

Н.В. АЛИ, Э.В. КАЗАРЯН

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Разработан датчик температуры информационно-измерительной системы для измерения текущих значений температуры в биореакторе биогазовой установки и ее корректировки в соответствии с требуемым технологическим режимом брожения биомассы.

Ключевые слова: солнечно-биогазовая установка, реактор, датчик температуры.

Совместное использование комбинированных солнечно-биогазовых установок и методов аккумулирования тепловой энергии, как показал опыт многих стран [1-4], позволяет решить проблему электро- и теплоснабжения населения и способствовать решению экологических проблем.

Несмотря на то, что в этой области выполнено много исследований и разработок, однако еще имеется ряд нерешенных задач в области специальных датчиков аппаратного обеспечения и информационно-измерительных комплексов солнечно-биогазовых установок. Решение этих задач позволит реализовать оптимальный технологический процесс производства биогаза, снизить затраты на изготовление солнечно-биогазовых установок, а также затраты топлива для поддержания требуемого температурного режима солнечно-биогазовой установки, повысить ее технико-экономические показатели, надежность и безопасность эксплуатации.

Для обеспечения оптимального режима технологического процесса солнечно-биогазовой установки и условий ее безопасной эксплуатации необходимо обеспечить непрерывный контроль текущих параметров и их своевременную корректировку.

Основными параметрами солнечно-биогазовой установки, от которых зависят ее производительность, показатели надежности и безопасность эксплуатации, являются:

- оптимальный диапазон температуры биомассы в реакторе, при котором происходит брожение;
- направление, период и частота вращения механической мешалки для перемешивания биомассы;
- давление газа в биореакторе.

Из вышеперечисленных параметров одним из важнейших является температура биомассы в реакторе.

В данной работе приведены результаты разработки и исследований электролитического датчика температуры, который предназначен для использования в информационно-измерительной системе (ИИС) солнечно-биогазовой установки как для осуществления непрерывного контроля текущих значений

температуры биомассы в реакторе, так и для их корректировки в соответствии с требуемым технологическим режимом производства биогаза.

Основными требованиями, предъявляемыми к датчикам биогазовой установки, являются: отсутствие коммутационных узлов, малое потребление энергии (порядка не более 0,9 Вт), инертность материалов, используемых при изготовлении датчиков.

Измерение текущих значений температуры биомассы в объеме биореактора и последующее доведение их до требуемой средней температуры (T_{cp}) осуществляется при помощи разработанного авторами электролитического датчика температуры (ЭДТ) (рис.1).

В качестве информационного параметра датчика используется зависимость электропроводности раствора (водный раствор иодистого калия –КJ) от температуры.

ЭДТ представляет собой капиллярную трубку, заполненную раствором КJ и снабженную инертными электродами. Электроды датчика последовательно с сопротивлением R соединены с источником питания переменного тока. Значение падения напряжения на резисторе R прямо пропорционально значению измеряемой температуры.

Выбор такого датчика обусловлен малым потреблением энергии (менее 0,9 Вт), высокой чувствительностью к изменению температуры ($1\%/^{\circ}C$) и безопасностью при эксплуатации. При возможной разгерметизации и утечке раствора электролита из датчика состав биомассы не претерпевает качественных изменений, так как в нем содержатся компоненты калия и йода.

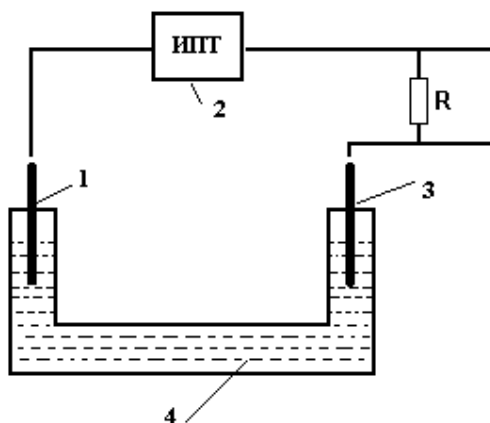


Рис.1. Принципиальная схема ЭДТ:

1,3 – инертные электроды; 2 - источник переменного тока (ИПТ); 4 – электролит

Зависимость выходного сигнала датчика (при считывании информации с использованием переменного тока $I_{сч}$) описывается выражением

$$U = Z_{ЭДТ} I_{сч} = \left[\frac{4\ell(1 + \alpha\Delta T)}{\pi\gamma d^2} + 2jx_{ДС} \right] I_{сч} , \quad (1)$$

где $Z_{ЭДТ} = R_{ЭДТ} + jx_d$ - входной импеданс ЭДТ при температуре T^0, C ; $I_{сч}$ - ток считывания; ℓ - длина столбика электролита, мм; α - температурный коэффициент электропроводности электролита, $1/^\circ C$; $\Delta = T - T_0$ - изменение температуры, $^\circ C$; χ - электропроводность электролита, Om^{-1}, cm^{-1} ; d - диаметр капилляра, мм; $x_{лс}$ - реактивное сопротивление, образованное емкостью двойного слоя, Ом.

Выходным сигналом измерительной схемы является падение напряжения на резисторе R:

$$U_{ЭДТ} = \frac{U_{сч} R}{R + Z_{ЭДТ}}, \quad (2)$$

где $U_{сч}$ - напряжение цепи питания схемы; R - сопротивление нагрузки; $Z_{ЭДТ}$ - сопротивление столбика электролита.

По имеющимся результатам проведенных исследований для выбранного диаметра капилляра (0,4 мм) ЭДТ и расстояний между электродами (25...30 мм) влиянием реактивного сопротивления двойного слоя x_d можно пренебречь по сравнению с активным сопротивлением электролита $R_{ЭДТ}$. Аппроксимация температурной зависимости по принципу наименьшего квадратичного отклонения была проведена для полинома вида

$$\frac{Z_{ЭДТ}}{Z_{ЭДТ(30)}} = 1 - [\alpha_0 (T - 30) + \alpha_1 (T - 30)^2]. \quad (3)$$

Для используемого раствора $\alpha_0 = 1,26 \cdot 10^{-2} 1/^\circ C$, $\alpha_1 = 1,513 \cdot 10^{-4} 1/^\circ C$, $Z_{ЭДТ(30)}$ - значение сопротивления датчика при температуре $T = 30^\circ C$.

Зависимость изменения выходного сопротивления ЭДТ от температуры приведена на рис.2.

Для считывания информации ЭДТ использован источник переменного тока (ИПТ), благодаря чему предотвращается разложение электролита. Для исследования частотных характеристик ЭДТ испытания проводились в диапазоне от 1 до 55 МГц.

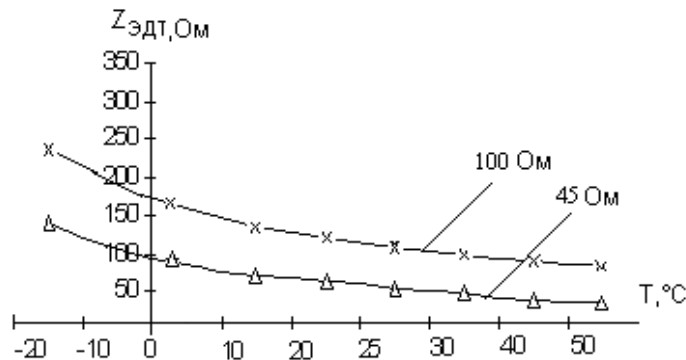


Рис.2. Зависимость изменения выходного сигнала ЭДТ от температуры

Результаты экспериментов показали, что отклонение значений частотной характеристики на высоких частотах от значений на низких частотах в основном вызвано величиной длины электролита и диаметром капилляра датчика.

Зависимость изменения сопротивления датчика от температуры, полученная в результате экспериментальных исследований ЭДТ, приведена на рис.3.

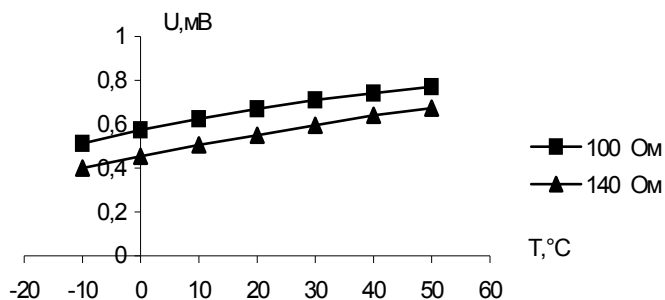


Рис.3. Зависимость изменения выходного сигнала датчика от температуры (для датчика с сопротивлением электролита 100 и 140 Ом)

Пример расположения датчика давления 4, датчиков температуры 5, датчика влажности 6 и преобразователей сигналов датчиков 7,8,9 ИСС биореактора 1 биогазовой установки приведен на рис.4. Датчики температуры 5 устанавливаются на разных уровнях биореактора 1 по его высоте, и их входы соединены с входами компараторов устройства формирования программы управления 10 (УФПУ).

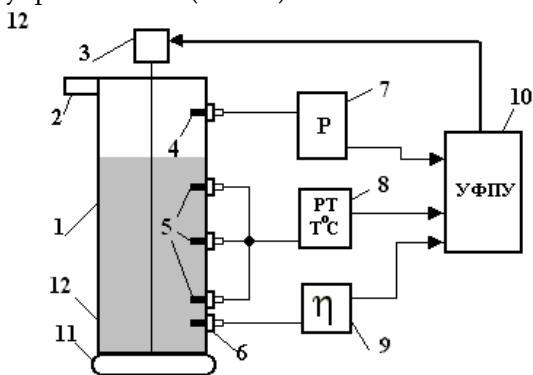


Рис.4. Блок – схема ИИС

1-биореактор, 2 - электромагнитный затвор отводной трубы биогаза, 3 –электродвигатель, 4 - датчик давления, 5 - датчики температуры (ЭДТ), 6 - датчик влажности, 7,8,9 - преобразователи сигналов (соответственно давления, температуры и влажности), 10 - устройство для формирования программы управления (УФПУ) технологическим режимом биогазовой установки, 11 - комбинированный нагреватель биомассы 12

В преобразователе сигналов 8 датчика температуры для последующего их использования применен компаратор. На один вход компаратора подан опорный сигнал $U_{оп}$, соответствующий требуемой по технологическому режиму средней температуре $T_{ср}$, а на другие входы - соответственно текущие сигналы с выходов ЭДТ 5.

При наличии разности между опорным сигналом $U_{оп}$ и сигналом $U(T)$ одного из термодатчиков 5, установленных в биореакторе 1, УФПУ подает команду на включение источника питания нагревателя биомассы и электродвигателя 3 механической мешалки. При достижении давления газа в биореакторе заданного значения срабатывает электромагнитный затвор 2 отводной трубы, и газ поступает в накопитель.

В установке использован комбинированный нагреватель 11. В летние месяцы используется солнечный коллектор, а в зимние - некоторая часть выработанного биогаза.

Благодаря непрерывному перемешиванию биомассы и одновременному ее нагреву через определенное время устанавливается необходимая средняя температура $T_{ср}$ биомассы. При равенстве сигналов всех датчиков опорному сигналу $U_{оп}$ УФПУ отключает питание электродвигателя двигателя 3 мешалки и нагреватель 11 биомассы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Heinz Schulz**. Biogas-Praxis. Freiburg, 1998.- P.190.
2. **Heinz Lander** Solaranlagen. Freiburg, 1999.- P.230.
3. **Kazarian E, Ghazaryan M**. Actual use of energy and demand for energy ISREE 2000, Oslo, Norway. -P.8-9.
4. **Казарян Э.В., Судзиловский О.Ю., Али Н.В., Карамян Е.А.** Энергетические и экономические аспекты использования комбинированных солнечных установок горячего водо- и теплоснабжения // Информационные технологии и управление. Т.1-2. – Ереван: Энциклопедия Арменика, 2003.- С.80-88.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 10.05.2004.

Ն.Վ ԱԼԻ, Է.Վ.ԴԱԶԱՐՅԱՆ

ԲԻՈԳԱԶԻ ԿԱՅԱՆՔԻ ՉԱՓԻՉ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻՈՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՁԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԷԼԵԿՏՐԱԼԻՏԻԿ ՏՎԻՉ

Դիտարկվում է արևաբնոցազային կայանքի չափիչ-ինժեռնացիոն համակարգ, որը նախատեսված է ջերմաստիճանի ստուգման և կարգավորման համար ըստ բնոցազի արտադրման պահանջվող տեխնոլոգիական ռեժիմի:

N.W. ALI, E.W.KAZARIAN ELECTRIC TEMPERATURE SENSOR FOR INFORMATION MEASURING SYSTEM OF BIOGAS PLANT

A temperature sensor of an information-measuring system for measuring the current temperature value in a bioreactor of a biogas plant and for correcting temperature in accordance with the required technological condition of biomass fermentation is developed.