

МАГНЕЗИАЛЬНО-СИЛИКАТНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ХАКАССКИХ СЕРПЕНТИНИТОВ

А.С. КИСНЕР, Н.В. ПАЩЕНКО, Т.В. ВАКАЛОВА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: kiss.nutka@gmail.com

Среди керамических материалов значимое место занимают магнийсиликатные керамические материалы различной степени плотности, сочетающие в себе высокую огнеупорность, химическую стойкость и повышенную прочность. Ужесточение требований к керамическим материалам обуславливает необходимость увеличения доли керамики из синтетического сырья. Решение указанных проблем требует разработки новых подходов к комплексному исследованию такого сырья с целью создания новых видов керамических материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами, в т.ч. керамических пропантов – раскливающих агентов, применяемых при добыче нефти и газа методом гидроразрыва пласта.

Отечественная и зарубежная практика получения пропантов свидетельствует о том, что основные трудности, с которыми сталкиваются при создании современных керамических пропантов, независимо от их разновидности, обусловлены требованиями, предъявляемыми к эксплуатационным свойствам пропантов, к которым относятся такие взаимно конкурирующие свойства гранулированного материала, как сохранность низких значений насыпной плотности при его высокой прочности.

Целью данной работы явилось комплексное исследование магнезиально – силикатного сырья на основе серпентинитовых пород, включая их изменения при нагревании.

Условия службы определяют основные функциональные свойства пропантов, которые должны выдерживать высокие пластовые давления, противостоять корродирующему действию агрессивной среды (кислых газов, солевых растворов), а также обеспечивать максимальную скорость перемещения добываемого нефтепродукта сквозь пропантную пачку. В последнее время пропанты, изготовленные из магнийсиликатного сырья, занимают все большую долю рынка. Это обусловлено дешевизной и доступностью сырьевых материалов, а также тем, что по основным эксплуатационным характеристикам (гранулометрическому составу, сферичности, округлости, сопротивлению раздавливанию, плотности, проницаемости, растворимости в кислотах и запыленности) они не уступают, а по ряду параметров превосходят другие виды раскливателей.

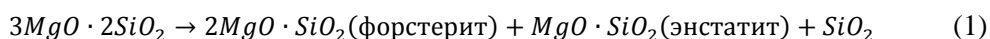
Согласно международному стандарту качество пропанта определяется такими показателями, как сферичность и округлость, растворимость в кислотах, насыпная плотность, сопротивление раздавливанию. К физическим характеристикам пропантов, которые влияют на проводимость трещины, относятся такие параметры, как прочность, размер гранул и их гранулометрический состав.

Прочность является основным критерием при подборе пропантов для конкретных пластовых условий с целью обеспечения длительной проводимости трещины на глубине залегания пласта. В глубоких скважинах минимальное напряжение — горизонтальное, поэтому образуются преимущественно вертикальные трещины. С глубиной минимальное горизонтальное напряжение возрастает приблизительно на 19 МПа/км. Поэтому по глубине пропанты имеют следующие области применения: кварцевые пески — до 2500 м; пропанты средней прочности — до 3500 м; высокой прочности — свыше 3500 м.

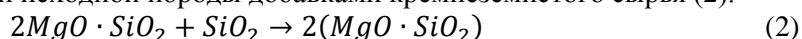
Основные проблемы при получении магнезиально-силикатных пропантов из композиций серпентинитов, оливинитов и дунитов (их природных смесей) связаны с трудностями процесса спекания гранулированного материала на их основе. Это вызвано тем, что основная кристаллическая фаза, формирующаяся при обжиге из такого природного сырья, представляет собой трудноспекающийся ортосиликат магния – форстерит. Это

сказывается на относительно невысокой прочности керамического материала, особенно в гранулированном состоянии, а также обуславливает необходимость повышения температуры обжига, что влечет за собой повышение энергоемкости процесса. Решение указанных проблем невозможно без комплексного исследования особенностей химико-минералогического состава исходного сырья и его структурно-фазовых изменений при термической деструкции [1, 2].

Процесс термического разложения серпентинита можно разделить на два этапа – низкотемпературный и высокотемпературный. Высокотемпературные процессы (1) сопровождаются формированием новых кристаллических соединений - форстерита и энстатита:



Поскольку основными кристаллическими фазами, образующимися при термическом разложении серпентина являются трудноспекающийся форстерит и более легкоспекающийся энстатит, то для улучшения спекания серпентинитовой породы рассматривалась возможность активации процесса спекания переводом форстерита в энстатит за счет подшихтовки исходной породы добавками кремнеземистого сырья (2).



В данной работе в качестве исходного сырья использовалась серпентинитовая порода Хакасского месторождения предварительно прокаленная при 900 и 1100°C. В качестве кремнеземистой добавки опробовался кварцевый песок в количестве 20 и 30 мас.%. Обжиг образцов полусухого прессования проводился при температуре 1200, 1250 и 1300°C. Исследование физико-химических процессов, протекающих при обжиге композиций серпентинита с добавками кварцевого песка, проводилось рентгеновским методом (рисунок 1).

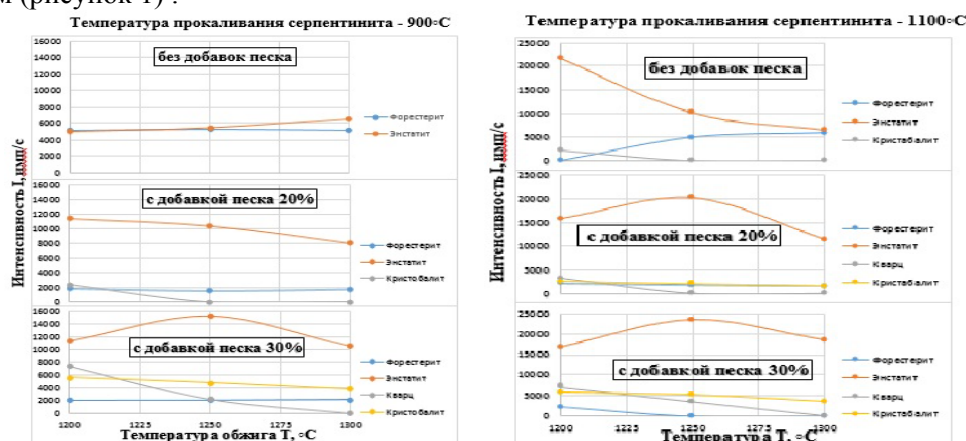


Рисунок 1 – Влияние температуры обжига и количества добавки песка на минералогический состав образцов магниально-силикатных керамических материалов на основе хакасских серпентинитов, предварительно прокаленных при 900 и 1100°C

Сопоставительный анализ полученных данных свидетельствует о том, что наиболее активно процессы минералообразования (судя по интенсивности рентгеновских рефлексов основной фазы – энстатита) протекают в смесях кварцевого песка с серпентинитовой породой, предварительно прокаленной при 1100°C. При этом оптимальное содержание добавки песка составляет 20%.

Список литературы

1. Вакалова Т.В., Говорова Л.П. и др. Структурно-фазовые изменения при нагревании дунитовых пород Северного Урала. - Новые огнеупоры. - 2016 - №. 2. - С. 6-11
2. Вакалова Т.В., Говорова Л.П., Токарева А.С. Дунитовая порода Иовского (Кытлымского) месторождения - перспективное сырье для керамических пропантов. - Известия вузов. Химия и химическая технология. - 2014 - Т. 57 - №. 11. - С. 33-36.