

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.757(045)

И. В. Абрамов, доктор технических наук, профессор

А. И. Абрамов, кандидат технических наук, доцент

Салама Башар, аспирант

А. В. Романов, старший преподаватель

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РЕГУЛЯТОР ИЗБЫТОЧНОГО ОБЪЕМА МАСЛА ДЛЯ ГИДРОПРЕССОВОЙ СБОРКИ

В данной статье представлен автоматизированный регулятор для поддержания давления масла во время запрессовки деталей гидропрессовым методом с целью повышения стабильности гидропрессовой сборки и качества собираемых соединений с гарантированным натягом. Регулятор разработан на основе гидроаккумулятора и мехатронного силового механизма с поступательным движением опоры в вертикальном направлении. Силовой механизм обеспечивает перемещение плунжера гидроаккумулятора, что позволяет регулировать объем рабочей полости гидроаккумулятора, в которую поступает масло, вытекающее из зоны сопряжения деталей во время запрессовки, и, соответственно, регулировать давление масла в системе. Далее в данной статье приведены конструктивная, структурная и кинематическая схемы разработанного регулятора. Датчик силы выполняет роль обратной связи и обеспечивает автоматическое управление ходом силового механизма и последовательно соединенного с ним плунжера гидроаккумулятора. Для регулирования скорости вращения двигателя используется преобразователь частоты, который настроен на работу в режиме скалярного управления и инерционного останова для обеспечения плавного разгона и быстрого торможения двигателя гидростанции. Результаты тестирования регулятора на способность поддержания давления в заданном диапазоне подтверждают его работоспособность и соответствие требованиям, предъявляемым гидропрессовой сборкой соединений с натягом.

Ключевые слова: гидропрессовая сборка, регулятор объема масла, гидроаккумулятор, поддержание давления масла, силовой мехатронный механизм.

При использовании технологической схемы подвода масла с торца образуется значительный избыточный объем масла, который необходимо отводить из полости втулки [1]. Для решения данной задачи необходим регулятор, поддерживающий постоянное давление на протяжении всего процесса запрессовки [2]. Проведенный анализ схем устройств для поддержания и регулирования давления масла показал, что решение данной задачи возможно применением гидроаккумулятора грузового типа, преимуще-

ством которого является поддержание постоянного рабочего давления и простота конструкции [3].

На рис. 1 представлена конструктивная схема регулятора, основными элементами которого являются силовой мехатронный механизм 8 и гидроаккумулятор 3, установленные на основаниях 9 и 2, жестко связанные между собой стойками 1. Плунжер 4 гидроаккумулятора воздействует на датчик силы 5, установленный на силовом механизме.

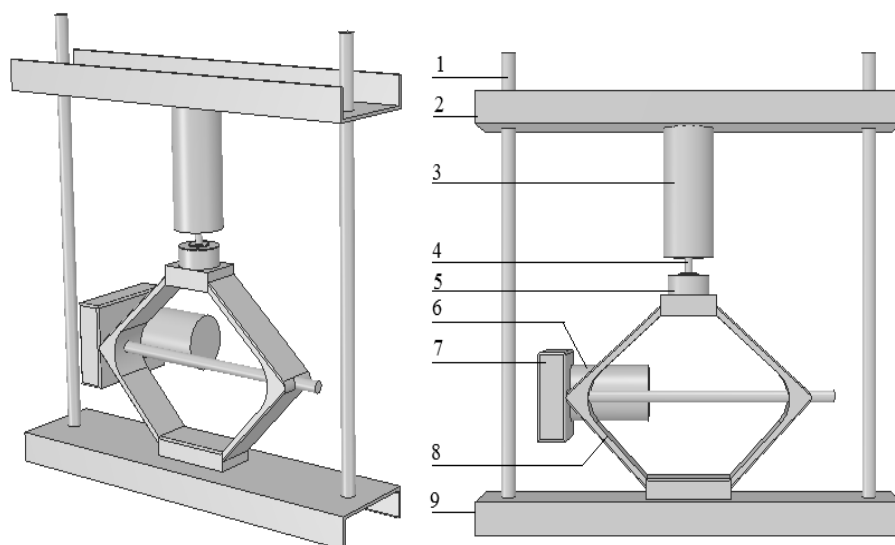


Рис. 1. Конструктивная схема регулятора: 1 – стойка; 2 – верхнее основание; 3 – гидроаккумулятор; 4 – плунжер; 5 – датчик силы; 6 – двигатель; 7 – редуктор; 8 – силовой механизм; 9 – нижнее основание

Регулятор работает следующим образом.

Избыточное масло из технологического блока во время запрессовки поступает в полость корпуса гидроаккумулятора [4]. Затем по мере заполнения полости корпуса маслом плунжер, к которому приложена противодействующая сила F , создаваемая двигателем и усиливаемая редуктором и силовым механизмом, под давлением масла P начинает перемещаться, освобождая пространство для подаваемого масла. Техническим результатом этой операции является поддержание постоянного давления до 200 МПа.

Регулирование давления осуществляется перемещением силового механизма для обеспечения требуемой силы давления на плунжер, измеряемой с помощью датчика силы. Давление масла рассчитывается по формуле:

$$F = PS, \tag{1}$$

где P – давление масла, МПа; F – противодействующая сила, создаваемая силовым механизмом, Н; S – площадь сечения плунжера, мм²;

$$S = \pi D^2 / 4 = 63,585 \text{ мм}^2,$$

где $D = 9$ мм – диаметр плунжера.

Структурная и кинематическая схемы разработанного регулятора давления представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

В качестве основного элемента гидроаккумулятора используется плунжерная пара дизельной аппаратуры автомобиля КамАЗ, выдерживающая давление до 300 МПа [5].

Для оценки качества работы предлагаемого регулятора избыточного объема масла проведены тестовые испытания. От гидростанции через обратный клапан 12 в рабочую полость гидроцилиндра 10 подавалось масло под давлением 120 МПа. Регулирующим клапаном 8 экспериментально подбирался расход масла, идентичный по величине условиям гидропрессовой сборки. Величина давления масла поддерживалась в диапазоне 115–140 МПа, достаточного для обеспечения жидкостного режима трения для широкого спектра стандартных натягов. График изменения давления масла представлен на рис. 4.

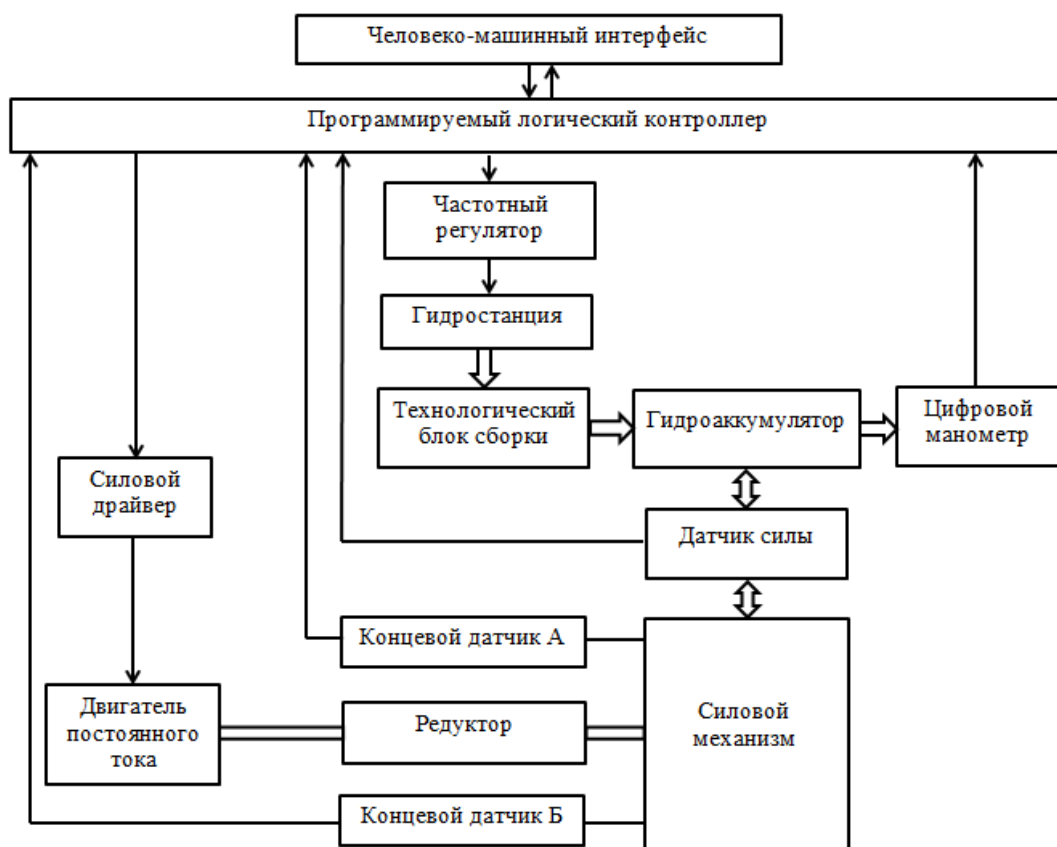


Рис. 2. Структурная схема регулятора давления

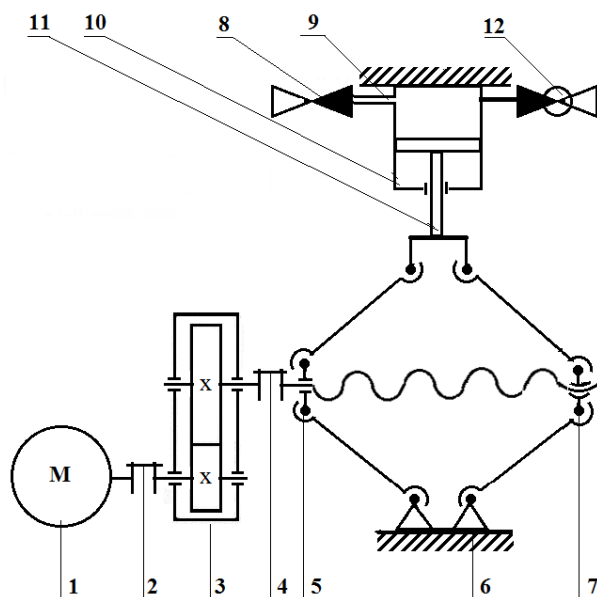


Рис. 3. Кинематическая схема регулятора давления: 1 – двигатель постоянного тока; 2, 4 – муфты; 3 – редуктор; 5 – подшипник; 6 – нижнее основание; 7 – передача винт-гайка; 8 – регулировочный клапан; 9 – штуцер для подвода масла; 10 – гидроцилиндр; 11 – плунжер; 12 – обратный клапан

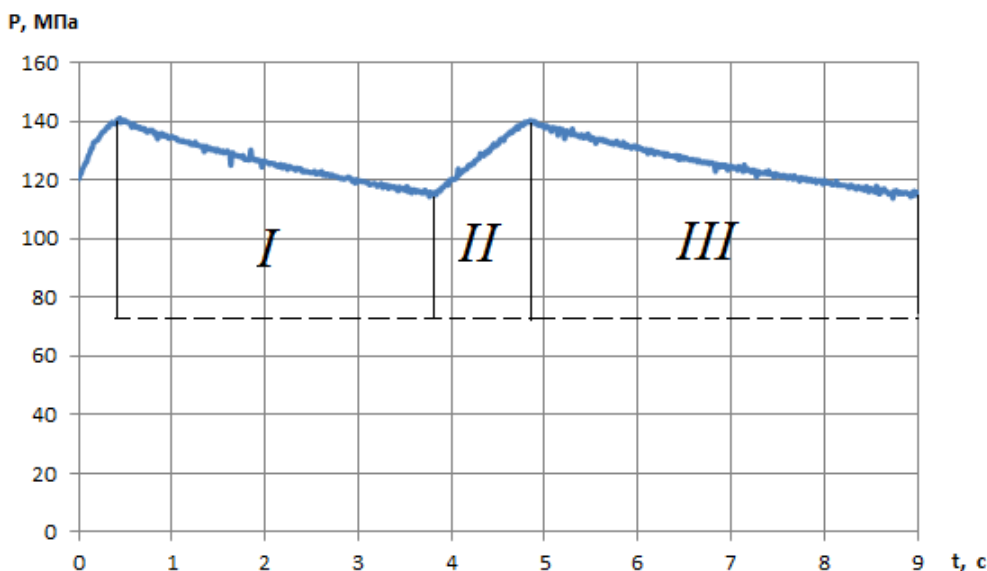


Рис. 4. График изменения давления масла

Из графика следует, что регулятор избыточного объема масла обеспечивает поддержание давления масла в заданных пределах. Падение давления на первом (I) участке обусловлено расходом жидкости в рабочей зоне. Скорость роста давления на втором участке (II) связана с быстродействием исполнительного силового механизма. Падение давления на третьем участке (III) аналогично по характеру участку (I), что свидетельствует о стабильности работы регулятора.

Разработанный регулятор давления обладает следующими преимуществами по сравнению с грузовым регулятором [6]:

- отсутствием груза для создания силы давления на плунжер, что уменьшает погрешность при расчете масс груза, платформы и рычажного механизма;

- автоматическим управлением давлением масла в заданном диапазоне на протяжении всего процесса сборки, что обеспечивает стабильность жидкостного режима трения и позволяет повысить скорость гидрпрессовой сборки.

В качестве возможных мер увеличения скорости регулирования перспективным является применение быстродействующих вентильных электродвигателей вместо двигателей постоянного тока, замена передачи «винт – гайка скольжения» на шариковинтовую или роликовинтовую передачи либо разработка конструкции регулятора давления с прямым приводом плунжера.

Библиографические ссылки

1. Автоматизация гидропрессовой сборки соединений с натягом на основе адаптивной (интеллектуальной) системы управления / А. И. Абрамов, И. В. Абрамов, Е. М. Петелев, А. В. Романов // Сборник инновационных проектов. ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет», ноябрь – декабрь 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Абрамов И. В., Абрамов А. И., Романов А. В. Научно-технические аспекты автоматизации гидропрессовой сборки соединения с натягом // Сборка в машиностроении

и приборостроении. – 2103. – № 1. – С. 16–9. – ISSN 0203-3350.

3. Теоретическое обоснование новых способов сборки и разборки соединений с натягом / И. В. Абрамов, А. И. Абрамов, А. Н. Сеницын, В. В. Сеницына // Сборка в машиностроении и приборостроении. – 2011. – № 3. – С. 11–15. – ISSN 0202-3350.

4. Регулятор избыточного объема масла : пат. / Абрамов А. И., Абрамов И. В., Петров А. В., Романов А. В., Степанов А. Н. – Патент на полезную модель № 134677.

5. Там же.

6. Там же.

I. V. Abramov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

A. I. Abramov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

Bashar Salama, PhD student, Kalashnikov ISTU

A. V. Romanov, Senior Lecturer, Kalashnikov ISTU

An automated Regulator for the Excess Amount of Oil for the Hydraulic Press Assembly

This paper presents an automated regulator for maintaining oil pressure during press-fitting of the parts assemblies using the hydraulic press method to improve the stability of the hydraulic press assembly process and the quality of the assembled joints with guaranteed interference fit. The regulator is based on a hydraulic accumulator and a power mechatronic mechanism with a forward movement of the support in the vertical direction. The power mechanism ensures the displacement of the plunger of the accumulator, which allows regulating the working volume of the accumulator cavity, which receives the oil resulting from coupling zone parts during press-fitting process and thus regulate the oil pressure in the system. Further in this paper the design, structure and kinematic schemes of the developed regulator are presented. The force sensor serves as a feedback and provides automatic control over the stroke of the power mechanism and the connected in series hydraulic accumulator plunger. To regulate the speed of the motor, a frequency converter is used which is set to operate in the scalar and inertial stop mode to ensure smooth acceleration and rapid braking of the hydraulic station engine. The testing results of the regulator for the ability to maintain pressure in a given range confirm its performance and compliance with the requirements imposed by the hydraulic press assembly of the interference fits.

Keywords: hydraulic press assembly, oil volume regulator, hydraulic accumulator, oil pressure maintenance, power mechatronic mechanism

Получено: 11.05.17