

55,6 млн шт. [1]. С ростом темпов производства яиц все более актуальной становится проблема утилизации отходов птицеводства. Птицеводство является одним из источников загрязнения атмосферного воздуха, подземных и грунтовых вод. Нами рассмотрены различные технологии утилизации помета птиц и была выбрана двухстадийная технология анаэробного сбраживания фирмы ZORG (Германия). Весь цикл от начала проектирования установки до сдачи под ключ составляет 9 месяцев. Биогазовая установка по утилизации помета – наиболее экологически чистая, и в отличие от других систем не потребляет энергию, а производит электрическую и тепловую энергию за счет получения биометана.

Таблица 1

Технические характеристики биогазовой станции ZORG на помете  
(мощность соответствует Рефтинской птицефабрике)

Характеристики		Ед. изм.	Значения
1	Производительность по переработке сырья	т/сут.	200
2	Выход биогаза	м <sup>3</sup> /сут.*	26000
3	Потребляемая электрическая мощность	кВт·ч	100
4	Потребляемая тепловая мощность (Т = - 20С°)	кВт·ч	750
5	Выход твердых биоудобрений	т/сут.	150
6	Выход жидких биоудобрений	м <sup>3</sup> /сут.	30

\* выход биогаза из свежего помета

Таблица 2

Технические характеристики энергетического комплекса ZORG

Поз.	Показатель	Ед. изм.	Значение	% от текущего потребления
1	Вырабатываемая мощность по электроэнергии	МВт	2,68	
2	Вырабатываемая мощность по тепловой энергии	МВт	2,68	
3	Отпуск электроэнергии	тыс. кВт·ч/год	18683	43,1
4	Отпуск тепловой энергии	Гкал/год	22600	8,1
5	Производство удобрений	т/год	35467	

Ценность биоудобрений определяется содержанием биосоставляющей. Она содержит гуминовые кислоты и макроэлементы. При использовании биоудобрений урожайность повышается на 30-50 %.

Предполагается, что твердые удобрения частично будут использоваться на собственные нужды птицефабрики, а частично реализовываться на внешнем рынке. Из 1 м<sup>3</sup> биогаза в когенерационной теплоэлектростанции можно выработать 2,4 кВт·ч электроэнергии, а также 2,8 кВт·ч тепловой энергии (при 60 % метана в биогазе). Биогаз-газ, получаемый метановым брожением биомассы, состоящий примерно из 60 % метана (СН<sub>4</sub>) и 40 % углекислого газа (СО<sub>2</sub>). Микроорганизмы метаболизируют углерод из органических субстратов в бескислородных условиях (анаэробно). Биогаз сжигается в теплоэлектростанции напрямую без обогащения. Для производства тепла биогаз специально не сжигается. Тепло берется от охлаждения двигателя.

## Основные характеристики биогаза

Запас энергии в 1 м <sup>3</sup> биогаза	6-6,5 кВт·ч
Теплотворная способность	6000-7500 ккал/м <sup>3</sup>
Плотность биогаза	1,16-1,27 кг/м <sup>3</sup>
Температура возгорания	650-750 °С
Давление биогаза в реакторе	0,05 атм
Давление биогаза перед потребителем	поднимается до требуемого

Из тонны птичьего помета клеточного (75 % влажность) выход биогаза составляет 103 м<sup>3</sup>, из тонны подстилочного птичьего помета (60 % влажность) – 90 м<sup>3</sup>.

Источником дохода по проекту является продажа тепловой и электрической энергии, а также твердого субстрата в качестве удобрения.

Этот способ утилизации может быть оптимальным для птицефабрик Свердловской области в связи с вступлением России в ВТО и предполагаемым ростом экологических платежей. Эколого-экономическая оценка эффективности данного инвестиционного проекта показала, что внедрение установки ZORG позволит:

1. Экономить ископаемое углеводородное топливо за счет использования местных видов (биогаз).

2. Предотвратить выброс метана в атмосферу, что дополнительно обеспечит экологический и климатический эффект.

*Библиографический список*

1. Бессарабов Б.Ф., Крыканов А.А., Могильда Н.П. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе: Учебное пособие. СПб.: Изд-во «Лань», 2012. 336 с.: ил.

## ВИХРЕВЫЕ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРЫ

*Колпакова Н.В., Колпаков А.С.  
УрФУ, kafedratdiv@yandex.ru*

Интенсивные процессы тепло- и массопереноса, происходящие в вихревых потоках газов и жидкостей, обуславливают более широкое применение вихревых устройств в различных отраслях народного хозяйства в качестве циклонов, вихревых охладителей воздуха, горелок, гидравлических теплогенераторов и др.

Работа вихревых теплогенераторов производится на основе способа разделения потока газа в вихревой трубе на два потока с различной температурой, т.е. на эффекте Ранка. Одним из первых ученых, которому пришла в голову идея запустить в трубу Ранка жидкость, является российский ученый Александр Меркулов.

Вода в вихревой трубе разделяется на два потока, имеющих разные температуры. Но не на горячий и холодный, а на горячий и тёплый. Ибо температура «холодного» потока оказалась чуть выше, чем температура исходной воды, подаваемой насосом в вихревую трубу. Тщательная же калориметрия показала, что тепловой энергии такое устройство вырабатывает больше, чем потребляет электрической двигатель насоса, подающего воду в вихревую трубу [1, 2].

Правильнее говорить об эффективности теплогенератора — отношении величины вырабатываемой им тепловой энергии к величине потребленной им для этого извне электрической или механической энергии. Но поначалу исследователи не могли понять, откуда и как в этих устройствах появляется избыточное тепло. Предполагали даже, что тут нарушается закон сохранения энергии.

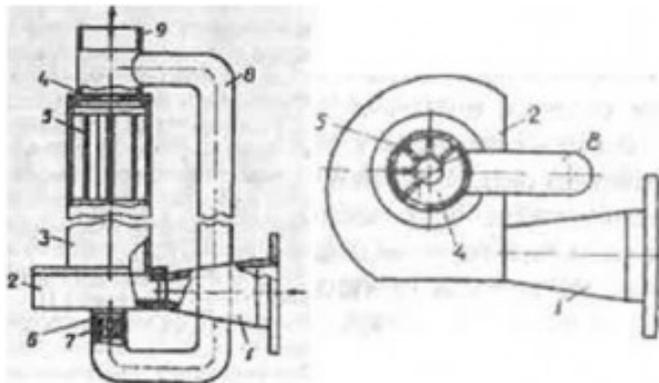


Схема вихревого теплогенератора:  
 1 – инъекционный патрубкок; 2 – улитка;  
 3 – вихревая труба; 4 – доньшко;  
 5 – спрямитель потока; 6 – штуцер;  
 7 – спрямитель потока; 8 – байпас;  
 9 – патрубкок.

Вихревой теплогенератор, схема которого приведена на рисунке, присоединяют инъекционным патрубком 1 к фланцу центробежного насоса (на рисунке не показан), подающего воду под давлением 4-6 атм. Попадая в улитку 2, поток воды сам закручивается в вихревом движении и поступает в вихревую трубу 3, длина которой раз в 10 больше ее диаметра. Закрученный вихревой поток в трубе 3 перемещается по винтовой спирали у стенок трубы к ее противоположному (горячему) концу, заканчивающемуся доньшком 4 с отверстием в его центре для выхода горячего потока. Перед доньшком 4 закреплено тормозное устройство 5 – спрямитель потока, выполненный в виде нескольких плоских пластин, радиально приваренных к центральной втулке, соосной с трубой 3. В виде сверху он напоминает оперенные авиабомбы или мины.

Когда вихревой поток в трубе 3 движется к этому спрямителю 5, в осевой зоне трубы 3 рождается противоток. В нём вода, тоже вращаясь, движется к штуцеру 6, врезанному в плоскую стенку улитки 2 соосно с трубой 3 и предназначенному для выпуска «холодного» потока. В штуцере 6 изобретатель установил ещё один спрямитель потока 7, аналогичный тормозному устройству 5. Он служит для частичного превращения энергии вращения «холодного» потока в тепло. А выходящую из него тёплую воду направил по байпасу 8 в патрубкок 9 горячего выхода, где она смешивается с горячим потоком, выходящим из вихревой трубы через спрямитель 5. Из патруббка 9 нагретая вода поступает либо непосредственно к потребителю, либо в теплообменник, передающий тепло в контур потребителя. В последнем случае отработанная вода первичного контура (уже с меньшей температурой) возвращается в насос, который вновь подаёт её в вихревую трубу через патрубкок 1.

Теплогенератор, представленный на рисунке, превращает в тепло часть своей внутренней энергии, а точнее часть внутренней энергии своей рабочей жидкости – воде.