

ИМПАКТНЫЕ СТЕКЛА. ПЕРВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

Образование импактных стекол происходит при соударении Земли и малого космического тела (астероида, метеороида и т.д.), когда кинетическая энергия преобразуется в механическую и тепловую. Процесс пороодообразования происходит на поверхности планеты и включает дробление, плавление и испарение вещества, а затем конденсацию пара, кристаллизацию расплава, частичную перекристаллизацию, перемещение и отложение продуктов дробления. Импактиты, как правило, включают в себя в той или иной степени ударно-метаморфизованные фрагменты – от практически неизмененных до полностью переплавленных. В момент удара давление может составлять сотни гигапаскалей, а температура превышает 10 000 °С. Эти параметры быстро падают (и в пространстве, и во времени) и скорость всех процессов, сопровождающих соударение, превышает скорость обычных геологических процессов на несколько порядков. Ударная нагрузка и температура поднимаются до предельных значений за несколько миллиардных долей секунды. Затем следует стадия сжатия вещества, сменяющаяся разгрузкой. Если сначала изменения давления и температуры происходят одинаково быстро, то при разгрузке ударные напряжения падают быстрее, чем температура.

Из импактного расплава в зависимости от скорости его остывания образуют стекла или разнообразные по степени кристалличности, пористости и другим особенностям породы. Импактные стекла, являясь продуктами высокотемпературных, гиперскоростных и высокобарических процессов, возникающих при ударном событии, затем подвергаются региональным процессам метаморфизма и, таким образом, проходят многие стадии своего развития. Коптогенные процессы сопровождаются окислительно-восстановительными реакциями с участием элементов переменной валентности, и в первую очередь железа.

Всестороннее изучение железосодержащих минералов в импактных стеклах и их искусственных аналогах представляет несомненный интерес как в области наук о Земле, так и в контексте бурно развивающегося применения магнитных веществ и материалов в современной науке и технике.

Минералогическое, геохимическое, петромагнитное исследование импактных пород имеет большое значение при решении вопросов региональной тектоники, моделирования импактных событий, определения их возраста. Также импактные породы с большой вероятностью могут фиксировать и сохранять свою первичную остаточную намагниченность в силу специфических условий их образования. Поэтому их изучение актуально для развития представлений об условиях и признаках сингенетичности магнитных минералов и естественной остаточной намагниченности. Решение этой задачи является необходимым условием проведения палеомагнитных исследований, для получения соответствующих современным критериям достоверности результатов.

Возрастающий интерес к магнитным системам обусловлен перспективностью использования магнитных материалов в современных высокотехнологичных устройствах. Изменяя размеры, форму, состав и строение частиц, можно в определенных пределах управлять магнитными характеристиками материалов на их основе. Создание искусственных образцов, которые воспроизводили бы наиболее характерные черты ферромагнетиков природных стекол в отношении состава, размеров, морфологии и магнитных состояний зерен, актуально в связи с постоянно расширяющимися возможностями применения магнитных материалов в электронике, медицине, технике.

Судя по литературным данным, эксперименты по воспроизведению плавления минералов и горных пород в момент импактного события, их последующего стеклования и кристаллизации, в применении к формированию железосодержащей фазы практически не проводились.

Основной целью проводимых нами исследований является создание искусственных аналогов природных стекол с использованием горных пород различного генезиса, которые воспроизводили бы наиболее характерные черты импактных стекол в отношении состава, размеров, морфологии и магнитных состояний зерен.

В качестве объектов исследования выбраны импактные стекла астроблемы Жаманшин (Казахстан). В кратере астроблемы Жаманшин присутствуют ряд импактных стекол – от тектитоподобных (микроиргизиты и иргизиты), до импактных расплавов, как массивных (тагамиты), так и бомб (жаманшиниты), а также зювитов. Их образование с геологической точки зрения происходило «мгновенно», но в то же время характеризовалось различными параметрами формирования. Быстро сменяющиеся фазы кратерообразования (сжатие, экскавация и модификация) и меняющиеся при этом окислительно-восстановительные условия позволили сформироваться в них железосодержащей

магнитной компоненте – от включений ионов железа в стеклянной матрице до минеральных единиц субмикронных и микронных размеров [1–4].

В лаборатории высокотемпературного синтеза БГТУ проведены пробные эксперименты по плавлению пород цокольного комплекса астроблемы Жаманшин (кварцитов, андезитов, глинистых пород) в газовой пламенной печи при температурах 1450–1500 °С при различных скоростях охлаждения расплавов. Изучение полученных образцов магнитометрическими, микроскопическими, спектроскопическими методами осуществлялись на оборудовании Научного парка Санкт-Петербургского государственного университета.

Исследования магнитных свойств образцов включали проведение измерений магнитной восприимчивости (измеритель магнитной восприимчивости MFK-1FA Kappabridge and a CS4 furnace, Чехия) и остаточной намагниченности (магнитометр SRM 755 SQUID, США), определение параметров петель магнитного гистерезиса и кривых остаточного намагничивания (магнитометр Quantum Design MPMS 3, США), определение доменного состояния магнетика образцов, расчет эффективного размера магнитных зерен.

Микроминералогические исследования проводились на электронном сканирующем микроскопе Quanta 200 3D (FEI, Нидерланды) с аналитическим комплексом Pegasus 4000 (EDAX, USA) в режиме отраженных и вторичных электронов. Электронно-зондовый микроанализ выполнен на энергодисперсионном дифрактометре указанного микроскопа. Рентгенофазовый анализ выполнялся с использованием автоматического порошкового дифрактометра D2 Phaser (Bruker, Германия).

Для решения задачи идентификации магнитного упорядочения парамагнитных центров различной природы в структуре стекол – проявлению в них различных форм ферри-, ферро- и антиферромагнитных свойств, а также обнаружения явления суперпарамагнетизма были проведены исследования образцов метода ЭПР-спектроскопии. Эти работы проводилось на ЭПР-спектрометре Bruker ELEXSYS E580 (X-band, $\nu \sim 10$ ГГц) в CW-режиме.

Эксперименты показали, что в структуре изученных материалов присутствуют железосодержащие магнитные компоненты. Отмечается зависимость структурного состояния железосодержащих фаз стекол от скорости остывания расплава и состава исходных горных пород.

По результатам первых опытов по физическому моделированию импактных стекол можно заключить о перспективности выбранного подхода к решению задачи определения генезиса и онтогенеза ферри-магнитных минералов и создания новых магнитных материалов на основе изучения природных ферримагнетиков.

Список использованных источников

1. Железосодержащие микровключения в иргизитах / Е. С. Сергиенко [и др.] // Известия РАН. Серия физическая. – 2019. – Т. 83, № 11. – С. 1446–1454.

2. Структурное состояние железа импактных стекол различного генезиса: возможности ЭПР спектроскопии / Е.С. Сергиенко [и др.] // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород, РАН, Институт физики Земли, Геофизическая обсерватория «Борок». – Москва, Ярославль: Филигрань, 2019. – С. 208–214.

3. Magnetic properties of impact melts from the Zhamanshin crater, Kazakhstan / V. A. Starunov [et.al.] // Meteoritics & Planetary Science. – 2018. – 53(S1). – P. 6114.

4. Magnetism of tektite-like glasses from the Zhamanshin impact structure, Kazakhstan / V. A. Starunov [et.al.] // Meteoritics & Planetary Science. – 2018. – 53 (S1). – P. 6113.

УДК 678.01:678.073/.074

А.Ф. Петрушеня, О.М. Касперович, Л.А. Ленартович

Белорусский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ В СМЕСЯХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА-6 И АБС-ПЛАСТИКА

За последние годы наблюдается определенная тенденция, направленная на получение и исследование полимерных композиционных материалов на основе несовместимых полимеров. Необходимость проведения исследований в этой области с одной стороны вызвана тем, что возможно получать композиционные материалы с совершенно новыми или необычными свойствами в результате механического смешения несовместимых полимеров, с другой стороны, необходимостью улучшить свойства смесей при вторичной переработке термопластов, не разделяющихся по плотности в результате их совместного сбора и измельчения. При изучении свойств полимерных композиционных материалов первостепенное значение приобретают исследования по оценке вклада каждого из компонентов смеси на их структурные особенности и деформационно-прочностные характеристики. Использование простых механических смесей полимеров, состоящих из компонентов с определенными свойствами, недостаточно для получения качественных материалов, что объясняется, как правило, отсутствием совместимости большинства пар полимеров из-за малой энтропии их смешения и слабой адгезии в межфазной области. [1]