

Система контроля и регистрации параметров процесса литья цветных металлов под высоким давлением

Андреев П. О. (МТЦ «ПОЛИТЕГ-МЕТ»)

Производственная база многих литейных заводов в настоящее время опирается на машины литья под высоким давлением (МЛПВД) отечественного производства изготовленных в период с 60-х до 90-х годов и мощностью от 60 до 5' 000 тонн.

Надежное, простое в обслуживании и эксплуатации оборудование, однако, не позволяет выполнять прессование с высокой точностью и стабильностью технологических параметров из-за низкой оснащенности средствами контроля и регистрации параметров процесса прессования и, как следствие, получать детали со стабильными характеристиками.



Кроме того, отсутствует возможность вести учет показаний параметров машины литья под высоким давлением и систем обеспечения, делать их своевременный анализ для осуществления постоянной работы по совершенствованию технологии прессования деталей.

Для обеспечения высокого, стабильного качества изделий и минимального количества брака при литье под давлением в ходе производственного процесса следует применять различные методы контроля свойств отливок. Это связано со значительными затратами и необходимостью проведения некоторых испытаний в лабораторных условиях, на основе результатов которых можно корректировать процесс литья. Сложная взаимосвязь отдельных технологических параметров затрудняет выбор соответствующего управляющего воздействия для устранения отклонения показателей отливок от заданных значений. Особенно трудно добиться заданного уровня качества во время пускового периода при возобновлении производства после остановки машины. Пусковой период, в зависимости от вида отливки, может длиться несколько часов. В течение всего этого времени выпускается брак, а квалифицированный персонал занят непрерывной корректировкой параметров процесса. Для сокращения числа проверок, направленных на поддержание заданного качества отливки, необходимы контроль и регулировка тех параметров, которые непосредственно определяют свойства отливки и поддаются измерению в ходе процесса. Параметры процесса, определяющие качество отливки.

Исследования, проведенные в последние годы, показали, что непосредственное влияние на качество отливки оказывают:

- температура расплава;
- температура стенки пресс-формы;
- скорость прессования;
- давление в пресс-форме;
- деформация (износ) и герметичность прессформы.

Все они легко поддаются измерению. Стабилизировать их можно двумя способами: поддержанием постоянства вторичных параметров, оказывающих на них влияние, и непосредственным регулированием. При этом возмущающие воздействия по степени их влияния на качество отливки можно условно разделить на 2 категории.

Категория А: качество ухудшается медленно, но неизменно в течение длительного периода времени. Основные причины – постепенный износ пресс-формы, камеры прессования, изменение температуры стенки пресс-формы, расплава; вязкости смазки в результате старения и загрязнения; условий охлаждения пресс-формы; давления мультипликации.

Категория Б: качество изменяется от цикла к циклу. Основные причины - колебания заливаемого металла, быстроты срабатывания обратного клапана, продолжительности каждой из фаз прессования, скорости запрессовки металла, давления мультипликации.

Температура расплава в раздаточной печи определяет колебания температуры расплава в пресс-форме, соответственно, скорости охлаждения, а также динамических и статистических потерь давления. Причем именно изменение потерь давления оказывает особенно сильное влияние на воспроизводимость качества отливки.

Основными условиями поддержания постоянного уровня температуры расплава в печи являются: точная настройка регулятора температуры нагревателей.

Температура стенки пресс-формы. Колебания этого параметра обуславливают неоднородность структуры отливаемых изделий, а также изменения их массы и размеров. Они вызваны значительной теплоотдачей через крепежные плиты машины (в период пуска); изменением температуры окружающей среды и связанным с ней расходом охлаждающей жидкости (вследствие изменения частоты вращения центробежного насоса термостата при колебании напряжения в сети или в результате уменьшения диаметра каналов при загрязнении системы охлаждения) и т.д. Регистрация температуры стенки позволяет также выявить влияние прерывания цикла на этот параметр и качество отливки. Причины отклонения температуры стенки формы от заданного значения можно установить путем непрерывного ее контроля. Например, циклические колебания среднего уровня температуры так же, как и большие колебания температуры расплава, указывают на их неустойчивость режима регулирования в системе охлаждения. Нерегулярные или длительные изменения свидетельствуют о колебаниях расхода охлаждающей жидкости, ее температуры, температуры окружающей среды или продолжительности цикла.

Поскольку многие возмущающие воздействия влияют на температурное поле формы в течение длительного периода времени, воспроизводимость температуры ее стенки при отсутствии постоянного контроля практически недостижима. Это относится, в частности к формам с несколькими контурами охлаждения, а также к большим формам. Давление в форме оказывает наибольшее влияние на качество отливки. К контролируемым параметрам в данном случае относятся давление расплава в самой форме, в камере прессования и давление рабочей жидкости в гидросистеме. Отклонение

давления в форме от заданного значения на разных стадиях процесса формирования отливки может быть вызвано изменением скорости прессования, температуры расплава и формы, моментов переключения давления, поскольку эти факторы определяют условия заполнения формы, подпитки и охлаждения расплава.

Колебания температуры расплава, скорости прессования и массы заливаемого металла могут быть обнаружены по изменению давления в гидросистеме.

Все выше изложенные проблемы способна решить автоматизированная система контроля и регистрации параметров процесса прессования «DC 1000», разработанная компанией «EMTEC»(Германия).

Система предназначена для измерения, регистрации и протоколирования параметров процесса прессования, а также блокировки работы машины при возникновении аварийной ситуации.

Процесс прессования заключается в выдержке материала в пресс-форме при заданных значениях давления и температуры в течение определенного времени с последующим охлаждением с установленной скоростью. Предварительно в пресс-форме может быть создан вакуум.

Прессование выполняется на рабочем (замедленном) ходу плунжера МЛПВД. Нагрев и охлаждение пресс-формы производятся с помощью подвода теплоносителя (масла или воды) с заданными значениями давления и температуры.

Система «DC 1000» может осуществлять контроль и регистрацию следующих технологических параметров и сигналов:

- давление прессования (1 канал);
- уровень вакуумирования пресс-формы (1 канал);
- температура расплава (1 канал);
- температура теплоносителя на выходе из пресс формы (1 канал);
- температура пресс-формы (4 канала);
- Ход и скорость прессующего плунжера во время каждой фазы прессования;
- Время цикла;
- Массу заливаемого металла;

Дискретные сигналы контроля и управления соответствуют следующим событиям:

- закрытие двери кабины прессования;
- включение пульта управления машиной литья под давлением;

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

В состав «DC 1000» входят:

- пульт технолога литейного цеха;
- пульт оператора МЛПВД;
- устройство контроля параметров прессования;
- первичные преобразователи (датчики);
- сетевое оборудование.

Структурная схема системы контроля приведена на рис. 1.

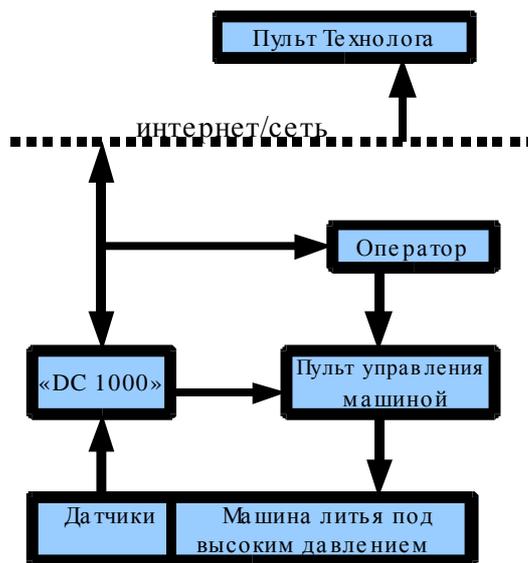


Рис. 1 Структурная схема работы системы контроля параметров прессования

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

База данных технологических заданий МЛПВД представляет собой набор технологических установок, с которыми, и только с которыми, должна производиться работа на данной МЛПВД. База ведется технологом цеха и недоступна оператору машины.

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

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

Первичные преобразователи (датчики) устанавливаются на машине и служат для формирования первичной информации о ее работе.

Сетевое оборудование предназначено для объединения ПК МЛПВД и ПК технолога в локальную сеть при помощи сетевого кабеля связи или по защищенному радиоканалу.

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Перед началом работы оператор МЛПВД получает от мастера технологическую карту на изготовление детали. В этой карте отражены следующие параметры:

- номер технологической карты;
- время выдержки металла под давлением (мин);
- верхняя и нижняя границы давления прессования (кгс/см²);
- верхняя и нижняя границы температуры нагрева пресс-формы (°С);
- скорость охлаждения пресс-формы (°С/мин).

Получив задание, оператор включает МЛПВД и устанавливает указанные параметры прессования. Данные о состоянии машины отображаются на дисплее системы контроля "DC 1000", а также дублируются на мониторе ПК технолога. С этого момента начинается регистрация и протоколирование параметров процесса прессования. Затем оператор выполняет следующие подготовительные операции:

- проверяет пресс-форму на отсутствие дефектов;
- устанавливает пресс-форму на МЛПВД;
- проверяет переключение с холостого на рабочий ход плунжера МЛПВД;
- производит подготовку, смазку и сборку пресс формы;
- проверяет работоспособность датчиков давления и температуры;
- делает пробную запрессовку (без металла).

Данные операции, за исключением последней, выполняются при открытой двери кабины прессования. Блокировка работы МЛПВД на этом этапе не производится. Затем дверь кабины прессования закрывается, и оператор с полученной карты вводит в ПК МЛПВД параметры технологического процесса (задание).

С момента начала технологического процесса прессования при нарушении одного из заданного параметра прессования (выхода из установленного поля допуска) срабатывает световой (звуковой) сигнал и, при необходимости, производится блокировка работы МЛПВД. Далее оператор выполняет работы по устранению неисправности.

Внешний вид рабочего места оператора МЛПВД показан на рис. 2.

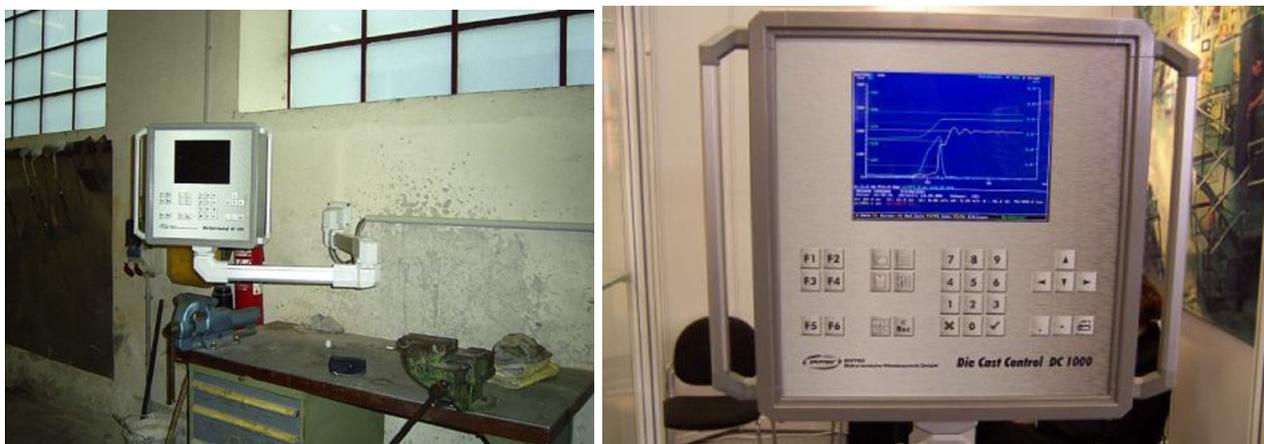


Рис. 2 Внешний вид рабочего и рабочего места оператора МЛПВД

В качестве устройств контроля применены следующие модули удалённого сбора данных:

- Датчик давления (600 бар)
- Датчик хода плунжера.
- Датчик обнуления сигнала.
- Датчик температуры (термопара)

В соответствии с алгоритмом работы МЛПВД было разработано специальное программное обеспечение. Охарактеризуем его основные составляющие.

- регистрация и протоколирование параметров процесса прессования;
- блокировка работы МЛПВД при необходимости;
- диагностика наличия связи с устройствами сбора данных и управления, а также работоспособности измерительных каналов;

- система статистического анализа данных позволяющая прогнозировать процент бракованных отливок.
- отключение по команде оператора некоторых измерительных каналов в случае необходимости;
- световая сигнализация о текущем состоянии измерительных каналов и режимах работы программы;

Работа с базой данных технологических заданий МЛПВД осуществляется по сети на ПК технолога. Отображаемые параметры прессования могут быть представлены как в абличном виде (рис. 3.), так и в виде графика (Рис. 4)

Date	Time	MP no.	Mees. point	Head data no.	Machine	Part no.	Cast time t1	Delay time t2	Press. incr. time t3	Veloc. v1	Veloc. v2	Extrusion d	Max. pri
10.05.2001	14:34	999	Machine 6	10	MUELLER DECKEL	1234567	112,0 ms	26,0 ms	30,0 ms	0,39 m/s	2,22 m/s	30,5 mm	268,9 be
10.05.2001	14:37	999	Machine 6	12	MUELLER DECKEL	12001200	58,0 ms	34,0 ms	18,0 ms	0,24 m/s	2,35 m/s	31,2 mm	181,0 be
10.05.2001	14:45	999	Machine 6	0	MUELLER DECKEL	451325423	51,0 ms	9,0 ms	9,0 ms	0,18 m/s	4,58 m/s	37,7 mm	287,3 be

Рис. 3 Данные, отображаемые на ПК технолога

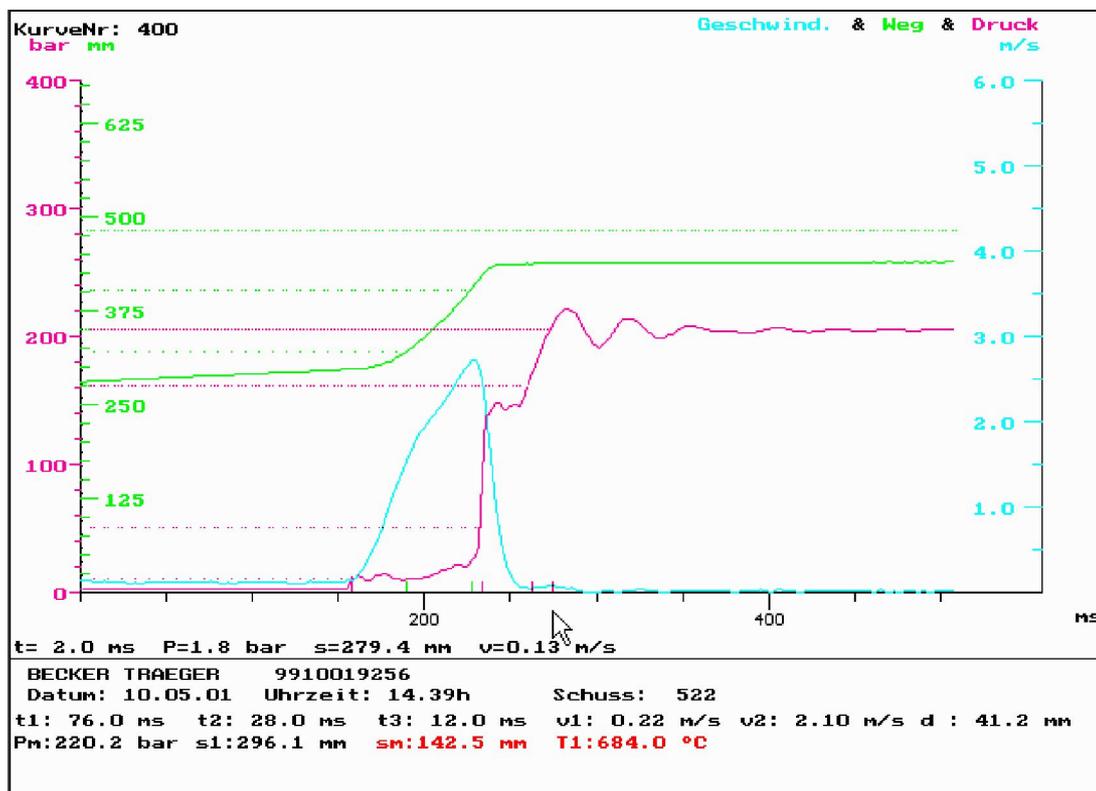


Рис. 4 Данные отображаемые на дисплее оператора

Система статистического контроля (SPC) позволяет спрогнозировать процент брака при выборе тех или иных параметров прессования (Рис. 5). Боле наглядно это можно увидеть при помощи распределения Гауса (Рис. 6).

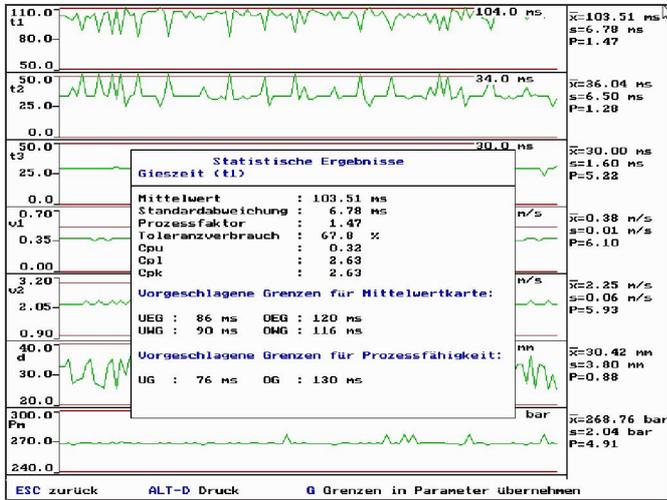


Рис. 5 Вид окна

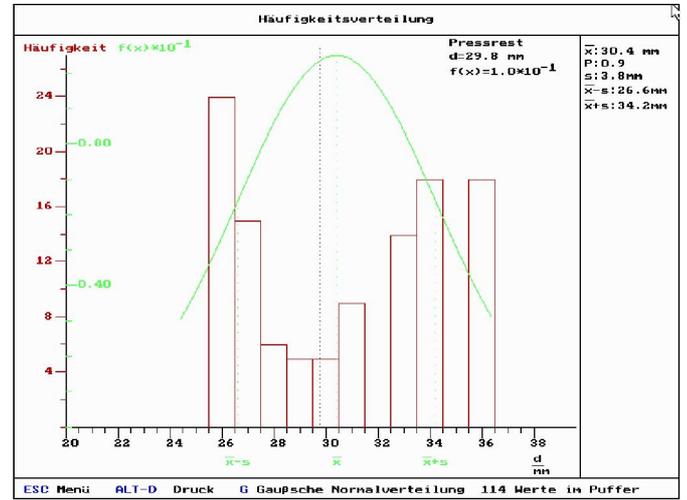


Рис. 6 Кривая Гауса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время «DC 1000» находится в на вооружении многих европейских и азиатских странах. Пользователи отмечают высокую надёжность, эффективность и простоту обслуживания системы. Её достоинством является также то, что монтаж и наладка системы занимают всего 3-4 дня в условиях действующего производства.