

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКЕ

Статья поступила 2 июля 2014 г.

Композиционные керамические материалы на основе огнеупорных вяжущих систем широко используются в космической, авиационной, машиностроительной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, металлургической и других отраслях промышленности. Исследование их физико-химических и деформационных свойств позволяет разрабатывать рациональные технологии получения изделий, оценивать их конструкционные свойства, определять области применения. При этом решаются вопросы создания новых и модернизации существующих тепловых, химико-технологических и других агрегатов путем согласования сложных связей в системе условия эксплуатации — материал — конструкция.

Известны специальные установки для изучения деформационных свойств керамических материалов как отечественного, так и зарубежного производства. Особенности аппаратуры для проведения высокотемпературных исследований деформации и ползучести подробно описаны в литературе [1–3]. Методики определения температуры деформации и ползучести представлены в ГОСТ 4070–83 и ГОСТ 25040–81. Используемая аппаратура для испытания включает системы нагрева, приложения нагрузки и измерения деформации.

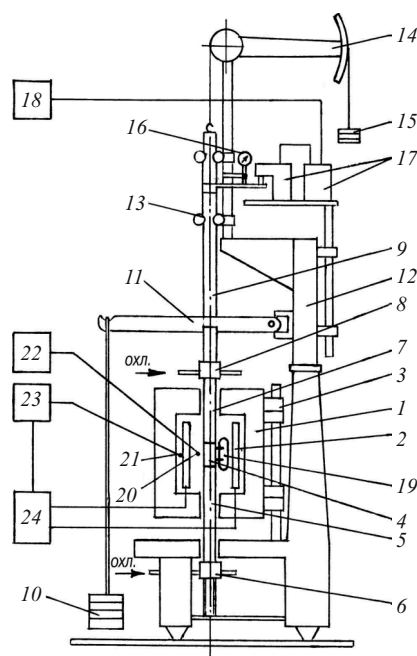
Ранее создана однопозиционная установка для определения высокотемпературной деформации при нагреве и ползучести материалов, позволяющая проводить испытания безобжиговых композитов с пределом изменения размеров до 20 мм (40 %), при температурах до 1550 °С и нагрузках до 5 МПа методом одноосного сжатия [4, 5]. Принципиальная схема однопозиционной установки представлена на рисунке.

Изменения структуры образцов в процессе той или иной обработки изучают после их испытания при различных температурах, что позволяет соотнести изменения структуры материалов со степенью их деформации. Это дает возможность установить конкретные процессы эволюции структуры и механизмы деформирования, а сумма таких данных — прогнозировать поведение керамических композиционных материалов при эксплуатации.

При работе на однопозиционной установке измерения высокотемпературной деформации и ползучести керамических материалов возникают определенные сложности, такие как необходимость постоянного контроля за температурой, непрерывной регистрации параметров процесса (температуры, времени и величины деформации), дополнительного контроля деформации образцов визуально с помощью катетометра.

С целью решения ряда технологических задач разработана программа автоматизированного управления, предназначенная для оборудования, на котором осуществляются процессы термической обработки композиционной керамики, а также для лабораторного оборудования, на котором измеряется высокотемпературная деформация и ползучесть керамических композиционных материалов. Область применения программы — термомеханические испытания различных видов керамических композиционных материалов в большом диапазоне измерений [6].

Состояние объекта управления (печи или агрегата для термической обработки керамических композиционных материалов) оценивают технологическими параметрами — физическими величинами, от значений которых зависит результат технологического процесса, т.е. качество обработки. В автоматизированном управлении установкой высокотемпературной деформации и ползучести за качество обработки принимают такие технологические параметры, как температура, изменение длины керамического образца, а также время выдержки. При этом состояние объекта управления



Принципиальная схема однопозиционной установки: 1 — печь; 2 — нагреватели; 3 — шарнир; 4 — образец; 5 и 7 — нагружающие стержни; 6 и 8 — охлаждающие рубашки; 9 — штук; 10 — грузы; 11 — рычаг; 12 — стойка; 13 — направляющие ролики; 14 — трос; 15 — уравнивающий груз; 16 — индикатор; 17 — самописец; 18 — индукционный датчик; 19 — смотровое окно; 20 и 21 — термопара; 22 и 23 — приборы контроля и регулирования температуры; 24 — система управления

зависит от ряда входных величин. В данной системе выделяют возмущающие и управляющие воздействия. Первые действуют случайным образом и отклоняют объект от заданного состояния, вторые изменяют состояние объекта целенаправленно, возвращая его в заданное состояние. Регулирование осуществляют путем поддержания значения температуры на заданном постоянном или изменяющемся уровне.

Автоматическое управление процессами высокотемпературной обработки композиционной керамики обеспечивает нагрев с требуемой скоростью и выдержку во времени с регистрацией температуры нагрева и деформации, ее фиксации в виде текстового файла и в графическом виде на экране монитора компьютера.

При определении температуры деформации под нагрузкой и ползучести материалов согласно методике испытания по ГОСТ 4070–2000 используют платинородиевые термопары ТПП. Одна из термопар используется в качестве регулятора температуры в печи, другая является контрольной и служит для регистрации температуры. Требуемую скорость нагрева устанавливают программно — по таблице задают время нагрева и требуемую температуру.

Внедрение контрольно-измерительной аппаратуры позволяет объективно оценивать состояние технологического процесса. Использование дистанционного управления технологическим процессом (агрегатом) дает возможность вывести обслуживающий персонал из «горячей зоны». Централизация контрольно-измерительной аппаратуры и дистанционного управления повышает эффективность управления и контроля. Использование разомкнутых (работающих по жесткой программе) и замкнутых (с обратной связью) систем управления отдельных технологических параметров обеспечивает безопасную работу оборудования и повышение качества обработки. Разработка и внедрение систем управления на основе управляющих вычислительных машин, микропроцессоров или промышленных компьютеров, автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) дают возможность организовать единую систему, включающую управление вспомогательными операциями (транспортирование, документирование, диагностика). В случае определения высокотемпературной деформации и ползучести керамических композиционных материалов автомати-

ческое управление нагревом не требует контроля за процессом и позволяет регулировать температуру, время нагрева, а также следить за изменением размера керамического образца с помощью персонального компьютера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Довбыш В. А., Балкевич В. Л. Установка для измерения высокотемпературной ползучести грубозернистой керамики / Заводская лаборатория. 1975. № 9. С. 1147 – 1148.
2. Воробьев А. Н., Певзнер М. Л., Хлебникова И. Ю., Шабунин В. А. Усовершенствованный прибор для определения температуры деформации под нагрузкой / Огнеупоры. 1985. № 1. С. 59 – 61.
3. Певзнер М. Л., Хлебникова И. Ю. Высокотемпературная установка для термомеханических испытаний огнеупоров / Огнеупоры. 1978. № 1. С. 53 – 55.
4. Шаяхметов У. Ш., Васин К. А., Валеев И. М. Установка для определения деформации и ползучести жаростойких материалов / Огнеупоры и техническая керамика. 2000. № 5. С. 36 – 37.
5. Шаяхметов У. Ш., Валеев И. М., Васин К. А. Трехпозиционная установка для определения высокотемпературной деформации жаростойких материалов / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2000. Т. 66. № 12. С. 50 – 51.
6. Хуснуллин А. М., Шаяхметов У. Ш., Мурзакова А. Р. и др. Программа автоматизированного управления процессами термической обработки композиционной керамики / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013613077 от 25.03.2013 г.

REFERENCES

1. Dovbysh V. A., Balkevich V. L. Ustanovka dlya izmereniya vysokotemperaturnoi polzuchesti grubozernistoi keramiki / Zavod. Lab. 1975. N 9. P. 1147 – 1148 [in Russian].
2. Vorob'ev A. N., Pevzner M. L., Khlebnikova I. Yu., Shabunin V. A. Usovershenstvovannyi pribor dlya opredeleniya temperatury deformatsii pod nagruzkoi / Ogneupory. 1985. N 1. P. 59 – 61 [in Russian].
3. Pevzner M. L., Khlebnikova I. Yu. Vysokotemperaturnaya ustanovka dlya termomekhanicheskikh ispytaniy ogneuporov / Ogneupory. 1978. N 1. P. 53 – 55 [in Russian].
4. Shayakhmetov U. Sh., Vasin K. A., Valeev I. M. Ustanovka dlya opredeleniya deformatsii i polzuchesti zharostoykikh materialov / Ogneupory Tekhn. Keram. 2000. N 5. P. 36 – 37 [in Russian].
5. Shayakhmetov U. Sh., Valeev I. M., Vasin K. A. Trekhpozitsionnaya ustanovka dlya opredeleniya vysokotemperaturnoi deformatsii zharostoykikh materialov / Zavod. Lab. Diagn. Mater. 2000. Vol. 66. N 12. P. 50 – 51 [in Russian].
6. Khusnullin A. M., Shayakhmetov U. Sh., Murzakova A. R., et al. Programma avtomatizirovannogo upravleniya protsessami termicheskoi obrabotki kompozitsionnoi keramiki / Certificate of state registration of computer program N 2013613077 from 25.03.2013 [in Russian].

© У. Ш. Шаяхметов¹, А. Р. Мурзакова¹, А. М. Хуснуллин²

¹ Башкирский государственный университет
инженерной физики и физики материалов,
г. Уфа, Россия; e-mail: mursalina@bk.ru

² ИПЦМ РАН, г. Уфа, Россия