***А.А. Ямалтдинов, асп.; рук. А.Ю. Рябчиков д.т.н., с.н.с.***

***(УрФУ, г. Екатеринбург)***

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫХЛОПНЫХ ПАТРУБКОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН**

Выхлопные патрубки (ВП) паровых турбин обеспечивают отвод рабочего тела от последней ступени турбины в заданном направлении и являются конечным элементом ее проточной части. Как показали исследования [1,2] в ВП заложены значительные резервы повышения экономичности работы части низкого давления паровых турбин.

В условиях рыночной конкуренции между генерирующими компаниями и турбиностроительными заводами вопрос аэродинамического совершенствования ВП с минимальными трудозатратами представляет собой большую практическую ценность.

Анализ модернизаций конструкции ВП паровых турбин проводившихся с целью их аэродинамического совершенствования позволил выделить наиболее часто реализуемые:

1. Использование осерадиального диффузора [3].
2. Замена реберной системы жесткости на стержневую [4].
3. Увеличение габаритов ВП [5]
4. Вдув рабочего тела в предотрывную зону диффузора [6].
5. Применение диффузора с отрицательной перекрышей [7].
6. Установка или удаление дефлекторов и направляющих лопаток (ребер) в проточной части ВП [8].

При этом наибольший эффект удавалось получить путем их комбинации.

Сводный сравнительный анализ ряда выполненных модернизаций ВП представлен в табл. 1, где эффективность реализуемых мероприятий показана с использованием общепринятого коэффициента полных потерь $ξ\_{п}$ [5].

Уменьшение коэффициента полных потерь ВП $ ∆ξ\_{п} $показывает и представляет собой разность $ξ\_{п}$ исходного и модернизированного ВП.

На основании анализа табл.1. можно сделать вывод, что повышение эффективности ВП достигается, как с помощью масштабных изменений его конструкции (увеличение габаритов), так и за счет менее трудоемких мероприятий по организация внутреннего пространства диффузора.

Дальнейшие исследования необходимо направить на выявление наиболее эффективных универсальных способов совершенствования ВП, позволяющих получить наибольшее уменьшение коэффициента полных потерь ВП, при наименьших трудозатратах на их реализацию.

Развитие данного направления позволит снизить коэффициент полных потерь ВП в условиях станции, а так же при проектировании ВП для новых паровых турбин ТЭС.

**Таблица 1 –Сводные данные по совершенствованию ВП паровых турбин**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Турбина | Реализуемые мероприятия | $$∆ξ\_{п}$$ | Ист. |
| К-160-130 ХТГЗ(модернизация) | Удалена кольцевая направляющая лопатка, организованы окна в продольных и поперечном ребрах жесткости | 0,3 | [9] |
| К-160-130-2 ХТГЗ(новый патрубок) | Увеличены габариты, использован осерадиальный диффузор, изменена направляющая лопатка | 0,45 | [9] |
| К-175/180-12,8 ТЭС(новый патрубок) | Увеличены габариты, использован осерадиальный диффузор, удалена кольцевая направляющая лопатка, реберная система жесткости заменена на стержневую | 0,85 | [10] |
| К-330-23,5-1(новый патрубок) | Увеличены габариты, объединены ВП правого и левого потока, реберная система жесткости заменена на стержневую | 1,2 | [11] |

**Библиографический список**

1. Мигай В.К., Гудков Э.И. Проектирование и расчет выходных диффузоров турбомашин. Ленинград: Машиностроение, 1981. 272 с.
2. Зарянкин А.Е., Симонов Б.П. Выхлопные патрубки паровых и газовых турбин. М.: МЭИ, 2002. 274 с.
3. Зысина-Моложен Л.М., Кузнецова В.М., Сачков Ю.С., Фельдберг Л.А. Эффективность осерадиальных диффузоров при различных режимах течения. Теплоэнергетика. 1980. №5. С 19-23.
4. Гудков Э.И., Конев В.А., Басов В.А. Аэродинамические особенности выхлопных трактов ЦНД с патрубками малой осевой длины. Теплоэнергетика. 1990. №5. С 31-35.
5. РТМ 108.020.120-77. Аэродинамическое профилирование и расчет выхлопных патрубков цилиндров низкого давления паровых турбин. НПО ЦКТИ. 1979. 40 с.
6. Субботович В.П., Юдин Ю.А., Лапузин А.В., Юдин А.Ю. Аэродинамические исследования участка выходного диффузора турбины со специальным вдувом потока. Вестник НТУ «ХПИ». 2013. №12. С 30-35.
7. Зарянкин А.Е., Симонов Б.П., Парамонов А.Н., Чусов С.А. Аэродинамическое совершенствование выхлопных патрубков турбомашин. Теплоэнергетика. 1998. №1
С. 20-23.
8. Юдин Ю.А., Лапузин А.В. Повышение эффективности выхлопных патрубков ЦНД паровых турбин с помощью широкорежимного дефлектора. Вестник НТУ «ХПИ». 2005. №6. С. 60-64.
9. Симою Л.Л., Лагун В.П. Модернизация выхлопного патрубка турбины К-160-130 ХТГЗ. Электрические станции. 1985. №2. С 20-23.
10. Гудков Н.Н., Кириллов В.И., Кошелев С.А., Адамсон Д.А., Рис В.В. Особенности проектирования выхлопного патрубка паровой турбины К-175/180-12,8 ТЭС. Российская энергетика -2009.Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. С 46-55.
11. Гудков Н.Н., Рис В.В., Галаев С.А., Симою Л.Л., Кириллов В.И., Адамсон Д.А. и др. Аэродинамическое проектирование выходных патрубков турбины К-330-23,5-1. Российская энергетика -2009. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. С 72-79.