

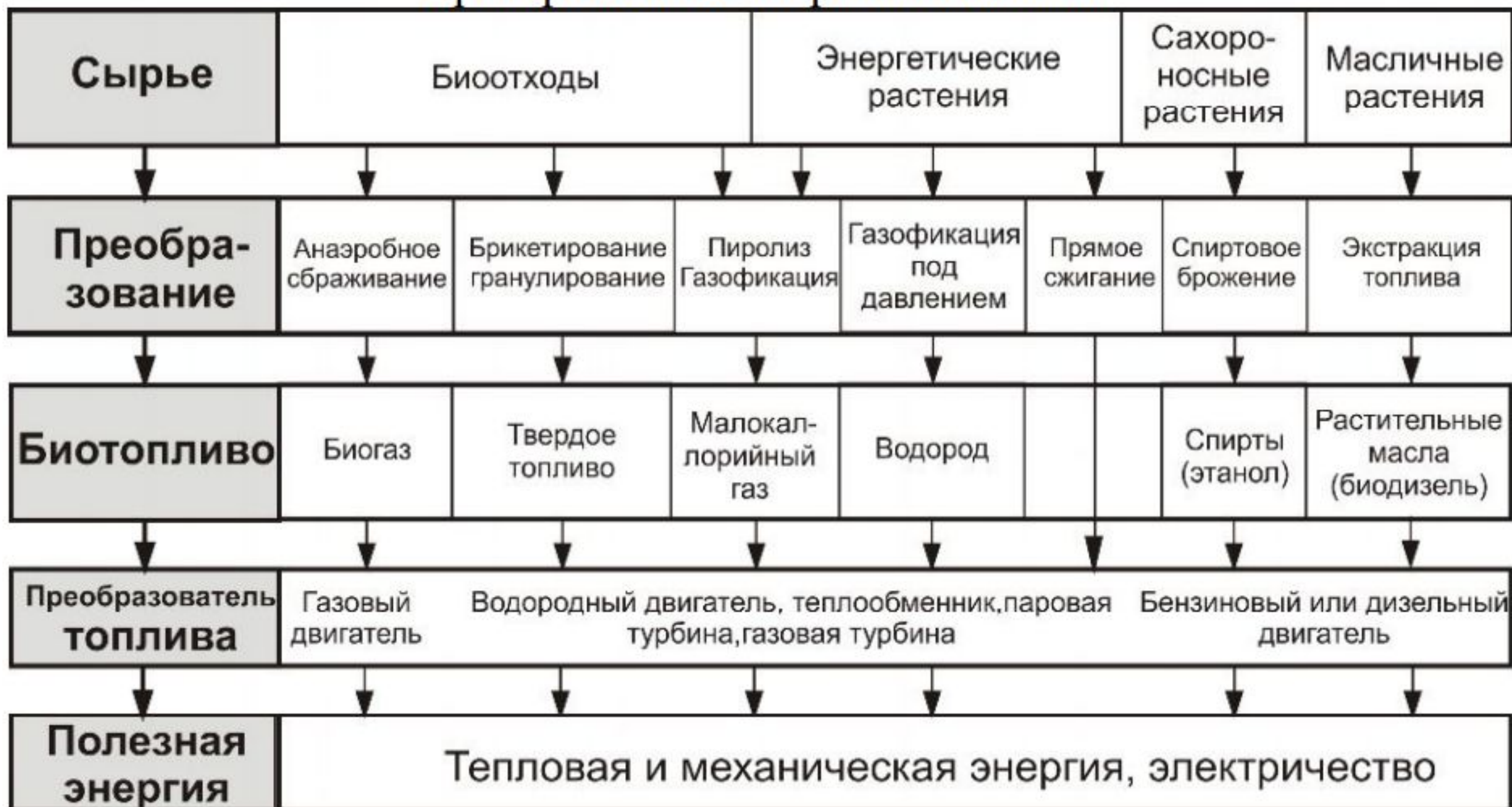
Энергия из биомассы



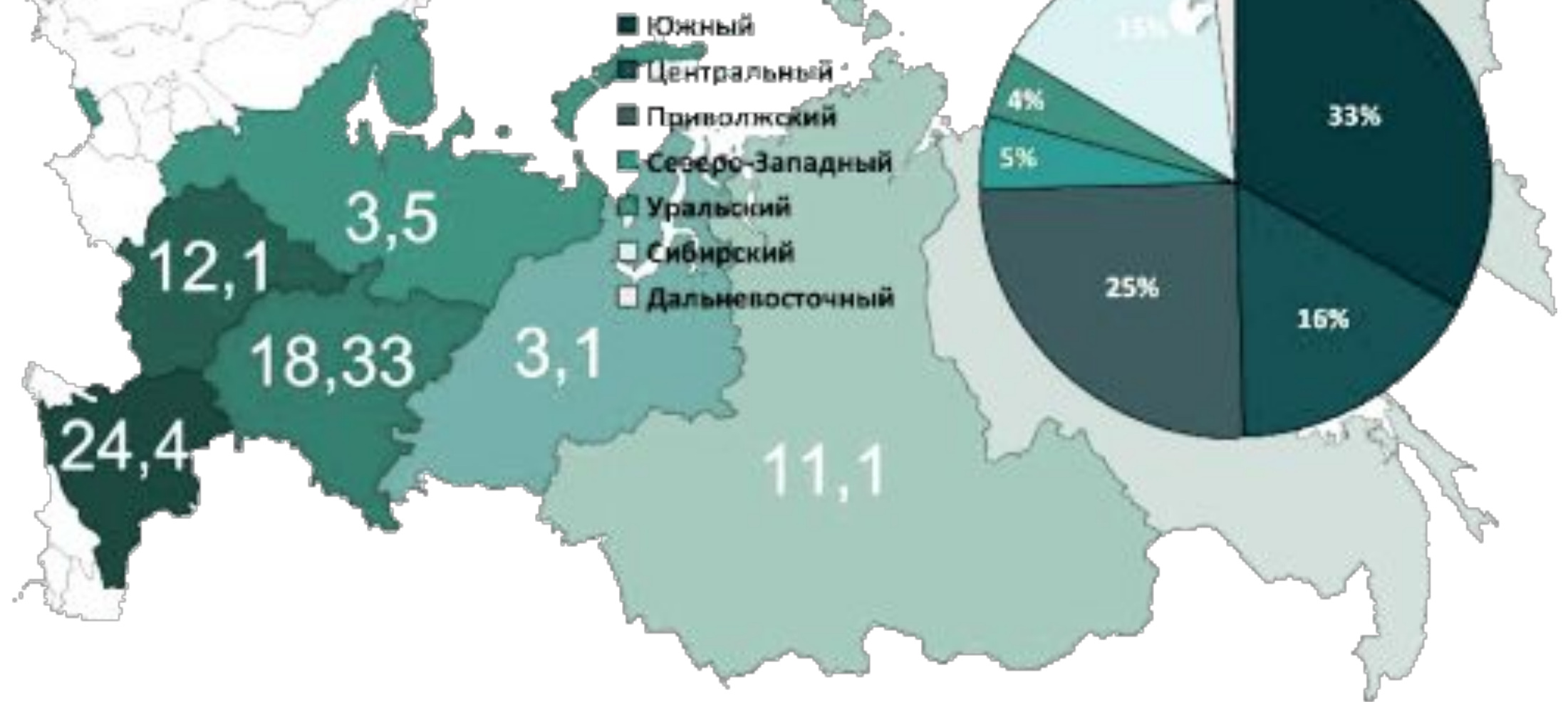
1. Преобразование энергии биомассы

- Биомассой называют органические соединения, например, живущие животные или растущие в природе растения, а также их останки.
- Основа биомассы – органические соединения углерода, которые в процессе соединения с кислородом при сгорании или в результате естественного метаболизма выделяют тепло.
- Фотосинтез – процесс образования органических веществ и аккумуляции химической энергии под действием солнечного излучения.

Преобразование энергии биомассы



Потенциал производства биогаза в России



Потенциал производства биогаза в России

2. Твердое биотопливо

- *Древесные продукты* – дрова, древесные гранулы (пеллеты), щепа
- *Твердые биологические отходы* – солома, лузга

Этапы процесса производства пеллета:

- *Крупное дробление*. Размеры частиц 25*25*2 мм;
- *Сушка*;
- *Мелкое дробление*. Размеры частиц менее 4 мм;
- *Водоподготовка*.
- *Прессование*. Гранулы 6 мм и 10 мм.
- *Охлаждение*.
- *Расфасовка*.

- *Древесный уголь.*

Технология получения – термохимическая обработка биомассы (пиролиз).

Пиролиз – процесс нагрева или частичного сжигания для получения производных топлив или химических соединений.

Теплотворная способность (удельная теплота сгорания) - физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг или объёмом 1 м³.

Влагосодержание топлива из биомассы:

$$w = \frac{m_{\text{воды}}}{m_{\text{топлива}}} \cdot 100\%,$$

где $m_{\text{воды}}$ - масса воды, содержащейся в биотопливе;

$m_{\text{топлива}}$ - масса биотоплива вместе с влагой.

Теплотворная способность традиционного топлива и биотоплива

	Влажность топлива w , %	Теплотворная способность, МДж/кг
Древесина	50	7,9
Древесина (подсушенная)	30	12,2
Опилки	50	7,9
Древесный пеллет	8	17,6
Сено	18	13,7
Тритикале (пшенично- ржаной гибрид)	15	14,4
Древесный уголь		30
Бурый уголь	50	8
Каменный уголь	4	32

3. Жидкое биотопливо

В качестве биотоплива широко распространены два совершенно разных типа продуктов:

- масла, получаемые из маслянистых растений;
- спирты, получаемые путем сбраживания биомассы.

Биодизель- биотопливо на основе растительных или животных жиров (масел). Растительные масла: рапсовое, соевое, пальмовое, касторовое и т.д.

Сравнение основных параметров дизельного топлива и биотоплива

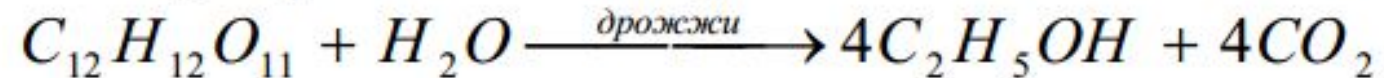
	Дизельное топливо	Рапсовое масло	Эфир рапсового масла
Плотность (кг/м ³)	840	920	870
Цетановое число	<50	44	>49
Теплотворная способность (МДж/кг)	42,8	37	37,2

Этанол и метанол.

Сырье: сахароносные растения, древесина, целлюлоза.

Получение этанола из сахарного тростника.

Основная реакция превращения сахарозы в этанол имеет вид:



Сравнение основных параметров бензина и биотоплива

	Бензин	Этанол	Метанол
Плотность (кг/м ³)	760	790	790
Октановое число	92	109	109
Теплотворная способность (МДж/кг)	43,5	26,7	20,0

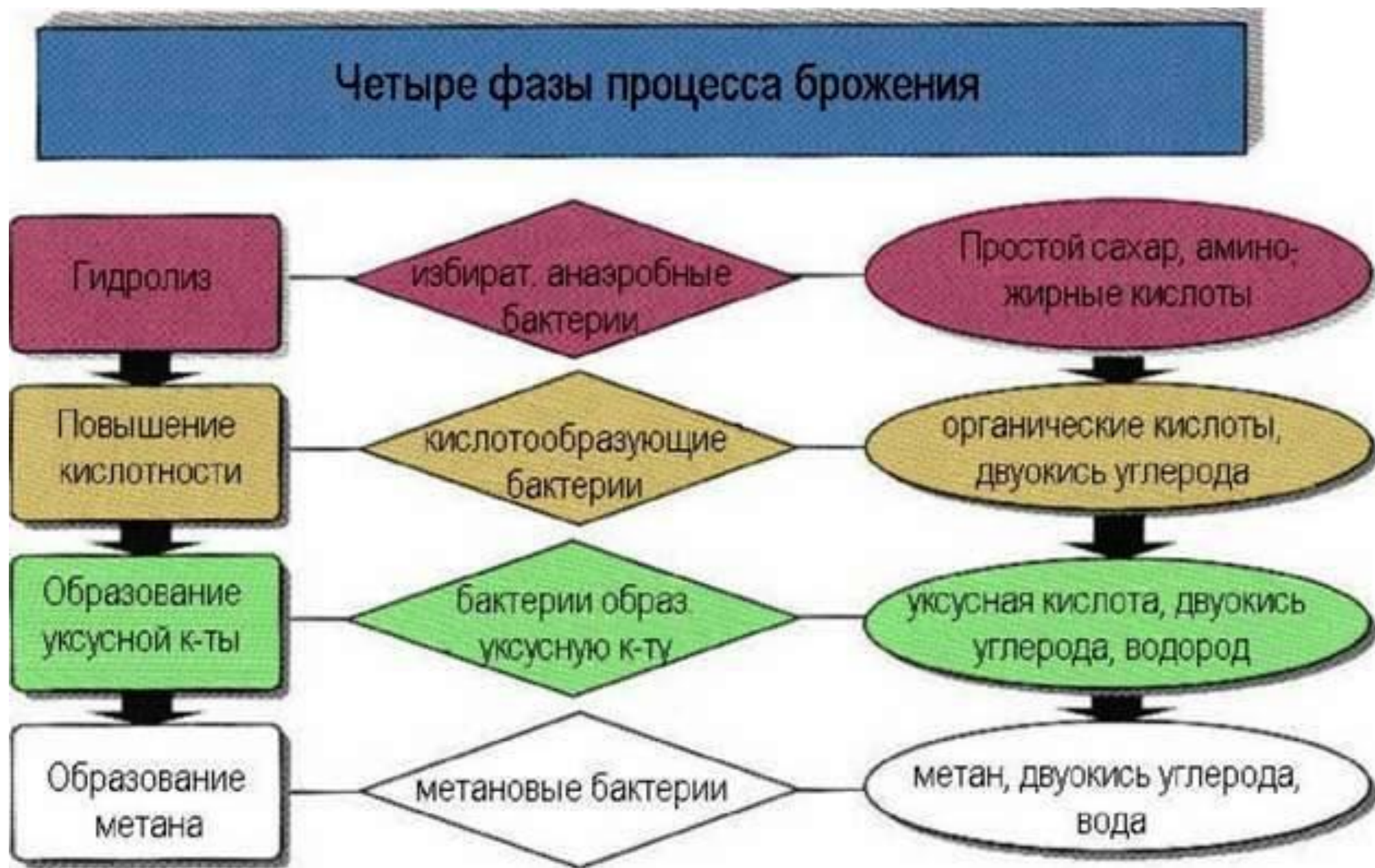
4. Газообразное биотопливо

- **Биогаз** – смесь, состоящая на 55-75 % из метана и 25-45 % оксида углерода, не имеющая ни цвета при горении, ни запаха.

Биогаз образуется при сбраживании биомассы анаэробным способом, происходит при недостаточном поступлении кислорода или при его отсутствии.

Биогазовая установка – техническая разработка для получения биогаза путем анаэробного сбраживания. В основу работы биогазовой установки заложены биологические процессы сбраживания и разложения органических веществ анаэробными бактериями, в результате чего получают биогаз.

4.1 Этапы анаэробного сбраживания



4.2 Условия для анаэробного сбраживания

• *Температура.*

С учетом оптимизации процесса переработки органических отходов для получения биогаза и биоудобрений выделяют три температурных режима:

- *психофильный* режим определяется температурами до 20 – 25 °С,
- *мезофильный* режим определяется температурами от 25 °С до 40 °С и
- *термофильный* режим определяется температурами свыше 40 °С.

- ***Ингибиторы процесса.*** Вещества, замедляющее или предотвращающее течение какой-либо химической реакции.

К веществам, которые при высокой концентрации препятствуют жизнедеятельности микроорганизмов, относятся, прежде всего, тяжелые металлы и их соли, щелочные металлы, щелочноземельные металлы, аммиак, нитраты, сульфиды, детергенты, органические растворители, антибиотики.

- ***Питательная среда.***

Предпосылкой беспрепятственного размножения бактерий служит наличие питательной среды, которая содержит как углевод и кислород для обеспечения этого процесса энергией, водород, азот, серу и фосфор – для образования белка, так и щелочные металлы, железо и микроэлементы.

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на метановое брожение, является соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье. Если соотношение C/N чрезмерно велико, то недостаток азота будет служить фактором, ограничивающим процесс метанового брожения. Если же это соотношение слишком мало, то образуется такое большое количество аммиака, что он становится токсичным для бактерий.

Содержание азота и соотношение содержания углерода
и азота для орг. отходов

Биоферментируемый материал	Азот N, %	Соотношение углерода и азота C/N
А. Навоз животных		
КРС	1,7-1,8	16,6-25
Куриный	3,7 – 6,3	7,3 – 9,65
Конский	2,3	25
Свиной	3,8	6,2-12,5
Овечий	3,8	33
Б. Отходы хозяйства		
Фекалии	6-7,1	6-10
Кухонные	1,9	28,60
Шкурки картофеля	1,5	25
Капуста	3,6	12,5
В. Растительные сухие отходы		
Кукурузные початки	1,2	56,6
Солома зерновых	1,0	49,9
Пшеничная солома	0,5	100-150

- ***Кисотно-щелочной баланс.***

Оптимальное значение рН в зависимости от сырья колеблется от 6.5 до 8.6

- ***Концентрация твердых частиц.***

Верхняя граница концентрации твердых частиц, при которой еще возможно свободное перемещение фаз, для субстрата с мелкодисперсной взвесью твердых веществ соответствует 10 ... 12%. При больших значениях выход газа значительно уменьшается. Путем интенсивного перемешивания и соответствующего подвода энергии нежелательный эффект можно существенно ограничить.

4.3 Влияние исходного материала на выход газа.

- *Состав материала.* Состав экскрементов животных (в % к сухому веществу)

Компонент	Экскременты			
	Крупного рогатого скота (на откорме)	Дойных коров	Свиней	Кур
Органическая масса	77...85	77...85	77...84	76...77
Азот	2,3...4,0	1,9...6,5	4,0...10,3	2,3...5,7
Фосфор	0,4...1,1	0,2...0,7	1,9...2,5	1,0...2,7
Калий	1,0...2,0	2,4	1,4...3,1	1,0...2,9
Кальций	0,6...1,4	2,3...4,9		5,6...11,6
Магний	0,5...0,6			0,9...1,1
C/N	9...15	9...15	9...15	9...15
Сырая клетчатка (целлюлоза)		27,6...50,3	19,5...21,4	13,0...17,8
Сырой жир		2,9...4,3	3,5...4,0	2,4...5,0
Сырой протеин		9,3...20,7	16,4...21,5	20,5...42,1
Лигнин	16...30	16...30		9,6...14,3

- *Размеры твердых частиц.*
- *Максимальный выход газа.*

4.4 Состав биогаза

Состав и характеристики биогаза

Характеристика	Компоненты биогаза				Биогазовая смесь (60% CH_4 + 40% CO_2)
	CH_4	CO_2	H_2	H_2S	
Объемная доля, %	55-70	27-44	<1	<3	100
Объемная теплота сгорания, МДЖ/м ³	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Предел воспламеняемости (содержание в воздухе), %	5-15	-	4-80	4-45	6-12
Температура воспламенения, °C	65-750	-	585	-	650-750
Критическое давление, МПа	4,7	7,5	1,3	8,9	7,5-8,9
Критическая температура, °C	-82,5	31,0	-	100,1	-2,5
Нормальная плотность, г/л	0,72	1,93	0,09	1,54	1,2
Критическая плотность, г/л	102	468	31	349	320
Плотность относительно воздуха	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83

Выход биогаза и содержание метана для разного типа сырья

Тип сырья	Выход газа, (м ³ на 1 килограмм сухого вещества)	Содержание метана, %
Навоз животных		
Навоз КРС	0,250-0,340	65
Птичий помет	0,310-0,620	60
Конский навоз	0,200-0,300	56-60
Свиной навоз	0,340-0,580	65-70
Овечий навоз	0,300-0,620	70
Отходы хозяйства		
Сточные воды, фекалии	0,310-0,740	70
Овощные отходы	0,330-0,500	50-70
Картофельная ботва	0,280-0,490	60-75
Свекольная ботва	0,400-0,500	85
Растительные сухие отходы		
Пшеничная солома	0,200-0,300	50-60
Солома ржи	0,200-0,300	59
Ячменная солома	0,250-0,300	59
Кукурузная солома	0,380-0,460	59
Овсяная солома	0,290-0,310	59
Лен	0,360	59
Конопля	0,360	59
Свекольный жом	0,300	

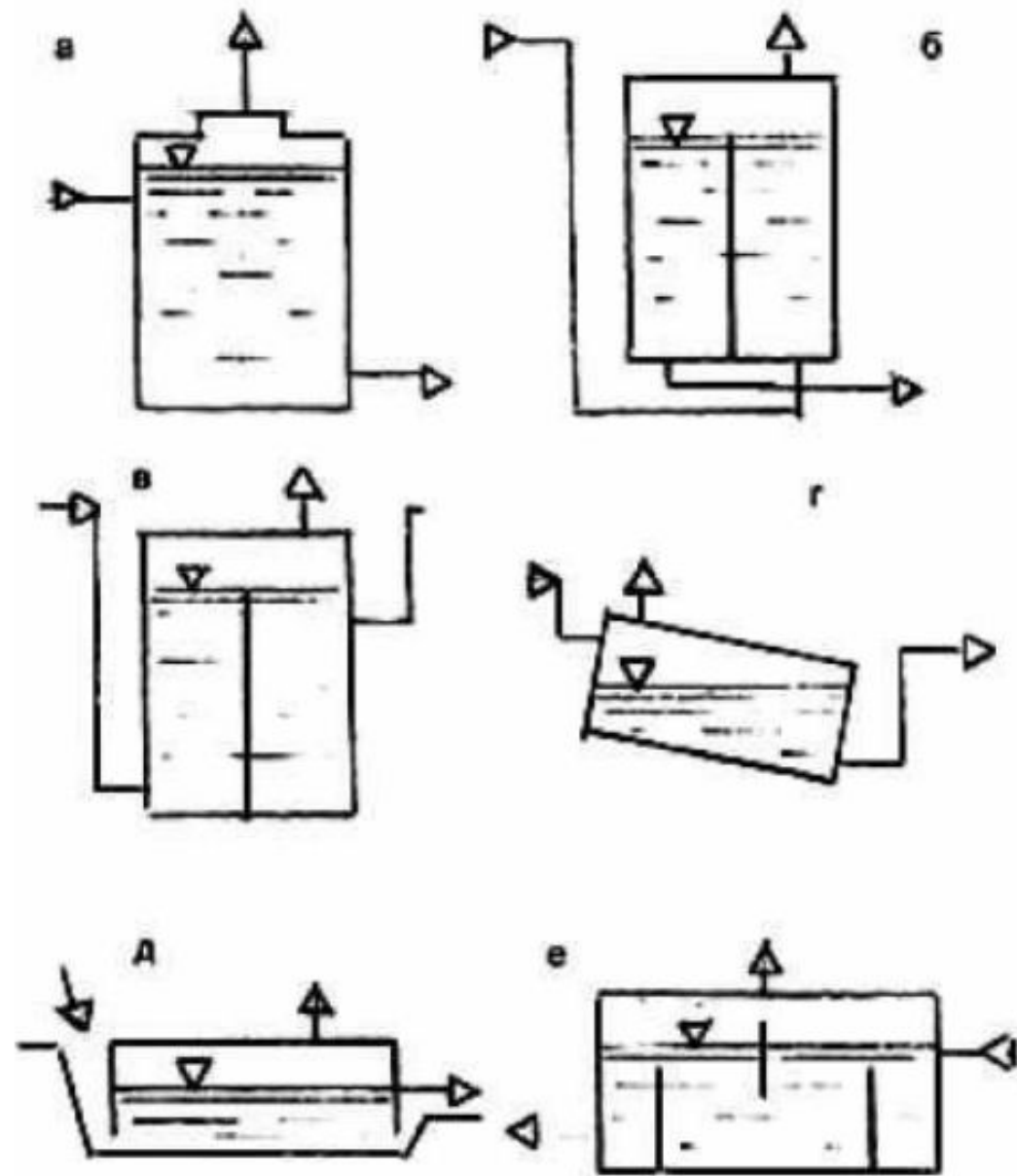
4.4 Компоненты биогазовой установки

Основное оборудование биогазовой установки - герметически закрытая емкость с теплообменником (реактор), устройство для ввода-вывода навоза и для отвода газа.

• *Реактор.*

Требования к реактору:

- абсолютная герметичность стенок, препятствующая газообмену и непроницаемости для жидкостей;
- сохранение прочности в статическом состоянии при воздействии собственной силы тяжести и массы загружаемого субстрата;
- совершенная теплоизоляция;
- коррозионная стойкость;
- надежность загрузки и выгрузки субстрата;
- доступность внутреннего пространства для обслуживания.



Различные конструкции реактора и систем загрузки и выгрузки

- ***Система подготовки сырья*** – служит для разведения исходной органической массы водой для обеспечения необходимой влажности и температуры сырья, а также для закачки сырья в реактор.

Требования к разработке узла: равномерное перемешивание исходной смеси; поддержание температуры смеси в заданных пределах; закачка в реактор строго определенной порции сырья; сохранение герметичности реактора; сохранение постоянства давления газа на выходе

Два способа закачки подготовленной смеси в реактор:

1. Под действием силы тяжести;
2. С помощью насоса.

- ***Система подогрева реактора.***

Температура сырья в реакторе должна поддерживаться на уровне, оптимальном для функционирования соответствующих анаэробных бактерий.

Рациональнее всего использовать для подогрева реактора энергию сжигания биогаза, вырабатываемого установкой.

Для малых установок – электроподогрев или стандартный газовый котел.

- ***Система перемешивания массы в реакторе.***

Перемешивание происходит механическим путем благодаря установленным в реакторе мешалкам, гидравлическим путем через насосы, установленные внешне или путем использования выработанного собственного давления газа или пневматическим путем через закачивание биогаза

- ***Система термоизоляции реактора.***

Принцип термоса

- ***Газгольдер*** - резервуар для хранения выработанного биогаза.

- ***Газовая система.***

Включает в себя: обратный клапан, манометр, предохранительный клапан.

- ***Система слива переработанного сырья.***

1. Под действием силы тяжести;
2. С помощью насоса.

Технологические схемы биогазовых установок.

Классификация по:

Методам загрузки сырья (порционная, непрерывная);

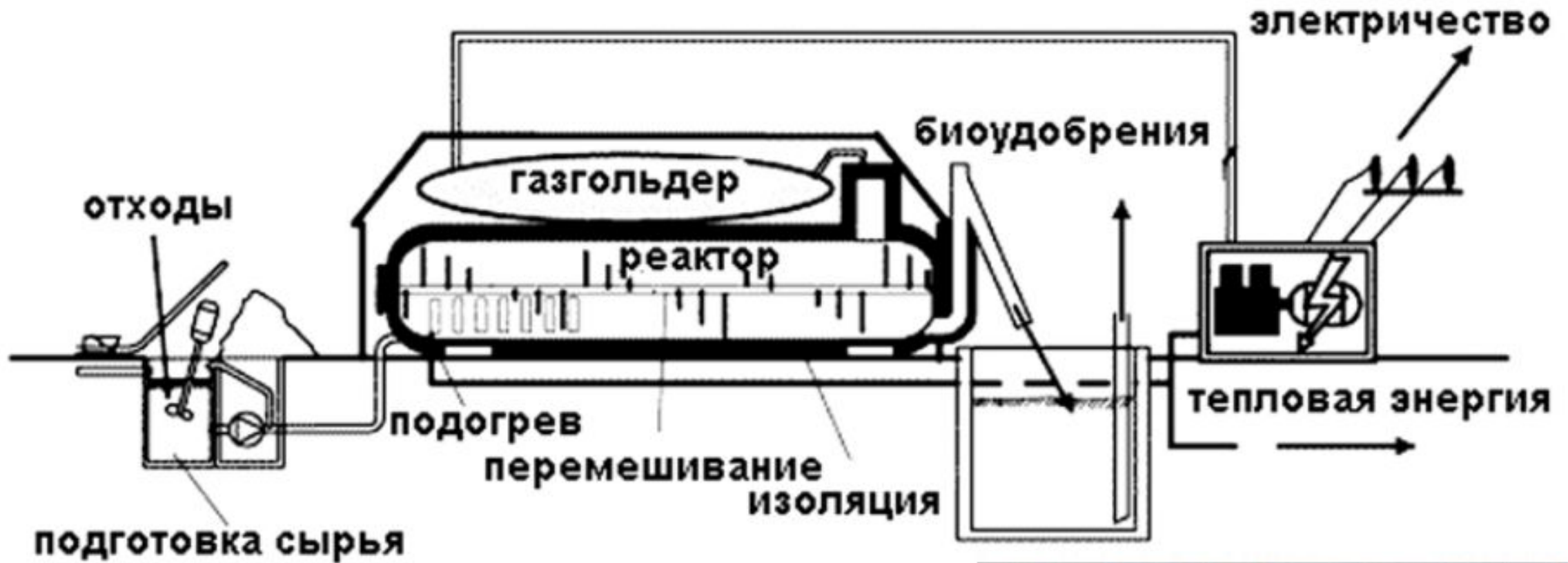
Методам сбора биогаза;

Расположению реактора;

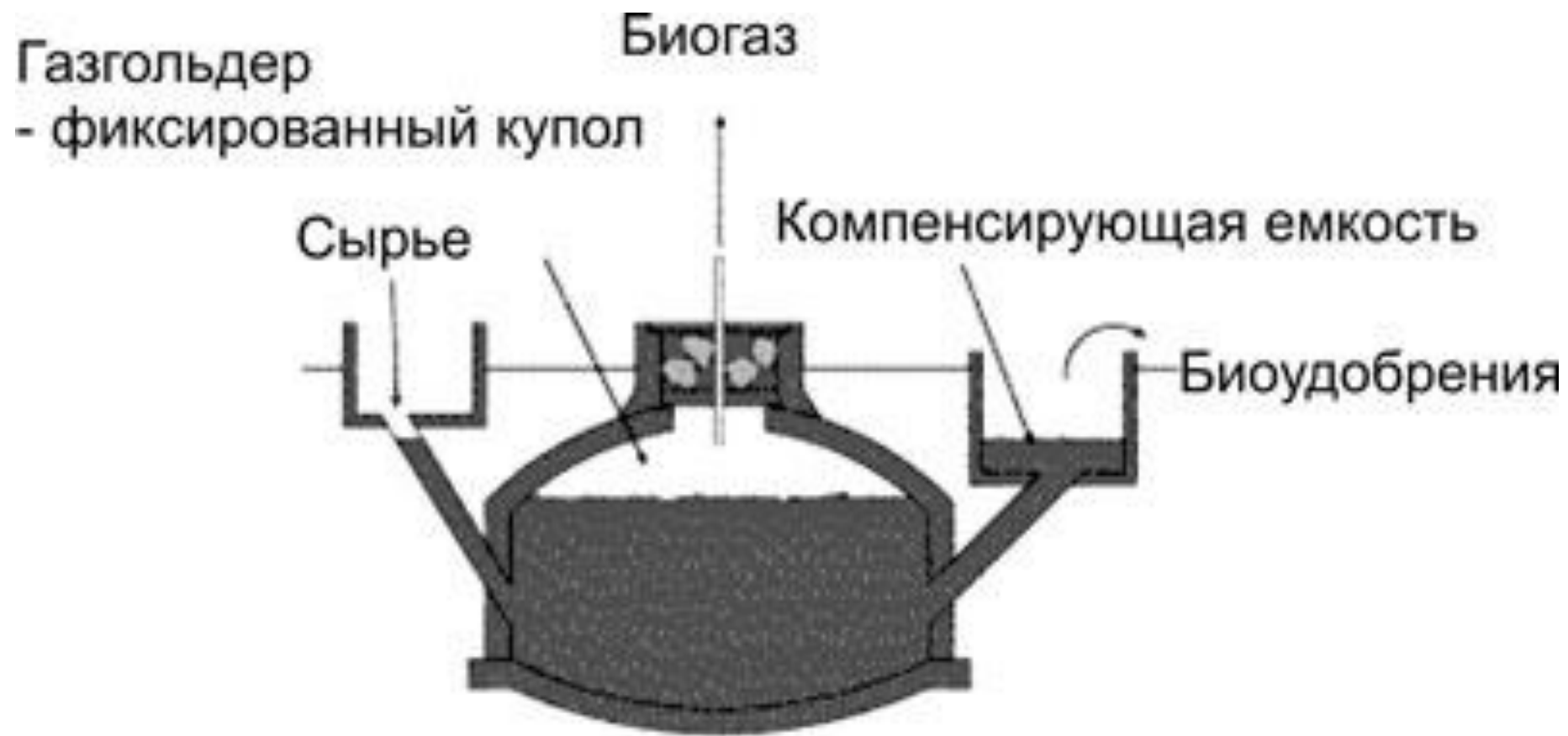
Используемым материалам для сооружения;

И т.д.

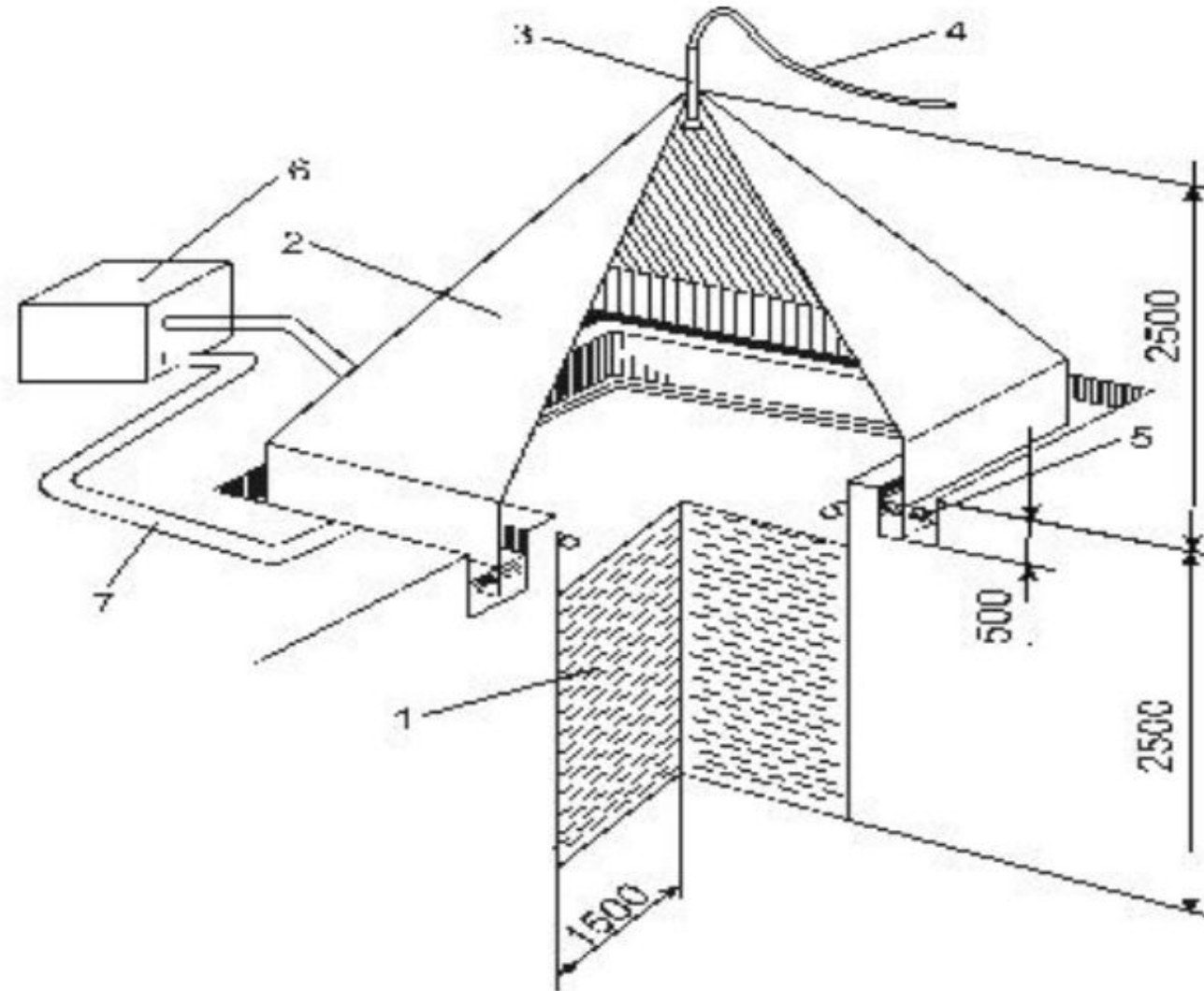
Типичная установка с мягким газгольдером.



Установка с фиксированным куполом.

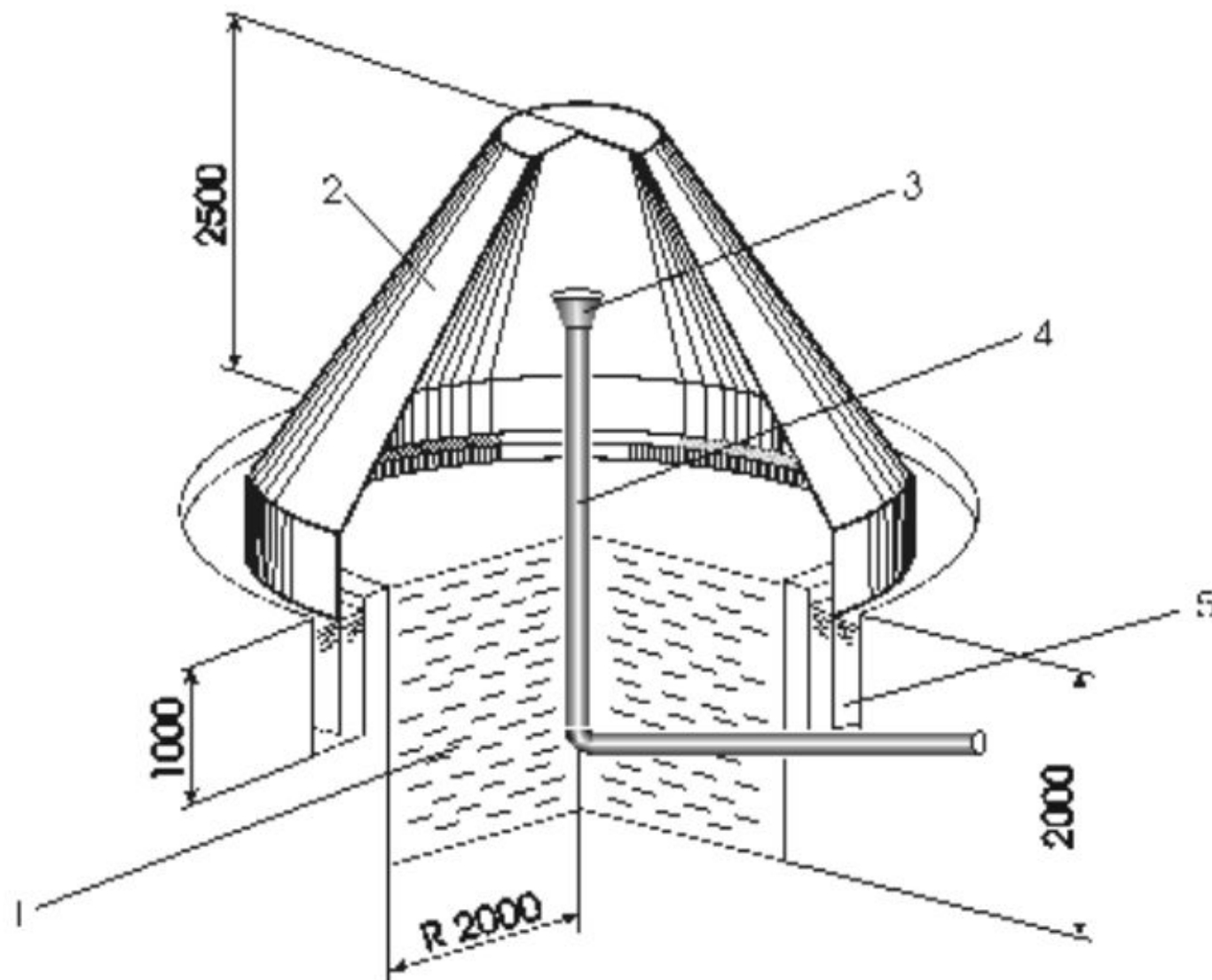


Установка с плавающим пирамидальным колоколом.



1 – яма ферментатора с сырьем, 2 – колокол, 3 – выпускной патрубкок,
4 – трубопровод подачи биогаза, 5 – канавка гидрозатвора с водой,
6 – подогрев емкости, 7 – трубопровод.

Установка с коническим колоколом.



1 – яма ферментатора с сырьем, 2 – колокол, 3 – выпускной патрубок, 4 – трубопровод подачи биогаза, 5 – канавка гидрозатвора с водой.

Биогазовая дворовая установка

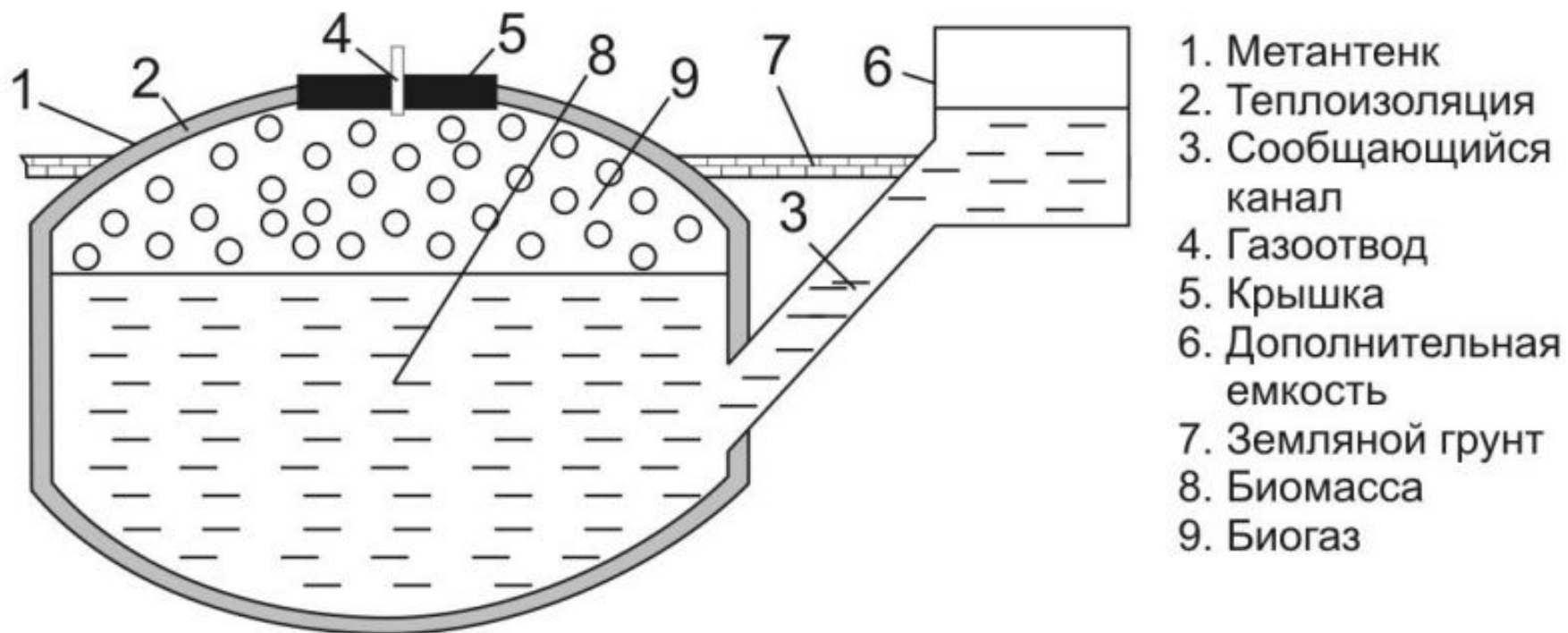
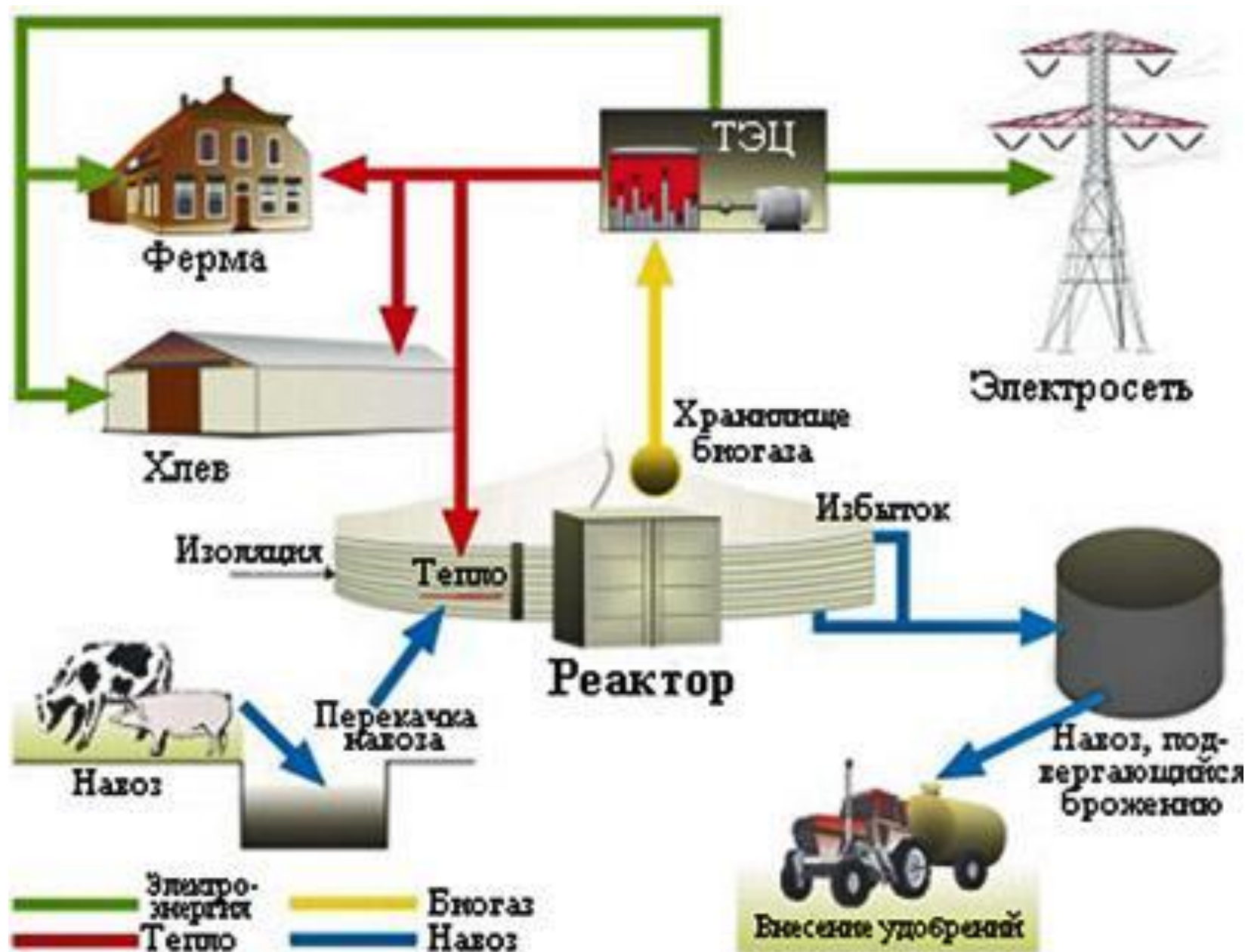


Схема производства и использования биогаза



Биогазовая установка

Жидкая и твердая биомассы могут использоваться для производства биогаза. Корова массой 500кг приравнивается к 1,5м³ выделяемого газа в день. С точки зрения энергии, это может быть сравнимо с прир. 1л топлива. Ежегодно на 1га пахотной земли возможно выращивать биомассы для выработки 6 000м³ (мятлик луговой) и 12 000м³ (кукурузный силос и кормовая свекла) биогаза.

