерен железа происходит при достаточно низких температурах (500–800°C), но для формирования губчатой крицы необходима более высокая температура – более 900°C). Связано это с тем, что восстановленные кристаллы железа первоначально имеют кубическую объемно-центрированную решетку, а при дальнейшем нагревании структура железа существенно изменяется. При температуре 911°C меняется пространственная решетка: атомы перестраиваются таким образом, что элементарные ячейки приобретают кубическую гранцентрированную структуру. При охлаждении железа перестройка структуры протекает в обратном порядке [Беккерт, 1980]. Перестройка структуры приводит к формированию крицы.

3. Масса полученной крицы в ходе эксперимента составляет всего 3 % от массы руды, загруженной в горн. Большая часть железа перешла в состав железосиликатного шлака. Причиной этого возможно является слишком интенсивный поддув, и как следствие, слишком высокая температура. Для повышения эффективности металлургического процесса необходимо найти более эффективный режим поддува, для чего эксперименты необходимо продолжить.

Литература

Снопков С.В., Матасова Г.Г., Казанский А.Ю., Харинский А.В., Кожевников Н.О. Источники руды для производства железа в древности: Курминский археологический участок. // Известия Лаборатории древних технологий: сб. научных трудов. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. Вып. 9. С. 10–30.

Харинский А.В., Снопков С.В. Производство железа населением Приольхонья в элгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

Зарицкий О.П. Опыт реконструкции технологии получения железа, используемой древними жителями Прибайкалья. // Геoархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. С. 169–170.

П.М. Мясников

МБОУ СОШ № 7, п. Култук, Иркутская обл., snopkov_serg@mail.ru

Гейзериты Приольхонья как материал для изготовления орудий труда в древности (научный руководитель С.В. Снопков)

Во время работы детской краеведческой экспедиции летом 2015 г. на побережье Малого моря (пролив озера Байкал) в местности Курма были обнаружены образцы горной породы, нехарактерной для данной местности. Это – плотная, ноздреватая порода, куски которой размером до десятков сантиметров практически не окатаны. Порода скрытокристаллическая, сложенная преимущественно халцедоном. Цвет ее светло-серый, голубоватый, коричневый, красноватый и желтоватый. Порода имеет высокую твердость.

Образцы были обнаружены на северном склоне невысокой сопки, расположенной в 200 м к СВ от деревни Курма. Все образцы были найдены на поверхности, коренного выхода изучаемой породы обнаружено не было. Образцы равномерно рассеяны на площади 100 × 50 м. Коренными породами, выходящими на поверхность на этом участке, являются гранат-биотитовые гнейсы и мраморы. Участок, где встречаются изучаемые образцы, располагается в зоне их контакта.

Обнаруженная порода оказалась гейзеритом – хемогенной кремнистой породой, образующейся при отложении окислов кремния из термальных вод. Гейзерит состоит преимущественно из опала и халцедона.

В ходе геологических исследований последних лет специалистами института Земной коры СО РАН (г. Иркутск) были обнаружены более десятка мест с проявлениями гейзеритов в Приольхонье. Коренные и элювиальные выходы гейзеритов группируются в протяженные узкие зоны, связанные с кайнозойской тектоникой. В большинстве случаев гейзериты представлены элювиальными крупноглыбовыми развалами, компактно расположенными на площади в первые десятки метров, реже до 100–150 м. Глыбы размером от десятков сантиметров до первых метров, как правило, практически не окатаны. Иногда в крупноглыбовых развалах вместе с гейзеритами встречаются породы, сложенные преимущественно гидроокислами железа и травертины. В коренных выходах на разных участках обнаружено налегание гейзеритов на ультрабазиты, мраморы и гнейсы с жилами гранитов и прорывание гейзеритами мраморов [Скляров и др., 2004; 2006].

Минералогический анализ образцов показал, что они сложены халцедоном разных оттенков коричневого цвета. Химический анализ выявил, что гейзериты состоят преимущественно из SiO_2 – 82–99.7 %; Fe_2O_3 варьирует от 2 до 10 %; $\text{CaO}+\text{MgO}$ – от 0.04 до 2.96 %. Концентрации остальных петрогенных компонентов малы. На основании палинологических данных предполагается позднечетвертичный возраст гейзеритов. Результаты датирования, показывают, что гейзериты Тонгинской зоны отлагались около 23500 лет [Скляров и др., 2006].

Обнаруженное в ходе детской экспедиции Курминское проявление гейзеритов не было известно и является самой северной точкой распространения гейзеритов в Приольхонье. Оно удалено более чем на 30 км от ближайшего известного ранее проявления. Местоположение водоподводящего канала курминского гейзера (или гейзеров) обнаружить не удалось. Само гейзеритовое тело за тысячи лет было разрушено выветриванием. Обнаруженные куски гейзерита являются либо остатками поверхностных отложений вблизи гейзера, либо фрагментами отложений внутри водоподводящего канала.

В пределах Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) современные термальные источники распространены достаточно широко. Все они сконцентрированы в полосе северо-восточного простираения от верховьев р. Олекма на северо-востоке до устья р. Селенга на юго-западе. Западнее Байкала известны лишь единичные выходы термальных вод. К этой же полосе приурочены продукты отложений из палеотермальных вод, представленные травертинами и гейзеритами. Если травертины могут отлагаться в широком интервале температур (от 0 до 70°C), то минимальные температуры образования гейзеритов не опускаются ниже 70 °C.

В береговой части Байкала и его окрестностей встречается много минеральных и термальных источников. Современные источники, в основном, характеризуются водами с невысокими температурами. Температура наиболее горячих вод не превышает 60–70 °C и, следовательно, имеет низкие концентрации растворенного кремнезема [Байкаловедение, 2012; Мац и др., 2001]. Находки же гейзеритов позволяют утверждать, что в прошлом в Приольхонье происходило излияние горячих палеотермальных вод. Всплеск гидротермальной активности в Байкальской рифтовой зоне происходил 24–20 тыс. лет назад. Широкое развитие горных пород, образовавшихся при отложении кремнистых солей из горячих термальных вод, позволило авторам назвать Приольхонье «Долиной Гейзеров». [Скляров и др., 2006]. Выходы термальных вод связаны с геологическими процессами, проходящими в пределах Байкальского рифта.

Обнаружение в Приольхонье гейзеритов – прочной скрытокристаллической породы – позволяет высказать предположение о том, что его могли использовать древние люди для

изготовления орудий труда. В Приольхонье выявлено большое количество археологических памятников: захоронения, стоянки, городища и др. Одними из наиболее многочисленных артефактов, обнаруживаемых при изучении археологических памятников, являются каменные орудия труда, в том числе из халцедона.

Так, например, среди изделий из 20 погребений неолита и бронзового века могильника Курма XI (местность Курма) найдено 325 изделий из камня (нефрит, арагонит, кварц, кварцит, микрокварцит, кремль, углисто-кремнистый сланец, каолинистая глина, мрамор, графит, песчаник, тальк, сланец, гнейс, слюда), в том числе 95 изделий из породы, преимущественно сложенной халцедоном.

Сравнение образцов гейзеритов и орудий труда показывают их сходство. В обоих случаях основным пороодообразующим компонентом является халцедон с характерным микроволоконистым и сферолитовым сложением. Осмотренные в ходе экспедиции 4 проявления гейзеритов в Приольхонье представлены глыбами до 50–100 см в поперечнике и занимают площадь до 3000 м². Как правило, гейзериты имеют темно-красный, красновато-коричневый и серый цвет. Встречаются как пористые, так и плотные глыбы.

Таким образом, гейзериты в Приольхонье могли использоваться для изготовления орудий труда в древности. Об этом свидетельствует сходство материала орудий труда и образцов гейзеритов с нескольких проявлений. Для подтверждения этой гипотезы необходимо продолжить изучение гейзеритов и артефактов.

Литература

Байкаловедение: в 2 кн. Новосибирск: Наука, 2012. Кн.1. 468 с.

Скляров Е.В., Федоровский В.С., Склярова О.А., Сквитина Т.М., Данилова Ю.В., Орлова Л.А., Ухова Н.Н. Гидротермальная активность в Байкальской рифтовой зоне: горячие источники и продукты отложения палеотерм // Доклады АН, 2006. Т. 412. № 2. С. 257–261.

Скляров Е.В., Федоровский В.С., Кулагина Н.В., Склярова О.А., Сквитина Т.М. Позднечетвертичная «Долина Гейзеров» на западе Байкальского рифта (Ольхонский регион). // Доклады АН, 2004. Т. 395, № 3. С. 387–391.

Кочнев А.П. Ольхонский кристаллический комплекс. Проблемы геологии и минерализации Приольхонья. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2007. 252 с.

Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. Строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. 252 с.

М.С. Подсохин

МБОУ СОШ № 7, п. Култук, Иркутская обл., snorkov_serg@mail.ru

Использование базальтовой гальки древними жителями Тункинской котловины (Республика Бурятия) (научный руководитель С.В. Снопков)

Одними из наиболее известных ландшафтных памятников Тункинской котловины (Республика Бурятия) являются древние дюны, расположенные по берегам рр. Иркут, Тунка, Ахалик. Издавна в песчаных раздувах обнаруживаются каменные, бронзовые и железные инструменты прошлых эпох. Артефакты на обнаруженных памятниках представлены облом-