

УДК 004.94

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ БГУ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТИПА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Ж.Б. Телюбаев, Ю.П. Ильин, А.Х. Доскенов

В статье представлена имитационная динамическая компьютерная модель биогазовой установки в пакете программ SciLab, дающей право на публикацию в открытой печати. Программа дает возможность оценки зависимостей от ее энергетического потенциала при переработке отходов животноводства в условиях зоны Урала при различных режимах работы. Данная модель базируется на различных видах компоновки биогазовой установки в условиях помещения при различных составляющих температурной защиты. Учитывает значительные массивы различных видов компоновки биогазовой установки, как в помещении, так и вне помещения с различными видами изоляционных видов покрытий. Компьютерная модель позволяет наглядно имитировать процесс переработки делать компактные выборки и достаточно точно имитировать режим работы.

Ключевые слова: имитационная модель, SciLab, Scicos, биогазовая установка.

Целью работы являлось изучение анаэробной переработки отходов посредством динамической компьютерной модели на примере комплекта обработки биологических стоков («КОБОС»). Это дало возможность установить зависимость параметров установки от энергетического потенциала отходов животноводства в сочетаниях различных условиях внешней среды и режимов работы.

Задачи

1) получение взаимосвязи между отдельными элементами в динамическом имитировании температуры, состава субстрата, длительности брожения и различных конструкциях метантенков биогазовой установки (БГУ) горизонтального типа;

2) изучение технологического процесса переработки при мезофильном (37 °С), термотолерантном (42 °С) и термофильном (55 °С) режимах брожения;

3) отражение взаимосвязей между энергетическими характеристиками представленных элементов БГУ и балансом установки.

Рассмотренная БГУ состоит из реакторов с системой отбора газа, измельчителя, подогревателя-выдерживателя, фекальных и винтовых насосов, газгольдера, компрессора, водогрейного котла пульта управления. Базовый комплект оборудования рассчитан для ферм на 400 коров [1–4].

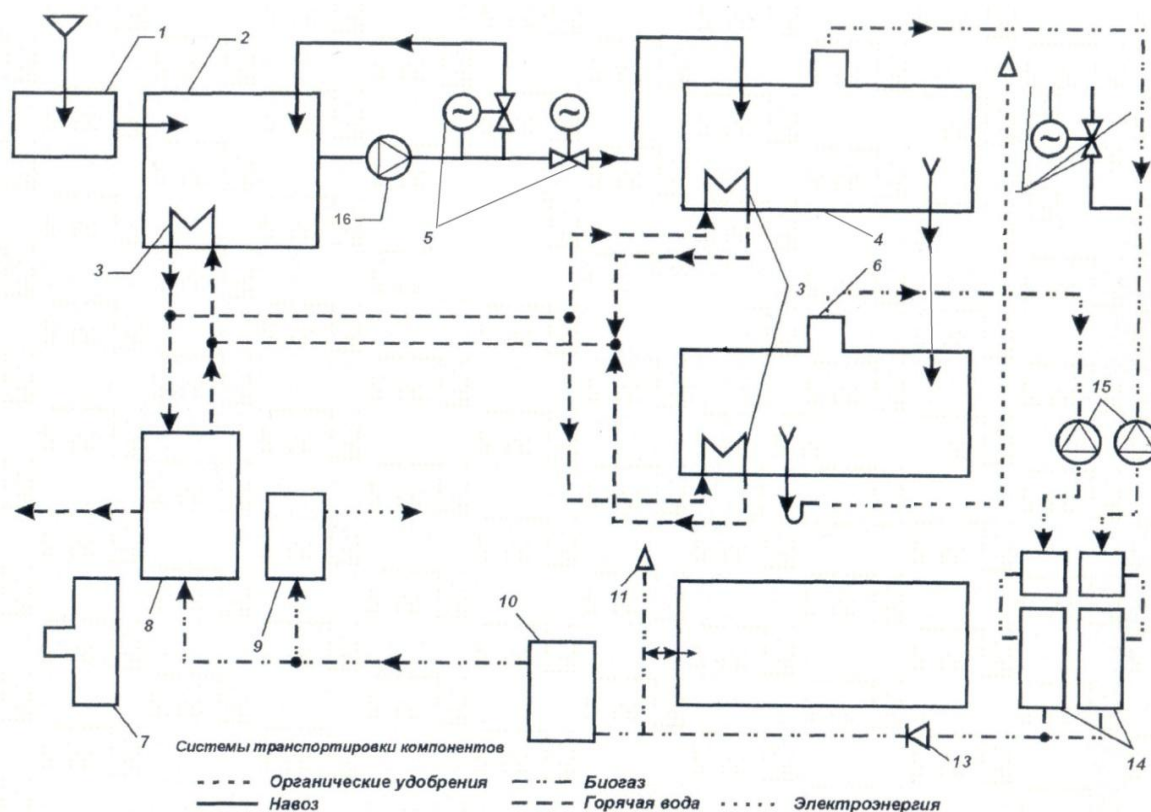


Рис. 1. Технологическая схема БГУ: 1 – Измельчитель;
2 – Подогреватель-выдерживатель; 3 – Теплообменники;
4 – Реакторы (1-n); 5 – Затворы; 6 – Дображиватель;
7 – Система автоматического управления; 8 – Котел водогрейный;
9 – Энергоустановка; 10 – Гидрозатвор; 11 – Аварийный сброс газа;
12 – Газгольдер; 13 – Клапан обратный; 14 – Блок очистки биогаза;
15 – Компрессоры биогаза; 16 – Насос-дозатор [5]

Используя данные лабораторной биогазовой установки (ЛБГУ) объемом 45 литров, нами был определен выход биогаза при трех режимах брожения мезофильном, термотолерантном и термофильном режимах анаэробного брожения навоза КРС.

Данные выхода биогаза в ЛБГУ были переведены для выхода биогаза с БГУ объемом 75м³ для мезофильного, термотолерантного и термофильного режимов анаэробного брожения навоза КРС.

Для создания динамической модели БГУ нами был выбран общедоступный пакет прикладных математических программ SciLab, в состав которого входит Scicos – инструмент для редактирования блочных диаграмм и симуляции [6–7].

Таблица 1

Выход газа с ЛБГУ, для различных режимов [1]

С У Т К И	Выход газа с ЛБГУ (45л), л/кг СОВ							
	Мезофильный режим		Термотолерантный режим			Термофильный режим		
	СОВ, кг	Навоз КРС	СОВ, кг	Навоз КРС (max)	Навоз КРС (min)	СОВ, кг	Навоз КРС (max)	Навоз КРС (min)
1	0,24	2,4	0,327	4,60	4,30	0,45	8,10	7,20
2	0,24	3,6	0,327	6,90	6,40	0,45	12,15	10,8
3	0,24	4,8	0,327	9,20	8,50	0,45	16,20	14,4
4	0,24	6,0	0,327	11,5	10,6	0,45	20,25	18,0
5	0,24	7,2	0,327	13,7	12,8	0,45	24,30	21,6
6	0,24	8,4	0,327	16,0	14,9	0,45	28,35	25,2
7	0,24	9,6	0,327	18,3	17,0	0,45	32,40	28,8
8	0,24	10,8	0,327	20,6	19,1	0,45	36,45	32,4
9	0,24	12,0	0,327	22,9	21,3			
10	0,24	13,2	0,327	25,2	23,4			
11	0,24	14,4	0,327	27,5	25,5			
12	0,24	15,6						
13	0,24	16,8						
14	0,24	19,2						
15	0,24	21,6						

Таблица 2

Выход газа при мезофильном режиме анаэробного брожения субстрата навоза КРС (15 суток время обращения биореактора и температуре 37 °С)

Сутки	Выход газа, м ³	Вынос с биогазом частиц субстрата, тонн	Содержание СОВ в дозе, м ³	Суточная доза, м ³
1	3,269	0,004	0,327	4,086
2	4,898	0,006	0,327	4,082
3	6,521	0,008	0,326	4,076
4	8,136	0,010	0,325	4,068
5	9,740	0,012	0,325	4,058
6	11,330	0,014	0,324	4,047
7	12,906	0,015	0,323	4,033
8	14,463	0,017	0,321	4,018
9	16,001	0,019	0,320	4,000
10	17,516	0,021	0,318	3,981
11	19,008	0,023	0,317	3,960
12	20,473	0,025	0,315	3,937
13	21,910	0,026	0,313	3,913
14	24,872	0,030	0,311	3,886
15	27,766	0,033	0,309	3,856
Сумма	218,809	0,263	4,800	60

Таблица 3
Выход газа при термотолерантном режиме анаэробного брожения субстрата навоза КРС (11 суток время обращения биореактора и температуре 42 °С)

Сутки	Выход газа, м ³		Вынос с биогазом частиц субстрата		Содержание СОВ в дозе, м ³		Суточная доза, м ³	
	min	max	min	max	min	max	min	max
1	5,762	6,212	0,007	0,007	0,443	0,444	5,540	5,547
2	8,632	9,306	0,010	0,011	0,443	0,443	5,533	5,539
3	11,487	12,383	0,014	0,015	0,442	0,442	5,523	5,528
4	14,323	15,437	0,017	0,019	0,441	0,441	5,509	5,513
5	17,134	18,462	0,021	0,022	0,439	0,440	5,492	5,495
6	19,915	21,452	0,024	0,026	0,438	0,438	5,471	5,472
7	22,661	24,401	0,027	0,029	0,436	0,436	5,447	5,447
8	25,366	27,304	0,030	0,033	0,434	0,433	5,420	5,417
9	28,026	30,154	0,034	0,036	0,431	0,431	5,390	5,385
10	30,636	32,947	0,037	0,040	0,428	0,428	5,356	5,348
11	33,192	35,676	0,040	0,043	0,426	0,425	5,319	5,309
Сумма	217,13	233,73	0,261	0,280	4,8	4,8	60,00	60,00

Таблица 4
Выход газа при термофильном режиме анаэробного брожения субстрата навоза КРС (8 суток время обращения биореактора и температуре 55 °С)

Сутки	Выход газа, м ³		Вынос с биогазом частиц субстрата		Содержание СОВ в дозе, м ³		Суточная доза, м ³	
	min	max	min	max	min	max	min	max
1	9,704	10,931	0,012	0,013	0,606	0,607	7,581	7,591
2	14,533	16,368	0,017	0,020	0,606	0,606	7,569	7,578
3	19,333	21,768	0,023	0,026	0,604	0,605	7,552	7,558
4	24,092	27,116	0,029	0,033	0,602	0,603	7,529	7,532
5	28,799	32,398	0,035	0,039	0,600	0,600	7,500	7,500
6	33,444	37,602	0,040	0,045	0,597	0,597	7,465	7,461
7	38,016	42,714	0,046	0,051	0,594	0,593	7,425	7,416
8	42,505	47,721	0,051	0,057	0,590	0,589	7,379	7,364
Сумма	210,425	236,62	0,252	0,283	4,8	4,8	60	60

В разработанной компьютерной модели в пакете SciLab-Scicos возможно моделирование трех температурных режимов анаэробного брожения субстрата навоза КРС: мезофильного, термотолерантного и термофильного (рис. 2).

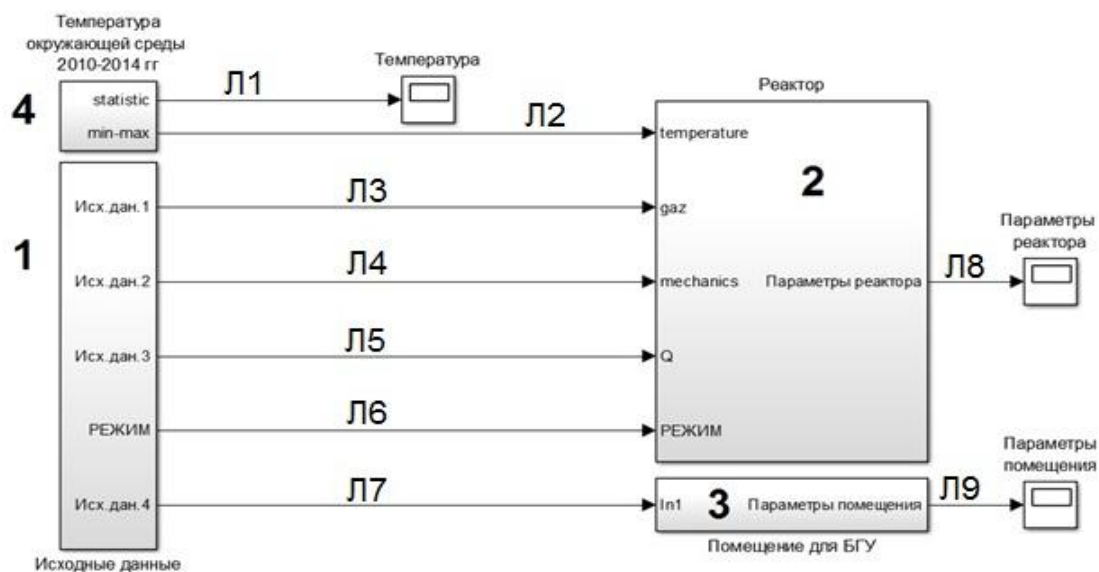


Рис. 2. Общий вид компьютерной модели БГУ, выполненной в пакете Scicos:
1 – Блок исходных данных; 2 – Блок реактора;
3 – Блок помещения для БГУ; 4 – Блок хода температур
в течение 2010–2014 годов; Л1, Л2, Л3, Л4, Л5, Л6 – линии связи

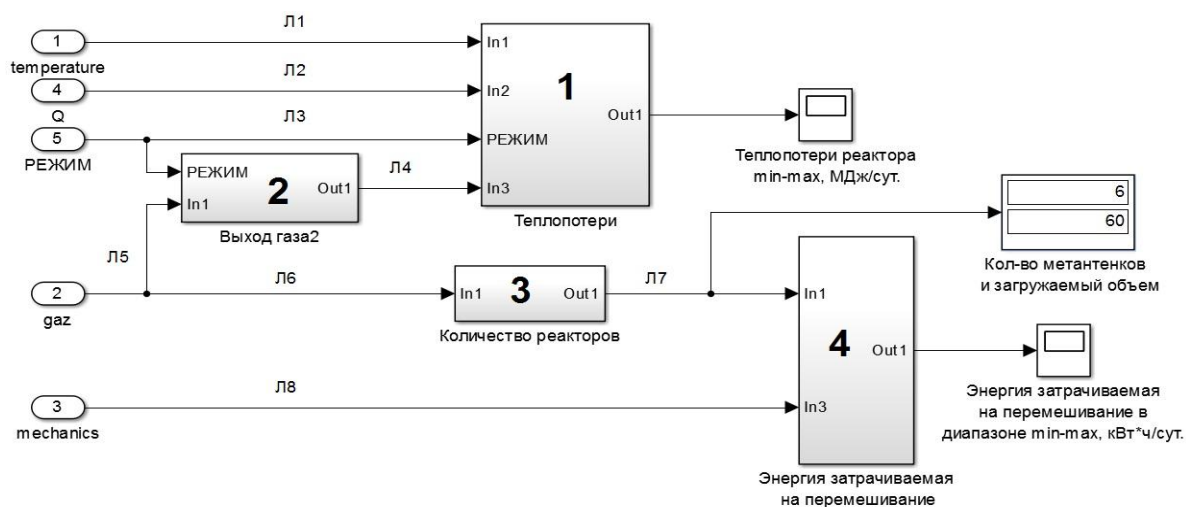


Рис. 3. Общий вид блока «Реактор»: 1 – Блок определения теплопотерь реактора;
2 – Блок определения выхода газа; 3 – Блок определения количества реакторов;
4 – Блок определения затрачиваемой энергии на перемешивание субстрата;
Л1 – Л8 – линии связи

Компьютерная модель поможет быстро рассчитать энергию на собственные нужды, определить компоновку и т.д.

Выводы

1. Имитационная динамическая модель дает возможность получения результатов выхода биогаза при различных сочетаниях параметров биогазовой установки и может быть рекомендована для условий Южного Урала.
2. Получение необходимой энергии на собственные нужды биогазовой установки горизонтального типа в условиях Южного Урала, с учетом низких температур зимнего периода. Отображает реальные затраты энергии на режимы переработки отходов животноводства.

Библиографический список

1. Васенев, В.В. Оценка выхода биогаза при различных режимах брожения навоза крс в биогазовой установке / В.В. Васенев, Л.Ю. Панчева, Ж.Б. Телюбаев, Ю.П. Ильин // Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, участием и выставки студентов, аспирантов и молодых ученых. 2014 г. УрФУ им. первого Президента Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург, 2014. – С. 384–386.
2. Дубровский, В.С. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В.С. Дубровский, У.Э. Виестур. – Рига: Зинатне, 1988. – 204 с.
3. Оценка выхода биогаза при мезофильной переработке сенажа топинамбура в биогазовом кластере / Ю.П.Ильин [и др.] // Вестник ЧГАА. – 2014. – Т. 68. – С. 39–50.
4. Ильин, Ю.П. / Ю.П. Ильин, Н.Ю. Кузьмина, Н.В. Рудных // Сборник докладов форума «Энергоэффективность и энергосбережение». – Челябинск, 9–11 декабря 2014.
5. Ильин, Ю.П. Энергетические возможности использования биогазовых установок в Челябинской области / Ю.П. Ильин, Н.Ю. Кузьмина, Н.В. Рудных // Материалы LI междунар. науч.-техн. конференции «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. д-ра техн. наук, проф. Н.С. Сергеева. – Челябинск: ЧГАА, 2012. – Ч. V. – С. 72–81.
6. Данилов, С. Учебное пособие: SCICOS пакет SCILAB для моделирования динамических систем / С. Данилов. – 2011. – 74 с.
7. Материалы сайта www.scilab.org.

[К содержанию](#)