

УДК 621.65.03

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ НАСОСОВ НА ТЭС
APPLICATION OF DIFFERENT TYPES OF PUMPS AT TPP**

Е.И. Смыкал, М.В. Шепелев

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

pronkevichAV@mail.ru

E. Smykal, M. Shepelev

Supervisor – E. Pronkevich, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: В статье рассмотрены основные виды как непосредственно насосов, применяемых на тепловых электрических станциях (ТЭС), так и насосов в целом. Суть статьи заключается в формировании классификации насосов, их описания, выделения преимуществ и недостатков для дальнейшего рассмотрения современных типов насосов, используемых на ТЭС, с целью дать характеристику и описание, а также обозначить влияние на работу станции в целом.

Abstract: The article discusses the main types of both directly pumps used at thermal power plants (TPP), and pumps in general. The essence of the article lies in the formation of a classification of pumps, their description, highlighting the advantages and disadvantages for further consideration of modern types of pumps used at TPPs, in order to give a characteristic and description, as well as to indicate the impact on the operation of the station as a whole.

Ключевые слова: ТЭС, насосы, классификация, принцип действия, преимущества, недостатки, требования.

Key words: TPP, pumps, classification, principle of operation, advantages, disadvantages, requirements.

Введение

Насосы – одна из ключевых частей технологической схемы тепловой электростанции (ТЭС). Благодаря им работают теплообменное оборудование, парогенераторы, паровые турбины, а также другое базовое оборудование. Насосы, используемые на тепловых электростанциях, предназначены непосредственно для преобразования механической работы привода двигателя в энергию потока жидкости, необходимую для создания и перемещения давления этой жидкости. Жидкости, являющиеся рабочими средами и движущиеся по трубопроводам станций, могут быть разными, например: мазут, вода, дренаж, масло и т. д. Их движение может происходить под действием разных параметров.

Основная часть

Под динамическими насосами понимаются устройства, в которых рабочий орган, выполняющий основную функцию и представленный в виде рабочего колеса с лопастями, работает с потоком жидкости, что непосредственно приво-

дит к увеличению энергии жидкости. В свою очередь, насосы динамического принципа действия подразделяются на лопастные и вихревые.

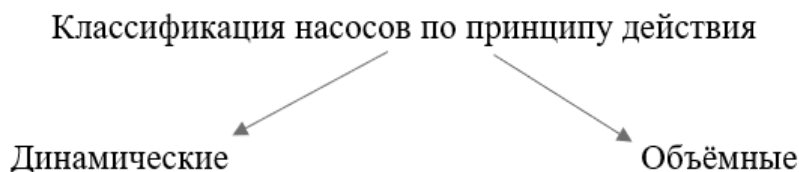


Рисунок 1 – Классификация насосов по принципу действия

В вихревых насосах лопатки, представленные в виде крыльчаток, установлены таким образом, что жидкость движется по раскручивающейся спирали. Благодаря этому жидкость попадает в периферийную зону рабочей камеры, а в образованной полости образуется зона разряжения, которая создает всасывающую силу и последующее проталкивание жидкости по трубопроводу. В свою очередь, движение перекачиваемой жидкости и крыльчаток создает центробежную силу, увеличивающую напор. К преимуществам насосов вихревого типа можно отнести: относительную дешевизну устройства; простота ремонта и обслуживания, высокое давление на выходе; функция самовсасывания жидкости. Основные недостатки: низкая эффективность; отсутствие возможности перекачивать высоковязкую жидкость; невозможность перекачивать загрязненную жидкость.

Аналогичный принцип действия имеют лопастные насосы. Жидкость в камере движется исключительно за счет движения самих лопаток. Центробежная сила, возникающая в результате этого движения, смещает транспортируемое вещество от центра к периферии, а затем удаляет его дальше по системе трубопроводов. Лопастные насосы имеют следующие преимущества: КПД выше, чем у вихревых насосов; практически полное отсутствие шума в рабочем режиме; надежность и компактность. Список недостатков: относительно высокая стоимость; уязвимость к недостаточно очищенной воде; нет возможности перекачки жидкости, содержащей газы.

Жидкость в агрегатах объемного типа движется за счет поверхностного давления с периодическим изменением объема насосной камеры, попеременно сообщаясь с входом и выходом насоса. К таким насосам относят роторные и возвратно-поступательные насосы.

В роторных гидравлических машинах рабочая среда перекачивается за счет вытеснения. Рабочие полости в цилиндре насоса, образованные поршнями и винтами, позволяют вытеснять жидкость из полости всасывания и полости нагнетания за счет того, что размеры полости всасывания больше, чем полости нагнетания. Роторные насосы, классифицируемые по принципу конструкции рабочего органа, бывают: шестеренчатые, кулачковые, роликовые, винтовые и лопастные.

Возвратно-поступательные агрегаты работают по следующему принципу: перекачка жидкости происходит за счет осевого перемещения поршня цилиндра насоса. Он, в свою очередь, циклически связан с патрубками (нагнетатель-

ным и всасывающим) через напорный и всасывающий клапаны. В результате поступательного движения поршня рабочий объем насоса увеличивается, затем в цилиндре образуется разрежение. За счет вакуума жидкость засасывается через всасывающий клапан, а при обратном ходе поршня из-за уменьшения рабочего объема вытесняется в выходное отверстие насоса через нагнетательный клапан. Группа возвратно-поступательных насосов подразделяется на поршневые и мембранные. Их главное отличие заключается в форме вытеснителя.

Основными преимуществами роторных насосных установок (над возвратно-поступательными) являются более равномерная подача жидкости; больше КПД; меньшие потери мощности; более высокая скорость.

К недостаткам можно отнести: относительную сложность конструкции; высокая стоимость ремонта и обслуживания; повышенные требования к качеству перекачиваемой жидкости.

Разнообразие насосов, применяемых на тепловых электростанциях, достаточно большое. Гидравлические машины, применяемые на ТЭС, в зависимости от назначения делятся на две группы: насосы для основного технологического назначения и вспомогательного технологического назначения.



Рисунок 2 – Классификация насосов основного технологического назначения

Плунжерные и поршневые насосы, в основном, представляют первую группу.



Рисунок 3 – Классификация насосов вспомогательного технологического назначения

А также другие. Винтовые, пластинчатые и зубчатые гидравлические машины, в основном, представляют вторую группу.

Питательные насосы. Этот тип насоса является одним из наиболее значимых и ответственных вспомогательных агрегатов тепловой электростанции. Питательные гидравлические машины оснащены электро-, турбоприводом. Выбор привода питающего насоса напрямую зависит от мощности и давления энергоблока, в котором они используются. Так, на блоках мощностью до 210 МВт и давлением 13 МПа применяются питательные насосы с электроприводом с установкой одного агрегата на полную мощность от максимального расхода питательной воды на блок, либо двух агрегатов с максимальным расходом питательной воды на агрегат. Производительность 50 % от максимального расхода питательной воды на единицу. На блоках мощностью 300 МВт (конденсационный) и 250 МВт (отопительный) устанавливаются один питательный насос полной мощности, но с приводом от паровой турбины с противодавлением, и один пускорезервный насос половинной мощности с гидравлической муфтой. В свою очередь, на более крупных энергоблоках (500 МВт и выше) устанавливаются два питательных насоса, приводимые в действие паровыми турбинами конденсационного типа, мощностью по 50 % каждая с избыточной подачей пара на приводные турбины. Это делается для сброса выхлопа из основных турбин. Параметры питательных агрегатов стандартных образцов определяются государственными стандартами ГОСТ. В результате работы ТЭС вода из деаэратора попадает в питательный насос. Температура воды равна температуре насыщения, поэтому для исключения кавитации требуется подпор. Часто бывает необходимо установить дополнительные подпиточные (бустерные) насосы для обеспечения необходимой поддержки.



Рисунок 4 – Питательный насос

Циркуляционные насосы – необходимое вспомогательное оборудование станции, без которого технологический процесс был бы невозможен. Они предназначены для подачи охлаждающей воды из водных источников на тепловую электростанцию. Энергетические циркуляционные насосы характеризуются высокой производительностью при относительно низком напоре 0,15 – 0,2 МПа. Циркуляционные гидравлические машины бывают двух основ-

ных типов: на береговых насосных станциях блочных ТЭС, преобладают осевые циркуляционные насосы. Вертикальные центробежные насосы на ТЭС используются с оборотными системами водоснабжения с градирней. Агрегаты предназначены для перекачивания воды температурой 10 – 30 °С и подачи до 18 300 кг/с при давлении до 0,23 МПа.

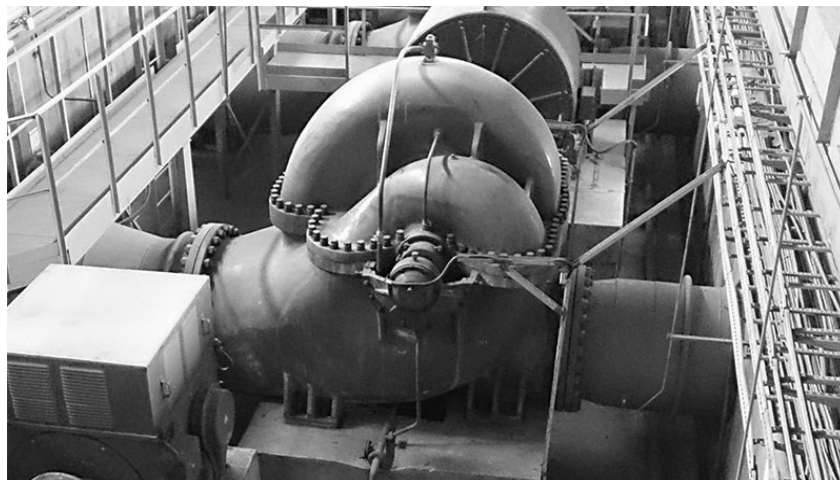


Рисунок 5 – Циркуляционный насос

Конденсатные насосные установки. Гидравлические машины этого типа – это устройства, предназначенные для перекачивания жидкости, пара, а также откачки уже образовавшегося конденсата при работе теплообменников и паровых устройств. Конденсатные насосы работают с минимальным запасом на кавитацию, что свидетельствует о высоких требованиях к надежности этих установок. Условия эксплуатации требуют применения насосов относительно небольшой скорости, установки для первой ступени насоса с рабочими колесами специальной конструкции с высокой всасывающей способностью. В качестве конденсатных насосов на электростанции используются только горизонтальные и вертикальные центробежные насосы. Отличительной особенностью является то, что в паровом пространстве конденсаторов ТЭС достигается разрежение 94 – 97 %.

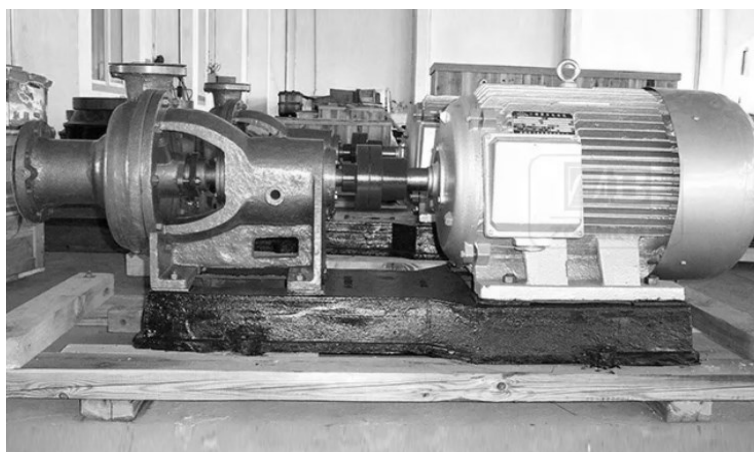


Рисунок 6 – Конденсатный насос

Насосы, применяемые на ТЭС, обеспечивают надежную работу основного оборудования станции при всех нагрузках, что является обязательным условием, поэтому к ним предъявляется ряд требований, таких как:

- высокая надежность;
- долговечность в работе;
- высокая экономичность в эксплуатации;
- обеспечение условий для последующего монтажа и ремонта;
- удобство компоновки;
- оптимальные габариты и масса.

Заключение

Таким образом, насосы, применяемые на тепловых электростанциях, являются важнейшей составляющей технологической схемы. Они могут работать в разных условиях, обеспечивая надежную работу всей ТЭС. При этом режим работы каждого насосного агрегата напрямую зависит от работы основного оборудования станции.

Литература

1. Боровков В.М., Аль-Алафин А. Эффективность применения тепловых насосов на тепловых электростанциях с парогазовыми установками: учебное пособие. – 2008.

2. О напоре циркуляционных насосов тепловых электростанций [Электронный ресурс] / о напоре циркуляционных насосов тепловых электростанций. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-napore-tsirkulyatsionnyh-nasosov-teplovyyh-elektrostantsiy/viewer/>. – Дата доступа: 09.03.2021.

3. Рихтер Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – С. 114-138.

4. Тенденции развития питательных насосов [Электронный ресурс] / тенденции развития питательных насосов. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-pitatelnyh-nasosov/viewer/>. – Дата доступа: 09.03.2021.