

УДК 621.029

**ПРИМЕНЕНИЕ КОНДЕНСАТНОГО ГИДРОТУРБИННОГО НАСОСА  
НА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ  
THE USE OF A CONDENSATE HYDRO TURBINE PUMP AT A NUCLEAR  
POWER PLANT**

Е.М. Хаецкий, Р.С. Пучинский

Научный руководитель – И.А. Евсеенко, ассистент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

irina.yevseyenko@yandex.by

E. Khayetski, R. Puchinsky

Supervisor – I. Yevseyenko, Assistant

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** текст рассматривает сложности, возникающие при переносе жидкости в условиях, приближенных к кипению, в турбоустановках атомных электростанций. Он предлагает использовать насосы с гидротурбинным приводом вместо расширителей, что позволяет эффективнее использовать тепло потоков. Анализируется конструкция и преимущества гидротурбинных насосов, подчеркивается их компактность, низкий уровень шума и возможность утилизации потерь энергии. Описывается конструкция и преимущества насоса с гидротурбинным приводом, а также приводится пример его успешного использования на атомных электростанциях с реакторами ВВЭР-1000.

**Abstract:** the text examines the challenges arising from liquid transfer under conditions approaching boiling in turbocharger units of nuclear power plants. It suggests using pumps with a hydro-turbine drive instead of expanders, which allows for more efficient utilization of heat from the flows. The design and advantages of hydro-turbine pumps are analyzed, emphasizing their compactness, low noise level, and potential for energy loss utilization. The construction and benefits of a pump with a hydro-turbine drive are described, along with an example of its successful use in nuclear power plants with VVER-1000 reactors.

**Ключевые слова:** энергия, эксплуатация, конденсат, насос, АЭС, агрегат.

**Keywords:** energy, exploitation, condensate, pump, nuclear power plant (NPP), unit.

### **Введение**

В ходе эксплуатации турбоустановок атомных электростанций возникает сложность переноса жидкости, которая находится в условиях, приближенных к кипению. Применение расширителей при отводе теплоты от потоков является проблематичным, ибо происходит усложнение схемы, тем самым увеличивает количество обвязочных труб. По этой причине одним из простейших и эффективных решений является использование схемных решений, которые в данном случае позволяют использовать тепло рабочей среды с максимальной эффективностью.

Многолетнее изучение тепловых схем АЭС (атомная электрическая станция) дало достаточно новой информации, чтобы спроектировать новое оборудование. Одним из таких перспективных нововведений является применение насосов с гидротурбинным приводом, включённых в схему станции (рисунок 1).

На атомных электростанциях, как и на тепловых, в работе находятся большие объемы воды. Для перемещения этой воды используются насосы. Из-за того, что достаточно сложно создать насос, который был бы одновременно компактным, обладал низким уровнем шума, низкими вибрациями и при этом оптимальной частотой вращения, стали применять насосы, в которых привод представляет собой гидротурбину. Уплотнения между насосом и приводом в таких насосных агрегатах конструктивно просты, это также дает определенные преимущества. Потери энергии в таких насосах минимальны или равны нулю: вся вода, которая служит рабочим телом турбины привода, возвращается обратно в цикл. Регулируется насос изменением частоты вращения гидротурбинного привода.

### Основная часть

Функция конденсатного гидротурбинного насоса – перемещение воды из конденсатосборников сепаратора-пароперегревателя (СПП), куда сливается конденсат греющего пара, в линию питательной воды. Он может работать в диапазоне мощностей турбоустановки от 20% до номинальной. Данный насосный агрегат «висит» на трубах обвязки, т.е. не нуждается в опоре с фундаментом. Рабочее тело в гидроприводе насоса – питательная вода. Она подается прямо из напорного коллектора питательных электронасосов [1].

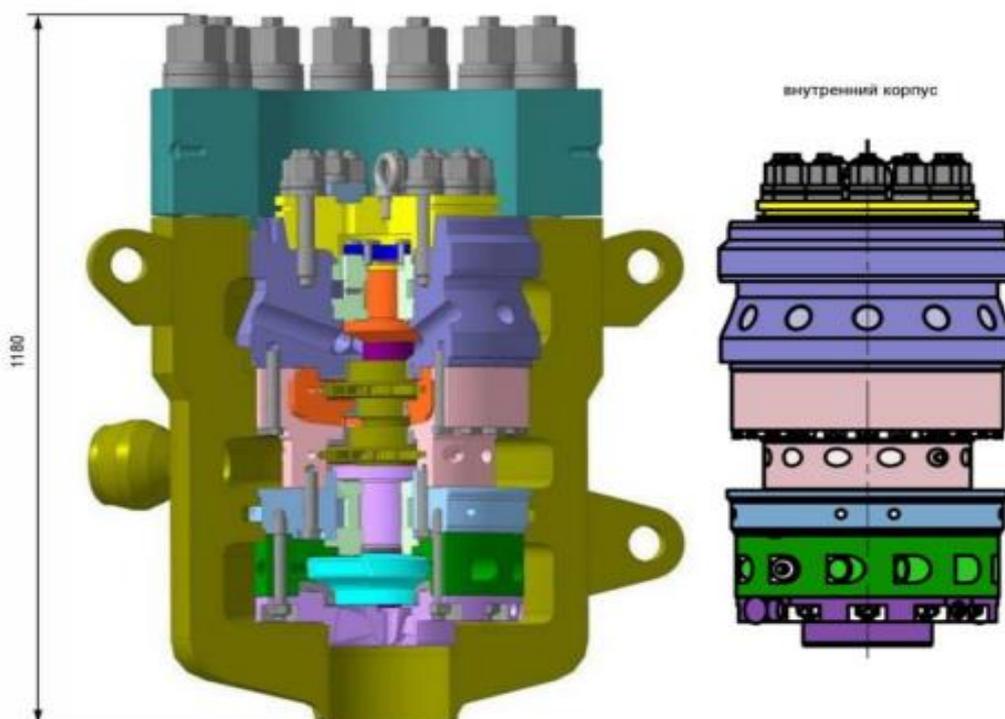
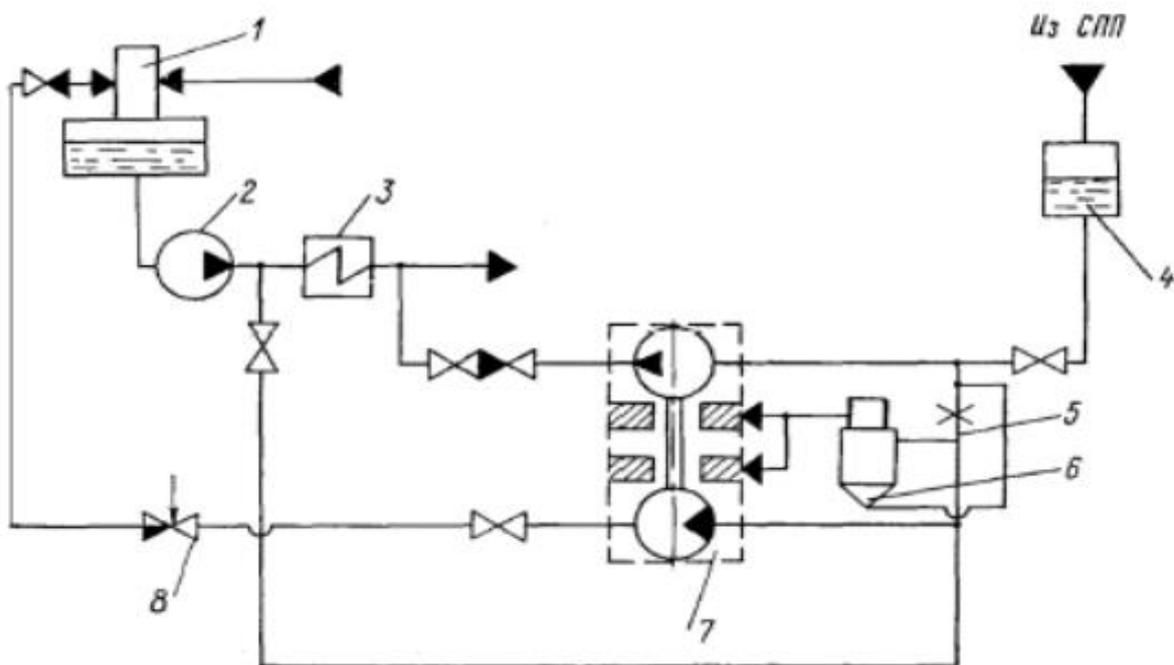


Рисунок 1 – Конструкция КГТН [2]

Сам насосный агрегат – вертикальный. Корпус КГТН (конденсатный гидротурбинный насос) ковано-сварной. Внутри корпуса вварены турбинный и насосный партубки. Также внутри корпуса находится нажимное кольцо и ротор. Корпус и камера турбины находятся в внутреннем корпусе агрегата. Колеса турбины первой и второй ступени располагаются на валу привода, на нем же расположено и рабочее колесо насоса. На валу они устанавливаются на шпонках, закрепляются гайками, которые в свою очередь фиксируются винтами. Как становится понятно из описания, КГТН – это моноблочный герметичный агрегат. Схема насосной установки показана на рисунке 2.



1 – деаэратор, 2 – ПН (питательный насос), 3 – ПВД (подогреватель высокого давления), 4 – конденсатосборник, 5 – линия захлаживания, 6 – блок фильтров очистки воды, подаваемой на подшипники турбонасоса, 7 – турбонасос типа КГТН, 8 – регулирующая клапан

Рисунок 2 – Принципиальная схема закачки конденсата греющего пара СПП в напорную линию ПН [3]:

Основная проблема насосов с электроприводами – необходимость в дополнительной системе электроснабжения. Помимо этого такие насосы требуют отвода и охлаждения протечек в уплотнениях. Для насосов с электроприводами необходима система смазки подшипников, а сам электронасос становится более громоздким и сложным в конструкции, что усложняет и удорожает установку. Всех этих минусов конденсатный гидротурбинный насос не имеет.

### Заключение

При использовании КГТН в тепловых схемах АЭС с реакторами ВВЭР-1000 мощность энергоблока увеличивается на 7 МВт, что подтверждают многочисленные данные с таких атомных электростанций как Калининская, Южно-Украинская, Ровенская АЭС. Очевидно, что подобный эффект

появляется и на более мощных блоках, что подтверждает эффективность применения КГТН на АЭС с ВВЭР-1200.

### Литература

1. Энергия: насосное оборудование [Электронный ресурс] / Энергия: насосное оборудование. – Режим доступа: <https://www.mnz.ru> /. – Дата доступа: 10.04.2024.
2. Паротурбинная установка К-1200-6,8/50 / В.П. Поваров [и др.]. – Воронеж: Диамат, 2021. – 499 с.
3. Опыт использования насосов с гидротурбинным приводом на энергоблоках АЭС [Электронный ресурс] / Опыт использования насосов с гидротурбинным приводом на энергоблоках АЭС. – Режим доступа: <https://www.mnz.ru/stati/12-opyt-ispolzovaniya-nasosov-s-gidroturbinnym-privodom-na-energoblokakh-aes> /. – Дата доступа: 10.04.2024.