

УДК: 62-523.3:658.265

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВМЕЩЕННЫХ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

БОРУКЕЕВ Т.С.

КГТУ им. И Раззакова

E-mail: Tuigun\_ktu@rambler.ru

*В статье рассматривается предлагаемая конструкция электрогидравлического комплекса (ЭГК) с улучшенными технико-экономическими показателями, расчет параметров коэффициента быстроходности и кавитационного запаса. Приведены сравнительные данные предлагаемого ЭГК с серийными осевыми насосами.*

*In article the offered design of an electrohydraulic complex (EGK) with the improved technical and economic indicators, calculation of parameters of coefficient of rapidity and a cavitation stock is considered. Comparative data of offered EGK with serial axial pumps are provided.*

Основными типами современных тепловых энергосетей (ТЭС) большой мощности являются тепловые электроцентралы (ТЭЦ) с турбинами, имеющими регулируемые отборы пара для производства электрической и тепловой энергии.

Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) — разновидность тепловой электростанции которая производит не только электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов).

Бишкекская ТЭЦ была построена в 60-е годы прошлого века, поэтому гидротехнические сооружения, в том числе насосное оборудование для обеспечения технической водой не соответствует современным требованиям и неэффективны.

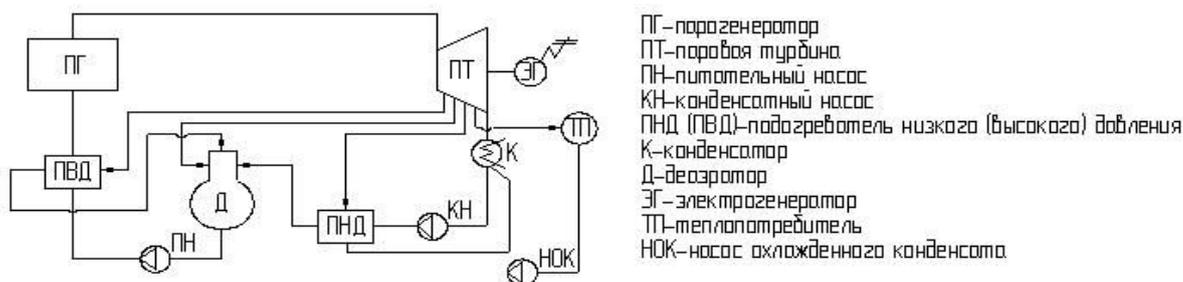


Рис.1. Принципиальная схема ТЭС



Для обеспечения нормального режима работы ТЭС постоянно требуется техническая вода для охлаждения многих узлов, деталей и конденсаторов. Как видно из рис.1 насосное оборудование теплоэлектро-станции по установленной мощности среди вспомогательного оборудования и многообразию применяемых конструкции для различных условий работы занимает ведущее место.

В связи с ускоренным развитием энергетики, укрупнением энергоблоков ТЭС и АЭС разрабатываются новые конструкции насосных станции и гидротехнических сооружений систем технического водоснабжения, создаются новые конструкции диагональных и осевых насосов, проводятся исследования по увеличению экономичности, эффективности и надежности работы сооружений и оборудования.

К приводным электродвигателям насосных агрегатов ТЭС и АЭС предъявляется ряд специфических требований. В первую очередь должна быть обеспечена высокая надежность их работы. Мощность электродвигателей центробежных, осевых и диагональных насосов выбирается с учетом возможности пуска и разворота агрегатов как при номинальном напряжении на зажимах электродвигателей, так и при напряжении, равном 0,8 номинального [1].

Тип и конструкция насосов должны обеспечивать минимум приведенных затрат по всей электростанции. Использование совмещенных комплексов, сочетание в одном техническом оборудовании двигатель и насос, дает возможность уменьшить габариты насосной станции и финансовые затраты на строительство этой станции. Одновременно применив новые конструкции можно улучшить технические и энергетические показатели насосного комплекса и в целом повысить эффективность работы ТЭС улучшив систему технического водоснабжения.

Предлагаемая конструкция электрогидравлического комплекса (ЭГК) показано на рис.1. Особенностью конструкции ЭГК заключается в том, что общая мощность комплекса распределяется по нескольким друг от друга не зависящих двигателей, работающие на один «вал».

Конструкция совмещенного ЭГК состоит из нескольких статоров 1, сердечники которых выполнены из полосовой электротехнической стали навитые в виде тороида, на торцевых поверхностях которых выполнены прямоугольно открытые пазы для трехфазной обмотки статора, причем на одном сердечнике статора расположены по обеим торцам в пазах две трехфазные 2, электрически не связанные между собой, а сердечники установлены на корпусе 12, закрепленная на крестовинах 13, опирающиеся на железобетонные опоры 14.

Между статорами располагаются массивные ротора 3 с алюминиевой, стальной к.з. обмотками и массивной частью ротора, причем на одном сердечнике ротора выше перечисленные к.з. обмотки 4 каждая из которых по обеим торцам массива ротора. Массивные ферромагнитные ротора крепится к втулке 6 стальному цилиндру 15 с помощью болтов 7.

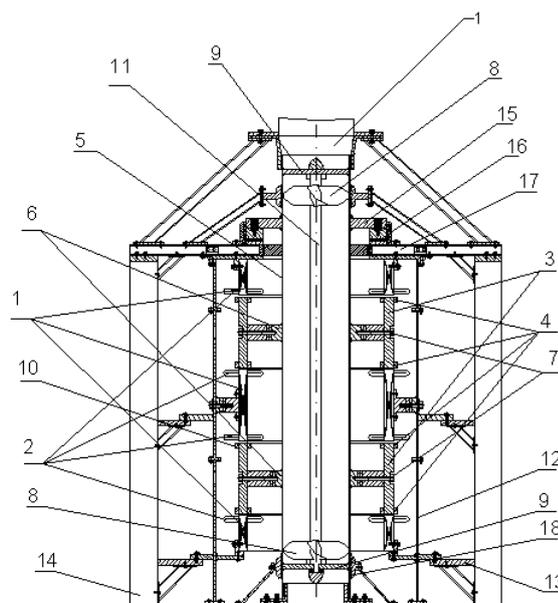


Рис.2. Конструкция электрогидравлического комплекса ЭГК.

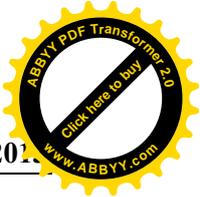
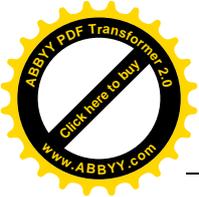
На стальном цилиндре 5 с внутренней поверхности укреплены два рабочих осевых гидравлических колеса 8 опирающиеся на вал 11 и одновременно на крестовину 9 с лопастями, выполняющие функции изменяющего направление потока воды, т.е. вращательное движение потока в поступательное или наоборот. Для вращательного движения роторов с цилиндром и осевых насосов в качестве опор вращающихся частей ЭГК использованы комбинированный подпятник 15 с верхним направляющим подшипником 16, расположенные на верхней несущей крестовине 17. Нижний направляющий подшипник 18 установлен у всасывающего конфузора и опирается на бетонный блок подземной части насосов станции.

Сочетание в асинхронном электрогидравлическом комплексе рабочих органов двух лопастных осевых насосов и нескольких роторов, осуществляющие перенос электромагнитной энергии от роторов цилиндру роторов, а соответственно и приводному осевым насосам, существенно влияет на процессы преобразования энергии. Связующим звеном между ротором, цилиндром и осевыми насосами является жидкость, поэтому электромагнитные моменты и мощность существенно зависят от конструкции ЭГК.

Параметром, характеризующим конструкцию насоса, является коэффициент быстроходности  $n_s$  - частота вращения воображаемого насоса, во всех деталях геометрически подобного рассматриваемому, но таких размеров, при которых, работая в том же режиме с полезной мощностью в 1 л.с., он создает напор, равный 1 м [2]:

$$n_s = \frac{3,65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \tag{1}$$

где  $n$  - синхронная скорость вращения;  $Q$  - подача осевого насоса;  $H$  - развиваемый осевым насосом напор.



Оптимальная область применения осевых насосов ограничивается  $500 \leq n_s \leq 1050$  [2].

Коэффициент быстроходности при известном значении подачи и напора осевого насоса в зависимости от скорости вращения турбины показано на рис.5

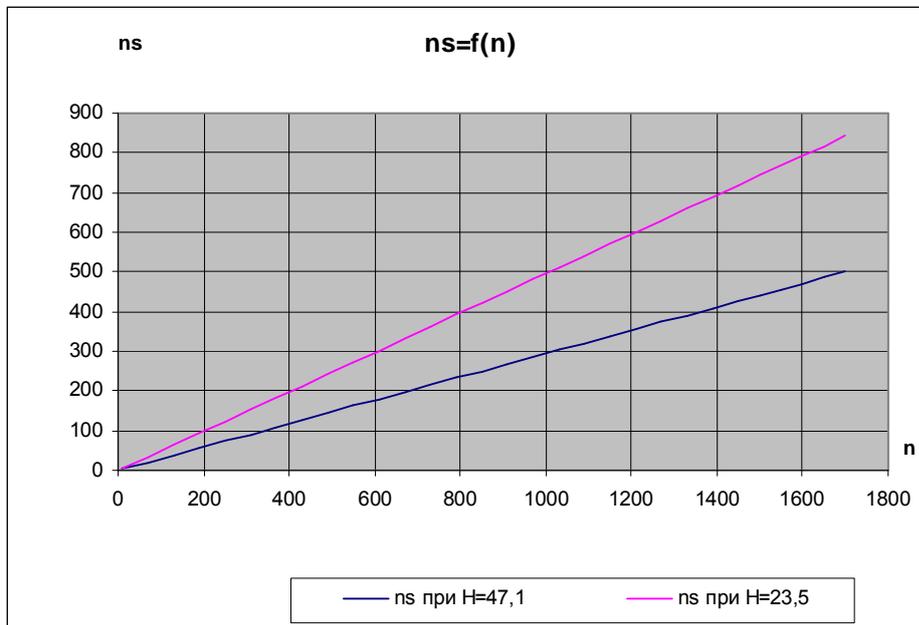


Рис. 5. Характер изменения коэффициента быстроходности от частоты вращения турбины

Еще одним важным параметром характеризующий осевой насос является кавитационный запас.

Значение кавитационного запаса определяем как

$$\Delta h = \frac{k'_{\Delta h}}{k'_H} H \tag{2}$$

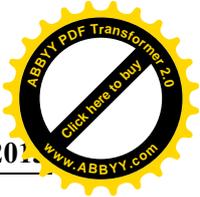
Данные по осевым насосам выпускаемым насосостроительными фирмами мира- «Фойт», «Хитачи», «Ганц Маваг», «Сигма» и «Уралгидромаш» в диапазоне коэффициента быстроходности  $250 \leq n_s \leq 1000$  между  $n_s$  и коэффициентами кавитационного запаса, подачи и напора существует следующее соотношение [2]

$$k'_{\Delta h}{}^{max} = 1,26 ; k'_{\Delta h}{}^{om} = 0,92 ; k'_Q = 0,87 n_s^{-0,459} ; k'_H = 50,2 n_s^{-1,64}$$

Подставляя значение  $k'_H$  выраженное через  $n_s$  и среднее значения коэффициентов  $k'_{\Delta h}$  находим выражение

$$\Delta h = 0,0215 H n_s^{1,64} \tag{3}$$

Исследование и расчеты разработанного комплекса показывают, что данная конструкция имеет лучшие показатели, чем существующие насосные комплексы.



Для сравнения приведены технические показатели ЭГК и серийного асинхронного двигателя 4А355S4У3.

Таблица 1

/№	Выходные показатели	ЭГК	4А355S4У3
	$P_n$ , кВт	250	250
	$U_n$ , В	380/660	380/660
	$n_c$ , об/мин	1500	1500
	$S_n$ , %	1,92	1,7
	$\eta$ , о.е.	87	94,5
	$I_1$ , А	283	252,4
	$\cos\varphi$ , о.е.	0,9	0,92
	$K_n$	1,52	1,03
	$K_m$	2,37	2,11
0	$S_{кр}$	0,05	0,07
1	$K_i$	6,1	4,7

В табл.2 представлены технические характеристики ЭГК с двумя последовательно соединенными осевыми насосами и четырьмя совмещенными асинхронными двигателями, каждая мощностью по 250 кВт и показатели серийного осевого насоса ОВ5-55 с одним насосом и одним асинхронным двигателем мощностью 220 кВт.

Из представленных показателей видно, что для получения у ОВ5-55 такого же напора  $H_t=47,3$  м как в ЭГК, потребуется пять насосов  $N_d=5$  общей мощностью  $P_t=1100$  кВт.

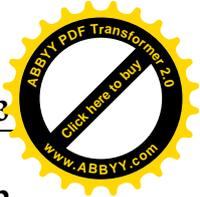


Табл.2

Показатели насоса	Обозначения	ГК	5-55	ОВ
Подача, м <sup>3</sup> /с	$Q_t$	2,1	2	1,8
Напор, м	$H_t$	7,3	4	10
Диаметр рабочего колеса, м	$D_t$	0,55	0,5	0,5
Число электродвигателей	$N_d$	1	1	5
Число осевых насосов	$N_n$	2	2	5
Мощность насоса, кВт	$P_t$	75	90	110
Скорость вращения электродвигателя, об/мин	$n_t$	500	1000	100
Коэффициент быстроходности, об/мин	$n_s$	41	7	696
Кавитационный запас, м	$\Delta h$	0	3	13

Вывод. Впервые разработан электрогидравлический комплекс совмещенный с несколькими осевыми насосами, позволяющий увеличить напор в несколько раз. Проведенные расчеты и исследования показывают, что коэффициент быстроходности ЭГК находится в рекомендуемом диапазоне.

Приведены соответствующие характеристики и сравнительные электрические и технические показатели ЭГК и показатели серийных осевых насосов и соответствующих электродвигателей. Приведенные данные показывают что разработанный ЭГК с последовательно включенными осевыми насосами обладает существенно лучшими выходными показателями.

### Литературы

1. Жабо В.В, Уваров В.В. Гидравлика и насосы. М.: Энергоатомиздат, 1984г. 328с.
2. Новодережкин Р.А. Насосные станции систем технического водоснабжения ТЭС и АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1989г.- 265с.
3. Кривченко Г.И. Гидравлические машины М.: Энергия, 1978г.