

УДК 621.311

**СОВРЕМЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ ПАРОВЫХ ТУРБИН**  
**MODERN STEAM TURBINE CAPACITORS**

Г. Ю. Витецкая, А. И. Сироткин

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

г. Минск, Беларусь

G. Vitetskaya, A. Sirotkin

Supervisor – A. Pronkevich, Senior lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в современном мире уже изобретено множество оборудования, которое активно используется в энергетической промышленности. Конструктивные особенности у каждого свои. В нашей статье мы предлагаем провести сравнительный анализ некоторых из них, а также обратить внимание на особенности их устройства. Тема обсуждения – конденсаторы паровых турбин. Заранее можно отметить, что конструкция конденсаторов напрямую зависит от условий их эксплуатации, поэтому, несмотря на общие черты, все приведенные ниже устройства имеют свои особенности.*

***Abstract:** in the modern world, a lot of equipment has already invented, which is actively used in the energy industry. Each of them has its own design features. In our article, we propose to conduct a comparative analysis of some of them, as well as pay attention to the features of their device. The topic of discussion is steam turbine capacitors. It can be noted in advance that the design of capacitors directly depends on their operating conditions, therefore, despite the general features; all the devices listed below have their own characteristics.*

***Ключевые слова:** электрическая станция, конденсатор, модернизация, конденсат, турбина, отопительный отбор, отбор на регенерацию, энергетика.*

***Keywords:** electric station, capacitor, modernization, condensate, turbine, heating extraction, regeneration extraction, energy.*

**Введение**

Конденсатор – необходимая часть тепловой электростанции. В нем происходит конденсация пара, вышедшего из выхлопа ЦНД турбины, за счет его теплообмена с технической водой, циркулирующей внутри конденсатора [1]. После конденсации вода может вновь участвовать в цикле электростанции, пройдя систему регенеративного подогрева и очистку от коррозионно-агрессивных газов в деаэраторе. В этом заключается суть самого термодинамического цикла ТЭС, позволяющая использовать рабочее тело для выработки электроэнергии большое число раз.

**Основная часть**

Конденсаторы изготавливаются на заводах по производству паровых турбин и обычно идут в комплекте с самой турбиной. Однако со временем любое оборудование стареет, из-за чего возникает необходимость в его

реконструкции. Так, например, за последние 5–7 лет специалисты Уральского турбинного завода провели масштабную переработку конструкции выпускаемых на предприятии конденсаторов, которые придут на смену устаревшему оборудованию и будут устанавливаться с новыми турбинами [2].

Начнем с конденсаторной группы КГ2-6300. Ее внешний вид представлен на рис. 1. Данная группа состоит из двух конденсаторов К-3150. Особенности их строения заключаются в наличии как основных пучков для подачи воды, так и встроенного пучка. Данный тип конденсаторной группы можно считать модернизацией группы КГ2-6200. В ходе изменений была увеличена площадь поверхностного теплообмена, преобразовано паровое пространство конденсатора и изменен способ крепления водяных камер к корпусу. Результатом проведенных изменений стало повышение прочности конденсатора, а также улучшение его плотности. При минимальных нагрузках у этого конденсатора слишком малая деаэрирующая способность. Учитывая эту негативную особенность, при модификации конденсаторную группу вновь укомплектовали двумя сборниками конденсата. Сборники конденсата помогают минимизировать содержание кислорода в среде, что является важным фактором при работе конденсаторной группы. Для станций, которые работают не по тепловому графику, предусмотрено упрощение схемы в местах циркуляционных водоводов.

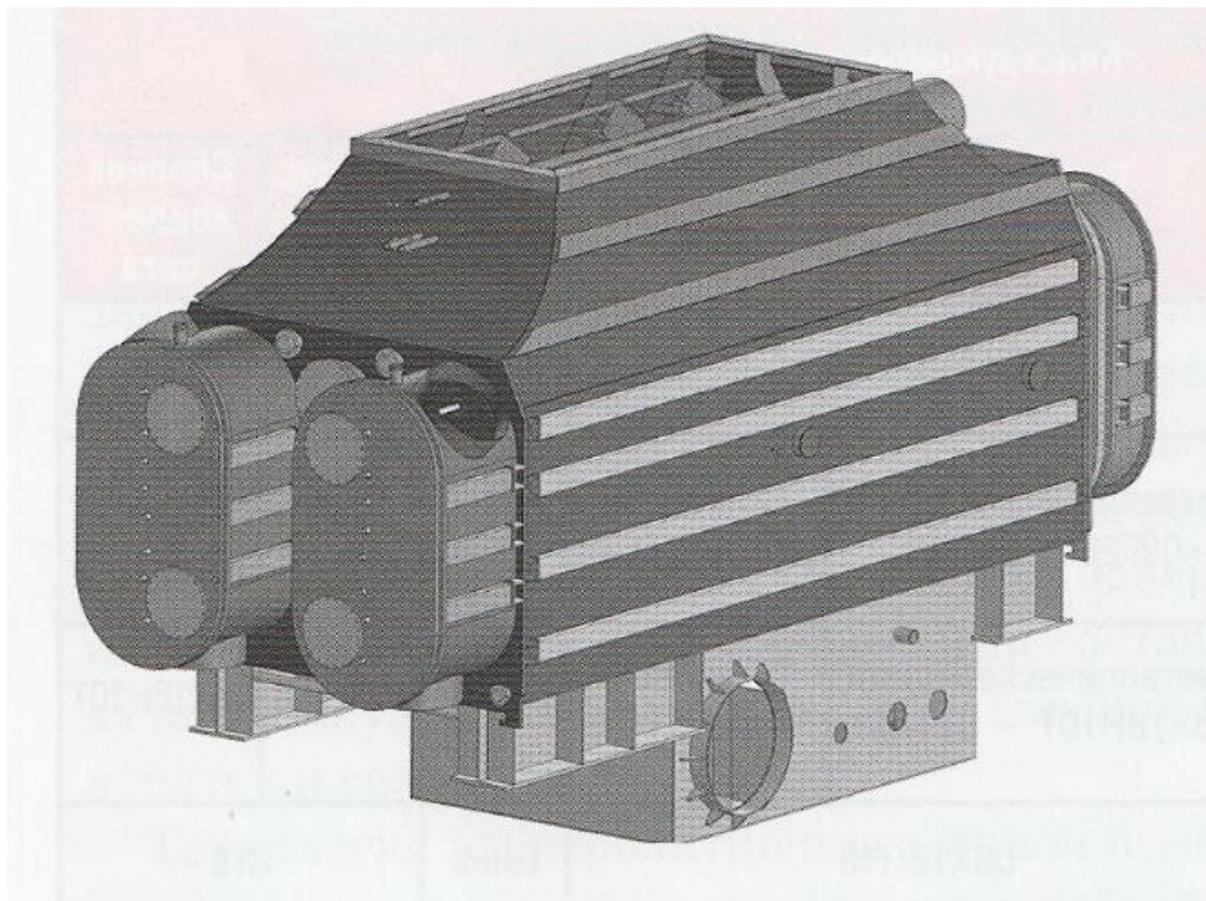


Рисунок 1 – Общий вид конденсаторной группы КГ2-6300 [2]

Еще один конденсатор, прошедший модернизацию – К-9500 – представленный на рис. 2. Несмотря на изменения в конструкции, во время его установки фундамент турбины не подвергается сильным изменениям, так как конденсатор устанавливается в специально установленную ячейку. Вместе с тем его установка имеет ряд сложностей. Во-первых, невозможность беспрепятственно транспортировать конденсатор. Транспортировке мешают его крупные размеры. Но эта проблема решается путем разделения конденсатора на пять блоков, которые после перевозки на место установки соединяют при помощи сварки. Во-вторых, нестандартной является сама схема расположения блоков конденсатора. На УТЗ обычно применяют вертикальный способ расположения блоков, но в К-9500 блоки расположены горизонтально в одной плоскости. Еще одна особенность этого конденсатора заключается в подключении двух паропроводов Ду1000 отопительного отбора и отбора на регенерацию. Для уменьшения нагрузки на крепления их проводят между выхлопной частью цилиндра низкого давления и самим конденсатором.

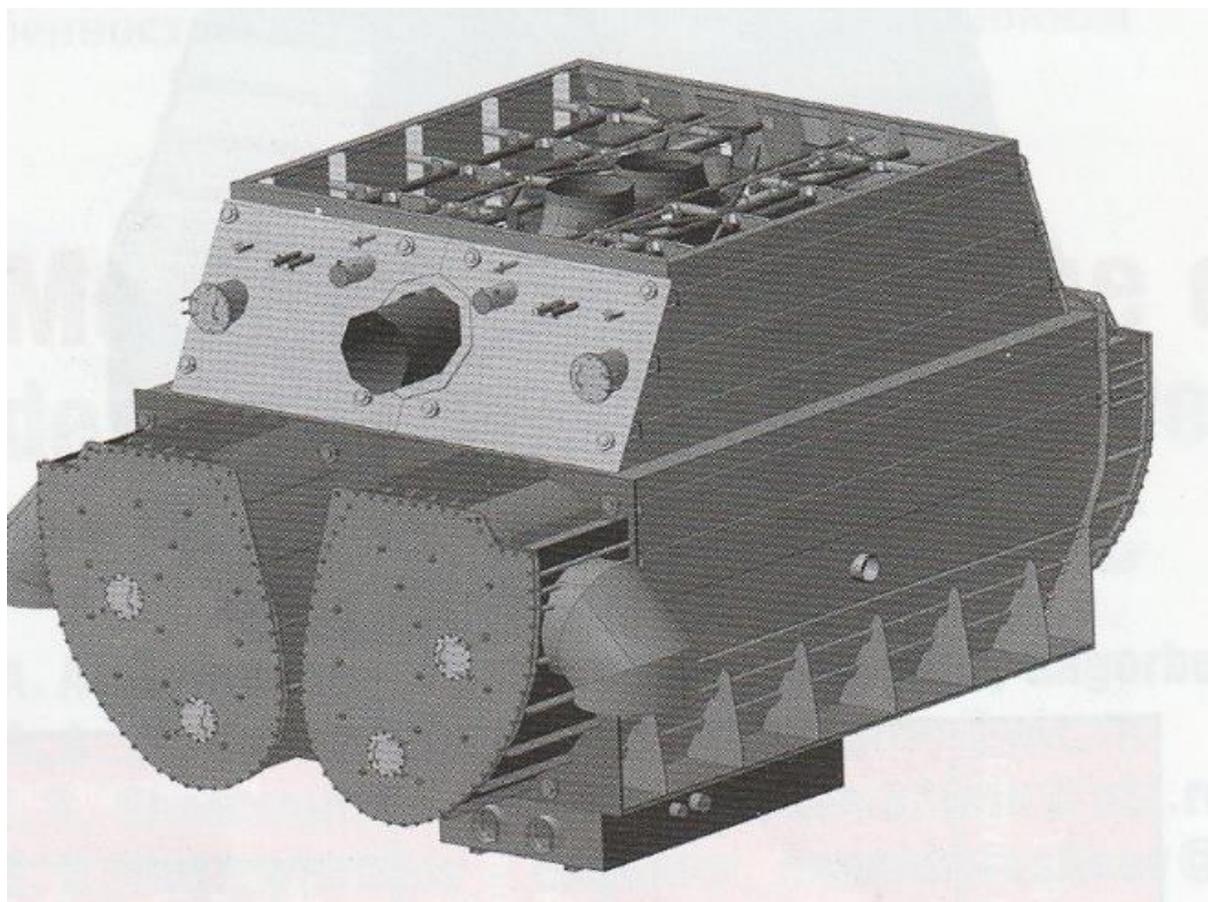


Рисунок 2 – Общий вид конденсатора К-9500 [2]

Для турбин типа Т и ПТ, работающих в режиме с «ухудшенным вакуумом» используют конденсаторы К-3100 и К-1900. Они также прошли модернизацию. В их конструкции предусмотрен встроенный сетевой подогреватель, который используют в зимний период для подогрева сетевой воды, когда нагрузка на теплофикационные отборы высокая [3]. Это позволяет

увеличить энергоэффективность работы турбоустановки и в некоторой степени снизить тепловые потери в конденсаторе.

В последние годы активно в России активно используются электростанции, расположенные в морских заливах. При таких условиях для конденсации пара уместно использовать в качестве технической воды морскую. Подобные электростанции распространены также в Китае, Индии, Франции, США. Уральский завод разработал новые типоразмеры конденсаторов, используемых на таких электростанциях. Примером таких конденсаторов являются модели К-1900-Im и К-3650-IIIм. Поскольку в соленой воде металл корродирует гораздо быстрее чем в пресной, большую часть морских конденсаторов приходится выполнять из коррозионностойких материалов. Для этого используют медно-никелевые сплавы и нержавеющую сталь.

### **Заключение**

Таким образом, инженеры Уральского турбинного завода при модернизации конденсаторов паровых турбин придерживаются следующих тенденций:

- повышение энергоэффективности конденсаторов за счет разработки и внедрения новых конструкторских решений;
- сохранение высокой надежности конденсаторного оборудования;
- сохранение простоты обслуживания и ремонта модернизированных конденсаторов.

Это позволяет устанавливать обновленное оборудование не только на уже построенных электростанциях в ходе их реконструкции, но и на новых энергоблоках с новыми паровыми турбинами УТЗ.

### **Литература**

1. Паровые и газовые турбины : учебник для вузов / А. М. Трубилов [и др.]; под ред. А. Г. Костюка, В. В. Фролова. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.
2. Современные конденсаторы паровых турбин разработки и производства АО «Уральский турбинный завод» / А. А. Горбунов [и др.] // Турбины и дизели. – 2023. – № 5. – С. 44–48.
3. Баринберг, Г. Д. Паровые турбины и турбоустановки Уральского турбинного завода / Г. Д. Баринберг [и др.]; под общ. ред. Ю. М. Бродова, В. В. Кортенко. – Екатеринбург, 2010. – 488 с.