РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

DEVELOPMENT OF A PIPELINE GAS HEATING SYSTEM FOR USE IN A STEAM BOILER ENTERPRISE



УДК 62-5

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

Dmitry Shaleev, student, 2nd year, faculty "Thermal Power Engineering", Samara State Technical University, Russia, Samara

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, Теплообменник

Keywords: Biogas, Steam Boiler, Energy, 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 ^0C 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.

Предложения по решению данной проблемы

Для решения данной проблемы необходимо повысить температуру магистрального газа, чтобы при смешении двух потоков не образовывался конденсат. Это можно сделать, установив парогазовый теплообменник, в котором газ будет подогреваться паром с котельной предприятия.

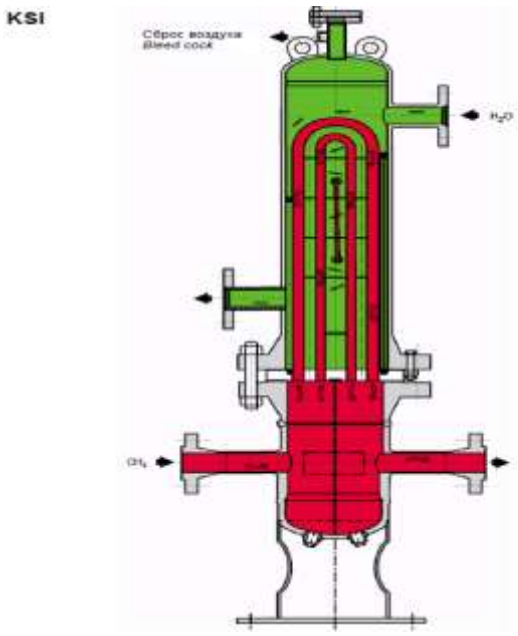

Рис.1 Подогреватель газа KSI

В качестве такого был выбран теплообменник фирмы "Авитон" типа KSI

В трубное пространство теплообенника поступает магистральный газ, проходя через теплообменник газ нагревается, паром подаваемым с котельной в межтрубное пространство теплообенника, до температуры, приемлемой условиями эксплуатации. В верхней части теплообенника установлен сбросной клапан, для удаления воздуха из межтрубного пространства. Пар подаваемый на теплообменник проходит цикл работы, конденсируется и возвращается на котельную, в виде конденсата.

Таблица 1. Паспортные характеристики теплообенника

Проектное давление	До 85 бар
Нагревающая жидкость	Горячая вода , пар
Производительность	До 1 300 000 ккал/час
Присоединение	Фланцевое DN 50-350

Средний объем используемого природного газа в сутки составляет 25000 $м^3$

Для удобства переведем в тонны и получим 19 т. Возьмем среднюю температуру газа за холодный период $t_{г1} = -20\ ^{o}C$ и температуру до которой необходимо нагреть газ, чтобы его использование не привело к неисправностям, $t_{г2} = 5\ ^{o}C$. Необходимо рассчитать количество пара , необходимое для нагрева данного объема газа $G_{пара}$, зная температура пара составляет $t_{пара} = 180\ ^{o}C$. Составим уравнение :

$$c_{пара} * G_{пара} * t_{пара} = c_{газа} * G_{газа} * (t_{г2} - t_{г1})$$

Выведем формулу для расчета количества пара :

$$G_{пара} = \frac{c_{газа} * G_{газа} * (t_{г2} - t_{г1})}{c_{пара} * t_{пара}} = 0{,}89\ т/ч$$

Следовательно суточные затраты составят 21,36 т/сут пара , а умножив на продолжительность холодного периода мы получим 512 т пара .

Вывод

Пройдя цикл нагрева, газ является возможным для смешения и дальнейшей подачи на котельную, 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. Журнал "Агротехника и Технологии " технологии альтернативной утилизации. Сайт [Электронный ресурс] https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15078-alternativnaya-utilizatsiya/
5. Материалы по производству биогаза. Сайт [Электронный ресурс] http://biogaz-russia.ru/proizvodstvo-biogaza/
6. Материалы по фильтрам и подогревателям "Авитон". [Электронный ресурс] https://aviton.info/gaz/pietro-fiorentini/filtry-i-podogrevately/teploobmenniki-ksi/

Literature

1. Design materials for the boiler room 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. Journal "Agrotechnics and Technologies" technologies of alternative utilization. Website [Electronic resource] https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/15078-alternativnaya-utilizatsiya/

5. Materials for the production of biogas. Website [Electronic resource] http://biogaz-russia.ru/proizvodstvo-biogaza/
6. Materials on filters and heaters "Aviton". [Electronic resource] https://aviton.info/gaz/pietro-fiorentini/filtry-i-podogrevately/teploobmenniki-ksi/