

УДК 621.181.253

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОТЛОВ НА ТЭЦ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВОГО ГРАФИКА НАГРУЗКИ
USE OF ELECTRIC BOILERS AT THERMAL POWER PLANTS TO STABILIZE THE THERMAL LOAD SCHEDULE

И.В. Прилуцкий

Научный руководитель – В.П. Счастный, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

schastniy@bntu.by

I.V. Prilutsky

Supervisor – V. Schastny, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация: данная работа представлено установки применяемые на ТЭЦ для решения проблемы с нестабильностью графика нагрузки.

Abstract: this paper presents installations used at a thermal power plant to solve the problem of load schedule instability.

Ключевые слова: электрокотёл, индукционный котёл, индукционный нагреватель.

Keywords: electric boiler, induction boiler, induction heater.

Введение

В настоящее время общая мощность Белорусской энергосистемы около 10 ГВт, из которых более 4 ГВт приходится на ТЭЦ.

В связи с появлением на территории Республики Беларусь АЭС, появилась проблема с регулированием нагрузки в ночной период, когда происходит наибольший спад потребления электрической энергии. Вся проблема заключается в большой выработке электроэнергии и временном спаде её потребления. Выходом из этой ситуации является понижение генерации АЭС, однако на небольшой период времени это экономически нецелесообразно и остаётся уменьшать генерацию других станций, в нашем случае это ТЭЦ. Если уменьшить генерацию станции, могут возникнуть проблемы с передачей тепла потребителю в отопительный период. Выходом из этой ситуации является электрический котёл, он в свою очередь потребляет электроэнергию и вырабатывает тепловую энергию.

Основная часть

В июле 2016 года на ТЭЦ-2 города Гомель были введены в эксплуатацию два электрических котла типа ZVP-2840 с номинальной мощностью 40 МВт.

В конце 2020 года на ТЭЦ-4 города Минск были установлены четыре электрических котла, мощность каждого составляет 40 МВт.

В 2025 году в Гродненской Северной мини-ТЭЦ начали использовать электрический котёл, мощность которого составляет 30 МВт.

Данное оборудование позволяет регулировать нагрузку в широком диапазоне, а также снизить себестоимость для выработки тепловой энергии.

Преимущества электрических котлов:

- простота устройства;
- небольшие размер;
- высокий КПД, который достигает 99%;
- надёжность;
- нет проблем с доставкой и хранение топлива;
- менее восприимчивы к перепадам напряжения.

Высокий КПД обусловлен тем, что электрический котёл является котлом прямого действия, то есть его элементы не нагреваются, а нагревается только теплоноситель посредством прямого воздействия на него электрическим током. Стоит отметить, что теплоносителем является специально подготовленная вода или раствор. Если в него перестанет поступать вода или раствор он просто прекратит свою работу в связи с тем, что прервётся цепь тока, в отличие от котлов работающих на ТЭНе [1].

К недостаткам можно отнести следующее:

- повышенные требования безопасности относительно заземления;
- теплоноситель должен обладать необходимой теплопроводностью;
- необходимо следить за состоянием электродов, проводить своевременное их обслуживание;
- котлы работают только на переменном токе, иначе будет вызван электролиз воды.

Мощность котла регулируется за счёт регулирующих заслонок, они обеспечивают количество поступающего теплоносителя, который будет находится в контакте с фазовыми электродами.

Электрический котёл для обеспечения своей безопасной эксплуатации снабжён:

- термовыключателем для предотвращения превышения значений температуры воды или раствора, находящихся в котле;
- реле расхода, оно отключает электрический котёл с задержкой при уменьшении потока теплоносителя;
- предохранительными пружинными клапанами, они служат для предотвращения превышения давления теплоносителя внутри котла;
- реле давления, при превышении давления выше разрешённого значения отключает котёл.

На просторах интернета существует достаточное количество предложений на покупку электрических котлов. Предложения начинаются с мощности 100 кВт до нескольких МВт. В общем случае их приобретают для получения горячего водоснабжения на строительных площадках, жилых домах, производствах и так далее. Для наглядного примера характеристики котла «ПЭЛКО 1000» представляют следующую картину:

- максимальная мощность 1000 кВт;
- теплопроизводительность 0,86 Гкал/час;
- объём обогреваемого помещения 29000 м³;
- напряжение сети трёхфазного тока частотой 50 Гц составляет 380 В +10%,

- электродный нагреватель;
- мощность регулируется от 0 до 100%;
- рабочее давление может быть до 0,6 МПа;
- расчётное давление до 1 МПа;
- габариты блока котла 600x800x2000 мм;
- габариты шкафа управления 600x800x1900 мм;
- масса блока котла 500 кг;
- масса шкафа управления 250 кг.

За рубежом, а именно в Северной Америке и Европе электрические котлы набирают с каждым годом всё большую популярность и их доля на рынке постепенно возрастает. Основная тенденция их роста связана с политикой уменьшения выбросов углекислого газа в атмосферу и увеличением энергоэффективности. По большей части их приобретают частные лица для собственных нужд, таких как отопление и нагрев воды. Часть роста популярности котлов обусловлена расширением индустриальной базы зарубежных стран, особый отклик они нашли в пищевой и химической промышленности [3].

Электрические котлы, стоящие на ТЭЦ-2, были произведены «Zander & Ingestrom AB», напряжением 11 кВ и максимальной мощностью до 40 МВт. Расчётное и рабочее давления соответственно 0,6 и 0,2-0,3 МПа, объём 21 м³, расход воды 1200 м³/ч, температура теплоносителя на входе и выходе составляет 90 и °С, нагреватель электродного типа.

Индукционный нагреватель можно применять как один из вариантов для нагрева воды. Кроме воды индукционному нагреву подвержены материалы, хорошо проводящие электрический ток. При достаточной мощности нагрев будет осуществляться очень быстро, например, установка мощностью 31 кВА выделяет около 70060 кДж/ч тепла.

Принцип индукционного нагрева пошёл в основу работы индукционного электрического котла. У данного типа котлов есть своя особенность, вместо трубки в индуктор помещается теплообменный контур, проходя через который происходит нагрев и распределение по всей системе. Как следует из названия, нагреватель у них индукционного типа [2].

Широкое применение они нашли в некоторых областях, таких как: отопление жилых помещений, подогрев воды, а также в металлургической, химической, пищевой, медицинской и других промышленности.

К плюсам этих установок можно отнести следующее:

- меньший расход электроэнергии по сравнению с установками работающих на ТЭН-ах, около 30-40%;
- продолжительный срок службы;
- у котлов существует естественная циркуляция и во время их работы существует вибрация, которая не даёт появиться отложениям накипи на стенках прибора.

Также необходимо заметить, что существует ряд недостатков для данных установок, а именно:

- активное выделение тепла во время работы установки, это может привести к проблемам с пожарной безопасностью;
- для нормальной работы необходима стабильная электрическая сеть;
- необходимо поддерживать давление и температуру в допустимых пределах.

КПД установки достигает 98%. Это обусловлено тем, что нет прямого контакта при переходе одного вида энергии в другой, а следовательно и потери минимальны.

Заключение

Использование электрических котлов для стабилизации теплового графика нагрузки является хорошим решением, ведь их применение даёт возможность с пользой использовать избыток энергии, а именно вырабатывать тепло для систем отопления и подогрева воды. Позволяет убрать избыток генерации электроэнергии в период низкого потребления. Их применение экономически выгодное решение, ведь КПД у них высокий и надёжность на достаточно высоком уровне. С каждым годом спрос на электрические котлы на рынке возрастает, как среди обычных пользователей, так и среди различных отраслей промышленности.

Литература

1. Котлы электрические промышленные – URL: <https://sibpromenergo.ru/boiler/elektricheskie/index.h> (дата обращения: 13.03.2025).
2. Котел электрический промышленный – ТЕРМАНИК – URL: <https://termanik.ru/raznovidnosti-elektronagrevatelej/kotel-elektricheskij-promyshlennyj/> (дата обращения: 13.03.2025).
3. Рынок электрических котлов Северной Америки и Европы, отчет 2032 – URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/north-america-and-europe-electric-boilers-market> (дата обращения: 14.03.2025)