

от нулевого) потенциала или больших помех на элементах системы заземления. Обычно в подобных случаях используется специальное дополнительное заземляющее устройство, электрически не связанное с защитным заземлением (так называемое функциональное заземление). При этом сразу же встает вопрос защиты оборудования, подключенного к такому заземляющему устройству, от перенапряжений, возникающих, например, при ударе молнии в систему молниезащиты здания. Для уравнивания очень большой разности потенциалов, возникающей в этом случае, между двумя независимыми заземляющими устройствами (защитным и функциональным) может устанавливаться специальный потенциаловыравнивающий разрядник, который в исходном состоянии обеспечивает гальваническую развязку между этими заземляющими устройствами, а при возникновении перенапряжений кратковременно соединяет их, уравнивая потенциалы.

Существует международный стандарт МЭК 62305–2 [4] по оценке рисков, связанных с молниезащитой. стандарты не содержат методики расчета или четких рекомендаций о необходимости применения специализированных защитных устройств. Поэтому приходится проводить экспертную оценку, основываясь на результатах анализа комплексной ситуации электромагнитной обстановки объекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Последняя редакция ПУЭ 6–7 (по состоянию на январь 2018 года) [rukiro.ru](http://rukiro.ru) > Справочная [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://rukiro.ru/spravka/pue-6-i-7-izdanie.html>.

2 Повышение эффективности электроснабжения городских электрических сетей: Монография / Б. К. Шапкенов, А. Б. Кайдар, А. П. Кислов, В. П. Марковский, М. Б. Кайдар. – Павлодар : Кереку, 2016. – 153 с. ISBN978-601-238-674-5.

3 Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б. Оптимизация параметров и режимов работы городских электрических сетей: монография / Б. К. Шапкенов, А. Б. Кайдар, М. Б. Кайдар. – Алматы: Эверо, 2016. – 176 с. ISBN 978-601-310-762-2.

4 Государственный стандарт Республики Казахстан Республики Казахстан 12.08.2011 ... ИЕС 62305-2:2005 Защита от атмосферного электричества. Требования и методы испытаний. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://bestprofi.com/document/519458805>

## РЕЖИМНО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

КАРМАНОВ М. Е.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПРИХОДЬКО Е. В.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРМАНОВ А. Е.

доктор Phd, ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Для нормального функционирования и эффективного использования котлов и агрегатов, которые нагревают воду, обязательно должны проводиться режимно-наладочные испытания. Суть таких испытаний заключается в том, чтобы выбрать наиболее оптимальные режимы работы оборудования, которое задействовано в работе.

Режимно-наладочные работы (режимная наладка) – комплекс работ, включающий наладку теплоэнергетического оборудования в целях достижения проектного (паспортного) объема потребления топлива в диапазоне рабочих нагрузок, наладку средств автоматического регулирования процессов сжигания топлива и вспомогательного оборудования. Наладка котлов выполняется специализированными организациями. По результатам проведения наладки составляются технический отчет и режимные карты котлов. Как показывает практика, затраты на проведение режимной наладки окупаются в течение 3–6 месяцев.

Проведение режимно-наладочных испытаний котлов (режимная наладка) является одним из эффективных малозатратных методов энергосбережения [1, 2]. Наладка котлов позволяет выявить недостатки в их состоянии и эксплуатации, наметить и осуществить комплекс мероприятий, повышающих экономичность: оптимизировать уровни избытков воздуха в разных частях газового тракта, температуры уходящих газов и др. Сравнительные испытания и расчеты показывают, что в результате выполнения наладочных работ достигается экономия топлива в размере 3–5 %.

Режимная наладка котла на твердом или жидком топливе необходима для уменьшения вредных выбросов в атмосферу и улучшению экологического состояния района, где расположена котельная [3].

Согласно Правилам технической эксплуатации тепловых энергоустановок режимная наладка котла на твердом и жидком топливе

производится не реже одного раза в 5 лет, а для котла на газовом топливе не реже 1 раза в 3 года [5]. Проводятся так же внеочередные режимно-наладочные испытания для реконструируемых котлов, при изменении характеристик топлива, при отклонениях фактических показателях работы котлов от нормативных характеристик, после проведения химической промывки котла.

После проведения наладочных работ составляется режимная карта, в которой содержатся основные и контрольные параметры работы топки и котла, удельный расход топлива, коэффициент полезного действия, предельные значения параметров, контролируемые приборами безопасности. Основная цель режимных карт обеспечить в регулировочном диапазоне нагрузок надежную и экономичную работу котла с минимальными выбросами вредных веществ в атмосферу, на которую можно влиять режимом работы топки.

В режимную карту включаются следующие параметры: параметры назначения – температура, давление, нагрузка; параметры, определяющие режим подготовки, подачи и сжигания топлива; все остальные параметры, с помощью которых ведется проверка за состоянием котла.

При своевременном проведении режимно-наладочных работ устанавливается величина тепловых потерь, выявляются резервы экономии и устраняются недостатки в работе котла, которые влияют на эффективность работы котельного оборудования.

Нами был провиден испытание водогрейного котла сжигающий ферросплавный газ и жидкое топливо на АЗФ ТНК «Казхром» и на основании этого было разработана режимная карта.

Цель режимно-наладочных испытаний:

- наладка режимов работы котлов в диапазоне возможных эксплуатационных тепловых мощностей (нагрузок);
- определение тепловых потерь и КПД котла;
- составление режимных карт котлов при работе на газообразном (ферросплавный газ) и жидком (мазут) топливе;
- наладка котлов для достижения максимального КПД в диапазоне рабочих нагрузок.

Точки замера технологических параметров

– Схема точек измерения технологических параметров котла ДЕ-25-14-ГМ показана на рисунке 1.

– В точке 1 производятся замеры: паропроизводительность котла, т/ч.

– В точке 2 производятся замеры: давление воздуха на котёл, кПа;

– температуры воздуха, °С.

– В точке 3 производятся замеры: температура уходящих газов, оС;

– состав уходящих газов, %;

– коэффициент избытка воздуха в уходящих газах.

– В точке 4 производятся замеры: температура питательной воды, °С.

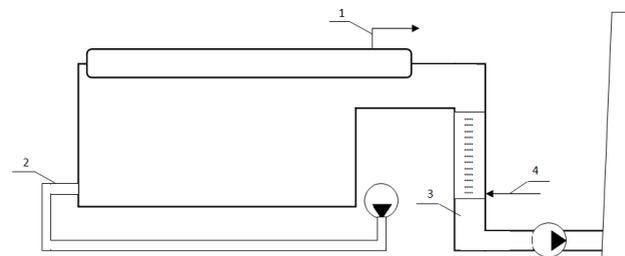


Рисунок 1 – Схема точек измерения технологических параметров котла ДЕ-25

Таблица 1 – Технические характеристики котла

Котел ДЕ-25-14-ГМ - котёл паровой двухбарабанный с естественной циркуляцией				
№ п/п	1	2	3	4
1	Давление в барабане (избыточное)	кгс/см <sup>2</sup>	14	
2	Номинальная производительность по пару	т/ч	25	
3	Температура питательной воды	°С	100	
4	Проектное топливо	ферросплавный газ		
5	Резервное топливо	Мазут		

Характеристика применяемого топлива:

– ферросплавный газ: теплотворная способность  $Q_{нр} = 10,3074$  МДж/м<sup>3</sup>;

CO<sub>2</sub> = от 5 до 8 %;

O<sub>2</sub> = от 0,3 до 0,7 %.

– мазут: теплотворная способность  $Q_{нр} = 40$  МДж/кг.

Таблица 2 – Спецификация измерений при проведении режимно-наладочных испытаний парового котла ДЕ-25-14ГМ

По-зи-ция	Наименование параметра	Тип прибора	Марка	Шкала прибора	Цена деления	Дата следующей проверки
1	Состав уходящих газов	Газоанализатор	Анкат 310-03	Цифр.	0,01 %	12.07.2018
2	Температуры, температурные поля поверхности обмуровки	Тепловизор	Testo 730-2	Цифр.	0,1 °С	13.03.2018
3	Сила тока, напряжение на электродвигателях	Токовые клещи	UNI-T UT204A	Цифр.	Переменный ток 0,1А; переменное напряжение 0,01 В	10.04.2018
4	Давление воздуха и дымовых газов	Газоанализатор	Анкат 310-03	Цифр.	0,01 %	12.07.2018

#### Выводы:

1. Работа парового котла ДЕ-25–14ГМ идёт с коэффициентами избытка воздуха в дымовых газах за экономайзером лежащими в пределах от  $\alpha_{yx}=1,3$  (при паропроизводительности:  $Q=11,7$  т/ч; и давлении воздуха  $P_{в-ха}=0,6$  кПа) до  $\alpha_{yx}=2,02$  в режимах:  $Q=8,8$  т/ч;  $P_{в-ха}=0,9$  кПа.

При ряде режимов (нагрузки 10,6; 10,75 и 11,7 т/ч) имеет место недожог (СО в уходящих газах). Количество недожога в уходящих газах – незначительно, при невысоких значениях коэффициента избытка воздуха в дымовых газах за экономайзером (от  $\alpha_{yx}=1,31$  до  $\alpha_{yx}=1,66$ ).

2. Для расчёта тепловых потерь  $q_5$  была проведена оценка состояния обмуровки котла с помощью тепловизора Testo 730–2.

Температура по поверхности котла ДЕ-25–14ГМ не соответствует действующим нормам. В теплоизоляции стен наблюдаются зоны, визуально дающие информацию об удовлетворительном состоянии обмуровки, но, при тепловизионном обследовании, ясно видно высокое значение температуры на ряде участков. Это можно объяснить внутренними дефектами обмуровки.

#### Рекомендации:

Модернизировать тепловую изоляцию котла с целью достижения нормируемого значения температуры на поверхности (45 °С).

Рассмотреть возможность установки на тягодутьевые аппараты частотного привода для осуществления регулировки их нагрузки вместо направляющих аппаратов.

Рассмотреть возможность установки на котле более эффективного стального экономайзера для увеличения теплосъёма от дымовых газов в конвективной части котла.

Рекомендуется рассмотреть вопрос эффективности очистки мазута, поступающего к форсункам от механических примесей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Трёмбовля В. И., Фингер Е. Д., Авдеева А. А. Теплотехнические испытания котельных установок. М.: Энергия 1977, 297 с.;

2 Равич М. Б. Упрощенная методика теплотехнических расчетов.-М.: АН СССР.1961.–304с.;

3 Равич М. Б. Эффективность использования топлива.-М.: Наука, 1977.–344с.;

4 Троянкин Ю. В., Куликова О. В. Методика расчета теплопотерь от наружных поверхностей ограждений тепловых установок // Промышленная энергетика. – 2000. – № 10. С. 50–51.;

5 РД 153-34.1-26.303-98 Методические указания по проведению эксплуатационных испытаний котельных установок для оценки качества ремонта;

#### РЕКОНСТРУКЦИЯ СХЕМЫ ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ НА ВХОДЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПЕЧЬ П-1 ТОО «ПНХЗ»

КЕНЖЕКЕЕВ Н. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПРИХОДЬКО Е. В.

к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

Вопрос рационального использования топливно-энергетических ресурсов стоит сейчас как никогда остро во всем мире. В Европе и Америке технологии энергоэффективности давно уже используются в производстве, в нашем государстве лишь не так давно заговорили о необходимости энергосбережения. Так выступая на 19-ом пленарном заседании Совета иностранных инвесторов при президенте Республики Казахстан Глава нашего государства отметил возрастающую вероятность энергодефицита в РК на фоне увеличения цен на энергоносители и ухудшения проблем экологии.

Для повышения энергоэффективности в Республике Казахстан принят ряд системных документов:

<b>Базенов Г. М., Корниенко П. В.</b> Современные технологии монолитного и энергосберегающего строительства.....	131
<b>Батанова А. К., Ахтамберова А. Б., Станевич В. Т.</b> Применение промышленных отходов в дорожном строительстве.....	137
<b>Биржан А. А., Калиева Ж. Е.</b> Газобетоны неавтоклавного твердения на основе композиционных вяжущих веществ.....	144
<b>Габитова (Жаканова) Д. А., Садвакасова К. А., Матиев У. Г., Корниенко П. В.</b> Практика получения шлакового вяжущего для штучных изделий.....	148
<b>Жамитов А. Б., Кудрышова Б. Ч.</b> Гипсовые композиции с комплексным модификатором на основе извести и метакаолина.....	155
<b>Исимов Р. С., Кудрышова Б. Ч.</b> Особенности применения бокситовых шламов в производстве бетона.....	160
<b>Кожамуратова М. Б., Булыга Л. Л., Корниенко П. В.</b> Оптимизация структуры бетонов водопропускных труб с помощью модифицирующих добавок.....	164
<b>Корниенко П. В., Габитова (Жаканова) Д. А., Матиев У. Г., Гакштетер Г. В.</b> Применение шлакового вяжущего в строительном производстве.....	170
<b>Кулагин П. Н., Гакштетер Г. В., Акзам Т. А., Корниенко П. В.</b> Исторический аспект применения минеральных добавок в строительстве.....	176
<b>Оразалина Г. А., Никифорова В. Г.</b> Легкий бетон на основе смешанного вяжущего и золы ТЭС.....	182
<b>Садыхов А. Б., Кудрышова Б. Ч.</b> Особенности технологии керамических стеновых материалов на основе отходов угледобывающих предприятий.....	189
<b>28 Секция. Энергетиканың өндіріс салаларындағы қазіргі ахуалы</b>	
<b>28 Секция. Современное состояние энергетики в промышленных отраслях</b>	
<b>Абжекеева А. З., Әблеш К. Ж., Омаров А. Д., Карманов А. Е.</b> Технологические характеристики ВТУ и методика исследования тепловой работы.....	193
<b>Азенова Н. М., Книжибекова А. К.</b> Анализ работы и оценка надежности питательных насосов блоков мощностью 300 МВт.....	196
<b>Айтжанов М. С., Приходько Е. В.</b> Использование водорода в качестве альтернативного вида топлива.....	202

<b>Дайнова У. А., Кабдуалиев Н. М.</b> Исследование технологических способов и технических решений для повышения качества добываемого угля на разрезе «Богатырь».....	208
<b>Жумагулова З. Б.</b> Экологические проблемы развития промышленного производства.....	215
<b>Жуматаев Н. Ш., Естаев А. М., Никифоров А. С.</b> Проблемы эксплуатации котлов типа ДКВР в аспекте повышения энергоэффективности.....	220
<b>Ильин С. А., Приходько Е. В.</b> Влияние частоты на работу оборудования тепловой электрической станции и регулирование частоты.....	223
<b>Кабжанов Г. А., Приходько Е. В.</b> Анализ работы тепловой изоляции тепловых сетей г. Павлодар.....	229
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П.</b> Системы кабельного обогрева для Смарт Сити.....	233
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Акаев А. М.</b> Контроль протечки воды для Смарт home.....	240
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Ахметов Т. М.</b> Защита электроустановок от импульсных грозовых и коммутационных перенапряжений.....	245
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Шапкенов Б. К., Марковский В. П., Кислов А. П., Қонысбек Қ. Б.</b> Устройства защиты от перенапряжений.....	253
<b>Карманов М. Е., Приходько Е. В., Карманов А. Е.</b> Режимно-наладочные работы водогрейных котлов.....	259
<b>Кенжекеев Н. К., Приходько Е. В.</b> Реконструкция схемы тепловой подготовки на входе в технологическую печь П-1 ТОО «ПНХЗ».....	263
<b>Алимгазин А. Ш., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К.</b> Возобновляемые источники энергии для электроснабжения удаленных потребителей.....	269
<b>Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Алимгазин А. Ш., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б.</b> Энергоэффективные технологии в г. Аксу.....	274
<b>Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Алимгазин А. Ш., Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К.</b> Светотехнические энергоэффективные технологии в г. Аксу.....	282
<b>Клецель М. Я., Толеген Т. Т., Талипов О. М., Исабеков Д. Д.</b> Схема токовой защиты на герконах с тестовой диагностикой исправности.....	287