РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

DEVELOPMENT OF A BIOGAS USE SYSTEM IN A STEAM BOILER ENTERPRISE



УДК 62-5

Шалеев Дмитрий Владимирович, студент 2 курс, факультет "Теплоэнергетический", Самарский Государственный технический университет г. Самара, Россия

Dmitry Shaleev

Аннотация

Статья посвящена разработке круглогодичного использования биогаза в паровой котельной предприятия. Рассматриваемое производство: Филиал ПК " Балтика" – завод "Балтика – Самара". На имеющуюся паровую котельную завода, помимо магистрального природного газа, с целью экономии, подается, производимый на БОС (Биологических очистных сооружениях) биогаз. Смешение происходит путем прямой врезки в газопровод после регулятора давления газа. Температура природного газа, прямо связана с температурой окружающего воздуха, так как часть газопровода расположена на открытой местности. В зимний период при понижении температуры природного газа ниже -5°С, влага, содержащаяся в биогазе, конденсируется, что приводит к обмерзанию отсечного газового клапана, перед горелкой котла. Это приводит к возникновению аварийной ситуации, приводящей к хлопку в котле и в следствии угрозе жизни обслуживающего персонала и повреждению дорогостоящего оборудования. Данная проблема актуальна, так как описанная авария произошла

с одним из котлоагрегатов. Из-за смешения газов с разной температурой, произошло обмерзание отсечного газового клапана, что привело к неконтролируемому поступлению газа в горелку, после автоматического запуска котла, произошел хлопок, вывернувший фронтовую дверь котла.

Annotation

The article is dedicated to development of year-round use of biogas in the steam boiler plant of the enterprise. Production under consideration: Branch of Brewery company Baltika - Baltika Plant - Samara. To the existing steam boiler house of the plant, in addition to the main natural gas, in order to save money, biogas produced at the Biological Wastewater Treatment Plant is supplied. Mixing takes place by direct insertion into the gas pipeline after the gas pressure regulator. The temperature of natural gas is directly related to the temperature of the ambient air, since part of the gas pipeline is located in an open area. In winter, when the natural gas temperature drops below -5 ° C, the moisture contained in the biogas condenses, which leads to freezing of the gas shut-off valve in front of the boiler burner. This leads to an emergency situation leading to a pop in the boiler and, as a result, a threat to the life of the operating personnel and damage to expensive equipment. This problem is relevant, since the described accident occurred with one of the boiler units. Due to the mixing of gases with different temperatures, the gas shut-off valve froze, which led to an uncontrolled flow of gas into the burner, after the automatic start of the boiler, there was a pop that turned out the front door of the boiler.

Ключевые слова: Биогаз, Паровой котел, Энергетика, Охлаждение, Конденсат, Теплообменник

Keywords: Biogas, Steam Boiler, Energy, Refrigeration, Condensate, Heat Exchanger

Производство биогаза

Использование биогаза человечеством имеет давнюю историю. Более двух тысяч лет назад, по свидетельству Геродота, древнегерманские племена, живущие в заболоченных местностях, использовали выделяющийся болотный

газ для своих нужд, подводя его к своим жилищам по кожаным трубам. Чтобы процесс выработки газа не прекращался, они периодически сбрасывали в болото шкуры убитых животных и бытовые отходы. Научная европейская мысль зафиксировала выделение горючего газа разлагающейся органикой в XVII веке, а появление первых биогазовых установок относится ко второй половине XIX века.

Биогаз является смесью метана и углекислого газа. В зависимости от используемого в процессе брожения сырья. В качестве сырья для производства биогаза используются пищевые отходы, кормовые остатки, навоз свиней, КРС и птицы, отходы предприятий пищевой промышленности, а также специально выращиваемые энергетические растения (рапс, подсолнечник, кукуруза, свекла и т. д.), их ботва и солома, опилки, силос и многое другое, вплоть до опавших листьев и другого органического мусора. Любые отходы растительного и животного происхождения можно использовать для получения биогаза.

"Балтика-Самара" использует биогаз с 2007 года — с запуска биологических очистных сооружений (БОС) филиала. Очистные сооружения "Балтики" — уникальный комплекс по многоступенчатой очистке сточных вод пивоваренного производства. Так как в производстве пива используется зерно и хмель, в стоках преобладают органические соединения, и комплекс предполагает биологическую очистку: стоки подаются в метантенки — ёмкости, в которых бактерии (анаэробный активный ил) расщепляют и перерабатывают остатки продуктов пивоварения. Побочным продуктом такой работы бактерий является биогаз, который направляется в котельную пивоварни. Для получения биогаза измельченные и увлажненные органические отходы закладывают в емкость, называемую реактором или анаэробной колонной, где они подвергаются процессу сбраживания метановыми анаэробными (живущими без доступа воздуха) бактериями. Жизнедеятельность метановых бактерий требует соблюдения определенных условий: в реакторе необходимо поддерживать комфортную для них температуру (40–70 градусов Цельсия) и периодически

перемешивать питательную смесь, способствуя распределению бактерий по всему пространству реактора.

Расчет потерь

Ежечасный поток биогаза с БОС(Биологические очистные сооружения) составляет 200 $м^3/ч$

Продолжительность времени с низкой температурой окружающего воздуха при которой $t_{газа} < -5\ ^oC$ составляет около 5 месяцев = 151 сутки = 3624 часа

Объем сжигаемого биогаза за холодный период = 200* 3624 = 724800 $м^3$

Следовательно, из-за невозможности использовать биогаз, мы должны покрывать эти объемы закупаемым природным газом. Но калорийность биогаза составляет 5000 ккал, к сравнению калорийность магистрального газа составляет 8000 - 9000 ккал

Составив пропорцию, принимая калорийность магистрального газа 8500 ккал, получим, что объем сжигаемого биогаза равен 426352$м^3$ магистрального газа.

Предложение по решению данной проблемы

Система удаления воды HRS (BDS) снижает температуру биогаза примерно с 40ºC до 5-7ºC, что позволяет конденсировать более 90 процентов объема воды. Для работы системы используется чиллер, который подает холодную воду в теплообменник.

Биогаз протекает по внутренним трубкам теплообменника в то время, как хладагент протекает в межтрубном пространстве.

Более половины тепловой мощности теплообменника тратится на конденсацию воды, содержащейся в биогазе, остальная мощность используется для дальнейшего охлаждения биогаза. Чистый биогаз без воды идеален для использования в когенерационных установках.

Использование рекуперации тепла позволяет полученный холодный биогаз использовать для предварительного охлаждения вновь поступившего биогаза. Это уменьшает нагрузку на конечный теплообменник для охлаждения,

восстанавливая до 20 процентов энергии, необходимой для процесса. Любые дополнительные инвестиционные потребности могут быстро окупиться в результате такой экономии энергии.

Система удаления воды HRS (BDS) снижает температуру биогаза примерно с 40ºC до 5-7ºC, что позволяет конденсировать более 90 процентов объема воды. Для работы системы используется чиллер, который подает холодную воду в теплообменник. Биогаз протекает по внутренним трубкам теплообменника в то время, как хладагент протекает в межтрубном пространстве. Более половины тепловой мощности теплообменника тратится на конденсацию воды, содержащейся в биогазе, остальная мощность используется для дальнейшего охлаждения биогаза. Чистый биогаз без воды идеален для использования в когенерационных установках. Использование рекуперации тепла позволяет полученный холодный биогаз использовать для предварительного охлаждения вновь поступившего биогаза. Это уменьшает нагрузку на конечный теплообменник для охлаждения, восстанавливая до 20 процентов энергии, необходимой для процесса. Любые дополнительные инвестиционные потребности могут быстро окупиться в результате такой экономии энергии.

Установка системы осушения биогаза с дополнительной рекуперацией тепла

Таблица 1. Параметры установки осушения

Трубное пространство:	**Межтрубное пространство:**
Название среды: Биогаз	Температура среды на входе: ºC 0
Температура биогаза на входе: ºC 40	Температура среды на выходе: ºC 5
Минимальная температура биогаза на входе ºC 7	
Расход: кг/ч 161-200	
Мощность: кВт 10,8	

Теплообменник рекуперации тепла

HRS K 13 104/18 4.0 304L/316L S

Диаметр внутренних труб: мм 18

Диаметр кожуха: мм 104

Материал внутренних труб: AISI 316L S

Материал кожуха: AISI 304L

Температура биогаза на входе: ºС 31

Габариты

Длина мм. 7500

Ширина мм. 1000

Высота мм. 1600

Параметры теплообменника

Конструкция: Противоточная

Кол-во внутренних труб: 13

Длина, мм: 4 000

Трубное пространство: 1 бар / 80 ºС

Межтрубное пространство: 6 бар / 80 ºС

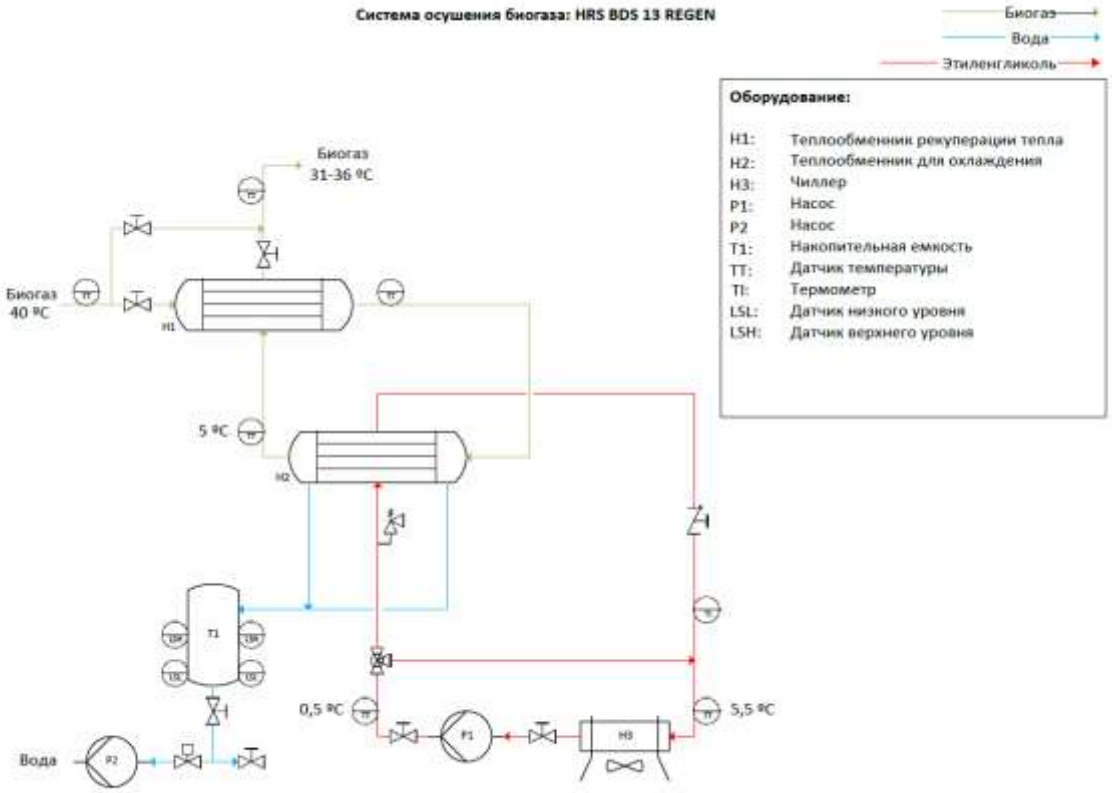


Рис.1 Система осушения биогаза

Подаваемый биогаз поступает в теплообменник Н1, который является рекуператором, пройдя через него, поступает в теплообменник охлаждения Н2. Снижение температуры биогаза происходит благодаря охлаждающему контуру с этиленгликолем, состоящему из чиллера Н3, циркуляционного насоса Р1, трехходового клапана с датчиком температуры, воздушника. Температура снижается с 40 ºС до 5 ºС, что приводит к выпадению конденсата, который собирается в накопительный бак Т1, с датчиками верхнего и нижнего уровня и затем удаляется в канализацию с помощью насоса Р2. Охлажденный биогаз поступает в межтрубное пространство рекуперационного теплообменник Н1 и охлаждает поступающий в трубное пространство биогаз. Затем биогаз, прошедший цикл осушения, транспортируется на котельную.

Вывод

Пройдя цикл осушения, биогаз является возможным для применения в течении всего времени, независимо от температуры наружного воздуха.

Литература

1. Проектные материалы котельного цеха завода «Балтика – Самара». 2003г Стр. 12-45
2. Проектные материалы котельного цеха завода «Балтика – Самара». 2007г Стр. 34-57
3. Проектные материалы биологических очистных сооружений завода «Балтика – Самара». 2007г Стр. 24-79
4. Материалы по системе удаления воды из биогаза на выставке теплообменного оборудования. Сайт [Электронный ресурс] https://www.hrs-heatexchangers.com/ru/news/discover-how-to-remove-water-from-biogas-at-uk-ad-world-biogas/
5. Материалы по установкам осушения биогаза на основе кожухотрубчатых теплообменников Сайт [Электронный ресурс] https://www.hrs-heatexchangers.com/ru/systems/environmental-systems/biogas-dehumidification-system-bds/

6. Журнал "Агротехника и Технологии " технологии альтернативной утилизации. Сайт [Электронный ресурс] https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15078-alternativnaya-utilizatsiya/
7. Материалы по производству биогаза. Сайт [Электронный ресурс] http://biogaz-russia.ru/proizvodstvo-biogaza/

Literature

1. Design materials for the boiler shop of the Baltika-Samara brewery. 2003 p. 12-45
2. Design materials for the boiler shop of the Baltika-Samara brewery. 2007 p. 34-57
3. Design materials for biological treatment facilities of the Baltika-Samara plant. 2007 p. 24-79
4. Materials on the system for removing water from biogas at the exhibition of heat exchange equipment. Website [Electronic resource] https://www.hrs-heatexchangers.com/ru/news/discover-how-to-remove-water-from-biogas-at-uk-ad-world-biogas/
5. Materials for biogas dehumidification plants based on shell-and-tube heat exchangers Website [Electronic resource] https://www.hrs-heatexchangers.com/ru/systems/environmental-systems/biogas-dehumidification-system-bds/
6. Journal "Agrotechnics and Technologies" alternative utilization technologies. Website [Electronic resource] https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15078-alternativnaya-utilizatsiya/
7. Materials for the production of biogas. Website [Electronic resource] http://biogaz-russia.ru/proizvodstvo-biogaza/