

Казанский государственный энергетический университет

Васильев Евгений Юрьевич

Исследование режимов работоспособности энергооборудовани котлотурбинного цеха

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент
Титов Александр Вячеславович

Казань, 2019

Актуальность темы

В настоящее время ТЭЦ переживают трудные времена. Стоимость электроэнергии и тепла на ТЭЦ которые оснащены устаревшим оборудованием оказывается высокой, а их реализация по высоким тарифам сложной.

В связи с этим определение подхода , направленного на снижение топливных затрат ТЭЦ путем повышения эффективности управления оборудованием является актуальным.



Цель исследования

Исследовать режимы работы энергооборудования, попробовать применить одну из методик повышения энергетической эффективности на Новочебоксарской ТЭЦ- 3 путем оптимизации режимов работы оборудования (турбогенераторов)

Задачи исследования

- Проанализировать существующие методики и выбрать более эффективную;
- Исследовать режимы работы энергооборудования;
- Оценить применимость выбранного метода к оборудованию НТЭЦ-3, разработать программу для предприятия;
- Выдать решение по оптимизации режимов работы оборудования НТЭЦ-3;
- Оценить экономическую эффективность внедрения данного метода.

Научная новизна работы

В применение метода (Султанова) для оптимизации топливоиспользования на оборудовании Новочебоксарской ТЭЦ-3

Практическая значимость

Выбранный метод повышения энергетической эффективности позволяет достичь экономию топлива, без изменения тепловой и электрической нагрузки для конечного потребителя. Предлагаемый метод довольно прост, и не требует постоянных трудоемких испытаний и вычислений, на базе этого разработано программное обеспечение в Microsoft Excel и передано предприятию.

Краткая характеристики НТЭЦ-3

Установленная
электрическая мощность
Новочебоксарской ТЭЦ-3
436 МВт,
тепловая —
869 Гкал/ч.

Новочебоксарская ТЭЦ-3 основанна в
1965 году.

Она является
единственным источником
теплоснабжения в городе, на
станции установлено 5 турбин
(типа Т и ПТ), а так же 7 котлов
(4котла ТГМ 84, и 3 котла
ТГМЭ 464).

Основным топливом на
предприятии является
природный газ, резервным —
мазут.



Метод Султанова

- $$B = \frac{Q_0^{\text{ТУ}}}{\eta_{\text{ТР}} \cdot \eta_{\text{ПГ}} \cdot Q_H^P},$$
- где $Q_0^{\text{ТУ}} = q_{\text{ТУ}} \cdot N_{\text{Э}} + Q_{\text{ТП}}$ -полный расход тепла на турбоустановку, МВт;
- $\eta_{\text{ТР}}$ -КПД трубопроводов, принимаем равным 0,98;
- $\eta_{\text{ПГ}}$ -КПД парового котла, принимаем равным 0,92;
- Q_H^P - Теплота сгорания топлива, МДж/нм³.
- $q_{\text{ТУ}}$ -удельный расход тепла на турбоустановку

Достоинства метода

Метод (Султанова) имеет относительную простоту применения для определения расхода топлива и расчета его изменения для заданного и планируемого режима.

В отличие от других методов, предлагаемый метод может хорошо моделироваться для турбоустановок конкретных ТЭЦ и не потребует постоянных трудоемких вычислений.

Апробация методики на НТЭЦ-3

№п/п	Тип турбоустановки	Вариант	Исходный режим			Расход топлива		
						Фактический	Расчетный	
			МВт	МВт	МВт	В	нм³/с	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ПТ-65-130	1.1	35	23,26	23,26	3,888	4,042	0,040
		1.2	45	46,52	34,89	5,185	5,223	0,007
		1.3	55	46,52	46,52	5,992	6,142	0,025
		1.4	65	69,78	34,89	6,998	6,978	-0,003
2	ПТ-135-130	2.1	75	58,15	93,04	9,380	10,389	0,108
		2.2	90	116,30	69,78	11,354	11,225	-0,011
		2.3	105	0	69,78	9,730	10,918	0,122
		2.4	120	116,30	93,04	13,451	13,802	0,026
3	Т-50-130	3.1	40	-	69,78	4,087	4,132	0,011
		3.2	40	-	58,15	4,013	4,013	0,000
		3.3	50	-	81,41	4,906	4,843	-0,013
		3.4	50	-	69,78	4,814	4,724	-0,019
4	Т-100-130	4.1	40	-	23,26	4,087	4,055	-0,008
		4.2	70	-	46,52	6,358	6,373	0,002
		4.3	85	-	93,04	7,844	7,825	-0,002
		4.4	100	-	69,78	8,600	8,692	0,011

Оценка погрешности расчета

№ п/п	Тип турбоустановки	Вариант	x		
1	ПТ-65-130	1	0,040	0,0118	0,0148
		2	0,007		
		3	0,025		
		4	-0,003		
2	ПТ-135-130	1	0,108	0,0166	0,0533
		2	-0,011		
		3	0,122		
		4	0,026		
3	Т-50-130	1	0,11	-0,0102	0,0098
		2	0,000		
		3	-0,013		
		4	-0,019		
4	Т-100-130	1	-0,008	0,0032	0,0067
		2	0,002		
		3	-0,002		
		4	0,011		

На основании результатов делаем вывод, что для турбоустановок типа ПТ среднеарифметическое взвешенное значение величины отклонения составляет от 1,18% до 1,66%, для турбоустановок типа Т средневзвешенное значение $(B^{00} - B) / B$ не превышает 1%. Для всего ряда выборки экспериментальных данных (16 событий) величина средневзвешенного значения погрешности расчета составит 1,11 %.

Выводы по апробации метода

Проанализировав данную методику на выбранном предприятии мы выяснили что метод рабочий, и величина значения погрешности расчета составит 1,11 %, что вполне допустимо, мы используем метод Султанова для оптимизации топливоиспользования на Новочебоксарской ТЭЦ-3.

Результаты работы

Для эксперимента были выбраны 20 режимов работы оборудования в период с 14 по 18 января и 17 по 20 февраля 2019 года. Данные занесены в таблицу 4.1

Проанализировав данные по режимам работы, мы пришли к выводу что в рассмотренный нами период были более постоянные режимы ТГ ПТ-65-130 (50-55 МВт) ,ТГ Т-100 -130 (99-108 МВт) исходя из этого выбираем более экономичный вариант работы оборудования. Таким оказался режим № 12 из таблицы 4.1

Время	Тип турбоустановки	Исходный режим			Расход топлива	
					Расчетный	Расчетный
		$\text{м}^3/\text{с}$	$\text{м}^3/\text{ч}$	$\text{м}^3/\text{с}$	секундный	часовой
		МВт	МВт	МВт	$\text{нм}^3/\text{с}$	тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$
12-00	ПТ-65-130	59,000	101,605	36,235	6,51	23,442
	T-100-130-5	108,000		136,812	10,10	36,383
	T-100-130-6	89,000		144,732	8,56	30,842
	Сумма	256,000	101,605	317,779	27,22	90,667
Оптимизация	ПТ-65-130	49,000	101,605	36,235	4,93	17,765
	T-100-130-5	108,000		136,812	10,10	36,283
	T-100-130-6	99,000		144,732	9,175	33,303
	Сумма	256,000	101,605	317,779	24,175	87,351

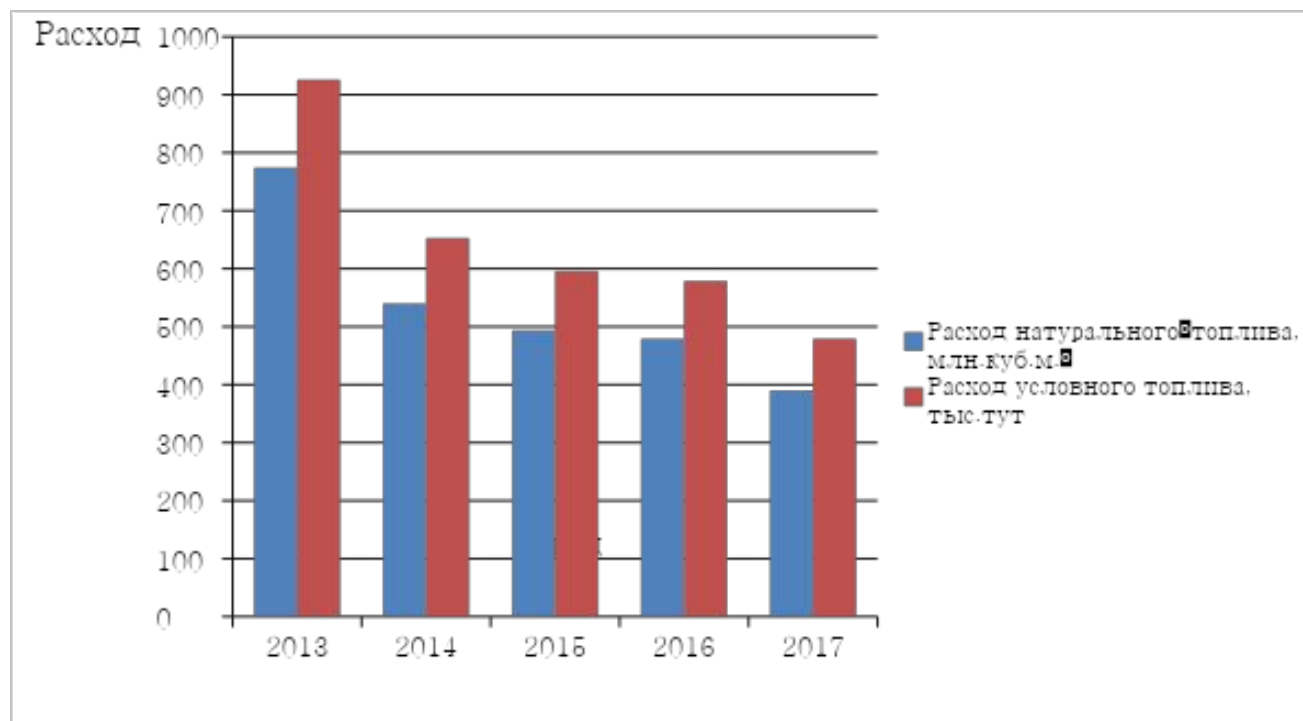
По расчетным данным среднечасовой расход топлива после проведенного перераспределения нагрузок м/у ТГ составил 87,351 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$. Что на 3.36 тыс. $\text{нм}^3/\text{ч}$ меньше чем до испытания

Результаты

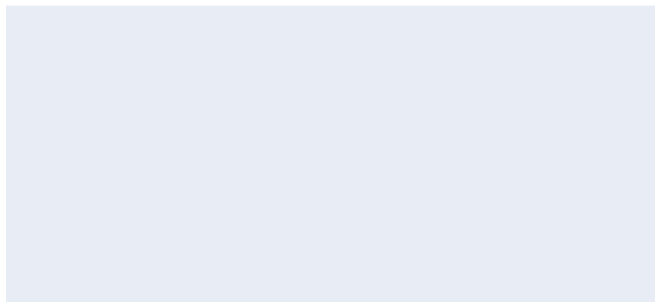
По результатам проведения испытания с целью исследовать режимы работоспособности энергооборудования и оптимизации режимов работы ТЭЦ эффективность использования методики определения энергетической эффективности работы ТЭЦ подтверждается хорошим совпадением прогноза и факта по положительной экономии топлива в объеме 3.15(измерения) [3.36(расчетный)] тыс.м³/час газа. С учетом технических ограничений и условий работы оборудования в ходе испытания, при перераспределении электрической нагрузки между турбоагрегатами в пределах 4 % от суммарной отпускаемой мощности достигается относительный выигрыш в топливе, равный 3,39 %.

Данные о расходе топлива

Показатель	Годы				
	2013	2014	2015	2016	2017
Расход натурального топлива, млн.куб.м.	774,658	540,503	493,000	479,851	390,386
Расход условного топлива, тыс.тут	926,526	653,750	596,250	579,921	479,701



Экономическая оценка оптимизации для различной компоновки оборудования



где $\bar{\Delta}$ - топливный эффект, определяемый по таблице (4.2),
 $\bar{V}_{\text{год}}$ - среднее значение потребления газа в год, принимаем равным 535,680 млн.м³/год;
 $C_{\text{газ}}^{17}$ - средняя закупочная цена газа в 2017 году, равна 5250,65 руб.тыс.м³;
 $I_{\text{ц}}^{18}$ - индекс дефлятор роста цен на газ в 2018 году, принимаем 103,6 %.

№ п/п	Топливный эффект	Экономия
	$\bar{\Delta}$	Э, млн.,руб./год
ПТ-65-130 ПТ-135-130 Т-100-130	0,008	23311,393
Общая для 18 режимов	0,012	34967,09
ПТ-65-130 Т-100-130 Т-100-130	0,018	52450,65

Таким образом в результате внедрения получим максимальную прибыль 52млн.руб в год.

Заключение

В соответствии с задачами исследований в диссертационной работе получены следующие результаты:

- Проанализированы методики повышения энергетической эффективности и выбрана методика Султанова. Она имеет относительную простоту применения.
- Исследовали режимы работы энергоустановок котлотурбинного цеха.
- Опробовав методику на НТЭЦ-3, мы выяснили что погрешность метода не велика, и для 18 событий составляет 1,11 % ,что вполне допустимо, на основании этого была разработана программа на базе Microsoft Excel и передана на предприятие для выбора более оптимальных режимов работы оборудования.
- Были предложены эффективные варианты распределения нагрузок между агрегатами ТЭЦ,топливный эффект составил 0,8(ПТ-65-130 ПТ -135-130 и Т-100-130) и -1,7(ПТ-65-130, и Т-100-130) %, Предложили более экономичный режим работы оборудования, для ТГ ПТ-65-130 в пределах 49-55 МВт, ТГ Т-100-130 от 99 МВт до 108 МВт, полагаясь на более постоянный режим работы.
- Проведена технико - экономическая оценка использования данной методики на НТЭЦ-3. В разной компоновке оборудования рассчитана прибыль полученная на экономии топлива в течение года, для компоновки оборудования (ПТ-65-130 и Т -100-130) прибыль составила около 52млн. руб. в год.

- Спасибо за внимание!