

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СИЛ ВРАЩЕНИЯ НА МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССОВ ВО ФРОНТЕ ВОЛНЫ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА МЕТАЛЛОТЕРМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ СИНТЕЗЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Г. И. Ксандопуло

Аннотация: Представлен механизм модифицирующего воздействия сил вращения на структуру фронта СВС-волны (СВС — самораспространяющийся высокотемпературный синтез) в цилиндрическом реакторе со спрессованной алюмотермической смесью, вращающемся вокруг вертикальной оси. Показано, что под действием центробежных сил частицы восстанавливаемого металла, возникающие во фронте волны горения, перемещаются в область перед фронтом и инициируют новые очаги воспламенения в свежей смеси, увеличивая скорость распространения СВС-волны. Показано, что этот процесс открывает возможности синтеза новых неравновесных неорганических соединений, обладающих высокотемпературной устойчивостью и совокупностью востребованных свойств. В качестве примера показано модифицирующее воздействие добавок неорганических радикалов (0,036% $Al_{20}B_4O_{36}$) на процесс кристаллизации расплава силумина со значительным уменьшением размеров кристаллов в остывшем расплаве.

Ключевые слова: СВС; алюмотермия; центробежная сила; очаги воспламенения; модифицирующее воздействие

DOI: 10.30826/CE21140111

Литература

1. Ксандопуло Г. И., Дубинин В. В. Химия газофазного горения. — М.: Химия, 1987. 240 с.
2. Ксандопуло Г. И. Стадийность, отрицательный температурный коэффициент скорости реакции и бифуркация в пределах монофронта углеводородного пламени (сообщение 1) // Хим. физика, 2011. Т. 30. № 8. С. 83–93.
3. Kсандопуло G. I. SHS in conditions of rotation: Thermal and concentration combustion limits for oxide systems taken as an example // Int. J. Self-Propag. High-Temp. Synth., 2011. Vol. 20. No. 4. P. 220–223.
4. Sanin V., Andreev D., Ikornikov D., Yukhvid V. Cast intermetallic alloys by SHS under high gravity // J. Acta Phys. Pol. A, 2011. Vol. 120. No. 2. P. 331–335. doi: 10.12693/APhysPolA.120.331.
5. Sanin V., Andreev D., Ikornikov D., Yukhvid V. Cast intermetallic alloys and composites based on them by combined centrifugal casting — SHS process // Open J. Metal, 2013. Vol. 3. No. 2B. P. 12–24. doi: 10.4236/ojmetal.2013.32A2003.
6. Kсандопуло G. I. Non-chain autoacceleration of SHS wave in conditions of rotation // Int. J. Self-Propag. High-Temp. Synth., 2015. Vol. 24. P. 8–13.
7. Алымов М. И., Юхвид В. И., Андреев Д. Е., Санин В. Н. Химические превращения в волнах горения многокомпонентных смесей термитного типа // Докл. Акад. наук, 2015. Т. 460. № 2. С. 173. doi: 10.7868/S0869565215020140.
8. Yukhvid V. I., Andreev D. E., Sanin V. N., Sentyurina Zh. A., Pogozhev Yu. S., Levashov E. A. Centrifugal SHS of cast Ti–Al–Nb–Cr alloys // Int. J. Self-Propag. High-Temp. Synth., 2015. Vol. 24. No. 4. P. 177–181. doi: 10.3103/S1061386215040159.
9. Kolobov Yu. R., Bozhko S. A., Golosova O. A., Sanin V. N., Ikornikov D. M., Yukhvid V. I. Fine grained Co–Cr–Mo alloy by combined use of SHS and thermo-mechanical treatment // Int. J. Self-Propag. High-Temp. Synth., 2015. Vol. 24. Iss. 4. P. 231–235. doi: 10.3103/S1061386215040056.
10. Юхвид В. И., Горшков В. А., Санин В. Н. Получение новых керамических и композиционных материалов методами СВС-металлургии // Технологическое горение / Под ред. С. М. Алдошина, М. И. Алымова. — М.: Российская академия наук, 2018. С. 350–371. doi: 10.31857/S9785907036383000014.
11. Ксандопуло Г., Байдельдинова А. Макрокинетика процесса СВС в условиях действия центробежной силы // Горение и плазмохимия, 2018. Т. 9. № 4. С. 241–248.
12. Kсандопуло G. I. The attacking properties of an adiabatic SHS-wave in rotation conditions // 7th Symposium (International) on Combustion and Plasmochemistry Proceedings. — Almaty, Kazakhstan, 2013. P. 20–22.

¹Институт проблем горения, г. Алматы, Республика Казахстан, ksand@inbox.ru

13. Baydeldinova A. N., Omarova K. I., Nurakhmetov B. Zh., Sabyrov N., Ksandopulo G. I. Experimental researches of properties of adiabatic combustion wave // 7th Symposium (International) on Combustion and Plasmochemistry Proceedings. — Almaty, Kazakhstan, 2013. P. 164–167.
14. Baideldinova A., Ksandopulo G., Mukhina L. Initiation of the adiabatic wave of combustion for obtaining the substances with the free valence // IOP Conf. Ser. — Mat. Sci., 2016. Vol. 123. P. 012032.
15. Ксандопуло Г. И., Байдельдинова А. Н., Мухина Л. В., Пономарева Е. А., Азизов З. М. Наноуглеродные структуры и другие нетривиальные субстанции в продукте СВС при воздействии центробежного ускорения // Междунар. симп. «Физика и химия углеродных материалов/Наноинженерия». Междунар. конф. «Наноэнергетические материалы и наноэнергетика». — Алматы, Казахстан, 2016. С. 3–7.
16. Sanin V. N., Yukhvid V. I., Merzhanov A. G. The influence of high-temperature melt infiltration under centrifugal forces on SHS processes in gasless systems // Int. J. Self-Propag. High-Temp. Synth., 2002. Vol. 11. No. 1. P. 31–44.
17. Санин В. Н., Юхвид В. И. Инфильтрация расплава под действием центробежной силы в высокотемпературных слоевых системах // Неорганические материалы, 2005. Т. 41. № 3. С. 305–313.
18. Алдушин А. П., Сеплярский Б. С. Распространение волн экзотермической реакции в пористой среде при продуве газа // Докл. Акад. наук СССР, 1978. Т. 241. № 1. С. 72–75.
19. Манелис Г. Б. Сверхадиабатика // Природа, 1996. № 3–4. С. 43.
20. Matkowsky B. J., Aldushin A. P., Rumanov I. E. Maximal energy accumulation in superadiabatic filtration combustion wave // Combust. Flame, 1999. Vol. 118. P. 76–90.

Поступила в редакцию 14.02.2021