

УДК 904+552.08

В.Т. СЪЕДИН, Е.А. БЕССОНОВА, Е.И. ГЕЛЬМАН, С.А. ЗВЕРЕВ,
М.А. КОПТЕВ, Е.А. НОЗДРАЧЁВ

Минеральное сырьё Краскинского городища (Приморский край)

В работе предпринята попытка выявления природных источников горного сырья, которые в IX–X вв. использовались населением Краскинского городища (Приморский край России) для строительства и бытовых нужд. Определены возможные пути его доставки, обозначены предполагаемые границы зоны хозяйственного использования прилегающей территории.

Ключевые слова: минеральное сырьё, средневековое городище.

Mineral resources of the Kraskino hillfort (Primorsky Krai). V.T. S'EDIN, E.A. BESSONOVA (V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok), E.I. GEL'MAN (Institute of History, Archeology and Ethnography of the Peoples of Far East, FEB RAS, Vladivostok), S.A. ZVEREV, M.A. KOPTEV (V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok), E.A. NOZDRACHEV (Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

In the paper an attempt is undertaken to determine possible natural sources of the mountain raw material, which used in the IX–X cc. by the population of the Kraskino hillfort for building and everyday needs. Possible ways of its delivery and the assumed boundaries of the zone of practical use of the adjacent territory are determined.

Key words: mineral resources, medieval hillfort.

Краскинское городище – единственный в Приморье бохайский памятник, расположенный в непосредственной близости от Восточной столицы Бохая. Археологический памятник являлся центром округа (чжоу) Янь Восточной столицы Лунъюаньфу и датируется VIII–началом X в. Геофизические исследования и результаты археологических раскопок выявили достаточно высокую плотность застройки северной части городища. Результаты археологических исследований позволяют характеризовать различные аспекты хозяйства и культуры бохайцев, в первую очередь гончарство, черепичное производство, металлургию, а также архитектуру, декоративно-прикладное искусство и пр. В связи с этим актуальны вопросы минерально-сырьевого обеспечения средневекового поселения.

Краскинское городище расположено на юго-западе Приморского края в приустьевой правобережной части пойменной долины р. Цукановка, впадающей в бухту Экспедиции Японского моря (см. рисунок). Северная прибрежная зона бухты Экспедиции является частью низменной аккумулятивной равнины шириной до 10 км, ограниченной с севера хр. Черные горы. Для побережья характерна изрезанность береговой линии узкими ингрессионными заливчиками. Гидросеть сформирована реками Тесная, Камышовая, Цукановка и Гладкая.

* СЪЕДИН Владимир Тимофеевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, БЕССОНОВА Елена Александровна – кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, ЗВЕРЕВ Сергей Александрович – младший научный сотрудник, КОПТЕВ Максим Андреевич – техник (Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток), ГЕЛЬМАН Евгения Ивановна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник (Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН, Владивосток), НОЗДРАЧЁВ Евгений Анатольевич – научный сотрудник (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток). * E-mail: sedin@poi.dvo.ru



Источники минерального сырья, использовавшегося на Краскинском городище, и пути его доставки.

Условные обозначения: 1 – выходы на поверхность горных пород, подобных использованным для строительства на Краскинском городище; 2 – места отбора проб природного сырья с высоким содержанием железа; 3 – предлагаемые пути транспортировки минерального сырья

В геологическом отношении укрепленное поселение раннего средневековья находится в центральной части Краскинской впадины, которая представляет собой изолированную тектоническую структуру, образованную в раннем палеогене. На верхнепалеозойском фундаменте впадины, сложенном гранитами, осадочными и метаморфическими породами, залегают осадочные образования и вулканиты кайнозойского возраста [5, 6]. В ее пределах выделены несколько вулканических центров, в которых выходят на поверхность кайнозойские вулканические образования базальт-андезитового и дацит-риолитового состава (район пос. Краскино, д. Зайсановка, полуострова Новгородский и Краббе). Верхний слой геологического разреза мощностью до 100 м представлен четвертичными отложениями, которые сформированы осадками аллювиального и морского происхождения. В самой верхней части разреза на территории Краскинского городища в рыхлых отложениях (песчаные и песчано-глинистые образования аллювиального происхождения) прослеживается «культурный слой» [1].

Геологическая среда на территории городища в IX–XX вв. была изменена человеком. В отложениях верхней части разреза обнаружены фундаменты строительных конструкций, сложенные фрагментами горных пород, не характерных для аллювиальных пойменных отложений, а также обломки кровельной черепицы. Раскопками вскрыты и частично исследованы остатки культовых и административных зданий, жилых и хозяйственно-бытовых построек, фортификационных сооружений. Кроме того, здесь выявлены многочисленные и разнообразные находки изделий из бронзы (украшения, ритуальные и бытовые предметы), железа (орудия труда и инструменты для работы с разными видами

материалов, предметы вооружения, бытовые изделия, украшения) и чугуна (чеки и втулки ступицы тележных колес, утюжки, плужные лемехи и отвалы, котлы и чаши, колокола, гонг и др.). Эти находки свидетельствуют о высоком технологическом уровне развития ремесленных производств у населения Бохая. Массовое производство этих товаров требовало специализированных естественно-научных знаний, навыков в поисках и обработке соответствующего минерального сырья.

В настоящей работе предпринята попытка выявить возможные местонахождения природных источников горного сырья, которое в IX–X вв. использовалось населением Краскинского городища для строительства и бытовых нужд, а также определить границы зоны хозяйственного использования прилегающей территории.

Методика работ

Макроскопически и микроскопически (петрографическое описание шлифов) изучены обломки горных пород, использовавшихся для строительства на Краскинском городище. По результатам этих исследований выделены петрографические группы пород. Определены возможные места локализации их выходов на основе анализа крупномасштабных геологических карт района исследований. В ходе геологических маршрутов выявлены участки (коренные обнажения, осыпи, пляжи и т.д.), на которых в раннем средневековье могли брать материал для строительства и хозяйственных нужд. Особое внимание уделялось участкам вблизи рек и на морском побережье, расположенным в местах, наиболее удобных для добычи и транспортировки минерального сырья. На этих участках отобран экспериментальный материал для петрографического изучения. Сравнительные исследования образцов горных пород, взятых на городище из раскопанных объектов и в местах их естественного залегания, позволили определить возможные участки отбора минерального сырья и установить пути его транспортировки.

Для выявления предполагаемых источников железорудного сырья образцы горных пород с повышенным содержанием железа, отобранные из естественных залеганий, сравнивались по химическому составу с крицами и изделиями из железа и чугуна, обнаруженными на городище. Анализ осуществлялся в лаборатории рентгеновских методов ДВГИ ДВО РАН (аналитик Е.А. Ноздрачёв). Определение концентраций микроэлементов и полуколичественный анализ петрогенных элементов проводились в прессованных таблетках на сканирующем спектрометре S4 Pioneer (Bruker AXS, Германия). Таблетки диаметром 40 мм получали прессованием 7 г образца на полуавтоматическом прессе НТР-40 (Herzog, Германия).

Результаты геологических исследований

Фундаменты зданий, жилищ и фортификационные сооружения Краскинского городища сложены глыбами и обломками горных пород различных размеров с острыми и округлыми краями, а также валунами, щебнем и галькой различной степени окатанности. Некоторые глыбы достигают в длину 80 см. В северной части городища обнаружены каменные ступы, выполненные в виде параллелепипедов почти кубической формы из целых глыб гранита, с гранями более 50 см. Средние размеры валунов 15–30 см, но встречается и галька размером менее 10 см. Соотношение глыб и валунов примерно одинаковое. Вещественный состав строительных материалов – магматические, метаморфические и осадочные породы, с преобладанием магматических образований.

Как выяснилось в процессе раскопок, крепостная стена города после возведения неоднократно ремонтировалась и достраивалась, что нашло свое отражение в использовании строительных материалов из разных видов горных пород. В 2011 г. были отобраны образцы на участке вала, примыкающего к восточным воротам. Нижняя, первоначальная часть

стены, изучавшаяся в разные годы на западном и восточном участках городского вала, сложена массивными блоками (размерами 40–80 см) андезитов, пемзовых туфов и туфо-алевролитов с острыми краями. В средней части отмечается чередование примерно равного количества крупных угловатых блоков (глыб) и окатанных валунов размерами 20–30 см. Верхняя часть стены сооружена из различных по составу и размерам остроугольных глыб, окатанных валунов и гальки, насыпанной на старую кладку блочного типа.

Макроскопически и по результатам петрографических исследований установлено, что в качестве строительных материалов на Краскинском городище использовались 14 групп пород. Ниже приведено описание изученных пород, которые объединены в группы на основании их состава, генетических и текстурно-структурных особенностей.

Группа 1 – андезиты редкопорфировые плагиофировые. Породы этой группы часто применялись для строительства на Краскинском городище: они обнаружены в средней части крепостной стены, а также в составе материала фундаментов строительных конструкций. Обычно они встречаются в виде крупных (до 80 см) остроугольных глыб (именно такими глыбами сложен край фундамента храма нижнего строительного горизонта). Это темно-серые плотные афировые породы. Некоторые образцы вблизи поверхности имеют буровато-желтый с зеленым оттенком (или более светлый) цвет. Характерной особенностью рассматриваемых андезитов является их слоистая (псевдослоистая) текстура. Аналогичные по составу породы были обнаружены нами в естественном карьере (коренное обнажение и осыпь под ним) на левом берегу р. Цукановка, напротив с. Цуканово на расстоянии 6,4 км от городища. Скорее всего, именно из этой осыпи (свала разноразмерных глыб и обломков) и отбирался материал для строительства. Его доставка на городище осуществлялась по р. Цукановка.

Группа 2 – габбро (габбро-диорит?) порфировидное мелко- и среднезернистое. Обломки горных пород такого состава также часто использовались для строительства на Краскинском городище, в том числе для ремонта крепостного вала вблизи восточных ворот. Фрагменты пород этой группы представлены разноразмерными неокатанными или слабоокатанными глыбами темно-серого цвета с пепельно-синеватым оттенком и кристаллической текстурой. Выходы на поверхность пород с такими текстурно-структурными особенностями обнаружены нами в небольшом карьере у дороги в междуречье Цукановки и Камышовой, а также на левом берегу р. Цукановка напротив одноименного села. Согласно геологической карте, они участвуют в геологическом строении окрестностей Краскинского городища (район пос. Краскино, центральная часть п-ова Новгородский). Можно предположить, что добывался такой материал в естественных карьерах и доставлялся на городище не только по р. Цукановка, но и прибрежно-морским путем.

Группа 3 – андезиты (андезибаазальты?) порфировые пироксеновые. Породы такого типа отмечаются на всей территории археологического памятника в виде крупных (до 60 см) хорошо окатанных (ближе к округлой форме) глыб практически черного цвета. Они сразу привлекают к себе внимание. Это плотные и стекловатые на вид породы, которые можно отнести к гиалоандезито-базальтам или гиалоандезитам. Такие образования были встречены нами на пляже с северной стороны п-ова Новгородский, на расстоянии 4,2 км от городища. Ими сложена центральная часть полуострова. На территорию городища эти породы, скорее всего, доставлялись водным путем – по акватории бухты Экспедиции (см. рисунок).

Группа 4 – андезидациты (?) крупно-многопорфировые амфибол-кварц-плагиоклазовые (?). Слабоокатанные валуны такого состава размером до 30 см довольно часто использовались для строительства на Краскинском городище. Они имеются, в частности, в основании крепостной стены. Плотные порфировые (крупнопорфировые) породы, характерной чертой которых является присутствие в них многочисленных крупных кристаллов размером до 1 см и более, отчетливо видимых невооруженным глазом, хорошо идентифицируются и легко отличаются от других типов вулканических образований, обнаруженных нами на городище. В коренном залегании породы описываемой группы слагают

многочисленные экструзивные тела небольших размеров. На геологических картах выходы этих пород, ввиду их малых размеров, не показаны. Аналогичные породы найдены нами в русловых отложениях р. Цукановка, в небольшом карьере у автомобильной дороги (междуречье Камышовой и Цукановки), а также в верхней части карьера на северной окраине пос. Краскино. Этот материал, скорее всего, извлекали из русловых отложений р. Цукановка и по реке доставляли в городище.

Группа 5 – порфиновые вулканические породы среднего или кислого состава. Породы этой группы широко применялись для строительства крепостного вала. Обычно они представлены слабоокатанными глыбами и валунами, реже – хорошо окатанными валунами. Визуально это темно-серые плотные порфиновые породы, в которых хорошо видны крупные кристаллы. Иногда встречаются более светлые разности, что обычно связано с интенсивными вторичными изменениями пород. Значительно реже светлый облик породы обусловлен ее составом.

По составу минералов-вкрапленников среди пород описываемой группы можно выделить 3 разновидности: амфибол-кварц-плагиоклазовые и клинопироксен-кварц-плагиоклазовые андезидациты (дациты?), миндалекаменные кварц-порфиновые кислые вулканиды. Для строительства в основном использовали породы первой разновидности, реже – второй. Породы этой группы зафиксированы нами в коренных обнажениях центральной и южной частей п-ова Новгородский. Скорее всего, они добывались из пляжевых отложений полуострова, а доставка на Краскинское городище осуществлялась прибрежно-морским путем через один из заливов бухты Экспедиции.

Группа 6 – вулканиды афировые и редкопорфиновые среднекислого и кислого состава. Породы этой группы прослеживаются и на городище, и в составе материалов, использованных для строительства крепостного вала. Макроскопически это всегда плотные афировые породы светло-серого, белого и темно-серого цвета с пепельно-синеватым оттенком. Иногда они имеют отчетливо выраженный пятнистый или полосчатый облик. Цветовое разнообразие обусловлено различным уровнем вторичных преобразований пород. Наиболее измененные образцы характеризуются темно-серым цветом с пепельным или синева-пепельным оттенком. Вулканидами этой группы сложена южная часть п-ова Новгородский. Они обнаружены нами и на северо-восточном побережье бухты Экспедиции. Доставка на городище могла осуществляться морским путем на расстояние до 6,5 км.

Группа 7 – граниты порфиновые лейкократовые. В пределах Краскинского городища и в крепостной стене встречаются очень редко. Это плотные светло-серые породы с порфировой структурой. Порфиновые выделения размером до 5 мм на фоне полностью раскристаллизованной более мелкозернистой основной массы образованы измененным полевым шпатом. Граниты, вероятно, являются малоглубинным (близповерхностным) аналогом (комагматом) кислых вулканидов. Как и кислые вулканиды, они слагают южную часть п-ова Новгородский и могли доставляться на городище прибрежно-морским путем на расстояние до 5,0 км.

Группа 8 – туфы спекшиеся псаммитовые витро-кристало-литокластические (в том числе пемзовые). Характерной чертой этих пород является их белый цвет (часто со слегка желтоватым оттенком) и сахаровидный облик. Они хорошо диагностируются визуально. Микроскопически, по размеру обломочного материала среди них выделяются несколько разновидностей – от мелкозернистых (обломки до 5 мм), структура которых хорошо видна невооруженным глазом, до тонкозернистых (пелитовых), где обломки не превышают 0,05 мм. Согласно [4], состав пемзовых и пелловых туфов, аналогичных изученным нами, варьирует от кислых андезитов до риолитов.

Крупные блоки пород этой группы использовались для строительства первоначальной крепостной стены: они обнаружены в кладках на северном и восточном участках вала. Псаммитовые и пемзовые туфы при достаточной прочности довольно легко подвергаются грубой первичной обработке, что и предопределило их широкое применение в строительстве.

Выходы аналогичных пород известны в междуречье Цукановки и Камышовой, а также вблизи устья р. Гладкая. Учитывая физические свойства туфов и места их распространения, можно предположить, что их добывали в естественных карьерах и транспортировали по ингрессионному заливу и вдоль северного побережья бухты Экспедиции.

Группа 9 – гранодиориты биотит-амфиболовые среднезернистые. Породы этой группы редко встречаются в пределах Краскинского городища и на крепостной стене. Это плотные светло-серые хорошо раскристаллизованные лейкократовые породы, скорее всего являющиеся комагматами плагиофировых андезитов группы 1. Породы описываемой группы мы обнаружили в небольшом карьере на левом берегу р. Цукановка, около с. Цуканово в непосредственной близости от упомянутых андезитов. В городище их могли перевозить по реке.

Группа 10 – туфы псефитовые кристалло-литокластические кислого состава. На Краскинском городище обнаружены только единичные мелкие обломки таких пород. Это специфические хорошо идентифицируемые образования, состоящие из крупных (обычно до 5 см) обломков, хорошо различимых визуально. Ярко выраженная индивидуальность этих пород является надежным индикатором определения места добычи минерального сырья. Аналогичными по составу и облику породами сложена южная часть п-ова Новгородский, где в береговой зоне бухты Экспедиции они выходят на поверхность. В раннем средневековье их, скорее всего, отбирали из пляжевых отложений и доставляли на городище морским путем через бухту Экспедиции на расстояние до 4,5 км.

Группа 11 – вулканические стекла (перлиты). Породы этой группы встречены на территории Краскинского городища в виде единичных мелких обломков. Внешне это стекловатые афировые плотные породы зеленовато-серого цвета со скорлуповатой отдельностью. Текстурно-структурные особенности вулканических стекол (прежде всего наличие отчетливо выраженной перлитовой структуры) позволяют нам отнести их к отдельной группе. Вулканические стекла обнаружены нами на побережье северо-восточной части бухты Экспедиции.

Группа 12 – граниты среднезернистые биотит-амфиболовые. Эти породы использовались для возведения крепостного вала, иногда для строительства на городище. Они представляют собой плотные лейкократовые хорошо раскристаллизованные интрузивные образования и слагают район верхнего течения рек Камышова, Цукановка и Гладкая. Их могли добывать из приречных обнажений и русловых отложений и доставлять на городище по реке.

Группа 13 – микрограниты, аплиты и кварцевые жилы. Породы этой группы редко встречаются на Краскинском городище. Они обнаружены в виде небольших полуокатанных глыб и валунов в средней части крепостного вала (следы ремонта и перестроек) и на территории археологического памятника. Это плотные светло-серого или белого цвета образования, характеризующиеся высокой твердостью. Выделены несколько разновидностей: 1) лейкократовые порфиоровидные микрограниты (хорошо раскристаллизованная порода); 2) аплиты (плотная розовато-белая лейкократовая порода); 3) молочно-белый и сахаровидный кварц, который представлен единичными плотными обломками, соответственно, белого и светло-серого цвета. Образования этой группы генетически связаны со среднезернистыми гранитами группы 12. Они формируют в гранитах небольшие дайки, аплитовые и кварцевые жилы. Высокий уровень содержания кремнезема и (или) наличие кварца обуславливает их повышенную прочность и хорошую сохранность при выветривании гранитных массивов, а также устойчивость к разрушению при переносе обломков речными потоками.

Совместно с гранитами (группа 12) образования этой группы участвуют в геологическом строении окрестностей Краскинского городища (в верхнем течении рек Камышова, Цукановка и Гладкая). Они могли добываться из приречных коренных обнажений и русловых отложений рек, доставлялись на городище речным либо прибрежно-морским путем.

Группа 14 – осадочные литифицированные породы: алевролиты, алевропесчаники, мелкозернистые песчаники. Обломки пород такого состава редко встречаются на городище. Они обнаружены в средней части крепостного вала и северной части городища. Это плотные, иногда сланцеватые породы разного цвета – от светло-серого до темно-серого с пепельным оттенком. Их объединяет происхождение: все они являются древними осадочными литифицированными (обычно ороговикованными) образованиями и представлены слабосортированными аркозовыми осадочными породами. Породы этой группы различаются между собой по размерности обломочного материала (от алевролитов до мелкозернистых песчаников). Им свойственна высокая степень вторичных изменений. В частности, наблюдаются красноцветные изменения, в результате которых образец приобретает розово-красный, кирпичный или кирпично-бурый цвет. Это обусловлено высокотемпературным прогревом материнской породы, приводящим к интенсивным изменениям только цементирующего материала с образованием в нем гидроксидов железа. Подобные вторичные изменения могут быть вызваны как природными процессами, так и деятельностью человека. В образце аркозового мелкозернистого песчаника, отобранном нами на городище, прослеживаются, скорее всего, антропогенные изменения, поскольку для ороговикованных осадочных пород красноцветные вторичные изменения нехарактерны.

Выходы осадочных пород позднепалеозойского возраста известны в центральной части п-ова Новгородский, а также вблизи северо-восточного побережья бухты Экспедиции на правом борту долины р. Гладкая. Аналогичные породы мы обнаружили к северу от северо-восточного берега бухты Экспедиции. Наиболее удобным местом добычи осадочных пород, на наш взгляд, являлся п-ов Новгородский. Отсюда они могли доставляться на городище прибрежно-морским путем.

В процессе раскопок найдены обломки непрозрачной окремненной древесины с восковым блеском желтовато-серого цвета размером 2–6 см. Вдоль удлинения можно наблюдать типичную для древесины волокнистую структуру. В перпендикулярном срезе проступает узор дерева – концентрические кольца. Органические компоненты дерева замещены смесью минералов кремнезема: опала, халцедона и низкотемпературного кварца с образованием псевдоморфоз. Можно предположить, что в соответствии с традициями народов Восточной Азии окаменелое дерево применялось для изготовления декоративных изделий. Окремненная древесина, подобная найденной на городище, обнаружена в верховье ингрессионного залива (междуречье Цукановки и Камышовой). Здесь в карьере вскрыто основание туффитовой толщи, сложенной бело-розовыми пепловыми туфами риолитового состава в переслаивании с пелито-алевроитовыми слоистыми туффитами. В псефитопсаммитовых разностях присутствуют пемзовые частицы, кварц, санидин и окремненная древесина. Выходы подобных пород известны также вблизи устья р. Гладкая. Фрагменты окаменелого дерева часто встречаются в волноприбойной полосе на северо-западном побережье п-ова Новгородский.

Железные и чугунные изделия, найденные на городище, в совокупности с многочисленными обломками кричного металла, в том числе со следами стенок «формы», в которую сливался металл, свидетельствуют о налаженном массовом производстве черного металла – железа и чугуна. Следовательно, на территории городища или вблизи него могло существовать железоплавильное производство. Как показано в работе В.Д. Ленкова и С.А. Щеки [3], на территории Приморья чжурчжэни в качестве источников сырья для производства железа и чугуна использовали местные мелкие рудопоявления, которые сравниваются указанными авторами с рудами скарных месторождений Приморья. Учитывая результаты этого исследования, мы попытались выяснить, существовали ли в окрестностях Краскинского городища источники первичного сырья, необходимого для выплавки чугуна.

В районе Краскинской впадины известны зоны скарнированных пород. Ближайшая из них находится в бассейне р. Камышовой, но здесь магнетит содержится в небольших

количествах. Для сравнения мы использовали образцы природного сырья с высоким содержанием железа, кричного железа и ступицы. Пробы отбирались в местах, показанных на рисунке:

титаномагнетитовые пески из пляжевых россыпей – на западном побережье о-ва Фургельма (обр. Ф-1а) и в бухте Сивучья (обр. С-1б);

охристые глины коры выветривания, развитой по среднезернистым биотит-амфиболовым гранитам, – вблизи с. Цуканово (обр. 2011-46) и рядом с автомобильной дорогой на восточной окраине пос. Краскино (обр. 2011-49);

ожезлененные буро-коричневые песчанисто-глиняные прослои – в береговом обрыве р. Цукановка около железнодорожного моста в пос. Краскино (обр. 2011-40).

Сравнительный анализ выполнен на основе данных химических исследований, проведенных в аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН. Выявлено почти полное совпадение количественных соотношений основных элементов химического состава крицы и железа, из которого изготовлена ступица (см. таблицу). Следовательно, для их изготовления, скорее всего, использован один и тот же источник сырья. Однозначно исключены из списка возможных источников сырья образцы титаномагнетитовых песков, резко отличающиеся

Результаты химического анализа образцов горных пород и артефактов с Краскинского городища

Компонент	№ образца						
	С-1б	Ф-1а	К-2 (ступица)	К-1 (крица)	2011-46	2011-49	2011-40
SiO ₂	38,39	5,57	17,40	16,54	42,22	56,20	59,03
Ti	5,02	7,66	0,11	0,12	0,42	0,42	0,29
Al ₂ O ₃	8,40	1,44	4,48	4,49	11,71	16,24	12,51
Fe	36,02	66,58	55,85	51,12	16,17	4,52	3,83
MnO	0,60	0,92	0,04	0,05	0,05	0,07	0,06
MgO	5,16	0,42	1,01	1,08	1,87	1,59	1,35
CaO	6,66	0,68	0,59	0,64	1,49	0,97	2,04
Na ₂ O	1,86	0,40	0,76	0,72	1,58	2,00	2,53
K ₂ O	0,70	0,14	0,46	1,18	1,42	1,45	1,91
P ₂ O ₅	0,24	0,47	1,01	0,84	0,11	0,12	0,11
S	0,031	0,034	0,130	1,148	0,017	0,008	0,009
Cl	0,231	0,044	0,297	0,071	0,010	0,015	0,008
Sc	38	29	4	4	9	11	8
Ba	Н.о.	Н.о.	141	257	308	359	422
V	1314	969	37	48	65	58	61
Cr	907	282	94	121	89	31	132
Co	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	9	9	11
Ni	"-	"-	"-	"-	20	6	11
Cu	13	4	59	133	13	4	8
Zn	298	390	262	225	63	51	30
Ga	30	53	26	22	17	16	12
As	7	16	4	31	5	10	14
Rb	19	7	20	21	53	43	47
Sr	214	10	52	140	284	189	198
Y	89	52	8	7	7	18	11
Zr	1130	2321	42	46	83	101	69
Nb	78	97	4	4	4	6	4
Pb	18	13	10	6	13	14	8
Th	20	33	0	1	9	8	3
U	6	8	2	2	2	2	1
La	62	78	8	1	18	26	8
Ce	Н.о.	Н.о.	5	13	29	30	26
Nd	"-	"-	4	4	11	16	10

Примечание. Концентрации петрогенных элементов (полуколичественный анализ), S, Cl приведены в масс. %, концентрации микроэлементов – в г/т, Н.о. – не определялось. Нижние пределы обнаружения концентраций микроэлементов (г/т): Rb, Sr, Nb – 1,0; Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Y, Zr, Th, U, Pb, As – 2,0; Sc, Ba, Cr, V, La, Ce, Nd – 10,0; S, Cl – 30,0.

по количественным соотношениям основных компонентов (прежде всего Ti, V, Zr) от кричного железа и готового изделия (ступицы).

Наиболее близкий к чугуна химический состав выявлен у образца, отобранного из коры выветривания, развитой в зоне дробления по гранитам позднепалеозойского возраста на правом берегу р. Цукановка около одноименного села (обр. 2011-46). У этого образца отмечено наиболее высокое содержание железа (16,17%). Увеличение концентраций железа, меди и цинка в 3 раза соответствует процентному содержанию этих элементов в изделиях из железа, обнаруженных при раскопках на Краскинском городище. Обогащали исходное сырье или нет, пока непонятно. К сожалению, способы обогащения исходного сырья и производства чугуна в Бохое неизвестны. Можно только предполагать, какие именно технологии использовались. Для того чтобы парамагнитные соединения железа переходили в магнетит или металлическое железо, исходное сырье нужно нагревать до 900°C и выше при ограниченном доступе воздуха. Прогрев осуществлялся в замкнутом объеме, пары цинка осаждались, и его концентрация возрастала. Подобное преобразование должно было происходить и с медью. Выявленное в исследованных образцах средневекового железа уменьшение содержания кремнезема и глинозема, скорее всего, можно считать результатом разделения расплава вследствие ликвационных процессов. В этом случае более легкое вещество будет концентрироваться в верхней части расплава и без особого труда может быть удалено. Содержания остальных элементов в рассматриваемых образцах вполне сопоставимы.

На основании проведенного исследования нельзя однозначно установить источник минерального сырья для производства железа, обнаруженного на городище. Однако с большой долей уверенности можно говорить о его генетической связи с материалом коры выветривания, развитой по гранитам в окрестностях с. Цуканово.

Для обмазки очагов, дымоходов и канов использовалась глина. На городище обнаружены и исследованы печи для обжига черепицы. Наличие значительного количества стандартизированной керамической посуды, а также результаты петрографических исследований керамики и черепицы указывают на их массовое производство с использованием местных глин [2]. Однако гончарные печи на городище пока не найдены. Не исключено, что они могли располагаться за пределами памятника, ближе к источнику воды и местонахождению глины. На северном побережье бухты Экспедиции известны месторождения кирпичной, черепичной и гончарной глин. Краскинское месторождение легкоплавких глин представляет собой залежь суглинков мощностью 5,1 м, приуроченную к первой надпойменной террасе р. Цукановка. Полиминеральные суглинки состоят из гидрослюда (40–50%) и содержат в среднем 7,08% гематита.

Заключение

Макроскопическое и петрографическое изучение элементов строительных конструкций Краскинского городища и горных пород его окрестностей, анализ геологических карт и данные геологических маршрутов позволяют сделать следующие выводы:

1) исходя из особенностей геологического строения территории Краскинского городища (аллювиальные пойменные рыхлые четвертичные отложения) можно утверждать, что все обломки каменного материала, обнаруженные здесь, не являются местными образованиями. Они оказались на территории городища в результате деятельности человека;

2) природные камни, применяемые в строительстве на Краскинском городище, по степени окатанности подразделяются на две группы: окатанные в разной степени галька, валуны и глыбы; остроугольные блоки (глыбы, обломки) различных размеров и формы. Окатанный материал доставлялся из мест, где возможна его естественная обработка (русла и прирусловые участки рек, пляжи на морском побережье). Неокатанные обломки отбирались из природных карьеров (коренные обнажения, склоновые россыпи);

3) для строительства и хозяйственных нужд жители Краскинского городища использовали горные породы, распространенные в окрестностях Краскинского городища;

4) фундаменты сооружались из наиболее прочных природных камней, среди которых преобладают магматические образования (интрузивные, вулканические и субвулканические). Иногда фундаменты укладывались из осадочных и метаморфических пород;

5) на основании проведенного исследования нельзя однозначно установить источник минерального сырья для производства железа, обнаруженного на городище. Однако можно с большой долей уверенности говорить о его генетической связи с материалом коры выветривания, развитой по гранитам, обнажающимся на поверхности в среднем и верхнем течении р. Цукановка. Для доставки руды к месту обработки, видимо, был использован этот естественный водоток;

6) зона хозяйственного использования минерального сырья характеризуется концентрическим строением с центром в месте расположения городища. Ее радиус не превышает 10 км.

Необходимо отметить удачное территориальное сочетание природных ресурсов в месте расположения Краскинского городища: богатый минерально-сырьевой потенциал и высокую плотность естественных водоемов и водотоков, по которым осуществлялась транспортировка больших объемов минерального сырья. Места возможной добычи были удобными для перевозки минерального сырья водным путем. Сухопутный путь доставки на городище мы не рассматриваем из-за его очевидной неэффективности. Это позволяло обитателям средневекового поселения широко использовать для строительства и хозяйственных нужд минеральные ресурсы прилегающей территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонова Е.А. Применение микромагнитного картирования для выделения неоднородностей геологического и антропогенного генезиса в современных осадках береговой зоны бухты Экспедиции (залив Петра Великого) // Тихоокеан. геология. 2007. № 6. С. 38–52.

2. Гельман Е.И., Залищак Б.Л., Болдин В.И. Перспективный метод. Петрографические исследования черепицы из Краскинского городища // Россия и АТР. 1998. № 3. С. 103–106.

3. Леньков В.Д., Щека С.А. Опыт выявления сырьевой базы чжурчжэньской металлургии по данным физико-химических анализов // Сов. археология. 1982. № 1. С. 195–203.

4. Максимов С.О., Сахно В.Г. Первые данные U-Pb-SHRIMP-II-изотопного датирования по цирконам пепловых отложений из кайнозойских впадин юго-западного Приморья // ДАН. 2011. Т. 439, № 2. С. 226–232.

5. Рассказов С.В., Ясныгина Т.А., Саранина Е.В., Масловская М.Н., Фефелов Н.Н., Брандт С.Б., Брандт И.С., Коваленко С.В., Мартынов Ю.А., Попов В.К. Средне-позднекайнозойский магматизм континентальной окраины Япономорского бассейна: импульсное плавление мантии и коры юго-западного Приморья // Тихоокеан. геология. 2004. Т. 23, № 6. С. 3–31.

6. Седых А.К. Новые данные по геологическому строению и стратиграфии Краскинской впадины (юго-западное Приморье) // Кайнозой Дальнего Востока: сб. науч. тр. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 78–89.