

**ЯКОНТО**

**YACONTO**

*РОССИЯ, 129301, г. Москва, А/я 50, ул. Бориса Галушкина, д.8/18, к.61 Телефакс (095) 286-9046*

---

Разработчик и патентообладатель:

**Московское предприятие ООО «ЯКОНТО»**

**Патент № 2056393 на Изобретение:**

**«Установка для переработки отходов животноводства и производства удобрений» выдан Роспатентом 20.03.96**

Производитель:

**АООТ «Атоммаш» (г. Волгодонск Ростовской области)**

**БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА  
по переработке отходов животноводческих ферм  
на 25 - 100 (и более) голов крупного рогатого скота  
или эквивалентного им количества  
голов свиней (х6) и птицы (х132)**

**ТИПОВОЙ ПРОЕКТ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
БЭУ10-0000-0 ТО**

**РОССИЯ МОСКВА**

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение .....	3
1. Назначение .....	3
2. Технические данные .....	3
3. Состав .....	4
4. Устройство и работа БЭУ .....	4
5. Устройство и работа основных составных частей .....	5
6. Контрольно-измерительные приборы .....	7
7. Размещение и монтаж .....	8
8. Перспективы развития биоэнергетических установок типа БЭУ10.....	8

Примечание. На основе БЭУ10-0000-0 возможно изготовление биоэнергетических установок на 200, 500, 1000 и более голов крупного рогатого скота или эквивалентного им количества голов свиней (х 6) и птицы (х 132).

## **Введение.**

Настоящее техническое описание (ТО) предназначено для ознакомления с биоэнергетической установкой (БЭУ) БЭУ10-0000-0.

ТО содержит технические данные, сведения об устройстве и принципе действия составных частей и установки в целом, а также технические характеристики и другие данные, необходимые при ознакомлении с биоэнергетической установкой. При ознакомлении с БЭУ необходимо дополнительно руководствоваться схемой пневмогидравлической принципиальной БЭУ10-1000-0С2, схемой пневмогидравлической функциональной БЭУ10-1000-0С3, перечнем элементов БЭУ10-1000-0, планировкой типового проекта БЭУ.

### Условные обозначения принятые в тексте:

ТО - техническое описание;

БЭУ - биоэнергетическая установка;

КРС - крупный рогатый скот.

ХПК - химическое потребление кислорода;

БПК - биологическое потребление кислорода.

## **1. Назначение.**

БЭУ предназначена для переработки отходов животноводческих ферм на 25...100 голов крупного рогатого скота (КРС) или эквивалентного количества свиней и птицы с получением горючего газа и обеззараженного и дезодорированного удобрения путем переработки подстилочного и бесподстилочного навоза с одновременным улучшением санитарно-гигиенического состояния зоны животноводческой фермы.

БЭУ используется в составе технологической линии по переработке навоза на животноводческой ферме с механическим или гидравлическим способом удаления навоза.

## **2. Технические данные.**

2.1. Биоэнергетическая установка обеспечивает переработку подстилочного и бесподстилочного навоза КРС, свиней.

2.2. Количество перерабатываемого навоза КРС при влажности 90%, кг/сутки .....	2325
2.3. Количество голов, шт.	
КРС.....	50
свиней.....	300
2.4. Наружный диаметр биореактора (газгольдера), м.....	2,5
2.5. Наружный диаметр подогревателя, накопителя, м.....	2,5
2.6. Объем биореактора, м <sup>3</sup> .....	35
2.7. Объем подогревателя, накопителя, м <sup>3</sup> .....	14
2.8. Объем навозосборника, м <sup>3</sup> .....	35
2.9. Объем газгольдера, м <sup>3</sup> .....	18
2.10. Суточное количество вырабатываемого биогаза, Нм/сутки.....	97,5
2.11. Плотность биогаза, кг/м <sup>3</sup> .....	1,08
2.12. Суточное количество вырабатываемого удобрения при влажности 75%, кг/сутки.....	290
2.13. Суточное количество фугата, кг/сутки.....	1840
2.14. Электрическое питание БЭУ от сети:	
однофазное.....	220В/50Гц
трехфазное.....	380В/50Гц
2.15. Характеристики продуктов переработки навоза по удобрению:	
ХПК, мг/л.....	не более 50

- БПК, мг/л.....не более 20  
 снижение общей микробиологической осемененности, %.....не менее 75  
 содержание яиц гельминтов, %.....0  
 влажность, %.....не более 70  
 2.16. Характеристики продуктов переработки навоза по биогазу, % по объему:  
 содержание метана.....не менее 50  
 содержание диоксида углерода..... не более 50  
 содержание сероводорода: до очистки.....до 1,0  
 после очистки.....до 0,1  
 содержание водорода, окиси углерода и др. ....до 0,1  
 2.17. Сливаемая вода не должна содержать яиц гельминтов, а также должна удовлетворять требованиям п. 2.15. настоящего ТО.  
 2.18. Технические характеристики БЭУ приведены на 50 голов КРС.  
 Для фермы на 25 голов КРС объем биореактора может быть уменьшен в 2 раза. Остальное оборудование замене не подлежит.  
 Для фермы на 100 голов КРС объем биореактора увеличивается в 2 раза (устанавливается 2 биореактора). Остальное оборудование замене не подлежит.  
 2.19. Средний срок службы БЭУ до капитального ремонта не менее 5 лет.  
 2.20. Средняя наработка на отказ не менее 1 года.  
 2.21. Ресурс БЭУ не менее 10 лет с доверительной вероятностью 0,99.

### **3. Состав БЭУ.**

Биоэнергетическая установка состоит из следующих агрегатов и систем:

Наименование	Обозначение	Количество
Монтаж пневмогидросистемы БЭУ	БЭУ10-1000-0	1
Биореактор	БЭУ10-1200-0	1
Подогреватель	БЭУ10-1100-0	1
Накопитель	БЭУ10-1300-0	1
Газгольдер	БЭУ10-1400-0	1
Гидрозатвор	БЭУ10-1120-0	4
Фильтр газовый	БЭУ10-1700-0	2
Монтаж компрессора	БЭУ10-5400-0	1
Монтаж котла водогрейного	БЭУ10-5500-0	1
Монтаж насоса подачи в биореактор	БЭУ10-5200-0	1
Монтаж насоса подачи в подогреватель	БЭУ10-5100-0	1
Влагоотделитель	БЭУ10-1600-0	2
Тележка	БЭУ10-5600-0	1
Монтаж насоса подачи воды	БЭУ10-5300-0	1
Пульт управления	БЭУ10-2000-0	1
Монтаж электросхемы	БЭУ10-2100-0	1
Трубопровод 100 с фланцами		
Трубопровод 70 с фланцами		
Трубопровод 45 с фланцами		
Трубопровод 30 с фланцами		
Комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей		1

### **4. Устройство и работа БЭУ.**

БЭУ состоит из пневмогидравлической системы, системы управления и системы измерения.

Пневмогидравлическая система БЭУ состоит из следующих подсистем:

- системы подачи суточной дозы навоза из навозоприемника 11 в подогреватель 13;
- системы подачи суточной дозы предварительно сброженного навоза из подогревателя 13 в биореактор 21;
- системы выгрузки сброженной биомассы из биореактора 21 в накопитель 46;
- системы слива сбрасываемой биомассы из подогревателя 13, биореактора 21, накопителя 46, влагоотделителя 52;
- системы обогрева и поддержания температурного режима сбрасываемой биомассы в подогревателе 13, биореакторе 21, накопителе 46;
- системы сбора и транспортировки биогаза в газгольдер 66;
- системы подачи биогаза к котлу водогрейному 58;
- системы предварительной очистки биогаза от сероводорода с газовыми фильтрами 62, 64.

Биоэнергетическая установка работает следующим образом:

Каждые сутки насосом 7 навоз из навозоприемника 11 загружается в подогреватель 13 до уровня переливной трубы и наполнения через нее индикатора 12 до штуцера слива 86. В подогревателе 13 навоз выдерживается в течение суток и посредством теплообменного аппарата 14 подогревается до температуры 40...55 С. Каждые сутки открытием клапана 38 сброженная биомасса переливается из биореактора 21 через гидрозатвор 107 в накопитель 46. По окончании слива сброженной биомассы включением клапанов 6, 4 и насоса 3 при открытых клапанах 10, 119 производится перекачка подогретого до 40...55 С навоза из подогревателя 13 в биореактор 21 до уровня переливного трубопровода биореактора и наполнения через него индикатора 12 до штуцера 86. В биореакторе 21 посредством теплообменного аппарата 31 и системы управления, использующей в качестве исполнительного механизма регулятор 25, поддерживается температура сбрасываемой биомассы в диапазоне 55\_2° С. Открытием клапана 49 с электроприводом сброженная биомасса из накопителя 46 сливается во влагоотделитель 52, в котором происходит отделение твердой фракции от жидкой. Жидкая фракция фугата направляется при открытом вентиле 33 на разбавление навоза в навозоприемнике или при открытом вентиле 51 в емкость транспортного средства для использования на полив сельскохозяйственных угодий. С интервалом 1...2 часа открытием клапанов 35, 43 с электроприводом и включением компрессора 37 на время 10...15 мин осуществляют подачу биогаза из газовой подушки биореактора 21 в газовую полость газгольдера 66. Биогаз, собираемый в газовой подушке биореактора 21, через измеритель расхода биогаза 95, гидрозатвор 20, один из газовых фильтров 62(64) накапливается в газгольдере 66. Газовые полости биореактора и газгольдера посредством трубопроводов сообщены с предохранительными устройствами 29, 75, соответственно, предотвращающими повышение в них давления биогаза. Из газгольдера 66 при открытии клапана 74 с электроприводом биогаз поступает в газовую систему водогрейного котла 58, где при сгорании нагревает воду. Горячая вода насосом 57 при открытых клапанах 17, 24 постоянно подается в теплообменники 31, 14 обогрева биореактора и нагревания навоза в подогревателе. В холодное время года при открытии клапана 39 горячая вода подается в теплообменник 48 на обогрев накопителя 46.

Последовательность действий оператора при подготовке БЭУ к работе, выводе биореактора на рабочий режим, ежедневном контроле и обслуживании систем, остановке и регламенте БЭУ приведена в Приложении.

## **5. Устройство и работа составных частей БЭУ.**

### **5.1. Устройство и работа биореактора БЭУ.**

Биореактор предназначен для анаэробного сбрасывания навоза в термофильном режиме посредством создания благоприятных условий жизнедеятельности метаногенных бактерий в его внутреннем объеме.

Биореактор состоит из корпуса с обечайкой цилиндрической формы и закрепленной на его наружной поверхности теплоизоляцией.

Во внутреннем объеме биореактора размещены:

- теплообменный аппарат 31 с магистралями подачи теплоносителя - горячей воды;
- система барботирования сбраживаемой биомассы, содержащая центральный трубопровод и трубопровод подачи биогаза с клапаном 43;
- стабилизатор активной биомассы 23, выполненный в виде перфорированных стаканов с размещенными внутри них керамзитовыми шариками.

Биореактор снабжен штуцерами, посредством которых осуществляется подача в него суточной дозы свежего навоза, выгрузка суточной дозы сброженной биомассы, аварийный слив сбраживаемой биомассы и отвод биогаза. В верхней части биореактора 21 выполнены люки для осмотра и замены конструкций, установленных в биореакторе. В биореакторе установлен датчик температуры 27, используемый в системе управления как измерительный элемент.

Каждые сутки через магистраль с клапаном 38 из биореактора сливают сброженную биомассу, через магистраль с клапаном 119 в биореактор подают навоз. Теплообменник 31, установленный в нижней части биореактора, поддерживает температуру сбраживаемой биомассы в диапазоне 55\_2° С. С интервалом времени 1...2 часа по магистрали с клапаном 43 в систему барботирования в течение 10...15 минут подается биогаз, отбираемый из газовой подушки биореактора через магистраль с клапаном 112. Биогаз, поднимаясь по трубопроводу 30, вызывает истечение жидкости через верхний торец трубопровода 30, опускное движение ее вне трубопровода и подъемное внутри трубопровода.

Система барботирования организует принудительное периодическое перемешивание сбраживаемой биомассы во внутреннем объеме биореактора, обеспечивает выравнивание температуры сбраживаемой биомассы и концентрации бактерий в объеме биореактора, а также препятствует образованию поверхностной корки навоза. В биореакторе под воздействием совокупности бактерий происходит сбраживание навоза в термофильном режиме.

## 5.2. Устройство и работа подогревателя.

Подогреватель предназначен для подогрева суточной дозы свежего навоза от температуры окружающей среды до температуры 40...55 С и предварительного сбраживания его в термофильном режиме.

Подогреватель состоит из корпуса с обечайкой цилиндрической формы и закрепленной на его наружных поверхностях теплоизоляцией. Во внутреннем объеме подогревателя установлен теплообменник 14 с магистралями подачи и отвода горячей воды. Подогреватель снабжен штуцерами, посредством которых осуществляется подача в него суточной дозы свежего навоза, выгрузка суточной дозы подогретого навоза, перелив свежего навоза, сбор биогаза, а также аварийный слив сбраживаемой биомассы.

Один раз в сутки через магистраль с клапаном 101 в подогреватель 13 подают свежий измельченный навоз, который заполняет внутренний объем подогревателя до переливного штуцера. Теплоноситель, прокачиваемый через теплообменник, подогревает свежий навоз до температуры 40...55° С. Ежедневно после подогрева навоза через магистраль с клапаном 6 из подогревателя перекачивается в биореактор.

## 5.3. Устройство и работа накопителя.

Накопитель предназначен для приема и хранения суточной дозы сброженной биомассы и подачи ее на влаготделитель.

Накопитель состоит из корпуса с обечайкой цилиндрической формы и закрепленной на его наружных поверхностях теплоизоляцией. Во внутреннем объеме накопителя установлен теплообменник 48 с магистралью подачи горячей воды. Накопитель снабжен штуцерами, посредством которых осуществляется подача и выгрузка суточной дозы сброженной биомассы. Через магистраль с клапаном 38 накопитель наполняется суточ-

ной дозой сброженной биомассы, через магистраль с клапаном 49 накопитель освобождается от суточной дозы сброженной биомассы. В холодное время года сброженная биомасса может подогреваться горячей водой циркулирующей по теплообменнику 48.

#### 5.4. Устройство и работа гидрозатвора.

Гидрозатвор 20 предназначен для предотвращения повышения давления или поддержания давления рабочих сред в биореакторе в заданных пределах посредством организации перетекания биогаза через слой жидкости определенной величины и предотвращения соединения газовой подушки биореактора с окружающей средой.

Гидрозатвор выполнен в виде емкости с обечайкой цилиндрической формы. Во внутреннем объеме гидрозатвора размещены трубопроводы подачи биогаза под уровень жидкости и обогрева гидрозатвора в холодное время года. Гидрозатвор снабжен также штуцером отвода биогаза, заливной горловиной с заглушкой, сливной магистралью с клапаном и измерителем уровня. При повышении давления биогаза более величины столба жидкости в гидрозатворе он истекает под уровень жидкости и из газовой подушки через штуцер, установленный на верхнем торце, удаляется из гидрозатвора.

#### 5.5. Влагоотделитель.

Влагоотделитель предназначен для фильтрации и частичной осушки поступающего продукта.

Влагоотделитель состоит из опорной тумбы 1, на которой монтируется механизм привода 2 и бака 6. Бак 6 закрывается крышкой 7, уплотняемой резиновым кольцом. С внешней стороны бака 6 монтируется кран-балка 8 с траверсой 9, а также патрубок слива 3. Внутри бака 6 устанавливается подвижная каретка 4, на которой крепится фильтр-сборник 5.

Работа влагоотделителя.

Исходное положение: крышка 7 открывается, каретка 4 с фильтром-сборником находятся в баке, кран-балка 8 с траверсой 9 отведена из зоны отверстия бака 6. Продукт заливается через верх бака 6, крышка 7 закрывается и затягивается откидными болтами. С помощью шкива привода 12 вручную приводится механизм привода 2, который перемещает вверх каретку 4 с ильтром-сборником 5 до упора в механизме привода. При перемещении за счет грузового клапана 10 в баке 6 создается избыточное давление. Проходящая через фильтр-сборник жидкость сливается через патрубок 3. Крышка 7 открывается, кран-балка 8 с траверсой 9 стыкуется с фильтром-сборником 5 и далее отводится из зоны бака 6. Далее с помощью траверсы 9 продукт выгружается в тележку. Осушитель приводится в исходное положение.

### 6. Контрольно-измерительные приборы.

С целью контроля состояния БЭУ, она снабжена следующими контрольно-измерительными приборами:

- измерителем расхода биогаза 95;
- манометром 1, установленным на нагнетательной магистрали насоса подачи навоза в подогреватель 13;
- манометром 2, установленным на нагнетательной магистрали насоса подачи навоза в биореактор 21;
- манометром 22, установленным на магистрали отвода биогаза из газовой подушки биореактора 21;
- манометром 105, установленным на нагнетательной магистрали компрессора 37;
- манометром 73, установленным в газовой подушке газгольдера 66;
- манометром 99, установленным на нагнетательной магистрали водяного насоса 57;
- датчиком температуры 15, измеряющим температуру навоза в подогревателе 13;
- датчиком температуры 27, измеряющим температуру сброженной биомассы в био-

- реакторе 21;
- датчиком температуры 47, измеряющим температуру сброженной биомассы в накопителе 46;
  - датчиком температуры 68, измеряющим температуру жидкости в газгольдере 66;
  - датчиком температуры 55, измеряющим температуру горячей воды во всасывающей магистрали насоса 57;
  - датчиком температуры 8 навоза в навозоприемнике 11;
  - датчиком температуры 102 корпуса компрессора 37.

## **7. Размещение и монтаж.**

БЭУ к месту монтажа транспортируется поблочно. Блоки между собой соединяются на месте монтажа. Перед монтажом установки производится доработка типового проекта к конкретным условиям местности посредством уточнения планировки и по желанию заказчика комплектации БЭУ.

Блоки при транспортировке должны быть упакованы в тару по ГОСТ 10193-91. Габаритные размеры тары не должны превышать допустимые при перевозке по железной дороге. Мелкие детали, приборы и крепежные элементы должны быть упакованы в отдельную тару. Блоки, детали, приборы должны быть надежно закреплены от возможных перемещений в таре. Упаковка блоков деталей, приборов и других сборочных единиц должна соответствовать ГОСТ 14225-83.

## **8. Перспективы развития биоэнергетических установок типа БЭУ10.**

При анализе перспектив развития биоэнергетических установок типа БЭУ10 целесообразно рассматривать следующие направления:

- повышение эффективности БЭУ посредством использования модульного принципа их построения;
- использование научно-технических идей и конструктивных решений, заложенных в БЭУ10, для создания более крупных установок и станций по обработке и утилизации органических отходов;
- расширение номенклатуры обрабатываемых отходов;
- расширение областей использования биогаза, комплектация БЭУ дополнительными эффективными энергетическими системами, дополнительная обработка биогаза.

Первый (экспериментальный) экземпляр БЭУ10 был разработан при отсутствии аналога такой установки, в связи с чем в ее конструкцию были введены дополнительные системы, реализующие известные способы повышения эффективности БЭУ и безопасности ее работы (собственная система теплоснабжения, система перемешивания, предохранительные клапаны на насосах и компрессорах, гидрозатворы, запорные устройства и др.).

Разработанную БЭУ10, рассчитанную на переработку отходов фермерских животноводческих (птицеводческих) хозяйств в объеме 2,5 т/сут (50 голов КРС) можно рассматривать как базовый вариант БЭУ (модуль).

Количество отходов, обрабатываемых БЭУ, можно увеличивать посредством установки дополнительных биореакторов и водогрейных котлов (если необходимо автономное теплоснабжение), оставляя без изменения все остальные агрегаты и системы базового варианта. Таким способом можно создать на базе модуля целый ряд БЭУ, перерабатывающих в сутки 2,5; 5; 7,5; 10 тонн органических отходов. Создание таких систем позволит отказаться от разработки и производства БЭУ под конкретное количество животных и птицы. При дальнейшем увеличении заданного количества перерабатываемых отходов создаются системы модулей в целом с определенным количеством биореакторов в каждом модуле.

При создании более крупных биоэнергетических установок и станций по обработке и утилизации отходов крупных животноводческих и птицеводческих комплексов



(до 1000 и более голов КРС и соответственно до 6000 и более голов свиней, до 132 тысяч и более голов птицы,) или других органических отходов могут быть использованы научно-технические идеи и конструкторские решения, заложенные при разработке базовой модели БЭУ10.

Биоэнергетическая установка БЭУ10 или системы, построенные на ее основе по модульному принципу, могут быть использованы не только для обработки отходов животноводческих или птицеводческих хозяйств, но и для обработки любых органических отходов с предварительной, при необходимости, их подготовкой. Прежде всего технологии, применяемые в БЭУ10, могут быть использованы при разработке систем по утилизации отходов растениеводства (например, соломы, ежегодное производство которой только в России составляет не менее 100 млн тонн). Такие технологии могут быть использованы в принципе при обработке любых отходов растениеводства при соответствующей их предварительной подготовке.

Представляет интерес использование установок типа БЭУ10 для обработки органических отходов аэропортов, получаемых с прибывающих в аэропорт самолетов.

Во-первых, это связано с тем, что при разгрузке с самолетов органических отходов необходимо их утилизировать без нанесения ущерба экологической обстановке в районе аэропорта (особенно при отсутствии мощной системы канализации).

Во-вторых, даже при наличии канализации обработка органических отходов с самолетов, прибывающих из зарубежных стран, необходима для уничтожения патогенных микроорганизмов.

Установки типа БЭУ10 могут использоваться также при обработке органических отходов предприятий пищевой промышленности, в частности, винодельческих, и других предприятий, использующих в производстве органические вещества.

С учетом того, что после обработки при этом получают экологически чистые высокоэффективные удобрения, за счет реализации которых на внутреннем и внешнем рынках ежегодная планируемая прибыль может составить не менее 200% от вложенного капитала, а также решаются экологические вопросы при утилизации отходов, целесообразность применения установок типа БЭУ10 очевидна.

Кроме удобрений в результате биологической обработки получается большое количество биогаза, состоящего в основном из метана и углекислого газа. Биогаз является энергоносителем, в связи с чем он может использоваться в качестве топлива для водогрейных котлов, транспортных средств, двигателей внутреннего сгорания - приводов электрогенераторов и других энергоустановок.

Для повышения эффективности топлива достаточно от биогаза отделить углекислый газ, являющийся для топлива балластом, что приведет к повышению теплотворной способности топлива (практически до уровня чистого метана). Отделенный углекислый газ в свою очередь можно использовать, например, в холодильных установках, для продувки теплиц и других целей.

В связи с этим БЭУ может быть оснащена дополнительными системами:

- баллонной рампой высокого давления с компрессором и системой отбора биогаза или метана высокого давления;
- электрогенератором с приводом - двигателем внутреннего сгорания;
- системой разделения биогаза на метан и углекислый газ;
- дополнительным водогрейным котлом с системой обогрева теплиц, жилых или производственных помещений;
- системой продувки теплиц углекислым газом;
- системой заправки транспортных средств биогазом или метаном;
- холодильными установками.