**КИСЛОТНО-УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАФИНИРОВАНИЕ КРЕМНИЯ**

**ПРИ КАРБОТЕРМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

*А.А. Тютрин*

*ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный технический университет», г. Иркутск*

В связи с повышением требований потребителей к качеству кремния необходимо использовать новые и совершенствовать существующие методы его рафинирования, которые позволили бы расширить сферу применения кремния металлургических марок. Нами были проведены исследования в области гидрометаллургического рафинирования кремния, включающие измельчение металлургического материала и последующую обработку полученного кремниевого порошка раствором соляной кислоты; при этом обработка порошка кремния раствором соляной кислоты проводилась под действием ультразвуковых колебаний [1].

Для проведения экспериментальных исследований по отработке новой методики очистки были отобраны образцы кремния c ЗАО «Кремний» из рафинировочного ковша вместимостью 2400 кг. По результатам серии опытных испытаний нами были выбраны: оптимальная крупность исследуемого материала (-150+100 мкм) и частота ультразвуковых колебаний (22±1,65 кГц).

Согласно предлагаемой методики рафинирования предварительно измельченный металлургический материал подвергался кислотной обработке на установке, состоящей из ультразвуковой ванны УЗВ-9/100 МП 22/44 и механической лопастной мешалки. Отношение Ж:Т было принято равным 4:1. В процессе выщелачивания температура за счет явления кавитации самопроизвольно повышалась в среднем до 47±3 °С [2].

По данным химического анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой пробы рафинированного кремния была определена степень кислотно-ультразвуковой очистки (%) от: *Fe* – 95,6, *Al* – 93,8, *Ca* – 77,1, *P* –39,5, *Ti* – 75,0, *Mg* –96,1, *Cu* –60,9, *Cr* – 18,2, *Mn* –23,0, *B* –37,8, *Zr* –37,2, *Ni* –32,7, *V* –22,4, *Co* –27,5, *Ge* –6,0. В целом, было установлено, что предлагаемый нами способ более эффективен по сравнению с обычной кислотной обработкой: снижение содержания примесей составило, в среднем, 83,4 % против 31,4 %. Интенсификация процесса растворения примесей, протекающего во внутридиффузионной области, по сравнению с обычным солянокислым выщелачиванием осуществляется за счет кавитационного воздействия, обеспечивающего, по нашему мнению, появление множества микротрещин на поверхностях частиц кремния, подвергаемых действию ультразвука.

Нами было определено влияние технологических параметров (продолжительность, концентрация реагента и интенсивность перемешивания) кислотно-ультразвуковой очистки кремния на степень выщелачивания примесей. Таким образом, установлено, что наилучшие результаты по степени очистки показали данные экспериментов при продолжительности выщелачивания 120 мин, концентрации соляной кислоты 10-15 мас. % и интенсивности перемешивания 100 об/мин. Степень рафинирования кремния при этом в среднем составила 89 %.

**Литература**

1. Немчинова Н.В., Тютрин А.А. Изучение процесса гидрометаллургического рафинирования кремния // Цветные металлы-2011: матер. третьего междунар. конгресса (7-9 сент. 2011 г., г. Красноярск). Красноярск, 2011. С. 342-344.

2. Тютрин А.А. Разработка кислотно-ультразвукового рафинирования кремния при карботермической технологии: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.16.03. – Иркутск, 2013. – 16 с.