

3. Галашов Н.Н., Туболев А.А., Минор А.А, Баннова А.И. Параметрический анализ схемы газопаровой установки с помощью математической модели // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, – 2021. – Т.332. – № 12. – С. 124–135.
4. Галашов Н.Н., Туболев А.А., Беспалов В.В., Минор А.А, Болдушевский Е.С. Расчет параметров схемы газопаровой установки с глубокой утилизацией и отпуском теплоты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т.333. – № 5. – С. 43–55.
5. Галашов Н.Н., Цибульский С.А. Параметрический анализ схемы парогазовой установки с комбинацией трех циклов для повышения КПД при работе в северных газодобывающих районах // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т.330. – № 5. – С. 44–55.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Н.Н. Галашов, доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ ТПУ.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

В.Г. Горячев, А.А. Полева
Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5Б94

Рассмотрены тенденции в проектировании центров обработки данных с использованием выделяемого тепла из горячих коридоров, как встраиваемое дополнение в существующую систему теплоснабжения, оценена эффективность использования тепловой энергии от ЦОД на основе данных, полученных при разработке финансового предпроект.

На сегодняшний день существует множество альтернативных источников энерго- и теплоснабжения, одним из которых является использование тепловой энергии ЦОД.

Основной процент избытков теплоты центров обработки данных составляет ИТ-оборудование, которое равно примерно 70 % от всего выделяемого тепла ЦОД (рисунок 1). Мощность центров обработки данных оценивается числом стоек серверной и их мощностью.

Существует классификация стоек по мощности:

- малой мощности – от 1 до 2 кВт,
- средней мощности – от 5 до 8 кВт,
- высокой мощности – более 100 кВт.

При этом мощность ЦОД малых размеров составляет около 300 кВт, средние ЦОД вырабатывают мощность до 1 МВт, а крупные до 5 МВт. Удельная теплота при средней мощности стойки составляет 3 кВт/м² [1, 2].

Тепло выделяемое ЦОД уходит в атмосферу, при этом средняя температура воздуха в некоторых секциях центра обработки может достигать от 25 до 45 °С [3]. Система, при которой возможно использовать тепловую энергию от ЦОД позволяет рекуперировать до 12 МВт энергии. По расчетам, полученным из зарубежных источников [3], затрата тепловой энергии при использовании рекуперативной системы снизится примерно на 30 %, а нагрузка системы центрального отопления на 6 % [3].

На базе воздушного теплового насоса встраивается система рекуперации, где воздух проходя через серверную зону нагревается и нагнетается с помощью вентиляторов в камеры-теплообменники, используется в Америке и странах Европы. Данные проекты были реализованы и работают успешно. Одним из энергоэффективных примеров является дата-центр в городе Стокгольм Bahnhof Thule. Тепловые насосы центра обработки данных берут тепловую энергию из серверной и холодоснабжения, а затем выдают энергию в систему центрального

теплоснабжения. Суммарная мощность тепловых насосов 1,6 МВт при температуре теплоносителя 68 °С [3].



Рис. 1. Распределение температур выделяемого тепла от ЦОД (белым цветом выделены шахты отвода тепла)



Рис. 2. Схема использования рекуперации тепла в компании Bahnhof Thule

При воздушном охлаждении на выходе температура рабочего тела составляет не более 30–40 °С, что не позволяет эффективно нагревать воду для бытовых нужд компаний, при использовании водяного охлаждения температура на выходе равна 65–70 °С, так как теплоемкость воды выше, чем у воздуха. Это позволит упростить систему дополнительного теплоснабжения.

На данный момент в России существуют различные ЦОД, которые выбрасывают тепло в атмосферу, при суммарной мощности составляющей около 600 МВт [2] и выбросе в атмосферу около $7 \cdot 10^9$ кВт · ч/год [2]. Эти цифры соизмеримы с годовым потреблением газа некоторыми странами Европы [2].

Согласно информации, полученной при проведении авторами экспертного интервью с ИТ-компанией, имеющей оборудование для вычислительных мощностей в городе Томске, были получены примерные характеристики теплового потока от ЦОД. Тепловыделение оборудования составляет 3 МВт/час при воздушном охлаждении в помещении производственного типа с площадью около 1000-1300 м². Согласно рекомендациям СНиП 41-01-2003 для обогрева каждого кубического метра объема необходим 41 Вт тепла, т. е. для помещения с высотой потолков 10 метров и площадью 1000 м² расчет будет следующим:

$$Q = V \cdot q = 10 \cdot 1000 \cdot 41 = 410 \text{ кВт},$$

где Q – количество тепла для обогрева; V – объем помещения; q – норма тепла для кубического метра.

Из этого следует, что количество отводимого тепла превышает необходимую норму в несколько раз позволяет экономить на обогреве помещения более 100 тыс. рублей в месяц.

Как показывает анализ эффективности тепловой энергии от центров обработки данных, приведенный выше, тепловая энергия от ЦОД, которая может идти на потребление в городские системы отопления, а также на собственные нужды предприятий, если правильно наладить взаимосвязь между компаниями ЦОД и системами отопления. То есть можно сказать, что тепловая энергия ЦОД это продукт, который при правильном использовании является эффективным альтернативным источником тепловой энергии [2, 4].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хомутский Ю. Почему центры обработки данных охлаждаются отдельно? Общие требования и особенности СКВ ЦОД // Мир климата. 2017. № 104. С. 92–97.
2. Спасский А. А., Сушенцева А. В. Высокоэффективные решения для систем охлаждения с использованием фрикуллинга и рекуперации тепла на базе оборудования CLIMAVENETA // Холодильная техника. 2016. № 2. С. 41–45.

3. Тепло и уютно: как дата-центры жителям северных регионов жить помогают // 2022 Хабр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/249099/> (дата обращения: 06.11.2022).
4. Согревающие дата-центры // 2021 Хабр. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/selectel/blog/598735/> (дата обращения: 06.11.2022).

Научный руководитель: А.Ю. Долгих, ст. преп. НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ В КАЧЕСТВЕ УСКОРЯЮЩЕЙ ПРОЦЕСС ЗАЖИГАНИЯ ДОБАВКИ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ

М.С. Тамашевич
Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5БМ14

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментальных исследований влияние массового содержания биомассы на временные характеристики зажигания капель водоугольных топлив. Установлено, что добавление древесной биомассы приводит к существенному снижению периода термической подготовки водоугольного топлива.

Введение. В последние десятилетия широкое развитие получили альтернативные источники энергии. Внедрение последних позволит уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Но уже сейчас инженеры столкнулись с существенными проблемами в ходе их активного внедрения. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) такие, как ветроустановки [1] и солнечные панели [2] существенно зависят от времени суток и метеоусловий. Поэтому для стабильной работы энергосистемы доля ВИЭ не должна превышать 30 %. Также стоит отметить, что производство и утилизация солнечных панелей ведет к существенному загрязнению окружающей среды токсичными веществами. Имеется трудности и с утилизацией лопасти ветроустановок (длина которых может достигать 100 метров). Последние после выработки своего ресурса не перерабатываются, а захораниваются в грунте, на это отводятся огромные площади. Угольное топливо считается одним из самых грязных. При его сжигании в атмосферу земли уносится вместе с дымовыми газами большое количество вредных веществ. В том числе и антропогенные оксиды азота и серы. Но несмотря на вышеизложенное на уголь приходится порядка 30 % всех генерируемых мощностей [3]. В этой связи можно с уверенностью сказать, что главенствующая роль угля, как основного источника энергии в ближайшие десятилетия сохранится.

Но стоит отметить, что внедрение новых, более экологически чистых способов сжигания угля позволит уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду. К таким можно отнести использование водоугольных топлив (ВУТ). Анализ современных периодических изданий показал, что при сжигании ВУТ существенно сокращаются выбросы оксидов серы и азота [4]. Но внедрение водоугольных суспензий на объектах энергетики затруднено в связи с высокими временами задержки зажигания, которые могут достигать несколько десятков секунд [5]. Решить поставленную задачу можно путем ввода в топливную композицию ускоряющих процесс зажигания добавок. К последним можно отнести и биомассу. Авторами [6] показано, что при сжигании биомассы выбросы оксидов серы и азота существенно меньше, чем при сжигании угля, это в свою очередь окажет благоприятное влияние на экологию. В этой связи становится актуальным оценить возможность использования биомассы в качестве ускоряющей процесс зажигания добавки.

Методика проведения эксперимента. Составы исследовавшихся топливных композиций представлен в таблице 1.