

**ПРОИЗВОДСТВО КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**И. Б. ОПАРИНА, А. Г. КОЛМАКОВ,  
М. А. СЕВОСТЬЯНОВ, М. Л. ХЕЙФЕЦ**

**Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова,  
РАН, Россия**

*Исключительные эксплуатационные характеристики композиционных материалов обеспечивают их широкое применение в машиностроении: при производстве стеклопластиков, фасонных изделий, футеровочных плит для защиты металлических конструкций от воздействия агрессивных сред и ударных нагрузок. Для получения изделий со стабильными технико-эксплуатационными характеристиками процессом спекания управляют современные автоматизированные системы.*

Композиционные материалы занимают лидирующие позиции в производстве изделий для металлургической и нефтегазовой отрасли, теплоэнергетики, дорожного и жилищного строительства, судостроения. Технологии производства композиционных материалов позволяют создавать изделия сложной формы точных размеров. Одна из технологий изготовления – метод горячего вакуумного формования. Метод заключается в нагреве изделий до заданной температуры, последующей выдержке в течение определенного времени и охлаждении.

Полуфабрикаты композита изготавливаются путем нанесения на предварительно обработанную разделительным агентом поверхность модели-оснастки нескольких слоев армирующей волокнистой основы, пропитанной матричной полимерной смолой и гелькоутом.

На оснастке с полуфабрикатом крепится мешок. Заготовка вакуумируется и помещается в печь. Спекание происходит в вакууме при высокой температуре. Точность протекания процесса спекания контролирует автоматизированная система управления (рис.).

После установки изделия в температурной камере оператор выбирает режим термообработки и запускает процесс формования. Датчики температуры устанавливаются в нескольких точках камеры. Размещение нескольких датчиков позволяет не только вести точные измерения, но

и в случае выхода из строя одного датчика оставшиеся – обеспечат полноценный контроль, не прерывая техпроцесса. Автоматизированная система управления включает:

- программируемый контроллер;
- модуль аналогового ввода;
- модуль аналогового вывода;
- панель оператора;
- блоки питания.

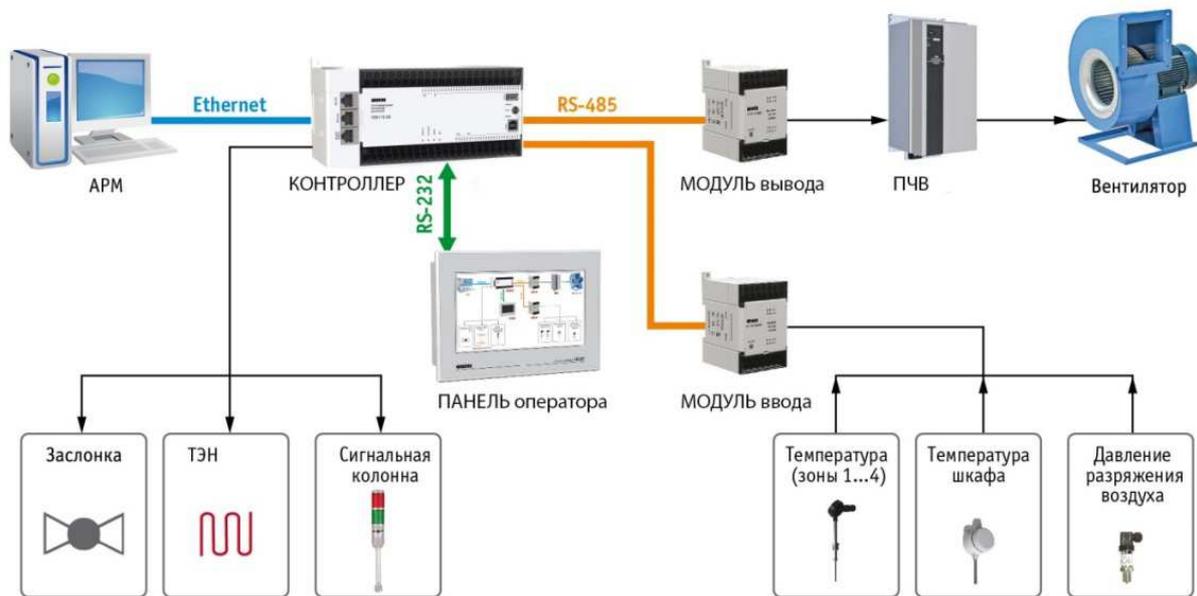


Рис. Функциональная схема управления процессом спекания

Система автоматически поддерживает заданную температуру в камере в соответствии с выбранным режимом. Регулирование температуры осуществляется каскадным подключением нагрузки мощностью более 50–60 кВт и отключением нагревательных элементов через твердотельное реле. Такая методика позволяет плавно изменять нагрузку и избегать резких просадок напряжения питающей сети при выводе камеры на рабочий режим.

Мощность воздухообменного вентилятора регулируется частотным преобразователем под управлением контроллера.

Для визуализации рабочих параметров используется панель оператора. На панели помимо отображения текущих параметров, можно просматривать архив базы данных. При возникновении нештатных ситуаций выво-

дится описание неисправности с протоколированием данных в журнале аварий.

О режимах работы печи оповещает сигнальная колонна. Если печь находится в режиме ожидания - горит желтая лампа, в процессе работы – зеленая, а при возникновении аварийных ситуаций – красная.

Остановка нагрева и блокировка печи происходит при возникновении следующих аварийных ситуаций:

- дверь камеры открыта;
- неисправность датчиков;
- превышение максимально допустимой температуры камеры;
- нарушение вакуума в пресс-форме;
- неисправность системы управления.

Для повышения безопасной эксплуатации блокировка печи продублирована релейной схемой, это позволяет избежать нештатных ситуаций в случае отказа системы управления.

Точное управление параметрами нагрева и охлаждения при производстве изделий из композиционных материалов обеспечивает получение высокотехнологичных продуктов, повышение производительности установки, экономию энергоресурсов и безопасность производства.