

В последнее время возрос интерес к гидродифториду аммония (NH₄HF₂) как к более эффективному и экологически менее опасному фторирующему агенту, чем фтористоводородная кислота (HF). Он рассматривается как новый реагент в пробоподготовке различных типов образцов горных пород [1]. В сочетании с методом лазерной абляции-ICP-MS (LA-ICP-MS) этот способ становится многообещающим и перспективным [2]. Разложение с NH₄HF₂ для анализа тугоплавких минералов привлекает все больше внимание в ядерной криминалистике [3]. Особенно хорошо метод зарекомендовал себя при анализе кремнийсодержащих материалов.

NH₄HF₂ – твердое вещество с T_{пл}=126°C и T_{кип}=238°C. Его взаимодействие с исходными материалами протекает с экзоэффектом с образованием двойной соли кремния (NH₄)₂SiF₆·NH₄F = (NH₄)₃SiF₇. Сопутствующие элементы и микропримеси образуют простые фториды (CaF₂, MgF₂) или фторо- и оксофторометаллаты аммония. Способ позволяет определять содержание как самого кремния с использованием в качестве стандарта растворов (NH₄)₂SiF₆ [4], так и элементов-примесей после удаления кремниевой основы в результате простого нагрева при 300-400°C или пирогидроллиза при 200-400°C [5]. Стадия пирогидроллиза необходима для перевода летучих фторидных соединений некоторых элементов (Ti, V, Nb, Ta, Mo, W) в нелетучие оксиды и ранее не рассматривалась в анализе материалов на кремниевой основе. Остаток после удаления кремния легко растворяется в минеральной кислоте (HCl, HNO₃), и полученный раствор удовлетворяет требованиям анализа с использованием современной аналитической техники.

Контроль предлагаемого способа определения кремния осуществляли на стандартных образцах дальневосточных магматических руд с различным содержанием кремния. Проводился анализ природных руд и минералов, концентратов, благородных опалов месторождения “Радужное” и вторичных кварцитов Гусевского месторождения (Приморский край), отходов растительного сырья, различных образцов почв, боросиликатов Дальнегорского месторождения (Приморский край).

Список литературы

1. W. Zhang, Z.C. Hu, Y.S. Liu, H.H. Chen, S. Gao, R.M. Gaschnig, Total rock dissolution using ammonium bifluoride (NH₄HF₂) in screw-top teflon vials: a new development in open-vessel digestion, *Anal. Chem.* 84 (2012) 10686–10693.
2. W. Zhang, Z.C. Hu, Recent advances in sample preparation methods for elemental and isotopic analysis of geological samples, *Spectrochim. Acta, Part B* 160 (2019) 105690.
3. V.C. Bradley, T.M. Weilert, J.D. Brockman, Innovative high-temperature ammonium bifluoride fusion and rapid analysis of elements with nuclear forensic value, *Talanta* 221 (2021) 121622.
4. Н.М. Лапташ, Л.Н. Куриленко, Способ определения кремния, Патент РФ № 2157523, 2000.
5. Н.М. Лапташ, Л.Н. Куриленко, Способ определения примесей в кремнийсодержащих материалах, Патент РФ № 2306546, 2007.