

Контроль и регистрация параметров процесса прессования деталей из спецматериалов

Вячеслав Сорокин, Владимир Калинин, Андрей Бойков, Евгений Пушкарев, Ильхам Шакиров, Евгений Сомов, Сергей Кроваткин

В статье описана автоматизированная система контроля и регистрации параметров процесса прессования, построенная в короткие сроки на базе открытых международных стандартов и современного программно-аппаратного обеспечения.

ВВЕДЕНИЕ

Производственная база государственного завода 2 ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» в настоящее время имеет прессовое оборудование отечественного производства 60-70-х годов выпуска мощностью от 60 до 5000 тонн, доработанное для изготовления деталей из спецматериалов.

Надежное, простое в обслуживании и эксплуатации оборудование, однако, не позволяет выполнять прессование с высокой точностью и стабильностью технологических параметров из-за низкой оснащённости средствами контроля и регистрации параметров процесса прессования и, как следствие, получать детали со стабильными характеристиками. Кроме того, отсутствует возможность вести учёт показаний параметров прессового оборудования и систем обеспечения, делать их своевременный анализ для осуществления постоянной работы по совершенствованию технологии прессования деталей.

Данные задачи способна решить автоматизированная система контроля и регистрации параметров процесса прессования (АСКРППП). Система предназначена для измерения, регистрации и протоколирования параметров процесса прессования, а также блокировки работы пресса при возникновении аварийной ситуации.

Процесс прессования заключается в выдержке материала в пресс-форме при заданных значениях давления и температуры в течение определённого времени с последующим охлаждением с установленной скоростью. Предварительно пресс-форма вакуумируется. Прессование выполняется на рабочем (замедленном) ходу плунжера пресса. Нагрев и охлаждение пресс-формы производятся с помощью трёх каналов подвода теплоносителя (пара или воды) с заданными значениями давления и температуры.

Система осуществляет контроль и регистрацию следующих технологических параметров и сигналов:

- давление прессования (1 канал);
- уровень вакуумирования пресс-формы (1 канал);
- давление теплоносителя на входе в пресс-форму (3 канала);
- давление теплоносителя на выходе из пресс-формы (3 канала);
- температура теплоносителя на входе в пресс-форму (3 канала);
- температура теплоносителя на выходе из пресс-формы (3 канала);
- температура пресс-формы (3 канала);
- дискретные сигналы контроля и управления (7 каналов + 2 канала).

Дискретные сигналы контроля и управления соответствуют следующим событиям:

- закрытие двери кабины прессования;
- включение пульта управления прессом;

- переключение плунжера пресса с холостого на рабочий ход;
- движение плунжера вниз;
- движение плунжера вверх;
- нижнее положение плунжера;
- верхнее положение плунжера;
- блокировка работы пресса.

Блокировка работы пресса производится во время прессования детали при возникновении следующих ситуаций:

- открытие двери кабины прессования;
- недостаточная глубина вакуума в пресс-форме (менее $-0,92$ кгс/см²) в первую минуту выдержки;
- наличие холостого (ускоренного) хода плунжера пресса при давлении прессования свыше 15 кгс/см²;
- повышение давления прессования сверх заданного.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

В состав АСКРППП входят:

- пульт технолога цеха;
- пульт оператора пресса;
- устройства контроля и управления;
- первичные преобразователи (датчики) пресса;
- сетевое оборудование.

Структурная схема системы контроля приведена на рис. 1.

Пульт технолога цеха представляет собой персональный компьютер (ПК технолога) и предназначен для ведения баз данных технологических заданий прессов, а также контроля и документирования их работы.

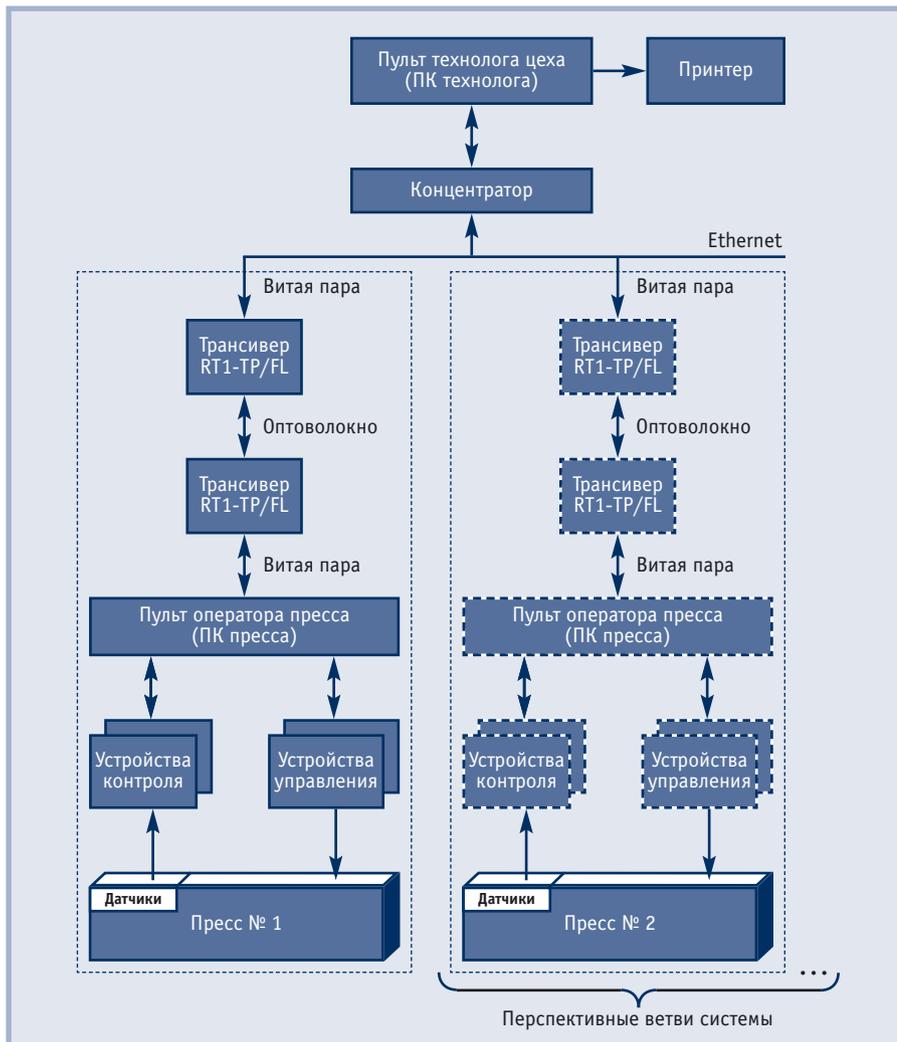


Рис. 1. Структурная схема системы контроля

База данных технологических заданий пресса представляет собой набор технологических уставок, с которыми, и только с которыми, должна производиться работа на данном прессе; база ведётся технологом цеха и недоступна оператору пресса.

Пульт оператора пресса представляет собой персональный компьютер (ПК пресса), используемый для регистрации, протоколирования и блокировки работы пресса в режиме реального времени.

Устройства контроля и управления представляют собой специализированные модули удалённого сбора данных и управления и предназначены для измерения параметров процесса прессования и блокировки работы пресса в режиме реального времени.

Первичные преобразователи (датчики) пресса устанавливаются на прессе и служат для формирования первичной информации о его работе.

Сетевое оборудование предназначено для объединения ПК прессов и ПК технолога в локальную сеть при помощи оптоволоконного кабеля связи.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Перед началом работы прессовщик (оператор пресса) получает от мастера технологическую карту на прессование детали. В этой карте отражены следующие параметры:

- номер технологической карты;
- время выдержки материала под прессом (мин);
- верхняя и нижняя границы давления прессования ($\text{кгс}/\text{см}^2$);
- верхняя и нижняя границы температуры нагрева пресс-формы ($^{\circ}\text{C}$);
- скорость охлаждения пресс-формы ($^{\circ}\text{C}/\text{мин}$).

Получив задание, прессовщик включает ПК пресса, на экране ПК появляется мнемосхема АСКРППП. С этого момента начинается регистрация и протоколирование параметров процесса прессования.

Затем прессовщик выполняет следующие подготовительные операции:

- проверяет работоспособность датчиков давления и температуры;
- проверяет переключение с холостого на рабочий ход плунжера пресса;

- проверяет пресс-форму на герметичность;
- производит подготовку, смазку и сборку пресс-формы;
- осуществляет засыпку прессуемого материала;
- устанавливает пресс-форму с материалом под пресс.

Данные операции выполняются при открытой двери кабины прессования. Блокировка работы пресса на этом этапе не производится.

Затем дверь кабины прессования закрывается, и прессовщик с полученной карты вводит в ПК пресса параметры технологического процесса (задание пресса). Введённые данные сопоставляются с параметрами, занесёнными в базу данных технологических заданий используемого пресса, и при их совпадении выдаётся разрешение на начало технологического процесса прессования. Таким образом исключается возможность ошибочного ввода данных.

С момента начала технологического процесса прессования при возникновении хотя бы одной из ранее перечисленных ситуаций производится блокировка работы пресса.

Далее прессовщик выполняет следующие операции:

- создает в пресс-форме необходимый уровень вакуума;
- включает пульт управления прессом;
- с помощью пульта управления подводит плунжер к пресс-форме и начинает прессование, пресс должен переключиться с холостого на рабочий ход;
- с помощью пульта управления добивается заданного значения давления прессования и поддерживает его на протяжении всего времени выдержки;
- регулируя давление пара (воды) в каналах подвода теплоносителя, устанавливает заданную температуру нагрева пресс-формы и поддерживает её в течение всего времени выдержки;
- с помощью ПК пресса контролирует отсчёт времени выдержки (отсчёт прерывается, если значение давления прессования или температуры пресс-формы «уходит» за нижнюю границу);
- по окончании времени выдержки начинает процесс охлаждения пресс-формы, регулируя давление пара (воды) в каналах подвода теплоносителя и контролируя заданную скорость охлаждения с помощью ПК пресса;
- при достижении заданного значения температуры пресс-формы после её

охлаждения снимает задание пресса, с этого момента блокировка работы пресса не производится;

- стравливает давление прессования, открывает дверь кабины прессования, освобождает пресс-форму и выполняет её разборку.

С этого момента система готова к вводу нового задания либо к завершению своей работы путём выключения ПК пресса.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящее время система реализована на уровне управляющего компьютера технолога и рабочего места оператора пресса.

В качестве пульта технолога цеха применён промышленный панельный компьютер PPC-150 (Advantech), пульт оператора пресса выполнен на базе промышленной рабочей станции AWS-825 (Advantech). Пульта объединены в локальную сеть при помощи оптоволоконного кабеля связи с использованием трансиверов RT1-TP/FL фирмы Hirschmann. Внешний вид рабочего места оператора пресса показан на рис. 2.

В качестве устройств контроля и управления применены следующие модули удалённого сбора данных и управления серии ADAM-4000 (Advantech):

- ADAM-4012 — для измерения давления прессования и выполнения блокировки по превышению давления в режиме реального времени (0,1 с);
- ADAM-4017 — для измерения давления теплоносителя на входе в пресс-форму (3 канала);
- ADAM-4017 — для измерения давления теплоносителя на выходе из пресс-формы, а также уровня вакуумирования пресс-формы (3 канала + 1 канал);
- ADAM-4015A — для измерения температуры теплоносителя на входе в пресс-форму (3 канала);
- ADAM-4015A — для измерения температуры теплоносителя на выходе из пресс-формы (3 канала);
- ADAM-4018 — для измерения температуры пресс-формы (3 канала);
- ADAM-4052 — для дискретных сигналов контроля (7 каналов);
- ADAM-4060 — для блокировки работы пресса в режиме реального времени (1 с).

На рис. 3 показан вид стойки оператора пресса сзади, где смонтированы устройства контроля и управления серии ADAM-4000. Для обеспечения модулей электропитанием использован



Рис. 2. Общий вид рабочего места оператора пресса

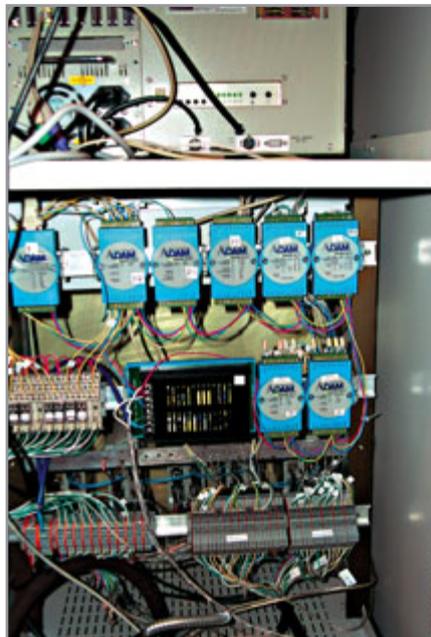


Рис. 3. Стойка оператора пресса (вид сзади)

импульсный источник PWR-242 (Advantech). Применение клеммных колодок фирмы WAGO позволило значительно упростить процесс монтажа и сократить трудозатраты.

Для измерения давления используются датчики серии Метран-43 с выходным сигналом 4...20 мА. Для измерения температуры теплоносителя применены термопреобразователи сопротивления Метран-253 ТСМ (50М) с диапазоном измеряемых температур $-50...+150^{\circ}\text{C}$, а для измерения температуры пресс-формы — термопары хромель-копель с диапазоном

измеряемых температур до 200°C . Расположение датчиков в помещении пресса представлено на рис. 4.

В соответствии с алгоритмом работы системы для ПК пресса было разработано специальное программное обеспечение. Охарактеризуем его основные составляющие.

ASKRPPPGNI — стратегия, созданная в среде разработки программного обеспечения АСУ ТП Genie 3.0 (Advantech). Данная стратегия запускается на ПК пресса сразу после включения и является его основной управляющей программой, реализуя следующие функции:

- регистрация и протоколирование параметров процесса прессования;
- блокировка работы пресса при необходимости;
- диагностика наличия связи с устройствами сбора данных и управления, а также работоспособности измерительных каналов;
- отключение по команде оператора некоторых измерительных каналов в случае необходимости;
- световая сигнализация о текущем состоянии измерительных каналов и режимах работы программы;
- звуковая сигнализация, сопровождающая все значительные изменения в текущем состоянии работы программы;
- сброс звуковой сигнализации по команде оператора.

OPERATOR.EXE — исполняемый модуль, созданный в среде разработки программного обеспечения Borland C++ Builder 5.0. Он запускается из окна программы управления и выполняет следующие функции:

- установка задания в ПК пресса перед началом прессования;
- отмена задания в ПК пресса по окончании прессования;
- запрос на завершение работы управляющей программы перед выключением ПК пресса;



Рис. 4. Расположение датчиков в помещении пресса



Рис. 5. Вид окна программы управления в режиме «Дежурство»

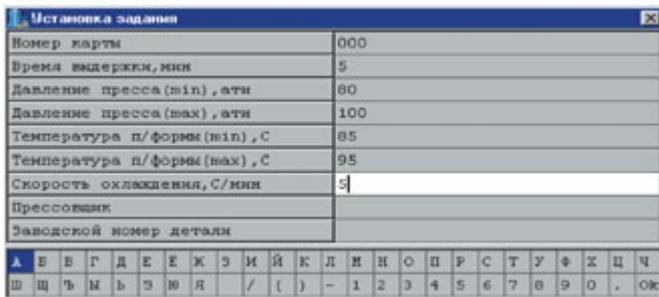


Рис. 6. Вид бланка задания параметров технологического процесса

- выключение ПК пресса.

REPORT.EXE — исполняемый модуль, разработанный в среде Borland C++ Builder 5.0. Он запускается из окна на ПК пресса или по сети на ПК технолога и выполняет функции создания, просмотра и документирования отчётов о работе АСКРППП за указанный период.

TECHNOLOG.EXE — исполняемый модуль, разработанный в среде Borland C++ Builder 5.0. Он запускается по сети с ПК пресса на ПК технолога для создания и корректировки хранящейся на ПК пресса базы данных технологических заданий.

В соответствии с алгоритмом работы системы реализованы два режима выполнения программы управления ПК пресса: «Настройка» и «Дежурство».

Режим «Настройка» действует до установки задания в ПК пресса и после его отмены. Блокировка работы пресса в этом режиме не выполняется. Звуковая сигнализация сопровождается только изменением состояний, связанные с функциями диагностики.

Режим «Дежурство» действует с момента установки задания в ПК пресса и до его отмены. В этом режиме при возникновении аварийной ситуации выполняется блокировка работы пресса, сопровождающаяся световой сигнализацией. Звуковая сигнализация

выполняется в полном объёме, за исключением изменения некоторых неаварийных дискретных сигналов контроля. Вид окна программы управления в режиме «Дежурство» представлен на рис. 5.

Переход в режим «Дежурство» из режима «Настройка» осуществляется путём нажатия кнопки «Карта» в окне управляющей программы. После этого на экране появляется бланк задания параметров технологического процесса, который заполняется оператором пресса с помощью манипулятора мышь. Клавиатура ПК пресса оператору недоступна, чтобы оградить его от несанкционированного входа в операционную систему. Вид бланка задания параметров технологического процесса представлен на рис. 6.

По окончании процесса прессования прессовщик отменяет задание путём нажатия кнопки «Карта» в окне управляющей программы и кнопки «Ок» на бланке отмены задания. С этого момента система готова к вводу нового задания либо к завершению своей работы посредством нажатия кнопки «Выход» в окне управляющей программы и кнопки «Да» на бланке завершения работы управляющей программы.

Работа с базой данных АСКРППП осуществляется путём нажатия кнопки

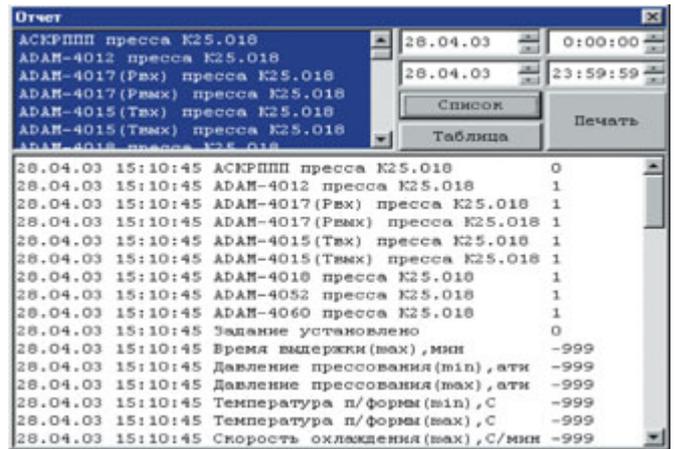


Рис. 7. Окно программы «Отчёт»



Рис. 8. Окно «Технологическая карта»

«Отчёт» в окне управляющей программы или по сети на ПК технолога. Параметры, период и вид отчёта выбираются с помощью средств пользовательского интерфейса программы «Отчёт». Вид окна программы «Отчёт» со списком всех параметров представлен на рис. 7.

Работа с базой данных технологических заданий пресса осуществляется по сети на ПК технолога. Вид окна «Технологическая карта» представлен на рис. 8.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время АСКРППП находится в промышленной эксплуатации. Пользователи отмечают высокую надёжность, эффективность и простоту обслуживания системы. Её достоинством является также то, что монтаж и наладка системы заняли всего 3 месяца в условиях действующего производства.

Дальнейшая автоматизация цеха предполагает подключение к системе ещё нескольких прессов, а также рассматривается возможность автоматического регулирования подачи теплоносителя к пресс-форме. ●

**Авторы — сотрудники института
РФЯЦ-ВНИИФ
Телефон: (351-72) 511-55**