

УДК 621.311.25

**ТУРБОПРИВОД ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА
TURBO DRIVE OF THE FEED PUMP**

И.В. Рапута

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
pronkevichAV@mail.ru

I. Raputa

Supervisor – E. Pronkevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в статье отображены конструктивные особенности, преимущества и недостатки питательных насосов с турбоприводом.*

***Abstract:** the article shows the design features and advantages of feed pumps with turbo drive.*

***Ключевые слова:** питательный насос, электропривод, турбопривод, гидромуфта, подшипник.*

***Keywords:** feed pump, electric drive, turbo drive, hydraulic coupling, bearing.*

Введение

Тепловая энергетика требует постоянного усовершенствования насосного оборудования, т.е. модернизации конструкции и совершенствование технологии его изготовления, а также повышения энергоэффективности насосных агрегатов. Насосное оборудование тепловых электростанций - это основной потребитель электроэнергии, расходуемой на их собственные нужды.

Работа тепловых и атомных электростанций основана на перемещении большого количества жидкостей [1].

Основная часть

Питательные насосы являются одними из самых важных вспомогательных машин ТЭС. Основное их назначение - это подача предварительно очищенной от химических веществ питательной воды в котел. Успешная эксплуатация ТЭЦ обеспечивается эффективной работой и надежностью питательных насосов.

Экономичность работы энергоблоков ТЭС определяется в большей мереработой питательных насосов, а точнее, режимом их работы.

Питательные насосы должны соответствовать определенным критериям эффективности и надежности. Назовем основные из них:

1. Герметичность конструкции, а также её температурное расширение при изменении температуры перекачиваемой жидкости.

2. Устойчивость к вибрации при изменении режимов работы.

3. Долгосрочность работы без изменения параметров и замены основных деталей.

4. Количество насосов.

5. Устойчивая работа в системе при параллельном включении.

Для питательных насосов с небольшой мощностью применяется асинхронный двигатель, выполняющий роль привода (рисунок 1). Такой привод достаточно несложен в эксплуатации, с высоким КПД.



Рисунок 1 – Насос с электроприводом [1]

Пуск электродвигателя осуществляется напрямую от сети. Ресурс запусков таких двигателей ограничен. Они быстро выходят из строя за счёт износа обмотки, что требует частых ремонтов, из – за которых несутся дополнительные затраты.

Если необходимо, то можно регулировать расход питательной среды гидравлическим сопротивлением, однако при этом часть напора, создаваемого насосом, бесполезно тратится на преодоление сопротивления и при этом рассеивается соответствующая мощность. Насос быстро теряет свой потенциал.

Можно также для регулировки использовать гидромuftу. Она изменяет скорость вращения вала, не изменяя скорости вращения электродвигателя.

Считается, что такое регулирование экономичнее, однако при снижении нагрузки блока, КПД снижается примерно на 25%.

Питательный насос работает при постоянном напоре и оборотах в том случае, если энергоблок нагружен не полностью, а частично. Регулирование его производительности осуществляется регулятором производительности котла, перепад давлений на котором возрастает. В этом случае потребляемая питательным насосом мощность снижается незначительно.

Замена электропривода на турбопривод в питательном насосе позволит перевести его на переменное число оборотов. Это скажется на экономичной работе энергоблока. Перепад давления на нем будет более 5–10 кг/см² при максимальном открытии регуляторов производительности котла [2].

Турбопривод – это паровая турбина небольшой мощности с противодавлением (рисунок 2).



Рисунок 2 – Насос с турбоприводом [1]

Рассмотрим более подробно применение турбопривода в питательном насосе, изображённом на рисунке 3.

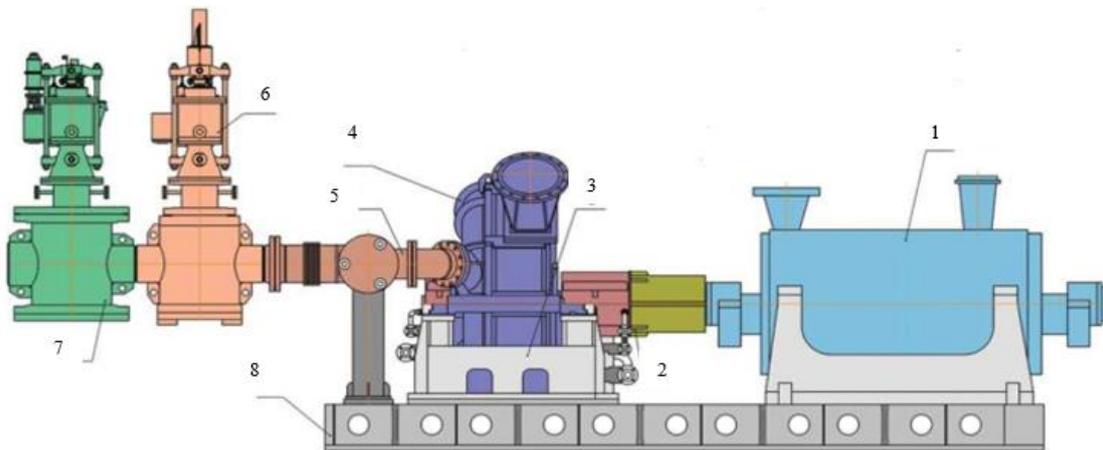


Рисунок 3 – Питательный насос с турбоприводом [2]:

- 1 – питательный насос; 2 – муфта; 3 – опора цилиндра; 4 – цилиндр;
5 – блок компенсаторный; 6 – регулирующий клапан с линейным приводом;
7 – стопорный клапан с паровым ситом; 8 – фундаментная рама

Основой турбопривода является цилиндр. Он крепится на опору. Преимущество его в том, что имеется разъём. Для надёжного удержания цилиндра предусмотрены плоские ножки.

В конструкции предусмотрены опорные и упорные подшипники.

Подшипники обеспечивают необходимое положение вращающегося ротора относительно деталей статора и воспринимают усилия, действующие на ротор. Конструкция опорных подшипников и соединение их с корпусом турбины должна обеспечивать малые радиальные зазоры в проточной части и уплотнениях.

В опорных подшипниках и колодках упорного, применяется баббитовая заливка. С целью уменьшения потерь трения и расхода масла, а так же возможности использования другой смазывающей жидкости, может быть

использован композитный материал на основе фторопласта. При этом повышается надёжность работы.

В работе турбопривода используется двухвенечная ступень скорости с двумя рядами лопаток. Пар с начальными параметрами и скоростью поступает в каналы соплового аппарата, расширяется. При расширении потенциальная энергия преобразуется в кинетическую. В результате абсолютная скорость потока пара на выходе из соплового аппарата увеличивается, а давление снижается.

Сопло состоит из двух полукольцевых пластин, имеющих горизонтальный разъем. Каждая половина имеет сопловые лопатки.

Рабочее колесо, расположенное в нижней части соплового аппарата, имеет уплотнение.

В случае экстренных ситуаций имеется стопорный клапан, перекрывающий поток среды. Паровое сито очищает пар от загрязнений.

Регулирующий клапан служит для равномерного пропуска среды по трубопроводу, а так же может перекрывать поток.

На валу корпуса концевого уплотнения надеты угольные сегменты. Такое уплотнение способствует минимальным протечкам пара, а также не возникает необходимость разборки цилиндра турбины при замене масла.

Установленная кулачковая муфта повышает ресурс работы, не требует масла для смазки, создаёт минимальные нагрузки на оси [2].

Чтобы замена электропривода на турбопривод в питательном насосе была целесообразной и эффективной необходимо:

1. Экономичность на всех режимах работы.
2. Простота в обслуживании.
3. Отсутствие схемных переключений.
4. Габаритность (размещение на месте электродвигателя и не превышение весовой нагрузки).
5. Высокая маневренность;
6. Обеспечение необходимых параметров питательного насоса на всех режимах работы котлоагрегата.

Можно выделить ряд преимуществ применения турбопривода:

1. Нет ограничения мощности.
2. Снижение электрической мощности потребителей собственных нужд и увеличение выдачи мощности генератора блока в сеть.
3. Частотное регулирования работы насоса, за счёт изменением количества пара, подаваемого в турбину привода.
4. Плавное регулирование частоты в необходимом диапазоне.
5. Устойчивая работы блока при нестабильных режимах в энергосистеме по напряжению и частоте.

К недостаткам турбопривода можно отнести: усложнённую тепловую схему блока из – за паропроводов, трубопроводов и дополнительных насосов; необходимость пусковой котельной или резервного питательного насоса при пуске блока.

За счет замены электропривода на турбопривод сокращается потребление электроэнергии. ТЭЦ может дополнительно предоставлять тепло внешним потребителям. Турбопривод обеспечивает наиболее экономичное регулирование производительности питательного насоса путем изменения числа оборотов ротора.

Заключение

При использовании турбопривода для питательного насоса возможно достичь ряда преимуществ: эффективно изменить производительность и напор насоса при минимальном потреблении энергии путем регулирования его оборотов; использование в энергоблоках большой мощности (300–800 МВт); снижение потребления энергии при незначительной разгрузке.

Литература

1. Насосы паротурбинных установок ТЭС – это очень просто: учебное пособие / Ю.М. Бродов [и др.]; под общей ред. проф. Ю.М. Бродова. – Министерство науки и высш. образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 132 с.
2. Энергетические насосы: справочное пособие / В.В. Малюшенко, А.К. Михайлов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 200 с.
3. Энергетика и энергосбережение: теория и практика [Электронный ресурс]: сб. материалов III Всероссийской науч.-практ. конф., 13–15 декабря 2017 г. / Мин-во об-я и н-ки Рос. Фед., ФГБОУ ВО «Кузбасский гос. технич. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; ред. колл.: В.Г. Каширских [и др.]. – Кемерово: КузГТУ, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).