

УДК 621 165

**МОДЕРНИЗАЦИЯ РОТОРА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ТУРБИН СЕРИИ ПТ-135****MODERNIZATION OF THE ROTOR LOW-PRESSURE TURBINES OF PT-135 SERIES**

**Другов Дмитрий Александрович**, магистрант каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: drugov.1993@bk.ru, Тел.: +7(982)715-66-97

**Ямалтдинов Артем Альбертович**, аспирант каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: artemjamal@mail.ru, Тел.: +79530401799

**Рябчиков Александр Юрьевич**, д-р. техн. наук, профессор каф. «Турбины и двигатели», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: lta\_ugtu@mail.ru. Тел.: +7(922)205-41-25

**Dmitry A. Drugov**, Master student, Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: drugov.1993@bk.ru. Ph.: +7(982)715-66-97

**Artem A. Yamaltdinov**, Postgraduate, Department «Turbines and engines», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: artemjamal@mail.ru. Ph.: +79530401799

**Alexander Y. Ryabchikov**, Doctor Sc., Prof., Department « Turbines and engines », Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: lta\_ugtu@mail.ru. Тел.: +7(922)205-41-25

**Аннотация:** В статье представлена модернизация ротора низкого давления турбин серии ПТ-135 производства ЗАО «УТЗ». Проанализированы работа турбины, дефекты ротора низкого давления, возникающие в процессе эксплуатации. Представлена методика расчета ротора на статическую прочность.

**Abstract:** The article presents the modernization of the low-pressure turbine rotor series PT-135 manufactured by JSC "Ural Turbine Works". Analyzed the work of the turbine low pressure rotor defects arising during operation. The technique of the rotor based on the static strength.

**Ключевые слова:** ротор; модернизация; трещины.

**Key words:** rotor; modernization; cracks.

Задачей исследования является повышение надежности работы ротора низкого давления (РНД), за счет снижения напряжений в наиболее нагруженных узлах.

Анализ эксплуатации турбин серии ПТ-135, показал что вопросы, связанные с повышением их надежности, являются достаточно актуальными. Одним из наиболее проблемных узлов ПТ-135 является РНД, поскольку в процессе эксплуатации у него возникают трещины в районе последних ступеней.

Во время проведения ремонтов турбин ПТ-135/165-130 Волжской ТЭЦ-1 и Тобольской ТЭЦ впервые были обнаружены кольцевые (поперечные) трещины РНД. При этом механизм возникновения и развития трещин имел усталостный характер.

Выявленные трещины представляют серьезную угрозу для эксплуатации турбин и электростанций в целом. В настоящее время все большее количество станций заинтересованы в поставке новых роторов низкого давления для турбин серии ПТ-135. В связи с этим необходимо разработать конструкцию РНД, которая будет обеспечивать надежную работу турбины.

Решение этой задачи нами проводится методом численного математического моделирования на основе вариантных расчетов на прочность, реализуемого с помощью современных программных средств.

Существует несколько версий возникновения трещин в районе последних ступеней РНД: повышенные допустимые напряжения изгиба, концентраторы напряжений, крутильные колебания вала.

Так как нет экспериментального подтверждения высказанных версий, необходимо провести комплексный расчет на прочность и вибрационную надежность.

Одним из путей решения поставленной задачи является создание новой конструкции, которая бы исключала недостатки существующего РНД.

С помощью программы трехмерного моделирования Creo Parametric 2.0, для верификации расчетов была построена твердотельная 3D модель РНД (масштаб 1:1) цельнокюваной части ротора (рис.1), насадных дисков 18-25 ступеней и создание сборки цельнокюваной части с насадными дисками (рис.2).

Далее выполнено разбиение модели ротора на области с регулярной сеткой конечных элементов с использованием программного комплекса ANSYS Mechanical 14.5 (рис.3). На этой стадии выбиралась оптимальная форма и размеры элементов с целью получения максимально возможного количества областей.

Следующим этапом выполняется задание нагрузок действующих на ротор:

- центробежные силы (ЦБС) инерции рабочих лопаток;
- ЦБС и посадка насадных деталей;
- сила тяжести;
- поле температур.

Ограничения по перемещению задавались на шейках ротора. На рис. 4 показана система координат, относительно которой задается ограничение одной из шеек ротора.

Расчет выполняется с помощью метода конечных элементов в программном комплексе ANSYS Mechanical 14.5.

Результаты расчетов будут использованы для анализа влияния конструктивного исполнения РНД на его напряженно-деформированное состояние.



Рис.1 Цельнокюваная часть РНД



Рис.2 Цельнокюваная часть РНД с насадными дисками

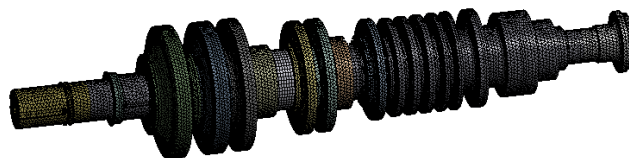


Рис.3 Разбиение на конечные элементы

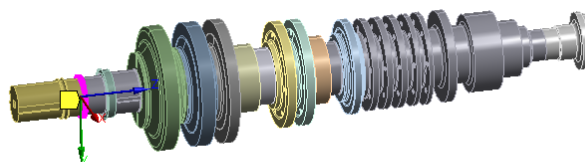


Рис.4 Ограничения по перемещению одной из шеек ротора