

УДК 621.18-5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ВКЛЮЧЕННЫХ ВПРЫСКОВ С ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИЕЙ «ДАТЧИКА ТИПА ЛЮФТ»

Парахневич И.С.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Кравченко В.В.

Схема представляет собой последовательное соединение 2 двухконтурных САР (в данном случае САР с дифференциатором – САР с Д). Выходная регулируемая величина 1-ой САР с Д воспринимается 2-ой САР с Д как внутреннее возмущение. Недостатком данной схемы является отсутствие увязки задания первого и второго впрысков, то есть при выходе регулируемой величины второго впрыска из диапазона регулирования отсутствует возможность скорректировать задание первому впрыску и тем самым ликвидировать отклонение регулируемой величины от допустимого значения.

На систему действуют: внутреннее возмущение первого и второго впрыска, внешнее возмущение первого и второго впрыска, скачок задания первого и второго впрыска. Внутренние возмущения не опасны, так как обрабатываются вторым регулятором очень хорошо. Внешнее возмущение первого впрыска воспринимается вторым впрыском как внутреннее и тоже обрабатывается достаточно хорошо. В качестве наиболее опасного возмущения принято внешнее возмущение второго впрыска, так как оно сразу проходит на выход системы и может привести к появлению статической ошибки регулирования, обусловленной выходом из расчётного диапазона регулирующего органа. Также следует учитывать в рассматриваемой схеме регулирующее воздействие первого впрыска как дополнительное внутреннее возмущение для второго впрыска, так как оно изменяет расход пара, проходящего через пароперегреватель, а значит и влияет на конечный результат качества регулирования.

Для получения необходимой схемы рассмотрим принцип «датчика типа люфт». В случае появления большого крайнего внешнего возмущения температура пара резко возрастает, а регулирующий клапан второго впрыска выходит на 100% открытия, что не приводит к установлению температуры пара в допустимых значениях, то есть регулятор второго впрыска вышел из диапазона регулирования. Чтобы снизить температуру перегретого пара до заданного значения, датчик положения включает «датчик типа люфт», который начинает корректировать задание регулятору первого впрыска в такую сторону и на такую величину, чтобы регулирующее воздействие первого впрыска сложилось с регулирующим воздействием второго впрыска и объединённым усилием снизило температуру перегретого пара до заданного значения. Исходная схема САР двух последовательно включенных впрысков с учётом влияния регулирующего воздействия первого впрыска на конечное качество регулирования представлена на рисунке 1. Сравнение будет производиться с типовой САР с Д, расчет настройки дифференциатора в которой выполнялся по МПК в ЧВ по передаточной функции инерционного участка объекта регулирования для оптимальной отработки крайнего внешнего возмущения, а расчет настройки ПИ регулятора выполнялся по МЧК по передаточной функции опережающего участка объекта регулирования, направленный на оптимальную отработку внутреннего возмущения.

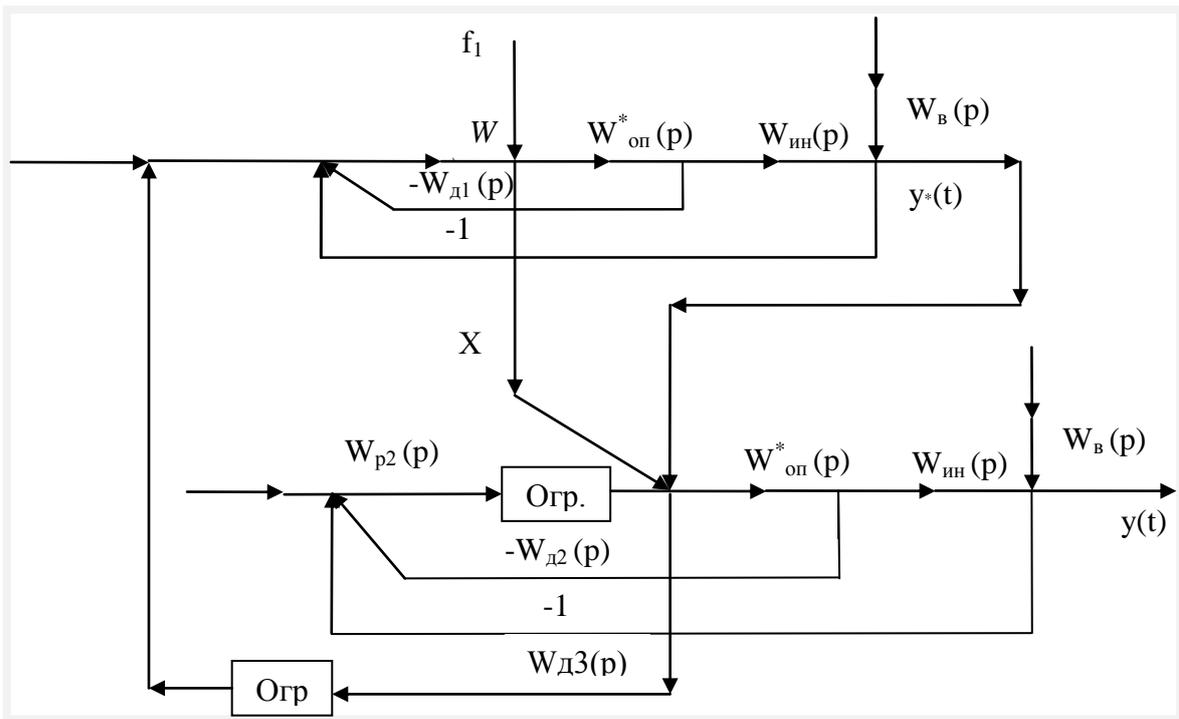


Рисунок 1 – Структурная схема САУ двух последовательно включённых впрысков

$$\text{где: } K_{опр.1} = 1,618 \cdot x_{p2}^{ycm} \tag{1}$$

$$K_{опр.2} = \frac{\Delta x_{p2}^M}{K_{p1}} \tag{2}$$

$$K_{о3} = 1,618 \tag{3}$$

$$T_{о3} = \frac{t_p}{3} \tag{4}$$

Для начала моделируется схема рисунка 1 без ограничителя 1, ограничителя 2 и дифференциатора 3 при отработке внешнего возмущения.

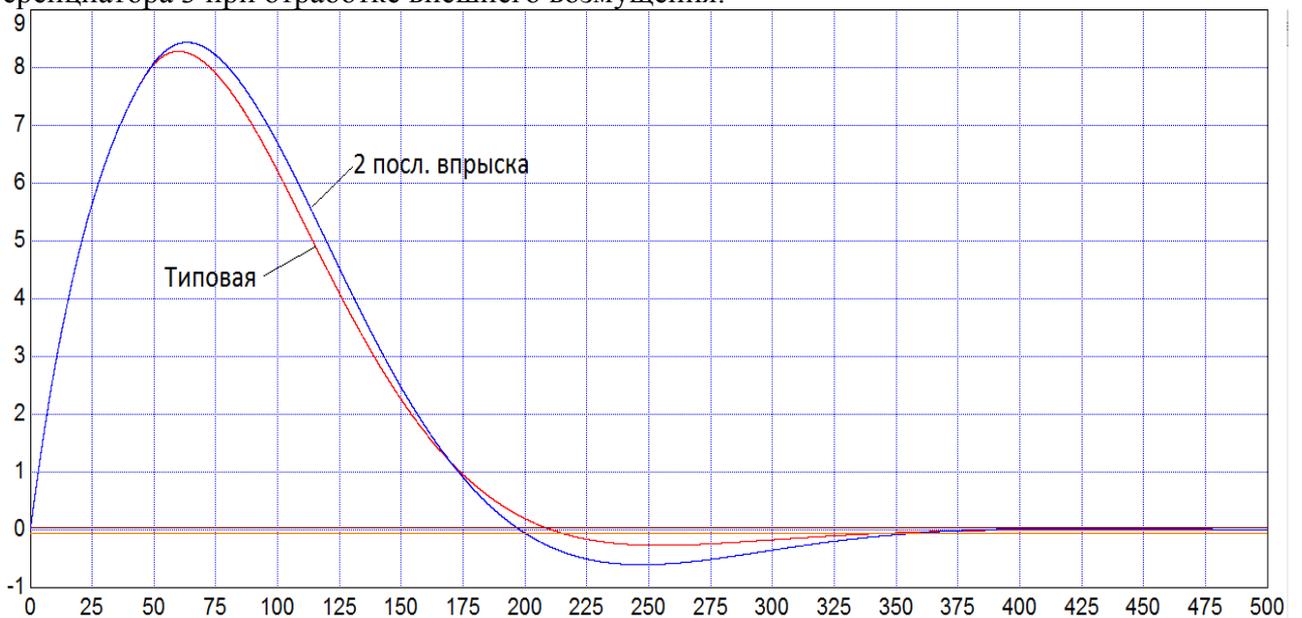


Рисунок 2 – График отработки внешнего возмущения конечным впрыском

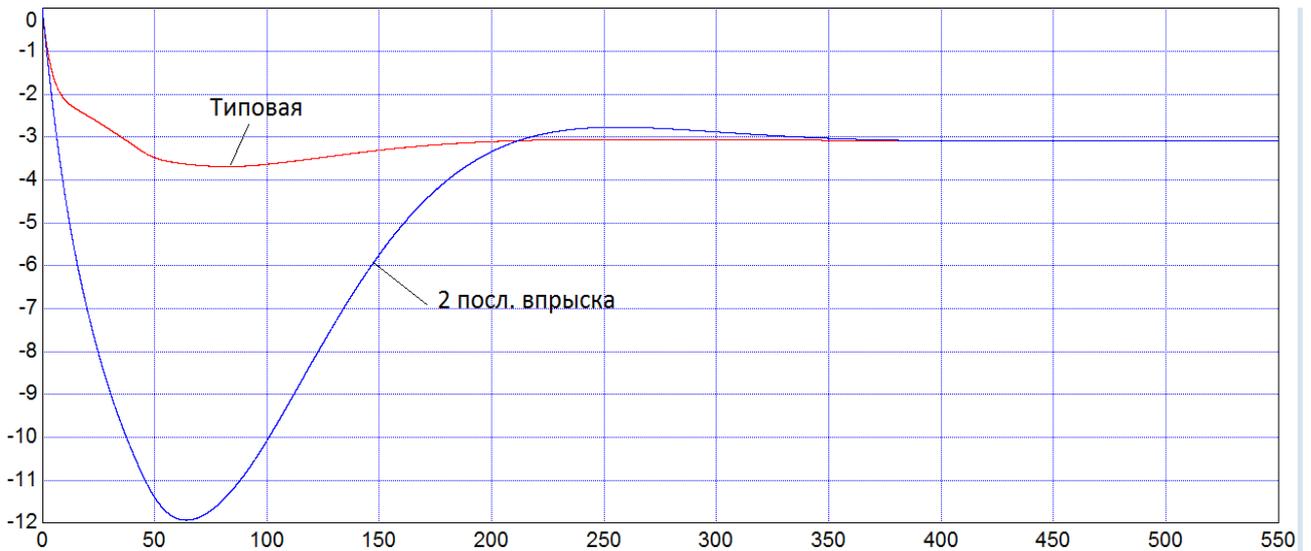


Рисунок 3 – График регулирующего воздействия конечного впрыска при отработке внешнего возмущения

Таблица 1 – Прямые показатели качества

Схема	f ₂		X _p ^м	X _p ^{уст}
	t _p , с	A ₁ ⁺		
Типовая САР с Д	343,8	8,29	3,68	3,08
САР 2-х последовательно включенных впрысков	358	8,44	11,9	3,08

$$K_{огр.1} = 1,618 \cdot 3,08 = 4,98 \tag{5}$$

$$\Delta x_{p2}^m = x_{p2}^m - 1,618 \cdot x_{p2}^{уст} = 11,9 - 1,618 \cdot 3,08 = 6,92 \tag{6}$$

Далее моделируется полная схема рисунка 1, с введенным в нее ограничителем 1, который удерживает X_{p2}^m на величине, равной $1,618 X_{p2}^{уст}$. В результате чего, качество регулирования ухудшается, т.к. величина регулирующего воздействия конечного впрыска уменьшилась на величину $\Delta x_{p2}^m = 6,92$.

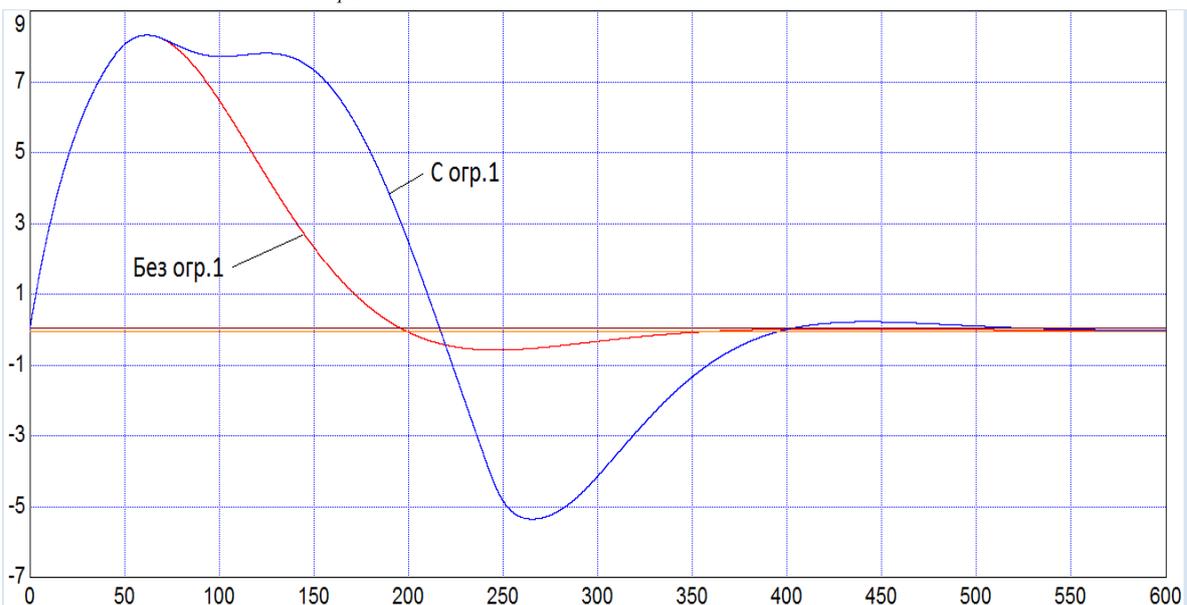


Рисунок 4 – График отработки внешнего возмущения конечным впрыском

Таблица 2 – Прямые показатели качества

Схема	f ₂	
	t _p , с	A ₁ ⁺
САР 2-х последовательно включенных впрысков без ограничителя 1	358	8,44
САР 2-х последовательно включенных впрысков с ограничителем 1	529,7	8,44

Дальнейшая сущность моделирования состоит в том, чтобы при наличии ограничителя 1 вернуть качество регулирования конечного впрыска к исходному. Для этого вводится дифференциатор 3 и ограничитель 2.

$$K_{огр.2} = 6,92 / 1,62 = 4,27 \tag{7}$$

$$K_{д3} = 1,618 \tag{8}$$

$$T_{д3} = 358 / 3 = 119,3 \text{ с} \tag{9}$$

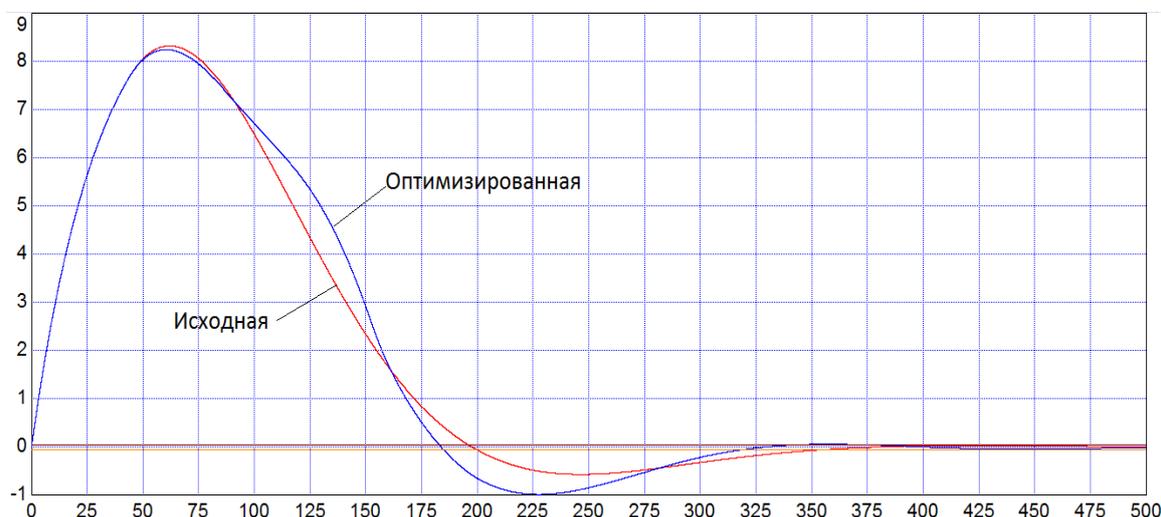


Рисунок 5 – График отработки внешнего возмущения конечным впрыском

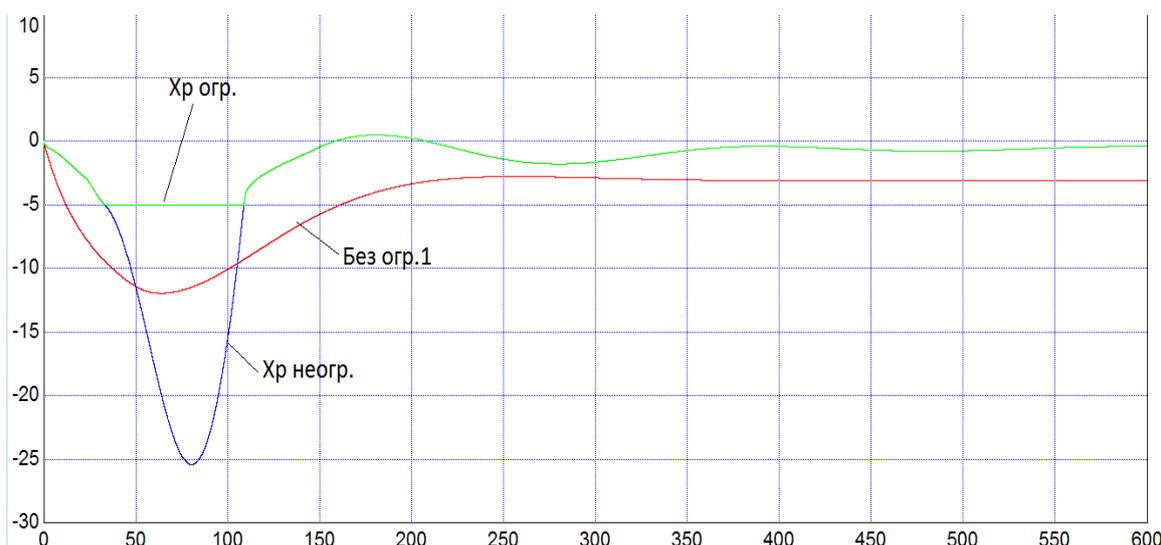


Рисунок 6 – График регулирующего воздействия конечного впрыска при отработке внешнего возмущения

Таблица 3 – Прямые показатели качества

Схема	f_2		$X_p^{\text{неогр.}}$	$X_p^{\text{огр.}}$
	$t_p, \text{с}$	A_1^+		
Исходная САР	358	8,44	11,9	-
Оптимизированная САР	374,5	8,25	25,4	4,98

Выводы

В ходе исследования была смоделирована САР двух последовательно включенных впрысков с ПИ регулятором и дифференциатором. Введя в схему элемент ограничения регулирующего воздействия конечного впрыска на величине $1,618X_{p2}^{уст}$, мы тем самым ухудшили качество регулирования. Однако после, введя в схему дифференциатор 3 и ограничитель 2, как показано на рисунке 1, хорошее качество регулирования было возвращено, при этом имея ограничения по максимальной величине регулирующего воздействия конечного впрыска.

Литература

1. Кузьмицкий, И.В. Теория автоматического управления: Учебник / И.Ф. Кузьмицкий, Г.Т. Кулаков. – Мн.: БГТУ, 2010. – 574 с.
2. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования». – Мн.: УП Технопринт, 2003. – 135 с.
3. Плетнев, Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: Учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 352 с.