



**Уральский
федеральный
университет**
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»**

Институт новых материалов и технологий

Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии»

**VII Всероссийская научно–практическая конференция
студентов, аспирантов и молодых учёных**

**«Теплотехника и информатика
в образовании, науке и производстве» (ТИМ'2018)
с международным участием**



17–18 мая 2018 г.

<i>Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М., Чесноков Ю. Н., Лаптева А. В.</i> НДТ по оценке климатической нейтральности производства металлопродукции.....	206
<i>Лошкарев Н. Б., Муксинов Д. Ф.</i> Регенеративный теплообменник с жидкометаллическим теплоносителем..	214
<i>Лошкарев Н. Б., Носков В. А., Дружинин Г. М.</i> Математическая модель нагрева металла в методической печи с шагающими балками.....	223
<i>Лядов И. Д., Киселев Е. В.</i> Совершенствование тепловой работы камерной электрической печи сопротивления	228
<i>Манахов К. С., Дружинин Г. М.</i> Разработка регенеративной системы отопления кольцевой печи.....	233
<i>Масленников Г. Е., Микула В. А.</i> Верификация модели абразивного износа газоохладителя ПГУ–ВЦГ по схеме Shell в пакете CFD.....	237
<i>Матюхин В. И., Хандошка А. В., Журавлев С. Я., Матюхина А. В.</i> Тепловая и газодинамическая работа в минераловатной вагранке	242
<i>Морозова Е. А., Матюхин В. И.</i> Особенности изменения свойств обожженных проб мела	247
<i>Плесакин И. В., Воронов Г. В., Глухов И. В.</i> Анализ процесса дожигания монооксида углерода в рабочем пространстве современной дуговой сталеплавильной печи.....	255
<i>Плешкова А. В., Воронов Г. В.</i> Исследование тепловой работы вельц-печи.....	259
<i>Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Арипова Н. М.</i> Анализ способов снижения температуры уходящих газов высокотемпературных установок за счет технологических мероприятий ...	264
<i>Приходько Е. В., Жагапаров Н. А.</i> Модернизация питательного насоса ТЭЦ АО "Алюминий Казахстана"	269
<i>Проданов С. А., Воронов Г. В.</i> Исследование тепловой работы фурм КВС.....	273
<i>Рузиев С. Ф., Матюхин В. И.</i> Модернизация процесса сушки сталеразливочного ковша	277
<i>Селезнев Е. С., Худяков П. Ю., Филиппов П. С.</i> Расчет и моделирование тепловых схем ТЭС с использованием собственной библиотеки свойств воды и водяного пара Water-Steam Calculator	281
<i>Семенов Н. А., Микула В. А.</i> К вопросу об утилизации высокотемпературных тепловых отходов.....	286

5. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1971. – 460 с.

УДК 62-81

Е. В. Приходько, Н. А. Жагапаров

ПГУ им. С.Торайгырова, г. Павлодар, Казахстан

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА ТЭЦ АО "АЛЮМИНИЙ КАЗАХСТАНА"

Аннотация

В статье приводится описание работы питательного насоса с электроприводом и турбоприводом для работы тепловой схемы ТЭЦ-1 г. Павлодара. Рассмотрены эффективность, надежность работы питательного насоса, приводом которого служит турбина, а также экономическая сторона данного вопроса и примеры, где уже применены питательные насосы данного типа. Также описаны данные демонтируемого оборудования электропривода, и монтируемого оборудования турбопривода. Приведены требования к насосу с турбоприводом для установки его на ТЭЦ. Описаны преимущества и недостатки питательного насоса с турбоприводом.

Ключевые слова: электропривод, турбопривод, питательный насос.

Abstract

The article describes the operation of a feed pump with an electric drive and a turbo drive for the operation of the thermal scheme of TPP-1 in Pavlodar. The efficiency, reliability of the feed pump, driven by a turbine, as well as the economic side of this issue and examples where feed pumps of this type have been used, are considered. The data of the dismantled equipment of the electric drive, and the mounted equipment of the turbo drive are also described. The requirements for a pump with a turbo drive for its installation at a CHPP are given. Advantages and disadvantages of a feed pump with a turbo drive are described.

Key words: electric drive, turbo drive, feed pump.

I. Введение

На ТЭЦ АО «АК» рассматривается проект модернизации питательного насоса с заменой электропривода на турбопривод, что позволит увеличить мощность насоса, даст рост повышения КПД станции, и обеспечит высокую надежность в подготовке питательной воды с хорошими параметрами для надежной работы котлов.

Актуальность решения этой проблемы становится еще более понятной, если учесть, что энергия, потребления при работе действующего насоса, составляет весьма существенную долю в энергетическом балансе станции. Именно поэтому в конструкцию питательного насоса вносятся усовершенствования, направленные на повышение экономичности и надежности.

Длительный опыт эксплуатации на ГРЭСах подтверждает эффективность и правильность конструктивных усовершенствований.

II. Постановка задачи

Для того чтобы схема с использованием турбопривода была эффективнее электропривода и соответствовала условиям размещения и работы на действующих ТЭЦ, турбопривод должен соответствовать ряду требований. К ним относят высокую маневренность, обеспечение необходимых параметров питательного насоса на всех режимах работы котлоагрегата в течение года, экономичность, простоту в обслуживании, возможность размещения на фундаменте насоса на освободившемся от электродвигателя месте и др.

III. Теория

Питательная установка включает дополнительно запорные задвижки на входе и выходе насосов, обратные клапаны, фильтры предварительной очистки воды. Предусматривается сбросное устройство насоса на линии рециркуляции. Оно защищает насосы от запаривания при пуске и работе на холостом ходу и рассчитано на сброс 10–15 % полного расхода питательной воды в деаэрационный бак.

При часто изменяемой нагрузке паротурбинный привод питательных насосов эффективней и намного лучше электрического привода. Мощность, потребляемая питательным насосом с электроприводом, изменяется пропорционально второй степени расхода воды $D_{п.п.}$, а с паротурбинным приводом – примерно пропорциональна третьей степени расхода воды, т.е. близко к условиям идеального регулирования.

Таким образом, потребление мощности насосом с турбинным приводом всегда меньше, чем насосом с электроприводом. Турбинный привод позволяет плавно регулировать частоту вращения изменением подачи пара на приводную турбину.

При поперечной структуре электростанции производительность питательной установки регулируется, прежде всего, числом работающих насосов. Для уменьшения расхода воды, подаваемой электропитательным насосом, при небольших нагрузках применяют гидромуфты. Они позволяют осуществить плавное изменение частоты вращения насоса при той же частоте вращения приводного электродвигателя.

IV. Результаты экспериментов

Проектом предусмотрена замена существующего электропривода питательного насоса типа ПЭ–580–185–5 ст. №3 на турбину Р–3,7–1,4/0,15 производства ООО «Комтэк–Энергосервис», г. Санкт-Петербург, и дополнительно демонтаж оборудования.

Так же замене подлежит участок паропровода Ø 426 на рабочие параметры $P = 0,15 \text{ МПа}$ $t = 150 \text{ }^\circ\text{C}$.

В качестве недостатков парового турбопривода можно выделить следующие:

1. Усложнение тепловой схемы. Необходимы дополнительные трубопроводы, запорная, регулирующая и защитная арматура.

2. Влияние режимов работы энергетической турбины на работу приводной турбины, что при малых нагрузках требует переключений питания приводной турбины с одних отборов на другие или на дополнительный источник пара.

3. Более низкая маневренность по сравнению с электроприводом. Сложный и длительный пуск. Большие затраты энергии в пускоостановочных режимах и при нахождении в аварийном резерве.

Таблица

Характеристики демонтируемого и монтируемого оборудования

Демонтируемое оборудование			Монтируемое оборудование		
Наименование	Кол.	Тип, марка, техническая характеристика	Наименование	Кол.	Тип, марка, техническая характеристика
Электродвигатель ПЭН-580-185-5	1	4АМ5000/6000 УХЛ4, N=5000 кВт, n=1450 об/мин	Турбина паровая с противодавлением	1	P=3,7-1,4/0,15П N = 3700 кВт, G _{ном} = 43,5 т/ч P _{ном} = 1,4 МПа
Маслобак	1	V=2 м ³	Обшивка привода	1	
Маслоохладитель	1	МХ-5	Блок коробок клапанов с сервомоторами	1	G _{ном} = 43,5 т/ч P _{ном} = 1,4 МПа,
Маслоохладитель	1	МО-25	Маслостанция в комплекте: главный, резервный и аварийный масляный насос, маслоохладитель, фильтры	1	V = 900 л.
Насос масляный шестеренный	2	НМШ 25-6,3/12,5 Q = 6,3 м ³ /ч, P = 0,25 МПа с электродвигателем N = 2,2 кВт, n = 1450 об/мин	Эжектор с опорой	1	G _{ном} = 2,5 м ³ /ч P _{ном} = 0,15 МПа t _{хл ном} = 280 °С

V. Обсуждение результатов

Наличие поперечных связей накладывает определенные ограничения на возможное использование ТПН на ТЭЦ. Экономическая целесообразность применения турбоприводов на ТЭЦ не очевидна и должна определяться строго индивидуально в зависимости от режимов работы турбинного оборудования, графиков тепловых и электрических нагрузок, наличия потребителей редуцированного пара и др.

Эффективность турбопривода на энергоблоках 150–200 МВт более однозначна, поскольку блочная компоновка снимает ряд ограничений по гидравлическому режиму работы питательного насоса. Снижение электрических собственных нужд за счет регулирования оборотов с помощью ТПН на режимах разгрузки турбины составляет до 750–950 кВт, что позволяет экономить топливо до 2600–3000 т у.т./год (в зависимости от типа питательного насоса), в том числе дорогостоящего высокореакционного топлива. Внедрение турбопривода на

энергоблоках 150–200 МВт позволит обеспечить следующие преимущества: – благодаря блочной компоновке обеспечивается возможность изменения в широких пределах производительности и напора питательного насоса путем регулирования числа его оборотов при значительном уменьшении энергопотребления; – обеспечивается эксплуатационная маневренность блока при покрытии широкого диапазона возможных нагрузок.

VI. Выводы и заключение

Модернизация питательного насоса на ТЭЦ АО «АК» с заменой электропривода на турбопривод позволит увеличить мощность насоса, даст рост повышения КПД станции, и обеспечит высокую надежность в подготовке питательной воды с хорошими параметрами для надежной работы котлов.

Использование на ТЭЦ турбопривода питательного насоса взамен электродвигателя позволяет решить две основные задачи: повысить выработку и отпуск электрической и тепловой энергии на станции; реализовать возможность эффективного регулирования производительности насоса.

Первая задача решается за счет того, что в головную часть турбины типа ПТ или Р, обычно недогруженной по пару производственного отбора, подается дополнительный острый пар в количестве, необходимом для работы турбопривода.

Решение второй задачи связано с тем, что такие механизмы регулирования производительности питательного насоса, как гидромурфта или частотный преобразователь, имеют более низкий КПД на режимах частичной загрузки.

Из примеров успешной замены электроприводов питательного насоса турбинами малой мощности компании ООО «Комтек-Энергосервис», можно привести реконструкции питательных насосов с подачей от 380 до 720 м³/ч, реализованные на следующих электростанциях: Иркутская ТЭЦ–11 ПН–580–185, Черниговская ТЭЦ ПН–380–200, Ново-Кемеровская ТЭЦ ПН–500–180 и ПН–580–185, Красноярская ТЭЦ–1 ПН–720–185, Нижнекамская ТЭЦ ПН–580–185, Казанская ТЭЦ–3 два питательных насоса ПН–500–180.

Список используемых источников

1. Богун В.С. Питательные насосы ОАО «Пролетарский завод» для энергоблоков 250–1200 МВт / В.С. Богун, М.П. Морозов, А.П. Юрков // Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения в 21 веке: труды науч.-техн. конф. 4-6 июня 2003. – СПб.: Санкт-Петербург. гос. политехнический институт, 2003. – С. 133-140.

2. Заняткин Г.С. Промышленные испытания питательного насоса ПЭ–580–200 с гидромурфтой / Г.С. Заняткин, А.К. Кириш // Электрические станции, 1971. – 232 с.

3. А.с. 1571308 СССР. Многоступенчатый центробежный насос / Л.Е. Чегурко, Б.А. Габов, Ю.Н. Гетман. 1990. Бюл. № 22.

4. Чегурко Л.Е. Предложения по повышению надежности питательных насосов / Л.Е. Чегурко, В.А. Васильев // Энергетик. 1985. № 8. С. 13-15.