

С. Г. Поступаева, А. А. Яковлев, И. В. Кобцева

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: posvetlana@mail.ru

В статье рассматривается применение инженерно-физического метода автоматического управления уровнем жидкости на этапе построения модели физического принципа действия. Полученная модель устройства позволяет отображать передвижение рабочего тела в пространстве и его физическое взаимодействие во времени.

Ключевые слова: поисковое конструирование, инженерно-физический метод, модель физического принципа действия, регулятор уровня поплавкового типа.

S. G. Postupaeva, A. A. Yakovlev, I. V. Kobtseva

**DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE PHYSICAL PRINCIPLE
OF OPERATION OF THE AUTOMATIC
CONTROL SYSTEM LIQUID LEVEL**

Volgograd State Technical University

The article considers the application of the engineering-physical method of automatic control of the liquid level, at the stage of building a model of the physical principle of action. The resulting device model allows you to display the movement of the working fluid in space and its physical interaction over time.

Keywords: search engine design, engineering-physical method, model of the physical principle of action, level controller of the floating type.

На сегодняшний день разработка новых технических систем является сложной задачей для инженеров-конструкторов. Однако, существуют различные методы поискового конструирования, которые значительно улучшают

производительность труда на начальных этапах проектирования. Один из эффективных методов автоматизированного синтеза новых технических решений – инженерно-физический подход, описанный в работе [1]. Этот метод успеш-

но применяется при создании различных конструкций для подачи смазочно-охлаждающих средств в зону резания станков [2, 3] и технологических лазеров на углекислом газе [4].

Основой инженерно-физического метода является определение физического принципа действия (ФПД) будущего устройства. Полученная модель ФПД является основой для разработки структуры устройства и подбора функциональных элементов с последующей его конструктивной реализацией.

Рассмотрим применение инженерно-физического метода на этапе построения модели ФПД для регуляторов уровня поплавкового типа (рис. 1).

Составим функциональную схему системы регулирования уровнем жидкости с регулятором прямого действия (рис. 2).

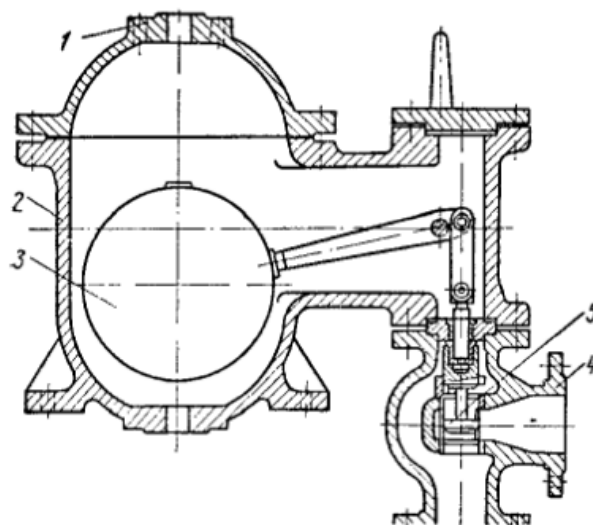


Рис. 1. Регулятор уровня поплавкового типа:
1 – крышка поплавковой камеры; 2 – корпус поплавковой камеры; 3 – поплавок; 4 – корпус регулирующего клапана; 5 – регулирующий клапан золотникового типа

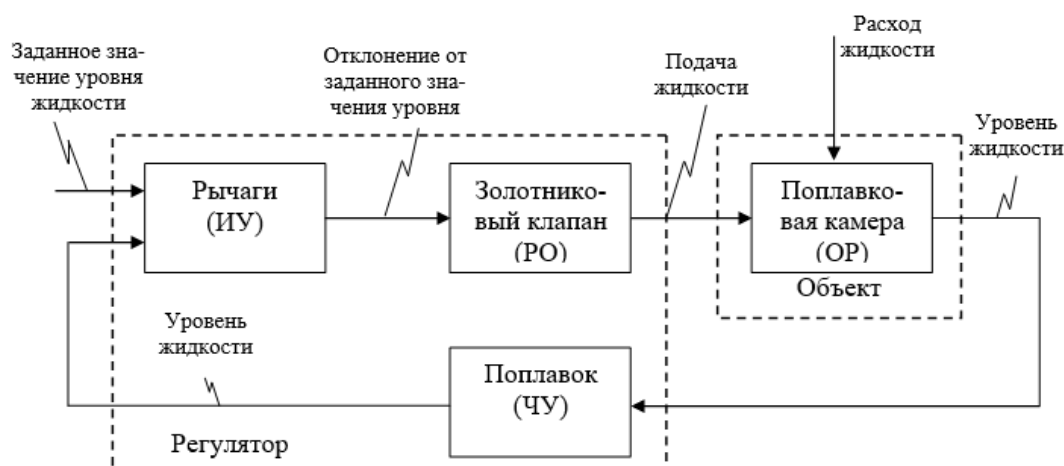


Рис. 2. Функциональная схема системы управления уровнем жидкости:
ИУ – исполнительное устройство; РО – регулирующий орган;
ОР – объект регулирования; ЧУ – чувствительный элемент

На рис. 3 представлена модель физического принципа действия объекта регулирования (ОР) – поплавковой камеры.



Рис. 3. Модель ФПД поплавковой камеры

Составим структурную схему поплавкового регулятора (рис. 4).

Для полученной структурной схемы поплавкового регулятора можно построить модель физического принципа действия в виде ориентированного графа, где вершины представляют собой места, в которых рабочее тело испытывает взаимодействия, сопровождающиеся изменением энергии (характерные точки), а в характерных точках к рабочему телу подводятся или отводятся потоки экстенсоров [4].

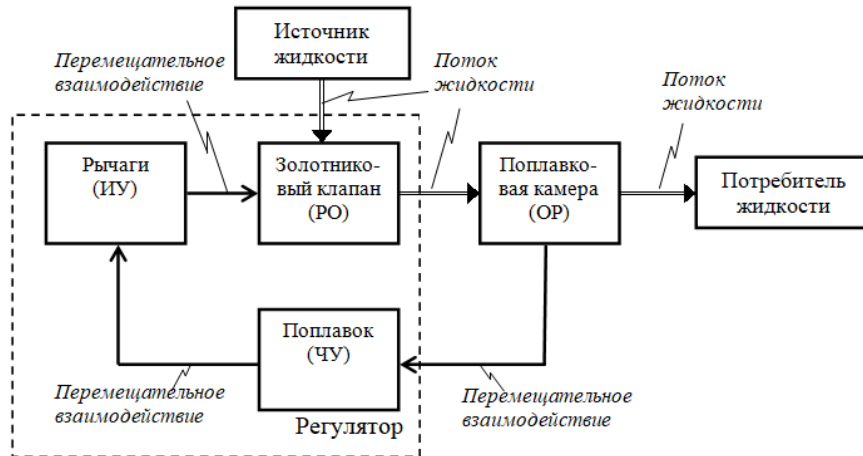


Рис. 4. Структурная схема поплавкового регулятора

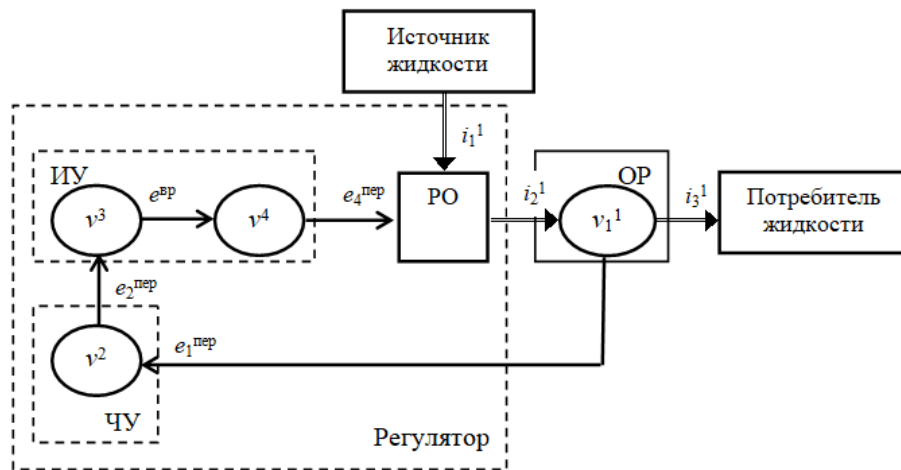


Рис. 5. Модель ФПД поплавкового регулятора

Описание всех элементов модели ФПД поплавкового регулятора представлено в таблице.

Описание элементов модели ФПД поплавкового регулятора

Обозначение элемента	Тип вершины или дуги	Семантическое описание
Источник жидкости		Исток рабочего тела
Потребитель жидкости		Сток рабочего тела
v_1^1	Характерная точка	Жидкость в поплавковой камере
v_2^1	То же	Жидкость в регулирующем клапане
v^2	—//—	Поплавок (чувствительное устройство)
v^3	—//—	Рычаг
v^4	—//—	Рычаг
РО	Элемент управления	Золотниковый клапан
i_1^1	Маршрутная дуга	Поток жидкости от истока рабочего тела к регулирующему клапану
i_2^1	То же	Поток жидкости через регулирующий клапан в поплавковую камеру
i_3^1	—//—	Поток жидкости из поплавковой камеры к потребителю
$e_1^{\text{пер}}$	Взаимодействие	Поступательное перемещение поплавка в камере
$e_2^{\text{пер}}$	То же	Перемещение рычага
$e_3^{\text{пер}}$	—//—	Перемещение рычага
$e_4^{\text{пер}}$	—//—	Изменение положения (перемещение) золотника (РО)

Разработанная модель ФПД является основой для выявления элементарных конструктивных функций системы с целью получения определенного набора функциональных элементов, с помощью которых будет сформирована матрица технических решений для дальнейшего проектирования альтернативных вариантов исполнения поплавкового регулятора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Яковлев, А. А.* Инженерно-физический метод синтеза концептуальных технических решений преобразователей энергии : монография / А. А. Яковлев; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2004. – 160 с.
2. Автоматизированное устройство подачи смазывающе-охлаждающего технологического средства в зону резания

при обработке деталей концевыми фрезами / А. А. Яковлев, С. В. Шостенко, С. Н. Бориско, С. Г. Поступаева // Вестник машиностроения. – 2020. – № 2. – С. 3–8.

3. Моделирование физического принципа действия технологических CO₂-лазеров с медленной прокачкой рабочей смеси / Н. В. Федорова, С. Г. Поступаева, В. П. Плотников, А. А. Яковлев // Академическая наука – проблемы и достижения (Academic science – problems and achievements) : матер. XXX междунар. науч.-практ. конф. (Bengaluru, India, 24–25 октября 2022 г.) / Научно-издательский центр «Академический» (spcAcademic). – Bengaluru (India): Pothi.com, 2022. – С. 173–177.

4. *Яковлев, А. А.* Разработка автоматизированного устройства охлаждения зоны резания фрезерного станка. Построение модели физического принципа действия устройства / А. А. Яковлев, С. Г. Поступаева // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 1 (260) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2022. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 83–87.