

Узел прессования машин литья под давлением

Оптимальное заполнение металлом пресс-формы обеспечивается его вводом в пресс-камеру с постоянным ускорением и последующей запрессовкой с постоянной скоростью. Путь пресс-поршня можно разбить на несколько характерных участков с соответствующими законами регулирования. Расчётное конечное положение и режим ввода металла изменяется в зависимости от массы и физических свойств (температуры, вязкости) последнего. Некомпенсированное изменение этих параметров приводит к таким дефектам в отливках, как неслитины и газонасыщенность. Приведены принципы, схема и реализация технического решения для контроля и регулирования скорости, ускорения и давления прессования, а также принцип работы и макет узла прессования машины литья под давлением, который позволяет надёжно исключить гидравлический удар в конце запрессовки вне зависимости от колебания дозы заливаемого металла и его свойств.

Ключевые слова: литьё под давлением, пресс-поршень, запрессовка, узел прессования

Введение. Скорость прессования – один из главных параметров, характеризующих технологический режим литья под давлением (ЛПД). По известной величине скорости прессования на основе полуэмпирических зависимостей можно определить такие параметры процесса, как продолжительность заполнения полости формы и скорость впуска металла в форму.

Оптимальное заполнение пресс-формы металлом обеспечивается его вводом в пресс-камеру с постоянным ускорением и последующей запрессовкой с постоянной скоростью [1]. Путь пресс-поршня можно разбить на несколько характерных участков с соответствующими законами регулирования. Первый участок – $0,03...0,10$ м – определяет движение пресс-поршня до перекрытия заливочного окна. Для предотвращения выплеска металла из окна ускорение на этом участке должно быть небольшим – $0,1...1,0$ м/с². После того как пресс-поршень перекроет заливочное окно, начинается второй этап запрессовки, на котором нужно как можно быстрее достигнуть заданной величины скорости пресс-поршня с большим ускорением. Скорость запрессовки – от $0,2$ до $10,0$ м/с, а ускорение – от 1 до 1200 м/с². По достижении скорости пресс-поршня заданного значения начинается третий участок запрессовки, характеризующийся постоянной скоростью поршня. В конечной стадии прессования следует обеспечить торможение пресс-поршня для исключения гидроудара.

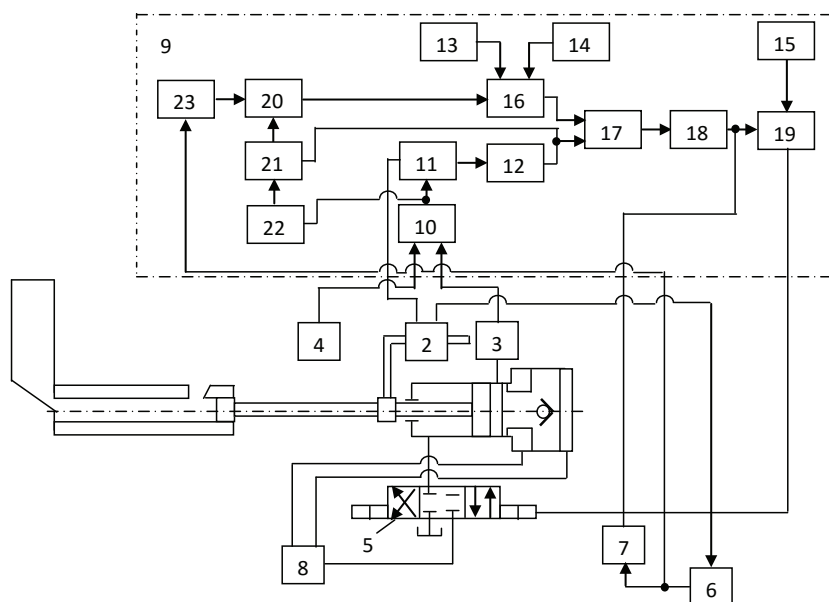
Традиционно управление скоростью пресс-поршня осуществляется по пройденному пути, скорости пресс-поршня и его ускорению. При этом моменты переключения режимов движения пресс-поршня, отсчёт которых ведётся от его ко-

нечного положения, определяются пройденным путем [2]. Однако расчётное конечное положение и режим ввода металла изменяется в зависимости от массы и физических свойств (температуры, вязкости) последнего. Некомпенсированное изменение этих параметров приводит к таким дефектам в отливках, как неслитины и газонасыщенность.

Исследования, приведённые в статье, проводились в Национальном техническом университете Украины «КПИ» по теме «Математическая модель и система управления машинами литья под давлением», Государственный регистрационный номер 0112U002173.

Цель исследования – повышение надёжности уменьшения величины гидравлического удара на металл в форме в конце запрессовки.

Результаты исследований. Узел прессования (рисунок) содержит цилиндр 1 прессования с прес-сующим поршнем, импульсный датчик 2 положения, датчик 3 давления в поршневой полости цилиндра 1



Блок-схема узла прессования

прессования, блокировочный датчик 4 положения, следящий золотник 5, соединенный с системой 6 управления скоростью прессующего поршня через нормально открытый ключ 7, причём вход системы 6 управления скоростью прессующего поршня соединён с импульсным датчиком 2 положения. Кроме того, узел прессования содержит насосно-аккумуляторный привод 8, соединённый с цилиндром 1 и следящим золотником 5, и систему 9 управления включением торможения прессующего поршня.

Система 9 содержит последовательно соединенные релейный элемент 10, входы которого соединены с датчиком 3 давления в поршневой полости цилиндра 1 прессования и блокировочным датчиком 4 положения, нормально закрытый ключ 11, соединённый также с импульсным датчиком 2 положения, и счётчик 12 импульсов. Задающие входы 13-15 системы 9 управления включением торможения прессующего поршня соединены с сумматором 16 (входы 13 и 14), выход которого через блок 17 сравнения, соединённый также со счётчиком 12 импульсов, подключён к элементу 18 памяти и второму нормально закрытому ключу 19 (вход 15), выход которого соединён со следящим золотником 5. Кроме того, система 9 управления содержит сумматор 20, первый вход которого соединён через элемент 21 памяти, соединённый также со счётчиком 12 импульсов, и таймер 22 с релейным элементом 10, второй вход через блок 23 преобразований соединён с системой 6 управления скоростью прессующего поршня, а выход – с третьим входом сумматора 16.

Узел прессования работает следующим образом. Предварительно до начала работы необходимо отрегулировать настройку датчика 3 давления так, чтобы электрический сигнал на его выходе появился только при давлении, превышающем некоторый уровень, соответствующий давлению перемещения пресс-поршня при перекрытии заливочного окна (ориентировочно этот уровень давления не более 0,2-0,3 МПа); выставить блокировочный датчик 4 положения с упреждением 10-15 мм относительно величины хода первой фазы прессования; протарировать в импульсах, отсчитываемых импульсным датчиком 2, объём заполняемой полости пресс-формы; установить для оптимальной скорости заполнения формы постоянную времени узла прессования (это интервал времени, который состоит из времени срабатывания системы 9 управления и следящего золотника 5 и времени изменения скорости подвижных масс и окончания заполнения формы) и протарировать её в импульсах, выдаваемых датчиком 2 для оптимальной скорости; определить величину управляющего сигнала на входе следящего золотника 5, обеспечивающего скорость прессующего поршня, исключаящую гидроудар в конце заполнения; задать установку таймеру 22, равную 10^{-3} с. Кроме того, необходимо установить значение коэффициентов, используемых при расчёте поправки в импульсах (Δn) к протарированной величине постоянной времени узла прессования, согласно формуле:

$$(\Delta n) = -k_1 I + k_2 v - k_3,$$

где I – величина управляющего сигнала, поступающего от системы управления скоростью прессующего поршня на следящий золотник, мА; v – скорость поршня в начале заполнения формы, имп/с; k_1, k_2, k_3 – коэффициенты (при отливке крышек электродвигателя с использованием комплекса литья под давлением ГМ 711Б08 коэффициенты имели следующие значения: $k_1 = 12,3$ имп./мА; $k_2 = 0,013$ с; $k_3 = 54$ имп.).

Физический смысл формулы состоит в том, что, если система 6 управления скоростью прессующего поршня доводит его скорость в начале заполнения формы до оптимальной, при этом увеличивается управляющий сигнал на следящий золотник 5, то это свидетельствует о более низкой жидкотекучести подвижных масс, и, следовательно, торможение произойдет быстрее. В противном случае (при уменьшении управляющего сигнала) торможение за счёт повышенной жидкотекучести произойдет позже. Кроме того, при значительном увеличении дозы заливаемого в пресс-стакан металла система 6 управления не всегда доводит скорость прессующего поршня до оптимальной, и тогда возможно заполнение формы с более низкой скоростью, что приводит к снижению времени торможения.

Оператор на пульте управления выставляет на входе 13 системы 9 управления включением торможения прессующего поршня величину объёма формы в цифровом виде, на входе 14 – постоянную времени узла прессования, а на входе 15 – величину управляющего сигнала на следящий золотник 5, задающую скорость торможения. На входах системы 6 управления скоростью прессующего поршня оператор выставляет на всех фазах прессования.

После получения команды «Впрыск» система 6 управления обеспечивает подключение полостей цилиндра 1, разгон прессующего поршня по определенному закону и стабильность скорости прессования. При этом выход системы 6 управления связан с управляющим входом следящего золотника 5 через нормально открытый ключ 7, на управляющем входе которого пока ещё нет электрического сигнала, поступающего из системы 9 управления.

При переключении полостей цилиндра 1 по команде «Впрыск» давление в поршневой полости растёт до максимального значения насосно-аккумуляторного привода 8 (пресс-поршень ещё не движется). На выходе датчика 3 давления появляется электрический сигнал, поступающий на один из входов релейного элемента 10, но на выходе последнего ещё сигнала не будет, так как нет сигнала на его другом входе от блокировочного датчика 4 положения. В результате нормально закрытый ключ 11 остаётся в исходном положении. С началом движения пресс-поршня появляются импульсные сигналы на выходе датчика 2 положения, поступающие на входы системы 6 управления скоростью прессующего поршня, для которой датчик 2 является датчиком обратной связи, и на вход нормально закрытого ключа 11, причём на выходе ключа 11 импульсы отсутствуют, так как в это время он закрыт.

С началом движения пресс-поршня начинает уменьшаться давление в поршневой полости цилиндра 1. К тому времени, когда на выходе

блокировочного датчика 4 появится и останется до конца движения пресс-поршня электрический сигнал, давление в поршневой полости до начала запрессовки металла в форму ниже уровня срабатывания датчика 3 давления. Все это время управление следящим золотником 5 осуществляет система 6 управления.

В начале запрессовки металла в форму резко изменяется нагрузка на прессующем поршне, так как сечение питателя, через который металл поступает в форму, значительно меньше сечения пресс-стакана. В поршневой полости растёт давление, превышая уровень срабатывания датчика 3, на выходе которого появляется электрический сигнал. Срабатывает релейный элемент 10, на обоих входах которого теперь есть сигналы; появляется сигнал на управляющем входе ключа 11, который с этого момента начинает пропускать на вход счётчика 12 импульсные сигналы, поступающие от датчика 2 положения; кроме того, запускается таймер 22. Через время, равное 10^{-3} с, импульсный сигнал от таймера 22 поступает на вход «Разрешение записи» элемента 21 памяти, в котором запоминается содержимое счётчика 12 – количество импульсов n_1 , накопленных за время 10^{-3} с. Скорость пресс-поршня v , имп./с, в начале заполнения формы может быть определена через n_1 как $v = n_1 \cdot 10^3$. С выхода сумматора 20 поступает сигнал, соответствующий n_1 , а на его второй вход через блок 23 преобразований (преобразующий аналоговый сигнал в цифровой) с выхода системы 6 управления поступает сигнал, соответствующий величине управляющего сигнала I на следящий золотник 5. С выхода сумматора 20 на третий вход сумматора 16 поступает в цифровом виде сигнал, пропорциональный $(-k_1 I + k_2 v - k_3)$.

По мере заполнения формы счётчик 12 накапливает поступающие сигналы и передает их в цифровом виде на один из входов блока 17 сравнения, на другой вход которого поступает цифровой сигнал с выхода сумматора 16, на котором величина, заданная входом 13, уменьшается на величину, заданную входом 14, и величину, определённую в сумматоре 20.

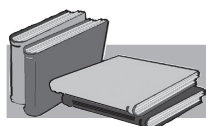
При совпадении кодов на обоих входах блока 17 сравнения, означаемом, что почти весь объём фор-

мы заполнен на режиме, обеспечиваемом системой 6 управления, и до конца заполнения осталось время, необходимое и достаточное для обеспечения торможения движущихся масс, на его выходе появляется электрический сигнал, фиксируемый элементом 18 памяти. Электрический сигнал с выхода элемента 18 памяти одновременно поступает на управляющий вход нормально закрытого ключа 7 и второй вход нормально закрытого ключа 19. Ключ 7 прерывает управляющий сигнал, поступающий от системы 6 управления на следящий золотник 5, а ключ 19 пропускает на его вход сигнал, заданный на входе 15 системы 9 управления торможением. Следящий золотник 5 в соответствии с сигналом управления прикрывает выход рабочей жидкости из штоковой полости цилиндра 1. Скорость прессующего поршня резко уменьшается. Инерция подвижных масс гасится в штоковой полости цилиндра и не передаётся на металл в форме. На малой скорости, исключающей гидравлический удар, заканчивается запрессовка металла в форму. При движении формы в обратном направлении исчезает сигнал на выходе блокировочного датчика 4, включается релейный элемент 10, сбрасывая таймер 22 в начальное положение.

Испытание макета, реализующего данное техническое решение, показало, что использование узла прессования машины литья под давлением позволяет надёжно исключить гидравлический удар в конце запрессовки вне зависимости от колебания дозы заливаемого металла и его свойств.

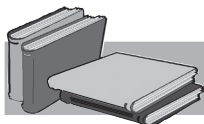
Выводы

Разработанный механизм даёт возможность контроля и регулирования скорости пресс-поршня на всем участке его движения, погасить инерцию подвижных масс в штоковой полости цилиндра и препятствует передаче её на металл в форме. Он позволяет надёжно исключить гидравлический удар в конце запрессовки вне зависимости от колебания дозы заливаемого металла и его свойств.



ЛИТЕРАТУРА

1. Антоневич Я. К. Система управления машиной литья под давлением / Я. К. Антоневич, В. С. Богушевский // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2014. – № 2(57). – С. 3-7.
2. Богушевський В. С. Контроль швидкості пресування в машинах лиття під тиском / В. С. Богушевський, О. М. Меженський, Ю. І. Сирбу // Матеріали IV МНТК «Нові матеріали і технології в машинобудуванні». – 2012. – С. 115-117.
3. А.с. 900965 СССР, МПК В 22 D 17/32. Узел прессования машины литья под давлением / А. А. Крейцер, Г. Б. Дятленко – 2939138/22-02; заявл. 10.06.1980; опубл. 30.01.1982, Бюл. 4.



ЛИТЕРАТУРА

1. Antonevich J. K., Bogushevsky V. S. (2014). Sistema upravleniya mashynoi litia pod davleniem [Control system for die-casting machine]. Vestnik NHTU im. P. O. Sukhoho – Bulletin GSTU them. Sukhoi, 2(57), 3-7. [in Russian].
2. Bogushevsky V. S., Mezhenskiy O. M., Syrbu Yu. I. (2012). Kontrol shvydkosti presuvannya v mashynakh lyttia pid tyskom [Control of injection speed for die-casting machine]. New materials and technologies in engineering '12: IV Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaia konferentsiia – IV International scientific-technical conference, pp. 115-117. [in Ukrainian].
3. Kreitser A. A., Diatlenko H. B. (1982). A. s. 900965 SSSR, MPK B 22 D 17/32. Uzel pressovania mashiny litia pod davleniem [С. а. 900965 USSR, MPK B 22 D 17/32. Pressing unit for die-casting machines]. 2939138/22-02; stated 10.06.1980; p. 30.01.1982, B. 4. [in Russian]

Анотація

Богушевський В. С., Антоневи́ч О. О.

Вузол пресування машин лиття під тиском

Оптимальне заповнення металом прес-форми забезпечується його введенням в прес-камеру з постійним прискоренням і подальшою запресовкою з постійною швидкістю. Шлях прес-поршня можна розбити на кілька характерних ділянок з відповідними законами регулювання. Розрахункове кінцеве положення і режим введення металу змінюється в залежності від маси та фізичних властивостей (температури, в'язкості) останнього. Некомпенсована зміна даних параметрів призводить до таких дефектів у виливках, як недоливи і газонасиченість. Наведено принципи, схема і реалізація технічного рішення для контролю і регулювання швидкості, прискорення і тиску пресування, а також принцип роботи і макет вузла пресування машини лиття під тиском, який дозволяє надійно виключити гідравлічний удар в кінці запресовки незалежно від коливання дози металу, що заливається, та його властивостей.

Ключові слова

лиття під тиском, прес-поршень, запресовка, вузол пресування

Summary

Bogushevsky V., Antonevich O.

Pressing unit for die-casting machines

Optimal filling of the metal mold is provided by putting metal into the press chamber with constant acceleration and subsequent pressing with constant rate. The press piston way can be broken into several specific areas with the relevant regulatory laws. Calculated final position and input mode of metal are changed depending on the weight and physical properties (such as temperature, viscosity). Uncompensated variation of these parameters leads to defects in the castings such as the unsoldering and gas saturation. The principles, scheme and implementation of technical solutions for the control and regulation of the speed, acceleration and pressure compression and the principle of operation, layout of pressing unit of die-casting machine which can reliably eliminate water hammer at the end of pressing, regardless of fluctuations in the cast metal dose and properties are shown.

Keywords

die-casting, press piston, press-fitting, pressing unit

Поступила 25.02.2016