**ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕДЕЛА ТЕХНИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ**

***К.С. Ёлкин1), С.П. Яковлев2), Д.К. Ёлкин3), А.А. Молявко3)***

*1)ООО «РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск,*

*2)ООО «Карборундум Технолоджис», г. Санкт-Петербург,*

*3)ЗАО «Кремний», г. Шелехов*

Потребительские свойства технического кремния зависят от требований, которые ставит конечный потребитель. Критичным для потребителей является химический состав кремния. Иметь универсальную товарную продукцию, даже высокого качества, не всегда оправдано экономически. Не все примеси в кремнии являются одинаково вредными и их содержание должно быть ограничено. Особенно, это относится к неудаляемым, или грудно- удаляемым, при рафинировании примесям. Производители, в большинстве своём, стремятся получить универсальный кремний высокого качества, и подбирают для этих целей более чистое сырьё, с минимальным содержанием железа. В тоже время чистые по содержанию золы восстановители могут вносить не только нежелательные, но и вредные примеси, такие как бор или фосфор, удаление которых связано с большими технологическими трудностями.

За последние несколько лет, в связи со снижением потребления алюминия, и соответственно, кремния металлургического качества, увеличилось потребление кремния химической промышленностью с 40% до 55% от мирового производства кремния, в том числе и для получения кремния, пригодного для изготовления солнечных элементов.

В настоящее время преимущественно поликристаллический кремний для солнечной энергетики производят по технологии «Сименс» путем переработки технического кремния в трихлорсилан с последующим водородным восстановлением из него кремния. Процесс характеризуется инфраструктурной сложностью передела и экологической опасностью. Поэтому в мире ведутся исследования по разработке менее затратных и безопасных процессов получения кремния «солнечной чистоты».

Возможное направление получения высокочистого кремния метод - карботермического восстановления из чистого природного кварца и восстановителя с последующим его рафинированием в ковше газовыми смесями и дальнейшая очистка двойной перекристаллизацией с различными скоростями. В этом случае содержание примесей в среднем не превышает 0,024% (240 ppm), что не соответствует требованиям, предъявляемым к кремнию, применяемому в солнечной энергетике (0,1-10 ppm).

Другим направлением получения чистого кремния используется метод кислотного рафинирования (очистки) кремния от примесей, что, при последующем переплаве образующихся зёрен кремния, даёт возможность получить кремний, сопоставимый по качеству с известными технологиями получения солнечного качества.

Норвежская компания Elkem совместно с фирмой Pillar применяя метод кислотного рафинирования, с дальнейшим переплавом полученных продуктов и повторной очисткой с последующей кристаллизацией полученного материала получают кремний высокой степени очистки, пригодный для получения солнечных элементов.

Возможно получение кремния солнечного качества при переработке кремния определённого состава обработкой кислотным раствором (5% HNO3; 0,5% HCl), с последующей двойной очисткой крупной фракции порошка (99,64% Si) субфторидным процессом.

Для развития альтернативных путей получения кремния «солнечного качества» должны быть сформулированы требования к исходному техническому кремнию.