

**Таблица 4.** Среднемесячные потоки суммарной радиации с учетом отражательного излучения для оптимальных углов наклона поверхности на территории республики, (кВт·ч)/м<sup>2</sup>

Месяцы	R <sub>отр.</sub>	ШИРОТА 51°				ШИРОТА 55°			
		E <sub>г</sub>	E <sub>отр.</sub>	Сумма за месяц	Доля E <sub>отр.</sub> , %	E <sub>г</sub>	E <sub>отр.</sub>	Сумма за месяц	Доля E <sub>отр.</sub> , %
1	0.259	18.8	4.9	23.7	20.6	14.9	3.9	18.8	20.6
2	0.202	42.1	9.7	51.8	18.7	30.1	6.9	37.0	18.7
3	0.128	90.0	13.5	105.6	14.8	80.2	13.9	94.1	14.8
4	0.029	120.3	3.6	126.9	2.8	105.0	3.1	108.1	2.8
5	0.014	169.2	2.3	171.5	1.3	152.3	2.1	154.4	1.3
6	0.011	180.9	2.1	183.0	1.1	170.8	1.9	172.7	1.1
7	0.011	175.0	2.0	177.0	1.1	163.2	1.9	165.1	1.1
8	0.020	138.4	2.8	141.2	1.9	123.7	2.5	126.2	1.9
9	0.032	92.5	3.0	95.5	3.1	82.9	2.7	85.6	3.1
10	0.125	57.3	7.2	64.5	11.1	43.3	5.4	48.7	11.1
11	0.197	22.4	4.4	26.8	16.5	20.5	4.0	24.5	16.5
12	0.259	12.9	3.3	16.2	20.6	11.2	2.9	14.1	20.6
Год	0.107	1120	58.8	1183.7	5.0	998.1	51.2	1049	4.9
За сезон	0.019	876.3	15.8	895.1	1.8	797.9	14.2	812.1	1.7

2. В результате расчетов получено, что при ориентации по азимуту, т.е. когда поверхности оптимально ориентированы по двум углам (углу наклона к горизонту и азимутальному углу), средневневной приход прямой солнечной радиации на тепловоспринимающую поверхность увеличивается на 28–30% по сравнению с приходом на горизонтальную поверхность, и на 18–20% — по сравнению с тепловоспринимающей поверхностью южной ориентации.

## СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Внутренние санитарно-технические устройства // Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1990. – Ч. 1. – 344 с.
2. Кирюшатов, А.И. Использование нетрадиционных возобновляющихся источников энергии в сельскохозяйственном производстве. – М.: Агропромиздат, 1991. – 96 с.

Материал поступил в редакцию 10.03.09

**KUSMICH W.W. The Solar radiation receiving calculation on heliocollector surface**

Construction and regime factors of heliocollectors are shown for Belarus conditions.

УДК 636.5:658.567.1

**Кузьмич В.В., Тимошук А.Л., Тетеркин Д.А.,  
Виноградов Л.М., Мартынюк В.И.**

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Введение.** Развитие сельскохозяйственного производства и необходимость обеспечения высокого качества производимой сельхозпродукции для обеспечения ее конкурентоспособности на внешнем рынке требует совершенствования технологии производства и переработки. Для успешного распространения продукции на внешнем рынке требуется соответствие ее жестким санитарно-гигиеническим требованиям. Это особенно актуально для предприятий животноводческого комплекса. Зачастую источником распространения заболеваний, вызывающих массовую гибель животных, являются туши павших животных, которые должны быть уничтожены. Одним из наиболее распространенных способов утилизации является сжигание. Процесс сжигания органических отходов сопряжен с рядом трудностей: высокая влажность отходов, крупные фракции, неоднородность, образование при горении вредных веществ и т.п. В связи с этим, оборудование для сжигания органических отходов имеет ряд отличий от традиционного топочного оборудования. Чтобы обеспечить эффективное сжигание отходов, необходимо наличие мощного внешнего источника теплоты для разогрева и поддержания высокой температуры в камере сгорания (как правило, горелка на газообразном или жидком топливе). Необходимо предусмотреть также и возможность очистки дымовых газов от высокотоксичных веществ, образующихся при горении органики.

**Установка с пульсационной интенсификацией.** Для более ин-

тенсивного контакта с окислителем в установках для сжигания отходов применяют механическое, акустическое или иное воздействие на объект (вращающиеся камеры сгорания и т.п.). Одним из наиболее простых способов интенсивного воздействия на утилизируемый материал является организация нестационарного режима горения — так называемого пульсирующего горения. Оборудование, использующее такой принцип сжигания топлива, обладает рядом преимуществ по отношению к традиционным топочным устройствам, которые указаны в [1]. В частности таковыми являются: малая удельная материалоемкость; снижение потребления электроэнергии на собственные нужды; интенсификация горения и конвективного теплообмена; очищающее действие на поверхностях нагрева; снижение выбросов оксидов азота и сажи и т.д.

На рисунке 1 показано устройство по [2], позволяющее достичь наилучшего результата по эффективности, в котором применяется комбинированное акустическое и механическое воздействие на обрабатываемый материал. Цифрами на рисунке обозначены: 1 – корпус, 2 – лопасть, 3 – электродвигатель, 4 – бункер, 5 – воздушный короб, 6 – золошлаковый отвод, 7 – камера дожигания, 8 – люк, 9 – патрубок, 10 – камера пульсирующего горения, 11 – теплообменник, 12 – труба.

Использование механического ворошения материала в вертикальной плоскости ведет к увеличению поверхности горения, улучшает обдувание отдельных частиц, повышает равномерность горения по топочному объему. Нестационарное обдувание материала,

Тимошук А.Л., Тетеркин Д.А., РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь.

Виноградов Л.М., Мартынюк В.И., ГНУ «ИМТО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси», Республика Беларусь.

Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика

достигаемое применением камеры пульсирующего горения, также интенсифицирует процесс окисления.

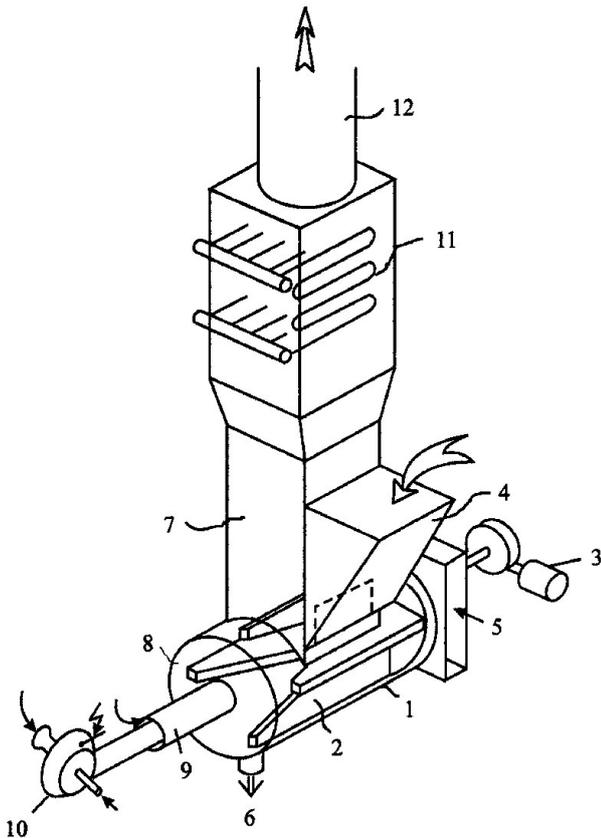


Рис. 1. Устройство для термического обезвреживания отходов

Работает устройство для термического обезвреживания отходов следующим образом. В корпус 1 на лопасти 2, вращающиеся при помощи электродвигателя 3, подается из бункера 4 обрабатываемый материал, при этом в корпусе 1 предварительно разжигается легковоспламеняющееся топливо. Продукты сгорания поднимаются в камеру дожигания 7. Воздух в корпус 1 засасывается через воздушный короб 8 и зазоры в лопастях 2. Постепенно горючие веще-

ства в обрабатываемом материале зажигаются, процесс стабилизируется благодаря постоянному поджиганию при круговом ворошении лопастями 2.

Как известно, отходы — это низкокачественное топливо, и для его лучшего горения необходимо повышение температуры и контакта с кислородом воздуха. Поэтому со стороны люка 8 через зазор между патрубком 9 и камерой пульсирующего горения 10 поступает добавочное количество воздуха, включается камера пульсирующего горения 10 (включается электросвеча, подается топливо форсункой или горелкой). Благодаря этому в корпус 1 между лопастями 2 внедряется пульсирующий факел, это интенсифицирует процесс обезвреживания. Выделяющееся тепло утилизируется теплообменником 11 (нагревается вода, например), чистые газообразные продукты сгорания удаляются через трубу 12, а обезвреженный твердый остаток — через золошлаковый отвод 6.

**Конструкция с пиролизной камерой нагрева.** В настоящее время ОАО «ГСКБ» (г. Брест) совместно с ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси» и ЦВИР концерна «Белресурсы» (г. Минск) создана опытная установка УПТО-0,12Т (рис. 2), предназначенная для теплоутилизации ТБО и медицинских отходов [3].

Установка состоит из 2-х блоков — камеры нагрева отходов и камеры дожигания отходов, которые герметично стыкуются по оси шнека и включает следующие узлы и элементы.

На рисунке цифрами обозначены: 1 — мотор-редуктор привода шнека; 2 — бункер загрузки измельченных отходов; 3 — подвижно-составной шнек-пиролизатор отходов; 4 — газовые ИК-нагреватели шнека; 5 — теплоизолированная камера нагрева шнека; 6 — датчик температуры камеры нагрева; 7 — датчик температуры в бункере; 8 — дымосос установки; 9 — водогрейный теплоутилизатор газов; 10 — камера дожигания; 11 — камера сжигания твердых фракций; 12 — газовый инжекционный запальник камеры; 13 — приточно-газоходная камера дымососа; 14 — заслонка притока наружного воздуха; 15 — датчик температуры дожигания; 17 — датчик температуры уходящих газов.

Работает шнековая установка следующим образом. Предварительно измельченные отходы загружаются в бункер, бункер после загрузки герметично закрывается соответствующей крышкой. Для контроля повышения температуры в бункере установлен преобразователь термохимический. Далее отходы при помощи шнека 3, помещенного в трубу из нержавеющей стали, поступают в камеру нагрева отходов 5.

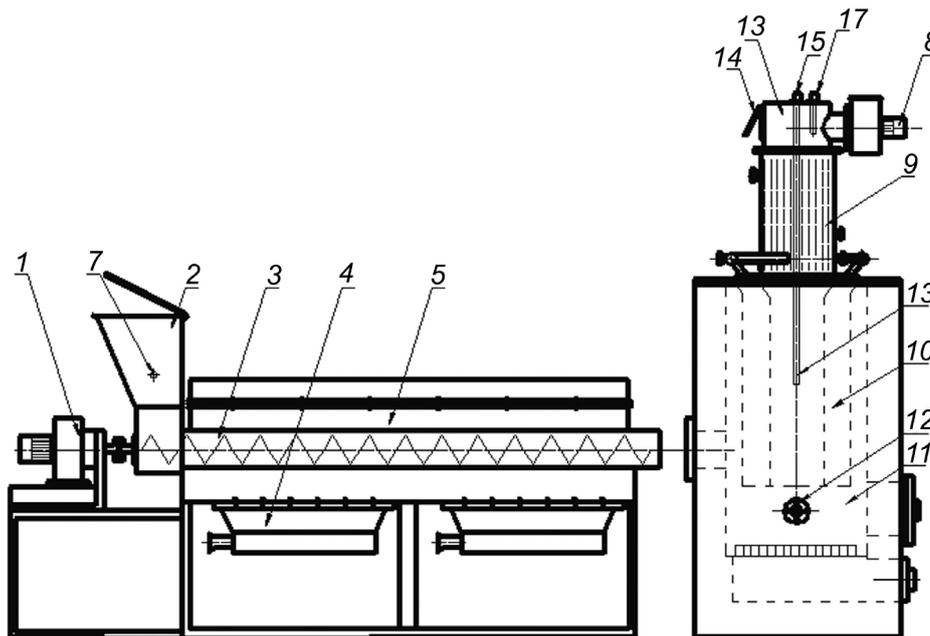


Рис. 2. Общий вид шнековой установки по термохимической утилизации горючих отходов

Таблица 1. Технические характеристики установки УПТО-0,12Т

Наименование показателей	Величина
Производительность по отходам, кг/ч	20–30
Исходная влажность отходов (не более), %	30
Теплота сгорания отходов (не менее), ккал/кг	5000
Потребление газа (горелки ГИИ-15 и запальник), кг/ч	2.3–3.45
Номинальное давление газа перед горелками, кПа	3.0
Температура в камере нагрева шнека (не более), °С	700
Температура в камере дожигания, °С	1250
Температура отходящих дымовых газов (не более), °С	200
Температура нагрева воды в теплоутилизаторе, °С	85
Расход нагреваемой воды, м <sup>3</sup> /ч	1.5
Давление нагреваемой воды (не более), МПа	0.3
Номинальная тепловая мощность нагрева воды, МВт	0.12
Объем газовых выбросов продуктов дожигания, м <sup>3</sup> /ч	500
Установленная мощность мотор-редуктора, кВт	0.25
Установленная мощность дымососа, кВт	0.37
Габаритные размеры, мм	
длина	5540
ширина	1550
высота	3100
Масса, кг	4500

Работа камеры нагрева установки заключается в пиролизе утилизируемых отходов по длине нагрева шнека, из которого твердые фракции-продукты пиролиза выгружаются в камеру сжигания 11, а летучие под разрежением дымососа втягиваются в цилиндрическую камеру дожигания 10, расположенную непосредственно над камерой сжигания. Зольный остаток отходов просыпается через колосниковую решетку и периодически удаляется по мере накопления снизу обычным образом.

Режим пиролиза поддерживается и регулируется путем автоматического включения и отключения беспламенных газовых ИК-горелок 4. Нормальная работа излучателя контролируется датчиком наличия пламени. Запуск шнека и дымососа производится автоматически с пульта КИПА. Используемые для нагрева шнека газовые ИК-горелки также включаются с пульта КИПА. Регулирование их мощности производится путем автоматического включения и отключения горелок по заданной температуре в камере нагрева шнека.

Воздух в камеру сжигания поступает и регулируется обычным образом через дверцу снизу колосниковой решетки таким образом, чтобы его общий избыток в камере дожигания не превышал 40% сверх расчетно-стехиометрического объема, при котором обеспечивается требуемая температура дожигания 1250°С. При величине теплоты сгорания отходов менее 5000 ккал/кг требуемая температура дожигания поддерживается за счет работы газового инжекционного запальника 12. Газоснабжение запальника и ИК-горелок осуществляется от баллонной установки сжиженного газа. Работа теп-

лоутилизатора заключается в нагреве воды за счет тепла уходящих дымовых газов, охлаждение которых до температуры 200-250°С является условием работоспособности дымососа и всей установки.

**Заключение.** В настоящее время огневая утилизация часто осуществляется примитивными методами: туши животных обливают легковоспламеняющимися жидкостями и поджигают. Процесс протекает медленно, практически не контролируется и сопровождается вредными выбросами в атмосферу. Сложившаяся неблагоприятная санитарно-эпидемиологическая ситуация и возможность распространения опасных инфекционных заболеваний животных (птичий грипп, ящур, бешенство и др.) требует принятия дополнительных мер безопасности, к которым относится и оснащение сельхозпредприятий оборудованием для утилизации опасных отходов.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Северянин, В.С. Котлы с пульсирующим горением // Энергетика. Известия вузов. – № 1. – 2001. – С. 79–85.
- Устройство для термического обезвреживания отходов: Патент ВУ 2030 U, МПК F 23 G 5/00 / В.С. Северянин, И.А. Черников, М.Г. Горбачева – № 20040571: заявлено 06.12.2004.
- Бородуля, В.А. Энергетическое использование твердых бытовых отходов / В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов, А.Ж. Гребеньков, В.И. Мартынюк // Инженер-механик. – 2007. – № 4. – С. 34–37.

Материал поступил в редакцию 10.03.09

#### KUSMICH W.W., TIMOSHUK A.L., TETERKIN D.A., WINOGRADOV L.M., MARTINUK W.I. The equipment for thermal recycling of a dangerous organic waste of the enterprises of agriculture

One of the most simple expedients of intensive effect on a utilised material is create of a nonstationary behaviour of burn - pulsing burn. The equipment using such principle of incineration of fuel, possesses a number of advantages in relation to traditional furnace arrangements. In particular those are: small specific consumption of materials; lowering of a current consumption for natural needs; a burning and convective heat convection intensification; refining operation on heating surfaces; lowering of ejections of oxides of nitrogen, hydrocarbon black

УДК 50.83:681.03

Шведовский П.В.

### ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ОГРАНИЧЕННОМУ ЧИСЛУ НАБЛЮДЕНИЙ

**Введение.** Для ряда последних лет стало характерным проявление целого ряда климатических и, соответственно, экологических экстремальных аномалий. Ограниченный объем исходной информации и отсутствие априорных сведений о законах распределения параметров аномалий такого уровня не позволяют использовать традиционные методы их статистических оценок.

Это и обуславливает необходимость поиска нового подхода к оценке экологических параметров, используя принципы максимума неопределенности и математической микроэкономии.

**Материалы и методика исследований.** Важнейшей числовой характеристикой любой случайной величины является математическое ожидание ( $E[x]$ )