

где  $W_b$  - квант магнитного потока. Калибровка нашего СКВИД магнетометра производится с помощью пульсаций магнитного поля амплитудой  $B_{cal} = 100$  нТ при котором входящий магнитный поток

$$\Phi_{cal} = B_{cal} S = 6B_0 m\Phi, \quad (7)$$

для стандартной входной катушки СКВИДа диаметром 2 см. В результате получаем оценку для амплитуды калибровочного тока СКВИДа

$$I_{CAL} = \Phi_{CAL} / M = 1 \text{ nA}. \quad (8)$$

Принимая во внимание, что разрешение по магнитному полю в единицах частоты

$$\Phi_{noise} = 6 \mu \Phi_0 / \sqrt{\text{Hz}}. \quad (9)$$

и что типичный диапазон частот около 100 Hz, мы можем получить разрешение по полю  $5\Phi = 60 \mu \Phi_0$ . Рассчитанное из этого разрешения по полю соответствующее разрешение по току для пикоамперметра, основанного на СКВИДе,

$$I_{noise} = 1 \text{ pA} / \sqrt{\text{Hz}} \text{ and } \delta I = 10 \text{ pA}. \quad (10)$$

Таким образом, для хорошего отношения сигнал-шум по отношению к внутренним шумам СКВИДа ( $>10$ ) при калибровке выходной ток СТП должен быть не менее чем  $I_{min} = 100$  pA, а предпочтительным диапазоном токов является  $I_{cal}$  от  $I_{min}$  (100 pA) до  $I_{max}$  (10 nA). Максимальный ток ограничен динамическим диапазоном СКВИДа (а также используемым АЦП). Сравнивая  $I_r$  и  $I_{min}$ , мы видим, что необходимая мощность излучения, падающего на СТП, должна составлять 1-100  $\mu$  W. На практике такой уровень излучения, может быть, достигнут ослаблением мощности излучения от светодиода. Таким образом, с помощью СКВИДа можно детектировать выходной сигнал от СТП при использовании облучения мощностью 35  $\mu$  W.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ПИРОЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА ТОПЛИВНОГО ГАЗА**

В. А. Глушков, П. А. Ушаков

Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск.

В данной работе проводится разработка модели системы автоматического управления пиролизной установкой, исследование ее параметров и разработка методики синтеза системы управления.

Анализ показателя эффективности:

$$P = \frac{dV(t)}{dQ(t)},$$

показывает, что его среднее значение за весь период будет, очевидно, гораздо ниже, чем его значение на участке установившегося режима. Поэтому, минимизация затрат энергии при выработке максимально возможного для данной массы сырья количества газа при увеличении среднего значения показателя выбрана в качестве задачи управления установкой пиролиза.

Поскольку затраты энергии в разгонной области являются неизбежными, то остается искать возможности повышения эффективности за счет правильной стратегии завершения процесса.

Таким образом, решение задачи управления установкой пиролиза сформулировано как формирование такой стратегии завершения процесса, при которой максимизируется выработка газа и минимизируются энергетические затраты.

Исходя из того, что на участке завершения процесса при постоянстве затрат энергии выработка газа уменьшается, найден закон управления мощностью нагревательного элемента в виде

$$P(t) = \frac{1}{Pq_{\max}} \cdot \frac{dV(t)}{dt}. \quad (1)$$

Проведена оценка применимости разработанных математических моделей установки к выбранной стратегии управления. На основе этого произведена коррекция исходной модели, заключающаяся в том, что в модель добавлено звено в виде порогового ограничителя, который в момент снижения мощности нагревателя ниже порогового уровня, ограничивает уровень выработки газа постоянным значением. Такая модель более адекватно отражает реальный процесс в окрестности области насыщения.

Сформулирован общий алгоритм управления пиролизной установкой, на основании которого создана модель системы управления, изображенная на рис. 1.

Регулятор содержит следующие звенья: звено дифференцирования:

- звено масштабирования (умножения на постоянный коэффициент  $1/Pq_{\max}$ );

- звено сравнения  $V(t)$  с  $V_{\text{пор}}$ ;

- звено управления мощностью, прикладываемой к нагревателю;

- элемент памяти для запоминания  $Pq_{\max}$  в момент времени  $t_{\text{кр}}$ .

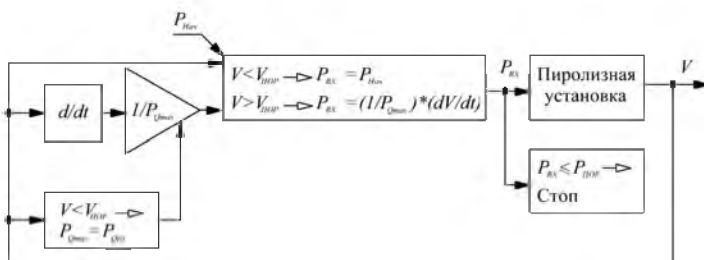


Рис. 1. Модель системы управления, реализующей заданный закон управления

Проведенное моделирование показало, что характер процесса соответствует характеру экспериментальных данных, а также, что использование системы управления дает выигрыш в затраченной на процесс энергии.

Исследовано влияние  $V_{\text{пор}}$  на эффективность установки пиролиза, которое выявило, что при уменьшении значения  $V_{\text{пор}}$  происходит увеличение затрачиваемой энергии, поскольку при меньших значениях  $V_{\text{пор}}$  присваиваются меньшие значения  $q_{\text{д-макс}}$ , которые и поддерживаются до конца процесса. Показано, что оптимальное значение  $V_{\text{пор}}$  в смысле количества выработанного газа и затраченной энергии равняется 0,5т.

Проведено имитационное моделирование системы управления при разбросе параметров загруженного сырья, который в модели характеризуется разбросом коэффициентов  $Tr$  и  $Td$ . Результаты моделирования показали, что задача управления решается при разбросе коэффициентов  $Tr$  от 3 до 6 мин. и  $Td$  от 1 до 8 мин., что соответствует величинам разбросов, полученных в результате экспериментов на реальной установке.

Проведено моделирование системы при случайном изменении скорости выработки газа в процессе пиролиза, что отражает нестационарный характер реального процесса, и при различных значениях  $V_{\text{пор}}$ . Результаты компьютерного моделирования представлены на рис. 2 и рис. 3. При этом коэффициент передачи звена  $K$  изменяли случайным образом по равновероятному закону около его среднего значения в диапазоне от 0,0008 до 0,002. Видно, что и в этом случае при  $V_{\text{пор}} = 0,5$  т показатель эффективности достигает своего максимального значения.

Рассмотрен вопрос устойчивости замкнутой системы управления. Показано, что система является абсолютно устойчивой на той стадии процесса, когда действует закон управления (1).

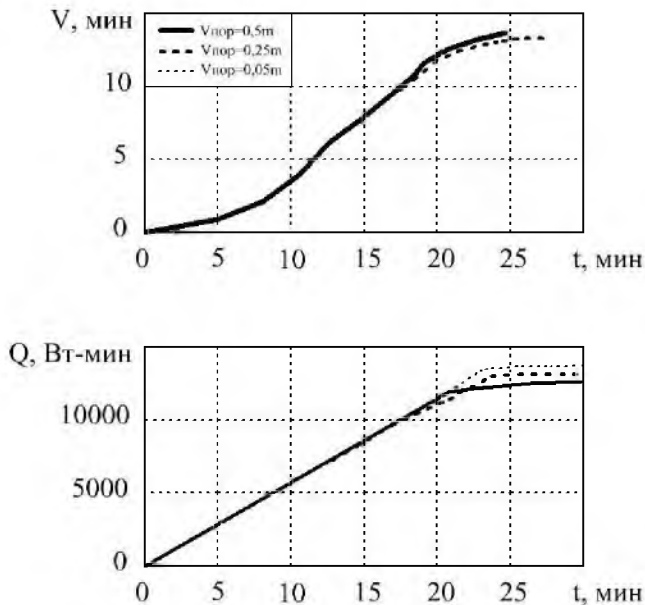


Рис. 2. Диаграммы моделирования системы управления, реализующей закон (1):  
*а* – выработка газа, *б* – затраты энергии

С помощью имитационного моделирования проведена проверка работы системы управления при изменении массы загрузки от 20 г до 1 кг.

Показано, что разработанные принципы управления и систему управления можно применять без изменений для установок различной мощности, так как операционный блок системы управления позволяет автоматически настраивать систему управления на достижение максимального КПД в пределах допустимой мощности нагревательного элемента.

Произведена оценка экономической эффективности применения регулятора, которая показала, что затраты на систему управления окупятся в течение одного года.

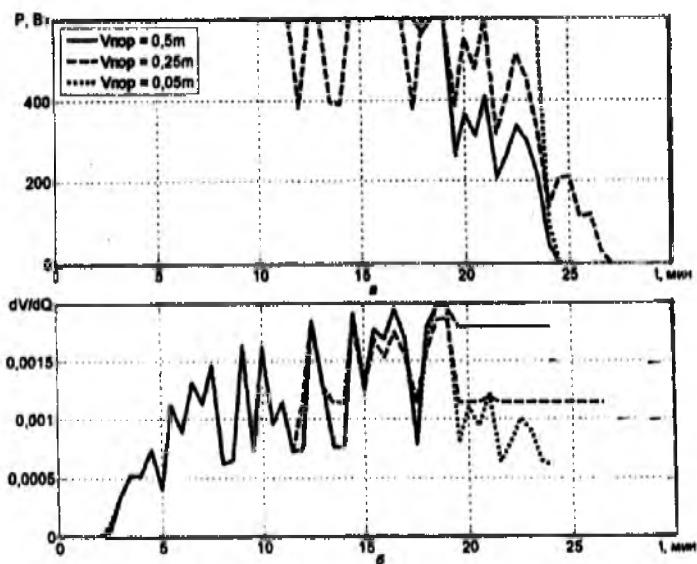


Рис. 3. Диаграммы моделирования системы управления, реализующей закон (1): а – изменение мощности, б – показатель  $Pq(t)$

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Д. В. Журавлев, Ю. С. Балашов

Воронежский государственный технический университет

В данной работе разработана автоматизированная база данных для создания малогабаритных автономных приборов регистрации медико-биологических показателей. Разработка автоматизированной базы данных ПРМБП была направлена на упрощение процесса проектирования и более жесткую стандартизацию ПРМБП.

В зависимости от видов медицинского мониторинга, проведена классификация приборов по функциональному назначению. Проведена классификация функциональных блоков многократного использования по иерархическим признакам. Рассмотрены варианты построения функциональных блоков многократного использования. Выделены схемы, обладающие