

01

версия

Коммерческое предложение

Комплекс: 20 млн м³ биометана + 34 000 тонн жидкого CO₂
пищевого качества в год



Дата: 16/10/2026
Срок действия: 1 год



Содержание

Резюме	3
Потенциал сырья	4
Характеристики биогазового комплекса	5
Персонал станции	6
Технологический процесс производства биогаза	7
Принцип работы комплекса	8
Основное оборудование	9
Цех подготовки соломы и пожнивных остатков	10
Линия сушки остатков	11
Загрузчик пеллет	12
Загрузчик сырья-1,2,3,4	13
Реактор-1,2,3,4	14
Вертикальная мешалка реактора	15
Дображиватель	16
Лопастная мешалка дображивателя	17
Смотровые окна с прожекторами	18
Насосное оборудование	19
Сепаратор	20
Приёмный резервуар и резервуар фильтрата	21
Погружная мешалка	22
Газгольдер	23
Система охлаждения биогаза	24
Газодувка	25
Система сероочистки	26
Генератор кислорода	27
Модуль биометана	28
Компрессорная станция биометана	31
Газовый хроматограф	32
Станция одоризации	33
Станция сжижения CO ₂	34
Факел сжигания биогаза	35
Водоснабжение и канализация	36
Система теплоснабжения	37
Драйкулер (охлаждение субстрата)	38
Автоматика и электрооборудование	39
Датчики (комплект)	40
Лаборатория	41
Дизельный генератор	42
Спецификация	43
Приложения:	48
Приложение 1. Материальный баланс	49
Приложение 2. Технологическая схема	50
Приложение 3. Генплан комплекса	51
Приложение 4. Потребление электроэнергии	52
Приложение 5. Цены оборудования и услуг	53
Приложение 6. Реализация проекта и порядок платежей	54



Резюме

Zorg Biogas предлагает комплексное решение для переработки соломы и пожнивных остатков кукурузы в биогаз с последующим обогащением до биометана.

Технологическая схема объединяет подготовку сырья, двухступенчатое сбраживание, сбор биогаза и его мембранную очистку.

Волокнистое сырьё требует предварительной обработки и длительного сбраживания. Основной процесс длится 35 суток в четырёх высоконагружаемых реакторах HLR. Затем субстрат поступает в отдельный дображиватель для дальнейшего разложения органических веществ. Установленный на нём газгольдер обеспечивает сбор биогаза.

Для подготовки соломы предусмотрены установки измельчения и сушки. Технология HLR рассчитана на солому, силос и аналогичное растительное сырьё, в том числе без добавления других видов субстрата. Проектная органическая нагрузка составляет 9,49 кг органического сухого вещества на 1 м³ реактора в сутки. Комплекс включает четыре основных реактора объёмом 4 170 м³ каждый.

В сравнении, приведённом в предложении, для традиционной схемы CSTR приняты нагрузка 3-5 кг ОСВ/(м³·сутки) и 8-10 реакторов. Согласно этой оценке, реакторы HLR примерно вдвое компактнее и дешевле, а капитальные затраты на предлагаемое решение могут быть в 2-2,5 раза ниже. Меньшее количество резервуаров также сокращает потребность в насосах и сопутствующем оборудовании.

Термофильный режим позволяет снизить затраты на охлаждение реакторов. Мембранный модуль обогащения обеспечивает получение биометана с содержанием метана более 99% при низком потреблении электроэнергии. Эти решения направлены на эффективное использование растительных остатков и снижение эксплуатационных затрат.

Потенциал сырья

Сырьё	Количество (т/сутки)	Количество (т/Год)	Содержание СВ (%)	Содержание ОСВ (%)	Количество СВ (т/сутки)	Количество ОСВ (т/сутки)	Выход биогаза (м³/т ОСВ)	Биогаз (м³/сутки)	Содержание метана (%)	Биометан (м³/сутки)
Пеллеты соломы	85,24	31 112	90	90	76,71	69,04	640	44 186	53	
Пеллеты пожнивных остатков	114,16	41 668	90	94	102,74	96,58	640	61 808	53	
Всего	199,40	72 780						105 994	53	
На сушку сырья								-3600		
На модуль биометана								102 394	53	54 597

Характеристики биогазового комплекса

Характеристики	Ед. изм.	Значение
Всего реакторов	шт.	5
Реакторы 1,2,3,4 (HLR)	шт.	4
Объём реактора		
Рабочий	м³	3925
Общий		4170
Температура брожения	°C	52
Размеры реактора		
Диаметр	м	25,0
Высота		8,5
Органическая нагрузка	кг ОСВ/ м³	9,49
Срок брожения (брутто/нетто)	суток	35/33
Количество газгольдеров	шт.	0
Реактор 5 (дображиватель)	шт.	1
Объём дображивателя		
Рабочий	м³	4988
Общий		5300
Температура брожения	°C	48
Размеры реактора		
Диаметр	м	26,0
Высота		10,0
Органическая нагрузка	кг ОСВ/ м³	3,32
Срок брожения (брутто/нетто)	суток	15/14
Количество газгольдеров	шт.	1
Объём газгольдера	м³	3826
Размеры газгольдера		
Диаметр	м	26,0
Высота		13,0

Персонал станции

	Смена 1	Смена 2	Смена 3
Директор	1	-	-
Главный инженер	1	-	-
Менеджер	1	-	-
Бухгалтер	1	-	-
Оператор	1	1	1
Оператор линии соломы	1	1	1
Водитель (солома, остатки)	1	1	1
Водитель (перебродившая масса)	1	1	1
Электрик	1	-	-
Механик	1	-	-
Лаборант	1	-	-
Всего	19		



Технологический процесс производства биогаза

Органическая фракция преобразуется биохимическим гидролизом высокомолекулярных соединений в простые органические кислоты, соли и спирты.

Органические соединения + H_2O → $C_5H_7NO_2$ + HC_3O_3 .

Растворённые соединения далее превращаются в CH_4 и CO_2 :

$C_5H_7NO_2$ + HC_3O_3 + H_2O → CH_4 + CO_2 + NH_4 .

Поэтапное биологическое превращение требует анаэробной среды в закрытом

биореакторе без доступа кислорода. На первой стадии кислотообразующие бактерии гидролизуют субстрат. На второй гетероацетогенные бактерии окисляют простые соединения с образованием ацетата, углекислого газа и свободного водорода. Другие органические вещества с ацетатом образуют соединения C_1 - простые органические кислоты.

Они служат питанием метанообразующим бактериям третьей стадии. Процессы А и В протекают при участии разных групп бактерий. Продукты первых двух стадий превращаются в метан CH_4 , воду H_2O и углекислый газ CO_2 .

Принцип работы комплекса

Солома и пожнивные остатки поступают в цех подготовки и перерабатываются в пеллеты. Сырьё приобретает новые свойства, увеличивается площадь контакта с микроорганизмами и улучшается сбраживаемость. Ленточный конвейер распределяет пеллеты по бункерам, откуда шнеки подают их в реакторы 1,2,3,4. Это оптимизирует погрузку и разгрузку, снижает расход топлива и потребность в персонале, поддерживает чистоту площадки. На время обслуживания конвейера сохраняется возможность подачи фронтальным погрузчиком. Системы взвешивания автоматизируют подачу и равномерно распределяют сырьё между реакторами.

Субстрат перемешивается и поддерживается при стабильной температуре посредством датчиков и постоянного контроля системы нагрева и охлаждения на стенках реакторов. В зависимости от температуры выполняется нагрев или охлаждение сухими градирнями, обеспечивающее устойчивый термофильный режим. В HLR-реакторах периодически работают вертикальные мешалки, в реакторе 5, дображивателе, – наклонные. Приводы закреплены снаружи на рамах и доступны для осмотра и обслуживания. Средний срок брожения составляет 35 суток в реакторах 1-4 и 15 суток в

реакторе 5.

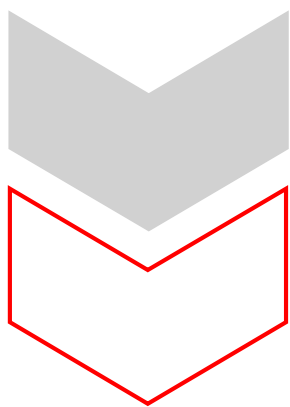
Насосы подают перебродившую массу на сепарацию с получением твёрдых и жидких органических удобрений. Твёрдая фракция выгружается в прицеп и перевозится на хранение для собственных нужд. Фильтрат поступает в резервуар, затем откачивается в лагуну.

Биогаз поднимается к перекрытиям реакторов 1-4 и поступает в газгольдер реактора 5, смешиваясь с газом дображивателя. Двухмембранный купол устанавливается на бетонных стенах как перекрытие. Наружная мембрана защищает от осадков и посторонних предметов. Клапан срабатывает при 5 мбар и выпускает избыток газа в атмосферу.

Накопленный и усреднённый газ проходит охлаждение и газодувку, повышающую давление до 300-250 мбар для газоподготовки. Сера удаляется в несколько этапов: добавлением концентрата гидроксида железа и доочисткой активированным углём до 0-5 ppm. Осушенный и очищенный газ подаётся на модуль биометана.

Все процессы контролирует автоматика. Работа комплекса отображается на компьютере оператора. С центрального пульта выполняются управление и переключение узлов в местный, ручной или автоматический режим.

Основное оборудование





Линия сушки остатков

После измельчения и перед гранулированием остатки поступают в модульную сушильную установку, которую можно расширить. Два распределительных шнека равномерно распределяют продукт. Смеситель обеспечивает одинаковую конечную влажность, а энергоэффективная вентиляция улучшает сушку.



При косвенной сушке используются трубчатые теплообменники с горячей водой до 130°C. Для специальных теплоносителей, включая геотермальное тепло и термомасло, возможны пластинчатые теплообменники.



Прямая сушка выполняется горячим воздухом ниже 120°C либо дымовыми газами в зависимости от их состава и применения.

Технические характеристики

Электрическая мощность:

110кВт

Тепловая мощность:

210кВт

Количество:

1 комп..

Цех подготовки соломы



Линия измельчения и гранулирования

Линия автоматически обеспечивает качественное и равномерное измельчение соломы, необходимое для производства биогаза из этого сырья. Измельчитель непрерывно перерабатывает тюки и остатки с производительностью 3-5 т/ч.

Отдельные конвейерные линии выполняют загрузку, раскрытие тюков, удаление обвязки, разбор тюков, шнековое дозирование, скребковую подачу и удаление камней. Молотковые мельницы и экструдер измельчают сырьё с 5 мм до фракции 0-2 мм и формируют пеллеты. Мельницы оснащены воздушно-гравитационным сепаратором для непрерывного удаления посторонних частиц, двухшнековой подачей и бункером сыпучего сырья.

Линии проектируются под заказчика, отличаются низким энергопотреблением и комплексным регулированием подачи по току измельчителя и мельницы-экструдера. Управление простое и понятное оператору.

Технические характеристики

Мощность:
Количество:

200 кВт
1 комп..



Загрузчик пеллет

Для подачи пеллет на ленту используется модульный бункерный загрузчик. Он состоит из буферного бункера, скребковых цепей и опорной конструкции. Частотный преобразователь регулирует скорость привода и подачу пеллет. Система взвешивания контролирует количество сырья.

Технические характеристики

Высота:	2,75 м
Длина:	24,0 м
Ширина:	3,0 м
Общий объём:	200м ³
Количество:	1 шт..



Загрузчик сырья (SF-01 ... SF-04)

Для подачи сырья в реакторы применяется модульный бункерный загрузчик. Подвижный пол и шнеки обеспечивают равномерное дозирование биомассы. Бункер заполняется колёсным погрузчиком. Основные элементы: буферный бункер 20 м³, скребковые цепи и опорная конструкция для горизонтальной или наклонной установки. Частотные преобразователи регулируют скорость и подачу субстрата. Предусмотрены взвешивание и молотковые дробилки.

Технические характеристики

Высота:	2,0м
Длина:	6,0м
Ширина:	2,3м
Общий объём:	20м ³
Количество:	4 шт..



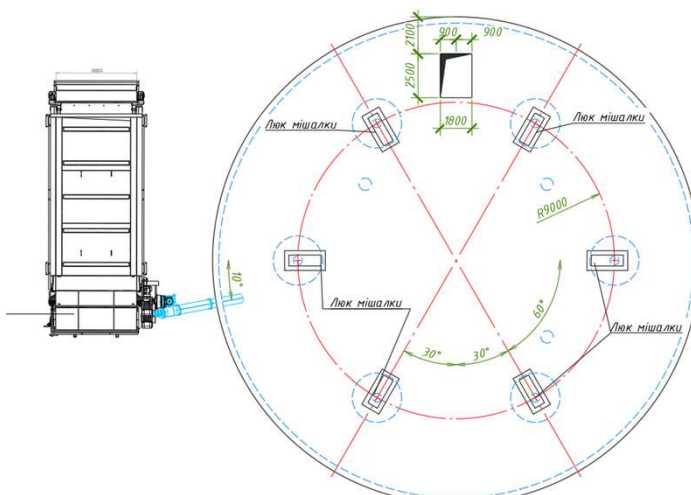
Реактор (HLR) (R-01...R-04)

Реактор - основной элемент станции: круглый железобетонный резервуар на бетонном основании. На железобетонном перекрытии установлены мешалки, клапаны и газовые трубопроводы. Внутри расположена центральная колонна с капителью. Уклон дна улучшает загрузку и перемешивание; дополнительные патрубки обеспечивают полное опорожнение.

Наружная теплоизоляция из экструдированного пенополистирола снижает потери тепла. Подземные стены и днище поверх утеплителя защищены рулонной гидроизоляцией. Защитные листы предохраняют утеплитель надземной и подземной частей от повреждений и грызунов. Для контроля герметичности по внешнему периметру стен на бетонном основании проложена перфорированная дренажная труба. Работа дренажа контролируется через смотровые колодцы.

Технические характеристики

Высота:	8,5 м
Диаметр:	25,0 м
Общий объём:	4170 м ³
Количество:	4 шт..



Эскиз перекрытия с люками вертикальных мешалок

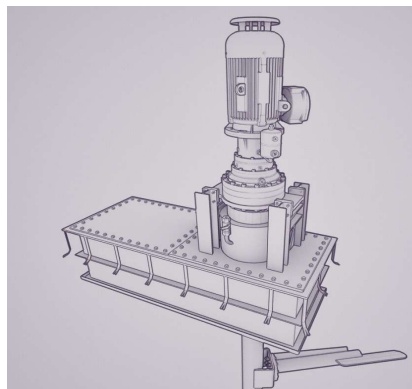
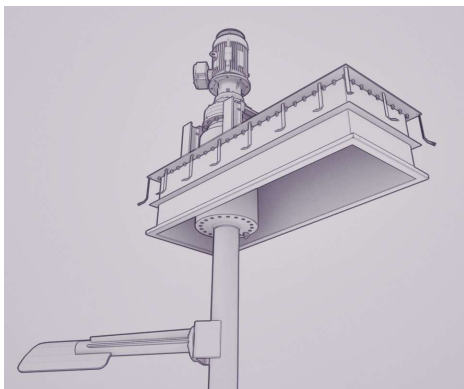


Вертикальная мешалка реактора - 1,2,3,4 (AG-01...AG-20)

Вертикальная мешалка с лопастями по всей длине вала работает с субстратами, содержащими 16-18% сухих веществ: травой, силосом, навозом. Форма и расположение лопастей тщательно перемешивают плавающие и оседающие слои. Вал адаптирован к высоте реактора. Приводы управляются частотными преобразователями под контролем автоматики. Основные изнашиваемые детали расположены снаружи для быстрого обслуживания.

Технические характеристики

Мощность привода:	15кВт
Количество на резервуар:	5 шт.
Всего:	20 шт.



Эскиз люков и подключения вертикальных мешалок

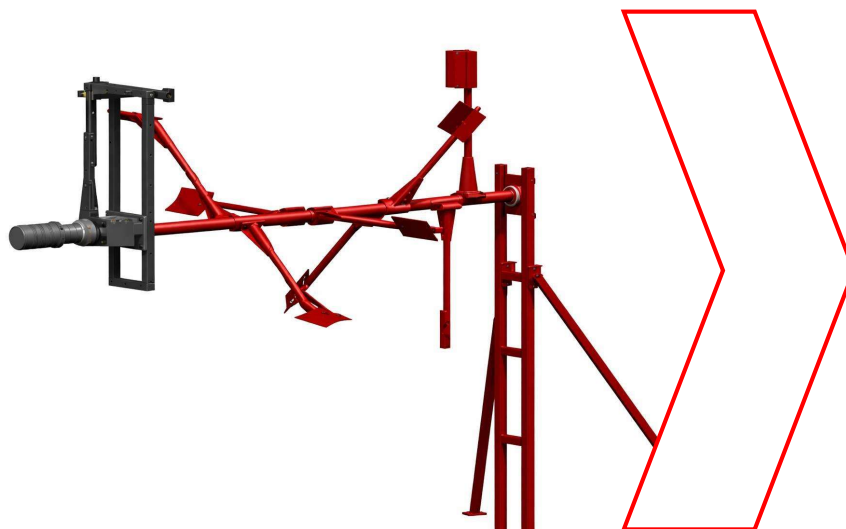


Дображиватель (D-01)

Дображиватель представляет собой круглый железобетонный резервуар на бетонном основании. Наклонное днище улучшает загрузку и перемешивание; дополнительные патрубки обеспечивают полное опорожнение. Наружные плиты экструдированного пенополистирола снижают потери тепла. Под землёй стены и днище поверх утеплителя покрыты рулонной гидроизоляцией. Защитные листы предотвращают повреждения и проникновение грызунов. По внешнему периметру стен на бетонном основании проложена перфорированная дренажная труба для контроля герметичности. Дренаж проверяется через смотровые колодцы.

Технические характеристики

Высота:	10,0 м
Диаметр:	26,0 м
Общий объём:	5 300 м ³
Количество:	1 шт..



Лопастная мешалка дображивателя (AG-21...25)

Мощная наклонная лопастная мешалка Paddle-giant предназначена для эффективного перемешивания разных видов сырья, включая высоковязкие среды. Режим работы способствует сохранению популяции бактерий и оптимальному выходу газа. Подшипники изготовлены из особо износостойкого и коррозионностойкого пластика. Компоненты можно заменять без опорожнения реактора и замены вала.

Принцип работы позволяет разрушать плавающие корки и перемешивать уплотнённые слои, облегчает дегазацию субстрата и допускает небольшие колебания уровня заполнения. Используются редукторы и двигатели известных европейских производителей, обеспечивающие длительный срок службы. Двигатели и редукторы доступны с сертификатами ATEX. Мешалки устанавливаются на разных уровнях резервуара.

Технические характеристики

Мощность привода:	15кВт
Количество на резервуар:	5 шт.
Всего:	5 шт.



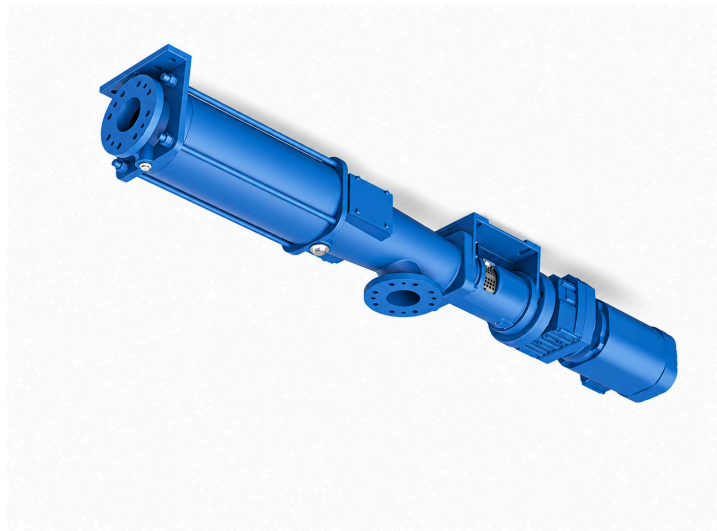
Смотровые окна с прожекторами (SG-01...SG-05)

Смотровые окна позволяют наблюдать за процессами внутри реакторов. Взрывозащищённые прожекторы оснащены автоматическим отключением. Окна очищаются дворником с системой промывки.

Технические характеристики

Смотровое окно: Ø300

Прожектор: 230V, 50W, IP65
VISULUXUL50-G -H



Насосное оборудование (PU-01....PU-09)

Насосы транспортируют субстрат между узлами комплекса. Кинематическая вязкость влияет на характеристики насосов и их выбор. Как сопротивление течению она определяет поведение жидкости в насосе. Тип оборудования подбирается под конкретный субстрат. Винтовые насосы перекачивают текучий и механически сгущённый осадок, а также субстраты с содержанием сухих веществ до 15%.

Технические характеристики

Насос жидкого субстрата в реакторы

Мощность привода:	11 кВт
Расход:	40 м ³ /ч
Количество:	1 шт.

Насос субстрата в дображиватель

Мощность привода:	18 кВт
Расход:	60 м ³ /ч
Количество:	4 шт.

Насос подачи на сепаратор

Мощность привода:	18 кВт
Расход:	60 м ³ /ч
Количество:	4 шт.

Насос фильтрата

Мощность привода:	11 кВт
Расход:	40 м ³ /ч
Количество:	1 шт.



Сепаратор (SR-01 ... SR-04)

Сепаратор отделяет воду от твёрдых веществ. Он работает непрерывно и автоматически по принципу шнекового пресса и обрабатывает жидкие и вязкие смеси. Шнек подаёт твёрдо-жидкую смесь из приёмной камеры в горизонтальное сито. Часть воды проходит через сито под действием силы тяжести.

Шнек перемещает оставшуюся воду с твёрдыми частицами, включая самые мелкие, в зону прессования в конце сита. Здесь непрерывно формируется уплотнённая пробка твёрдой фракции, которая выходит через разгрузочное отверстие и может собираться непосредственно в контейнеры. Отделённая жидкость отводится через выход под машиной. Малые зазоры обеспечивают постоянную очистку внутренней поверхности сита.

Технические характеристики

Мощность привода:	7,5 кВт
Производительность:	8-30 м³/ч
Количество:	4 шт.



Приёмный резервуар и резервуар фильтрата (RT-01, FT-01)

Приёмный резервуар собирает и накапливает жидкий субстрат, подогревает и перемешивает его перед подачей в реакторы. Он оснащён датчиками уровня и температуры, мешалкой. Подача осуществляется насосом. Резервуар фильтрата собирает жидкость после сепарации и служит буфером для её повторного использования или сброса в лагуну.

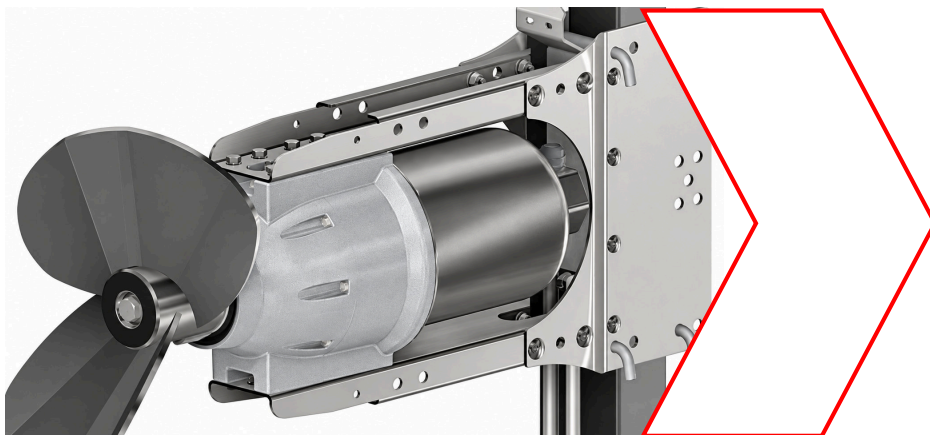
Технические характеристики

Приёмный резервуар (RT-01)

Высота:	3,0 м
Диаметр:	8,0 м
Общий объём:	150 м ³
Количество:	1 шт..

Резервуар фильтрата (FT-01)

Высота:	3,0 м
Диаметр:	8,0 м
Общий объём:	150 м ³
Количество:	1 шт..



Погружная мешалка (AG-21, AG-22)

Погружная мешалка тщательно перемешивает жидкие субстраты. Водонепроницаемый моноблок приводит трёхлопастной винт. Электропривод рассчитан на взрывоопасную среду зоны 2. Опора двигателя подходит для большинства направляющих мачт и позволяет регулировать высоту. Мотор-редуктор изготовлен из окрашенного высокопрочного чугуна, винт оцинкован, опора выполнена из нержавеющей стали.

Технические характеристики

Мощность привода: 15 кВт

На приёмный резервуар: 1 шт.
Всего: 1 шт.

Мощность привода: 5,5 кВт

На резервуар фильтрата: 1 шт.
Всего: 1 шт.



Газгольдер (GH-01)

Газгольдер собирает и хранит биогаз, выравнивает давление. Конструкция двухмембранная. Наружная плёнка имеет покрытие PVC, защиту от ультрафиолета с двух сторон и прочность 3 000 Н/5 см. Внутренняя мембрана PEUD устойчива к биогазу; максимальная проницаемость метана составляет 260 см³/(м²·сутки·1 бар), прочность - 650 Н/5 см. Плёнка морозостойка до -30°C.

Внутренняя мембрана растягивается давлением биогаза. В межмембранное пространство нагнетается воздух; давление газа составляет 2-5 мбар. Раскрой на станках ЧПУ и высокочастотная сварка улучшают качество по сравнению с ручным изготовлением и термической сваркой.

Пневмозамок обеспечивает прочное и газонепроницаемое крепление к стене. Он включает трапециевидный профиль, крепления, компрессор и шланг, фиксирующий мембрану. Сбросной клапан защищает от повреждения давлением.

Технические характеристики

Высота:	13,0 м
Диаметр:	26,0 м
Общий объём:	3826 м ³
Количество:	1 шт..



Система охлаждения и осушки биогаза (CHL-01..04)

Специализированное холодильное оборудование осушает и охлаждает биогаз. Предусмотрены теплообменники низкого давления, водяные чиллеры и сухие охладители. Газовый охладитель - одноходовой кожухотрубный теплообменник: биогаз проходит внутри трубок, теплоноситель - в межтрубном пространстве. Все детали, контактирующие с газом, выполнены из нержавеющей стали 316Ti или 316L.

Технические характеристики

Расход биогаза:	2200 м³/ч
Температура на входе:	+48°C
Температура на выходе:	+25°C
Электрическая мощность:	56 кВт
Количество:	4 шт.



Газодувка (BC-01..04)

Газодувка транспортирует биогаз и повышает давление вращающимся рабочим колесом. Частотный преобразователь обеспечивает работу в диапазоне 30-100% мощности.

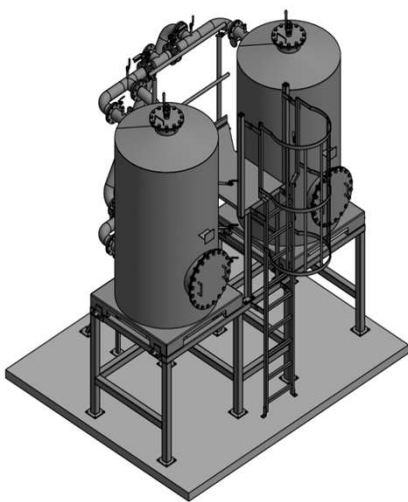
Технические характеристики

Расход биогаза:	4500 м ³ /ч
Давление:	300 мбар
Электрическая мощность:	55 кВт
Количество:	2 шт.



Фильтр с активированным углём

Тонкая очистка выполняется активированным углём, пропитанным йодидом калия и разработанным для биогаза. Сероводород адсорбируется порами угля. Корпус, днище, решётки и трубопроводы из нержавеющей стали устойчивы к коррозии даже при высокой концентрации H_2S . Фильтр устанавливается внутри или снаружи на фундаменте либо раме. Метод снижает содержание серы до 0-10 ppm и одновременно удаляет галогенные соединения и силоксаны.

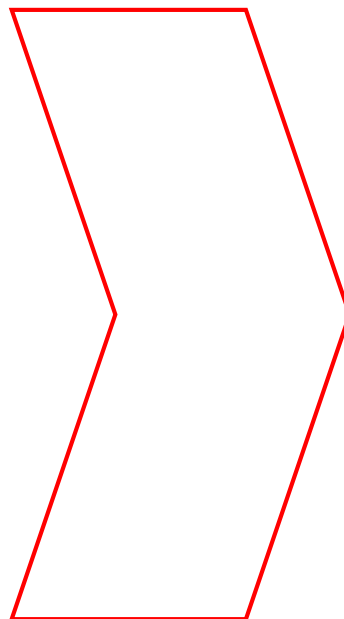


Для удобной замены адсорбента колонны рекомендуется устанавливать на высокой раме. Под ней предусматривается подъезд автомобиля для быстрой выгрузки отработанного угля в прицеп.

Технические характеристики

Загрузка угля:
Количество:

500 кг
2 шт.



Генератор кислорода



Генератор кислорода используется на первой ступени очистки биогаза. Воздух содержит около 21% кислорода - газа без цвета, запаха и вкуса при атмосферных условиях. Кислород получают методом короткоцикловой адсорбции PSA либо криогенной фракционной перегонкой сжиженного воздуха.

В PSA сжатый воздух проходит фильтры и угольную колонну для удаления пыли, масла и воды. Затем он поступает в один из двух сосудов с молекулярным ситом MS. CO₂ и остаточная влага адсорбируются на входе слоя. Под высоким давлением сито избирательно удерживает азот, пропуская кислород требуемой чистоты.

Пока один сосуд производит кислород под давлением, второй сбрасывает давление и выпускает адсорбированный азот в атмосферу. Автоматическое переключение адсорбции и десорбции обеспечивает непрерывную работу. Подбор компрессора и сосудов позволяет получать различные сочетания расхода и чистоты. PSA экономично производит от менее 1 м³/ч до нескольких сотен м³/ч кислорода чистотой 90-95%.

Технические характеристики

Производительность:

80 л/мин

Мощность :

5,5кВт

Количество:

1 компл..

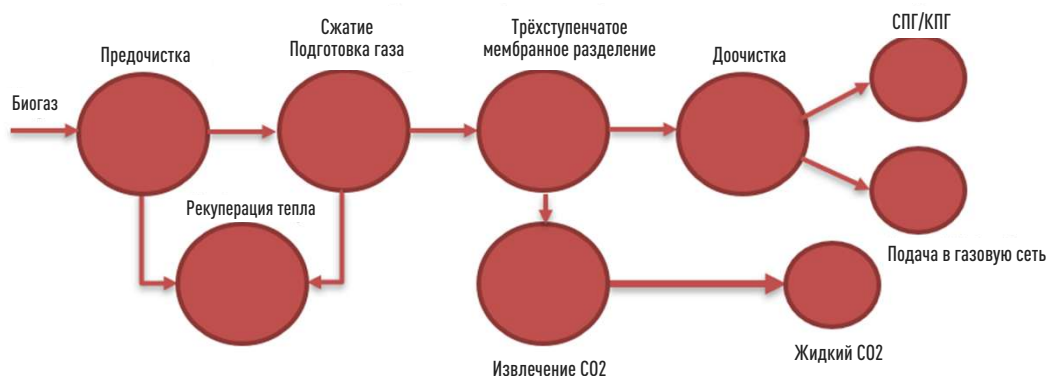


Модуль обогащения биогаза до биометана

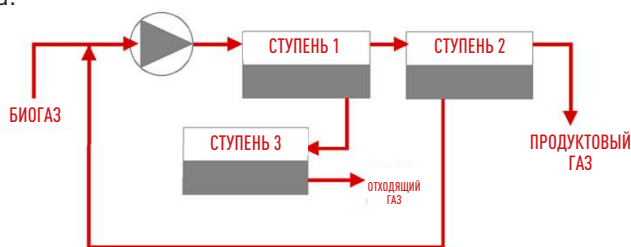
Обогащение биогаза до биометана выполняется мембранным разделением за счёт перепада давления. CO₂ и примеси отделяются от метана, формируя биометан с высоким содержанием CH₄ для подачи в сеть или использования как моторного топлива. Перед мембранами системы охлаждения и фильтрации удаляют воду, H₂S и другие загрязнения.

Очищенный газ сжимается до рабочего давления разделения, обычно 12-16 бар в зависимости от требований к продукту.

Высокоселективные мембраны пропускают CO₂ существенно быстрее метана. Пермеат различных ступеней возвращается в процесс. Получаются два потока: биометан с требуемым содержанием метана и газ, обогащённый CO₂. После мембран биометан практически готов к подаче в сеть. Стандартный контроль включает анализатор биометана, датчики точки росы и температуры.



Высокоselectивные трёхступенчатые мембраны - передовая немецкая технология, разработанная для эффективного обогащения биогаза до биометана.



Мембранный картридж состоит из нескольких тысяч полых волокон высокоэффективного полимера в оболочке из нержавеющей стали. Концы волокон закреплены в смоле. Картридж устанавливается в стальной корпус под давлением; вместе они образуют мембранный модуль. Несколько модулей соединяются трубопроводами для работы с газовой смесью под давлением, образуя компактную и удобную установку. Корпуса выпускаются по национальным нормам, позволяя адаптировать оборудование к местным требованиям. Доступны исполнения до 20 и 25 бар.



Мембраны разделяют газы через тысячи полых полимерных волокон. Проницаемость зависит от растворимости в материале и скорости диффузии. Более растворимые газы с меньшими молекулами проходят быстрее, чем крупные и менее растворимые. Отношение скоростей переноса двух газов называется селективностью; её повышение улучшает энергоэффективность разделения.

При разделении CO_2 и CH_4 углекислый газ проходит существенно быстрее, а метан удерживается. Движущая сила - градиент парциального давления. Биогаз очищается до качества природного газа с чистотой метана более 99%.

Преимущества

- Низкое энергопотребление при рециркуляции 30-40%.
- Устойчивость к H_2S до 3%.
- Не нужны вспомогательные вода и сорбенты.
- Нет выбросов в окружающую среду.
- Работа при температуре окружающей среды.
- Компактность.
- Непрерывное разделение.
- Простая модульная компоновка.
- Гибкость и лёгкое расширение.
- Высокая селективность и чистота продукта.
- Извлечение метана более 99%.



Характеристики модуля биометана

	Биогаз	Биометан	CO2 обогащённый газ
Макс. расход газа (Нм³/ч)	4500	2400	1995
Фактический расход (Нм³/ч)	4266	2275	1891
CH4 (%)	53	99	2,74
CO2 (%)	42,17	1,8	94,6
H2O (%)	0,8	точка росы < -65°C	2
N2 (%)	0,8	1,16	0,3
O2 (%)	0,2	0,1	0,35
H2S (ppm)	<3	-	-
Температура (°C)	20	25	40
Давление (бар)	0,09	3,1	0,05

Потребление энергии

Модуль биометана

0,26 кВт/Нм³ биогаза



Компрессорная станция биометана 50 бар (CS-01)

Компактная компрессорная станция проста в монтаже. Она рассчитана на биометан при входном давлении 0-50 бар и обеспечивает работу с производительностью 3 000-54 600 Нм³/сутки.

Основные компоненты:

- Поршневой компрессор с безмасляными цилиндрами.
- Одна или две ступени, выходное давление 4-50 бар.
- Современные плунжеры и уплотнения выше отраслевых стандартов.
- Прямое соединение двигателя и компрессора.
- ПЛК с дисплеем.
- Встроенное дистанционное управление.
- Входной скруббер с автоматическим сбросом.

Технические характеристики

Расход биометана:	2275 м ³ /ч
Электрическая мощность:	400 кВт
Количество:	2 шт.

Рекомендуется 2 установки для непрерывной работы комплекса во время ремонта и обслуживания компрессорной станции.



Газовый хроматограф

Хроматограф точно определяет состав биогаза и биометана. Он непрерывно или периодически контролирует качество перед подачей в сеть или другому потребителю. Прибор собирает и анализирует данные, выполняет калибровку и расчёт характеристик по ISO 6976: низшей и высшей теплоты сгорания, плотности и числа Воббе по компонентному составу. Хроматограмма определяет концентрацию каждого компонента, предоставляя оператору данные в реальном времени или протоколе.

Технические характеристики

Взрывозащита для зон 1 и 2. Корпус из нержавеющей стали с защищённой дверцей IP66. Промышленная передняя панель ПК. Дистанционное управление хроматографом и селектором потоков по LAN. Интерфейс с базой данных. Протоколы Modbus и Profibus через Ethernet/RS232/RS485.

Количество:

1 шт.



Станция одоризации

Станция добавляет одорант, обычно на основе меркаптанов или серосодержащих соединений, придавая биометану характерный запах для обнаружения утечек. Одоризация обязательна при подаче в распределительные сети. В состав входят резервуар одоранта, точный дозировочный насос, контроль подачи, датчики давления и расхода, блок управления, защитные кожух и шкаф, защита от утечек.

Технические характеристики

Максимальное рабочее давление:	100 бар
Рабочая температура: (исполнения с обогревом для холода)	17°C-60°C
Входной сигнал расхода газа:	импульсный
Количество:	1 шт.



Станция сжижения CO2

После обогащения получаются биометан требуемого состава и газ, обогащённый CO2. Модуль рекуперации позволяет сжижать этот CO2. Компрессор повышает давление в две ступени. Активированный уголь удаляет остаточные запахи и примеси, автоматическая молекулярно-ситовая сушилка - влагу.

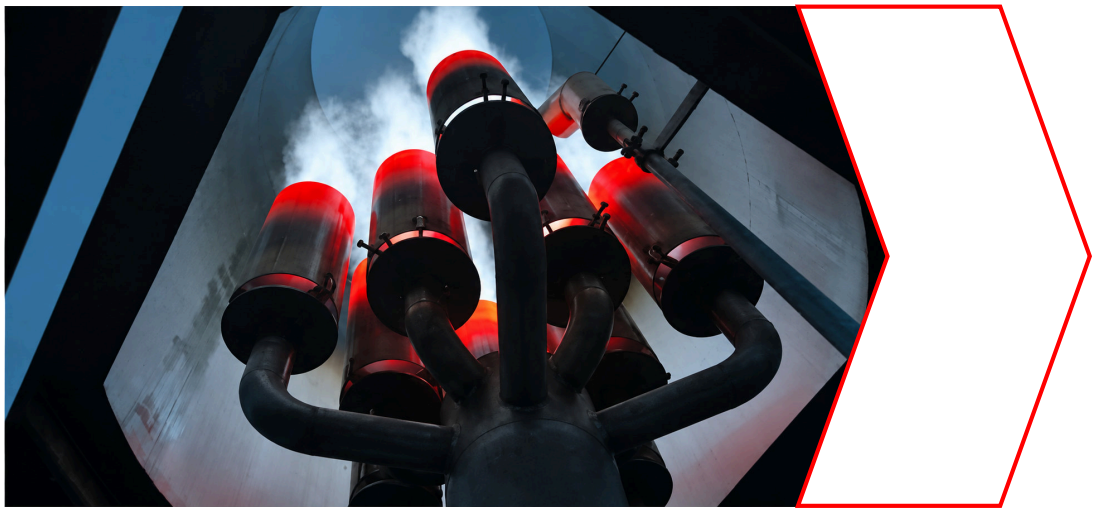
В сжижителе CO2 конденсируется, а неконденсируемые газы остаются газообразными. Кислород, метан и азот удаляются в отпарной колонне. Чистый жидкий CO2 поступает в изолированный резервуар. Пищевое качество позволяет использовать его в продуктах и газированных напитках, холодильных установках и теплицах. Рекуперация CO2 даёт дополнительный доход.

Заправка CO2

Жидкий CO2 поступает в насос повышения давления для заправки баллонов, автоцистерн или промышленных ёмкостей. При заполнении баллон резко охлаждается и набирает массу. Контролируются вес с точностью 0,01 кг, давление, расход и температура. При номинальной массе, например 6, 10, 20 или 30 кг, насос переходит на медленную дозаправку, сохраняя CO2 жидким. Избыток газа удаляется по линии испарения, масса стабилизируется, температура выравнивается. Заполнение должно составлять 67-75%, оставляя место для теплового расширения.

Технические характеристики

Расход CO2:	1940 м³/ч
Производительность сжижения:	3880 кг CO2/ч
Чистота CO2:	99%
Количество:	1 шт.



Факел сжигания биогаза (BF-01, BF-02)

Факел предназначен для временного или периодического полного сжигания биогаза, когда его невозможно использовать как источник энергии. Система состоит из горелки и вспомогательного оборудования. Горелка работает по инжекционному принципу и включает форсунку с инжектором и регулированием воздуха, защитную трубу пламени, арматуру и систему управления. Система сжигания изготовлена из нержавеющей стали.

Опорная конструкция удерживает горелку и вертикальную трубу. Закреплённый на ней шкаф управления содержит все элементы контроля и управления розжигом и пламенем.

Технические характеристики

Расход биогаза:

2500 м³/ч

Давление:

мин. 10 мбар-
макс. 60 мбар

Количество:

2 шт.

Водоснабжение и канализация



Системы обеспечивают станцию водой для бытовых, технологических и противопожарных нужд. Используются самовсасывающие одноступенчатые центробежные насосы. Насосы стоков отводят технологические, бытовые и при необходимости дождевые воды. Повысительные установки включают два-три параллельно подключённых насоса.

Технические характеристики

Насосная станция водоснабжения

Мощность привода:	7,5 кВт
Расход:	40 м ³ /ч
Давление:	20 м

Насосная станция пожаротушения

Мощность привода:	7,5 кВт
Расход:	38 м ³ /ч
Давление:	25 м

Дренажный насос

Мощность привода:	1,5 кВт
Расход:	10 м ³ /ч
Давление:	15 м

Система подачи воздуха

Система подачи воздуха удерживает защитный купол газгольдера посредством пневмозамка с необходимым давлением.

Технические характеристики

Расход воздуха:	200 л/мин
Максимальное давление:	8 бар
Объём ресивера:	9,5 л



Система теплоснабжения

Система компенсирует теплопотери и поддерживает постоянную температуру реакторов. В неё входят циркуляционные насосы, трубопроводы и трубы обогрева. Тепло поступает от когенерации или другого внешнего источника. Теплоноситель - водный раствор пропиленгликоля. Для подогрева используется электрический котёл.

Технические характеристики

Циркуляционный насос

Мощность привода:	3,5 кВт
Расход:	28 м ³ /ч
Давление:	1 бар

Циркуляционный насос

Мощность привода:	2,0 кВт
Расход:	12 м ³ /ч
Давление:	1 бар

Насосная станция пропиленгликоля

Мощность привода:	0,77 кВт
Расход:	1,0 м ³ /ч
Давление:	4 бар

Электрический котёл

Мощность, кВт:	По расчёту
Количество:	1 компл..



Драйкулер (охлаждение субстрата) (DC-01 ... DC-04)

При активном брожении и термофильном режиме возможно саморазогревание при +48...+50°C. Охлаждение предотвращает выход температуры за рабочий диапазон. Используется тот же спиральный теплообменник системы отопления; контур теплоносителя переключается с нагрева на драйкулер.

Технические характеристики

Тепловая мощность:	100 кВт
Электрическая мощность:	4 кВт
Количество:	5 шт.



Автоматизация

Автоматика контролирует и регулирует работу станции, ограничивая повреждения. При аварии, например отключении питания, станция автоматически переходит в безопасный режим. Мониторинг в реальном времени выявляет и исправляет отклонения, оптимизирует работу и снижает затраты. Параметры непрерывно записываются в электронный журнал.

Система состоит из шкафа, датчиков процесса и исполнительных механизмов. Вверху модульного шкафа расположены питание, центральный и буферный процессоры, ниже - распределённые входы и выходы Simatic ET200S, внизу - реле и клеммы исполнительных устройств. Комплексом управляет один оператор.

Технические характеристики

Шкафы ВРУ-1, 2, 3
Контроллер Siemens CPU315-DP2
Периферия Simatic ET200S
Сенсорная панель OP277
Связь PROFIBUS и MPI
Интерфейс RS-485
Система Simatic Step7



Комплект датчиков

Датчики измеряют температуру, давление, уровень и влажность, передавая значения и сигналы на монитор оператора.

Типы датчиков

Датчик проводимости
Датчик давления / уровня
Ультразвуковой датчик
Датчик давления газа



Дизельный генератор

Дизельный генератор служит резервным или основным источником питания. Двигатель соответствует международным нормам качества и экологии, оснащён механическим и электронным регуляторами оборотов. Альтернатор выдерживает 300% тока короткого замыкания в течение 20 секунд без остановки. Всепогодный звукоизолирующий кожух и температурный регулятор обеспечивают запуск в различных условиях.

Преимущества: надёжность, низкий шум, повышенная безопасность и трёхступенчатая очистка топлива. Доступны мониторинг LiveLink, усиленная шумоизоляция, мобильность и разные объёмы топливного бака. Предпусковой подогрев ускоряет запуск в мороз. Автоматический регулятор AVR защищает от перегрузок и скачков напряжения.

Технические характеристики

Номинальная мощность:	1000 kW
Номинальное напряжение:	230/400kW
Объём двигателя:	35,8 л
Расход топлива (75% нагрузки):	172л/ч
Габариты (В x Д x Ш)	2600x 6060x 2440мм
Количество:	1 шт.



Лаборатория

Контроль параметров сырья и сбраживания важен для эффективной работы станции. Лаборатория определяет содержание сухого вещества во входящем сырье и сброженной массе, отношение летучих органических кислот к общему неорганическому углероду (FOS/TAC), степень сбраживания субстрата и выход биогаза. Также она позволяет оценивать эффективность сепаратора.

Оборудование

Аналитические весы
Анализатор влажности
Автоматический титратор
Лабораторный pH-метр
Центрифуга
Набор колб

Спецификация оборудования



№	Наименование Оборудования	Техническая характеристика	Количество
1	Загрузчик сырья -1,2,3,4	V=20 м³	4
1.1	Бункер загрузчика		4
1.2	Комплект шнеков	компл.	4
2	Загрузчик пеллет на конвейер	V=200 м³	1
1.1	Бункер загрузчика		1
1.2	Комплект шнеков	компл.	1
3	Погружная мешалка приёмного резервуара и фильтрата	N=15 кВт	1
3.1	Герметичный мотор-редуктор		1
3.2	Винт из износостойкой стали		1
3.3	Механизм управления мешалкой		1
3.4	Крепление электродвигателя		1
3.5	Крепления		1
4	Вертикальная мешалка реактора-1,2,3,4	N=15 кВт	20
4.1	Герметичный мотор-редуктор		20
4.2	Винт из износостойкой стали		20
4.3	Вал по высоте реактора		20
4.4	Лопасты		20
4.5	Частотный преобразователь		20
4.6	Крепление нижнего кронштейна мешалки		20
5	Лопастная мешалка дображивателя	N=15 кВт	5
6	Клапан мин./макс. давления		5
7	Смотровые окна с прожекторами	компл.	5
7.1	Смотровое окно RD300 (крепления и герметик)	Ø300	10
7.2	Прожектор с креплениями VISULUX UL50-G-H	230V, 50W, IP65	5
8	Насос жидкого субстрата	30-40 м³/ч N=11.0 кВт	1

№	Оборудование	Характеристики	Количество
9	Насос субстрата в дображиватель	60 м³/ч N=18.0 кВт	4
10	Насос подачи на сепаратор	60 м³/ч N=18.0 кВт	4
11	Сепаратор	N=7.5 кВт	4
11.1	Корпус		4
11.2	Патрубок субстрата 4 дюйма		4
11.3	Двигатель и редуктор	N=7,5 кВт	4
11.4	Рама		4
11.5	Шнек		4
11.6	Фильтрующее сито		4
12	Насос фильтрата	40 м³/ч N=11 кВт	1
13	Газгольдер PVC H/D = 1/2	3826 м³	1
13.1	Защитный купол	Ø26 м	1
13.2	Внутренняя мембрана PELED		1
13.3	Воздуходувка	16A, 0,5kW	1
13.4	Крепления		1
13.5	Клапан мин./макс. давления		1
13.6	Индикатор наполнения		1
13.7	Аксессуары		1
13.8	Предохранительный клапан		1
14	Система охлаждения биогаза	2200 м³/сутки	4
14.1	Чиллер		4
14.2	Теплообменник		4
14.3	Ёмкость пропиленгликоля		4

№	Оборудование	Характеристики	Количество
15	Система сероочистки		1
15.1	Генератор кислорода, компл..	80 л/мин	1
15.2	Угольный фильтр	500кг	2
16	Газодувка	Q=4500м³/ч, H=250мбар, N=55кВт	2
17	Электромагнитный счётчик биогаза		2
18	Факел сжигания биогаза	2500 м³/ч	2
19	Газовое оборудование	компл.	1
19.1	Дренажный насос с поплавком	DN=50, Q=1м³/ч, H=13 м	2
20	Система теплоснабжения	компл.	1
20.1	Расширительный бак	V=1000 л, P=6Bar T=120°C	1
20.2	Циркуляционный насос теплоносителя	Q=30 м³/ч, H=1 бар	1
20.3	Станция подачи пропиленгликоля	Q=1,0 м³/ч, H=4 бар	1
20.4	Циркуляционный насос обогрева реакторов	Q=18 м³/ч, H=1.1 бар	5
20.5	Электрический котёл	компл.	1
21	Водоснабжение и канализация	компл.	1
22	Автоматика и электрооборудование	компл.	1
22.1	Вводный распределительный щит VRU-1		1
22.2	Вводный распределительный щит VRU-2		1
23	Датчики (комплект)		1
23.1	Датчик давления газа 0,025 бар		5
23.2	Датчик давления газа 0,4 бар		5

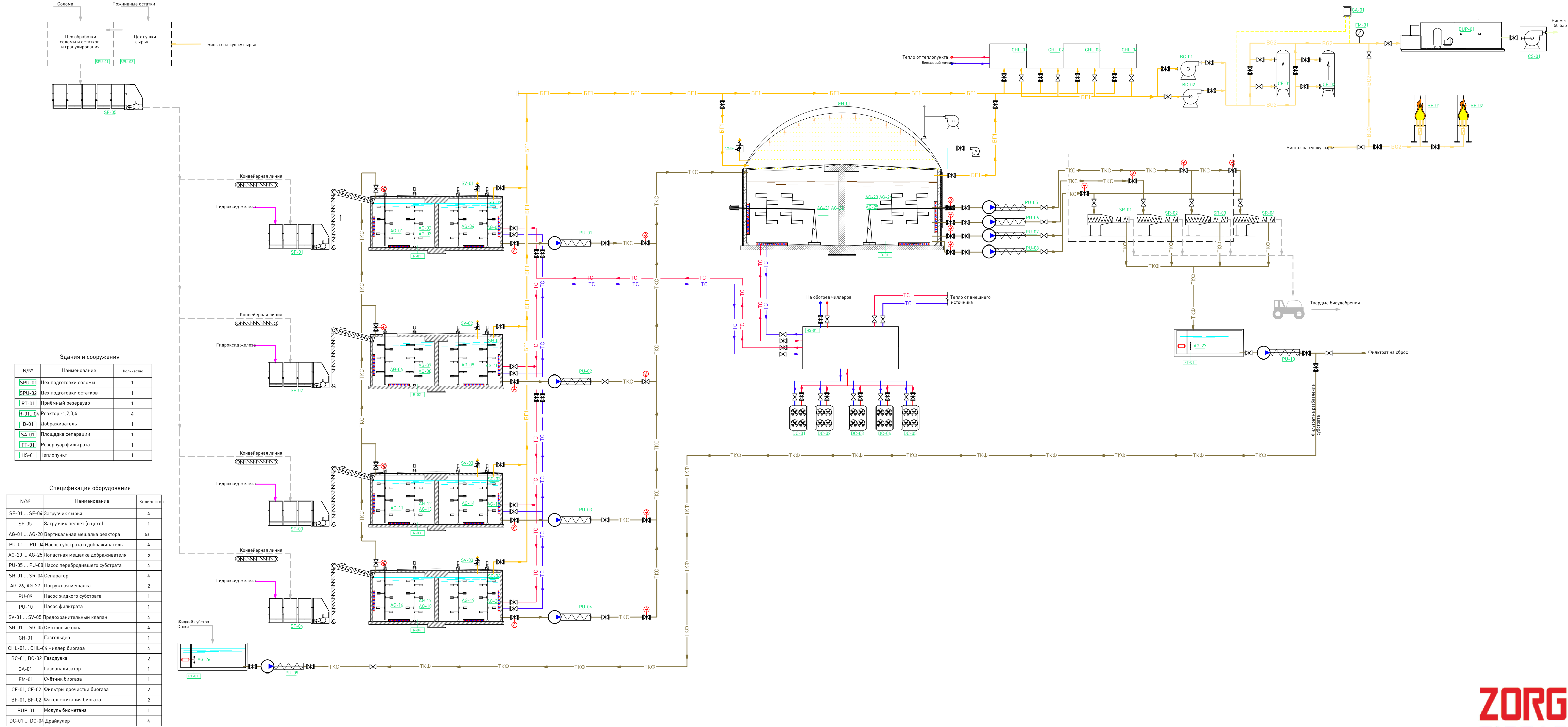
№	Оборудование	Характеристики	Количество
23.3	Датчик давления субстрата 1,0 бар		5
23.4	Датчик давления субстрата 2,5 бар		5
23.5	Термопреобразователь		5
23.6	Защитные гильзы датчиков температуры		5
23.7	Датчик температуры контура обогрева		5
23.8	Датчик давления субстрата		6
23.9	Датчик давления субстрата		6
23.10	Датчик давления теплоносителя		6
23.11	Погружной датчик давления		1
23.12	Датчик влажности и температуры газа	SEN 3276 B065 G1/2 6Bar	5
23.13	Термопреобразователь	ESFTF-I	5
24	Драйкулер 100кВт Тепловая мощность		5
25	Модуль биометана	компл.	1
26	Компрессорная станция биометана	компл.	2
27	Лаборатория	компл.	1
28	Дизельный генератор 1 МВт	компл.	1

Приложения

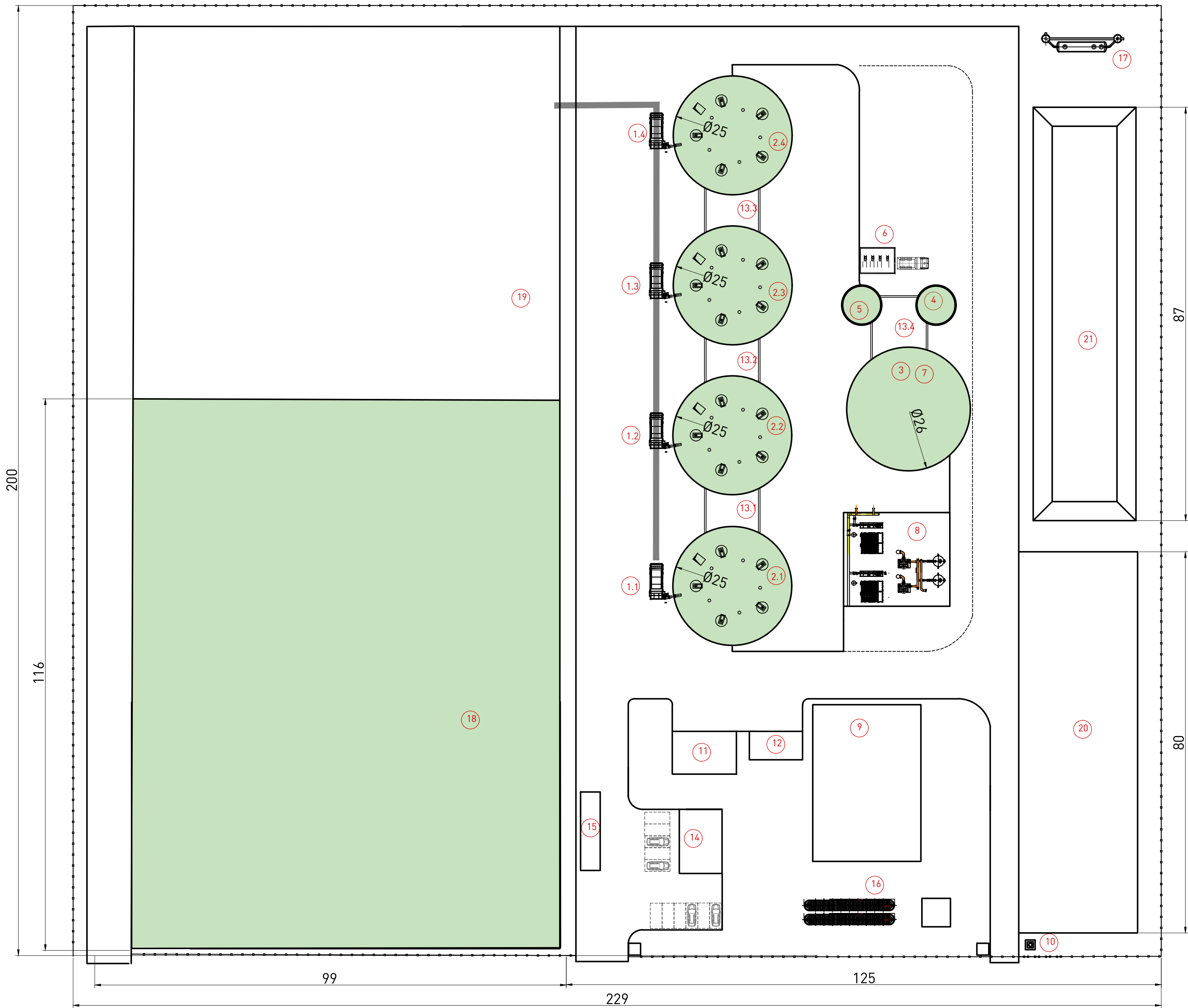




Технологическая схема



Генплан комплекса



Экспликация		
N/№	Наименование	Примечание
1.X	Загрузчик сырья-1,2,3,4	
2.X	Реактор-1,2,3,4	
3	Дображиватель	
4	Приёмный резервуар	
5	Резервуар фильтрата	
6	Площадка сепарации	
7	Газгольдер	
8	Площадка газоподготовки	
9	Модуль биометана	
10	Факел сжигания биогаза	
11	Административное здание	
12	Трансформаторная станция	
13.X	Помещение оборудования	
14	Склад запчастей	
15	Весовая	
16	Резервуар пожарного запаса воды	
17	Очистные сооружения дождевых вод	
18	Площадка хранения соломы	
19	Цех обработки соломы и остатков	
20	Площадка хранения сухих удобрений	
21	Лагуна	

Приложение 4

Биогазовый комплекс					
Оборудование	Мощность (кВт)	Кол-во единиц	Суммарная мощность (кВт)	Часов работы в сутки	Потреблённая электроэнергия (кВт·ч/сутки)
Цех подготовки сырья	200,0	1	200,0	16,0	3200,0
Линия сушки остатков	110,0	1	110,0	16,0	1760,0
Загрузчик пеллет 200 м³	47,0	1	47,0	6,0	282,0
Конвейерная линия подачи сырья	44,0	1	44,0	6,0	264,0
Загрузчик сырья-1,2,3,4 V=20 м³	18,0	4	72,0	6,0	432,0
Комплект шнеков	23,0	4	92,0	6,0	552,0
Вертикальная мешалка реактора - 1,2,3,4	15,0	20	300,0	16,0	4800,0
Лопастная мешалка дображивателя	15,0	5	75,0	16,0	1200,0
Погружная мешалка приёмного резервуара	15,0	1	15,0	8,0	120,0
Погружная мешалка резервуара фильтрата	5,5	1	5,5	8,0	44,0
Система охлаждения биогаза	56,0	4	224,0	24,0	5376,0
Газодувка	55,0	2	110,0	12,0	1320,0
Генератор кислорода	5,5	1	5,5	8,0	44,0
Насос жидкого субстрата	11,0	1	11,0	0,5	5,5
Насос субстрата в дображиватель	18,0	4	72,0	4,0	288,0
Насос перебродившего субстрата	18,0	4	72,0	6,0	432,0
Сепаратор 1,2, 3,4	7,5	4	30,0	6,0	180,0
Насос фильтрата	18,0	1	18,0	3,0	54,0
Компрессор пневмосамка газгольдера	1,5	2	3,0	1,0	3,0
Воздуходувка двойной мембраны	1,0	2	2,0	24,0	48,0
Драйкулер	4,0	4	16,0	24,0	384,0
Циркуляционный насос теплоносителя системы охлаждения	0,8	4	3,0	24,0	72,0
Циркуляционный насос теплоносителя системы охлаждения	2,0	4	8,0	24,0	192,0
Циркуляционный насос теплоносителя системы охлаждения	0,1	1	0,1	24,0	1,9
Насосная станция пропиленгликоля	0,8	1	0,8	0,5	0,4
Дренажный насос	1,0	2	2,0	0,5	1,0
Освещение территории Биогазовый комплекс	1,2	1	1,2	8,0	9,6
Прожектор смотровых окон	0,1	4	0,3	0,5	0,2
Освещение распределительного щита	0,1	1	0,1	0,5	0,1
Общая установленная мощность, кВт			1138		
Общее электропотребление, кВт·ч/сутки					21066
Общая потребляемая мощность, кВт					878

Комплекс биометана					
Оборудование	Мощность (кВт)	Кол-во единиц	Суммарная мощность (кВт)	Часов работы в сутки	Потреблённая электроэнергия (кВт·ч/сутки)
Модуль биометана	1148,3	1	1148,3	24,0	27558,6
Компрессорная станция биометана 50 бар	400,3	1	400,3	24,0	9608,0
Общая установленная мощность, кВт			1548,6		
Общее электропотребление, кВт·ч/сутки					37167
Общая потребляемая мощность, кВт					1549

Общее электропотребление, кВт					2426
-------------------------------	--	--	--	--	------

Цены: установка на соломе, 20 млн м³ биометана в год

Поз.	Наименование	Кол-во	Цена комплекта, EUR	Общая цена, EUR	
1	Проектная документация	1	118.300	118.300	
2	Авторский надзор	1	60.000	60.000	
3	Пусконаладка и обучение	1	60.000	60.000	
4	Проживание и командировочные	1	40.000	40.000	
5	Доставка оборудования (грузовики)	25	8.000	200.000	
6	Ленточный конвейер	1	245.000	245.000	
7	Загрузчик сырья-1,2,3,4 (V=20м³)	4	95.000	380.000	
8	Комплект шнеков	4	115.000	460.000	
9	Загрузчик сырья-4 (V=200м³)	1	235.000	235.000	
10	Комплект шнеков	1	125.000	125.000	
11	Вертикальная мешалка реактора-1,2,3,4 15 кВт	20	44.800	896.000	
12	Рама вертикальной мешалки, поз. 12	20	4.900	98.000	
13	Лопастная мешалка дображивателя 15 кВт	5	44.800	224.000	
14	Рама мешалки, поз. 14	5	4.900	24.500	
15	Насос жидкого субстрата 11кВт	1	20.300	20.300	
16	Насос субстрата в дображиватель 18 кВт	4	25.200	100.800	
17	Насос перебродившего субстрата 18 кВт	4	25.200	100.800	
18	Сепаратор 7.5 kW	4	40.600	162.400	
19	Насос фильтра 11кВт	1	20.300	20.300	
20	Клапан мин./макс. давления	4	5.600	22.400	
21	Смотровые окна с прожекторами	4	4.900	19.600	
22	Водоснабжение и канализация	1	63.910	63.910	
23	Система теплоснабжения	1	67.900	67.900	
24	Драйкулер (охлаждение субстрата)	5	25.900	129.500	
25	Автоматика и электрический шкаф	1	590.000	590.000	
26	Задвижки с электроприводом	22	6.300	138.600	
27	Датчики (комплект)	7	25.000	175.000	
28	Газгольдер D26м 1/2D	2	81.000	162.000	
29	Комплект газоснабжения (клапаны, задвижки, вентили)	1	101.500	101.500	
30	Чиллер (Система охлаждения биогаза) 2200 м³/ч	4	87.500	350.000	
31	Газодувка 4500м³/ч	2	38.500	77.000	
32	Фильтр с активированным углём 500 кг	2	27.300	54.600	
33	Факел сжигания биогаза 2500 м³/ч	2	127.400	254.800	
34	Газоанализатор	2	18.900	37.800	
35	Модуль биометана	1	3.710.000	3.710.000	
36	Компрессорная станция биометана 50 бар	2	350.000	700.000	
37	Лаборатория	1	19.600	19.600	
38	Строительство и монтаж сооружений, оборудования и сетей	1	3.700.000	3.700.000	клиент
	Итого ответственность ZORG, EUR			10.244.610	
Итого Zorg + Клиент, EUR				13.944.610	

Реализация проекта и порядок платежей

Год														
Месяц	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
Сбор исходных данных														
Проект		50%			50%									
Согласования и разрешения														
Оборудование						30%	20%	20%		30%				
Доставка Оборудования														
Модуль биометана			30%							70%				
Доставка модуля														
Строительство														
Авторский надзор					50%					50%				
Запуск и пусконаладка												50%	50%	

Контракты

Проект реализуется одновременно по нескольким контрактам.

- Проектная документация
- Поставка оборудования
- Авторский надзор
- Запуск и пусконаладка

Перечень исключений для комплекса

- 1) Топографические и геологические изыскания: 3 000-7 000 EUR.
- 2) Трансформатор и внешняя электрическая линия для запуска и строительства, а также 2 500 кВт для нормальной работы.
- 3) Внешние дороги.
- 4) Временное водоснабжение для строительства и гидравлических испытаний: 5 300 м³. Допускается техническая несолёная вода из реки, озера или скважины.
- 5) Закваска для запуска: субстрат другой станции, жидкий навоз или осадок очистных сооружений. Заказчик доставляет её однократно за 1-2 недели для заполнения 15-20% объёма реактора (800 м³). Остальной объём заполняется указанной выше водой.
- 6) Техника для перевозки навоза и соломы между складами, цехом и загрузчиком: фронтальный погрузчик, трактор.
- 7) Активированный уголь: 1,0 т на два года $\times$ 4 800 EUR/т = 4 800 EUR.
- 8) Концентрат FeO(OH): 132 т/год $\times$ 800 EUR/т = 105 600 EUR.
- 9) Микроэлементы: 3 760 л/год $\times$ 25 EUR/л = 94 000 EUR.
- 10) Деминерализованная вода для отопления: 5 т.
- 11) Запасные части на два года: 280 000 EUR.