

УДК 621.515.001.5

С.В. Чехранов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОРАСХОДНЫХ ТУРБИН В СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Приводится анализ методов оценки малорасходных турбин по эффективности для различных вариантов конструктивного исполнения. Предлагается оценивать область применения различных конструкций таких турбин на основе критерия комплексной мощности.

Ключевые слова: малорасходные турбины, комплексная мощность.

S.V. Chekhranov

ESPECIALLY THE USE OF LOW-COST TURBINES THE MARINE ENERGY

Reviewed the analysis methods to assess the effectiveness of low-cost turbines for different variants of design. Proposed to assess the scope of various designs such turbines based on the criterion of the complex power.

Key words: low-cost turbines, the complex power.

На начальном этапе проектирования малорасходных турбин (МРТ) производится оценка различных типов конструкций МРТ по обобщенным критериальным комплексам. При этом учитывается целый ряд факторов, в том числе и эксплуатационных. В одних случаях ставится задача получения максимального КПД, в других – минимальных массогабаритных показателей, в третьих – технологичность изготовления и простота обслуживания и т.п.

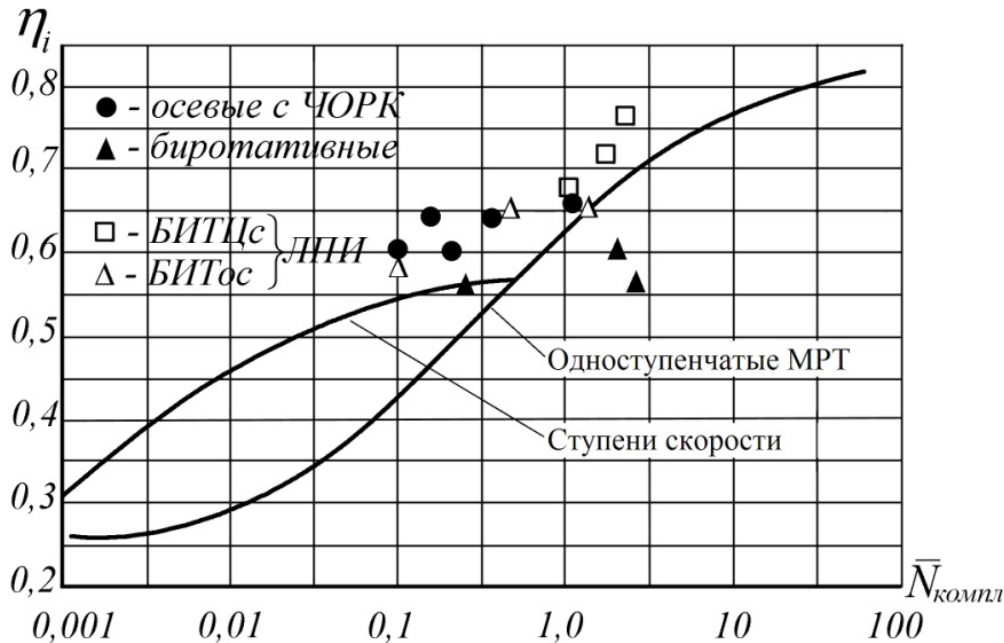
Применение обобщенных критериальных комплексов для проектирования МРТ приобретает все большее распространение, поскольку такая оценка дает наиболее объективную картину преимуществ тех или иных конструкций турбин. Для традиционных конструкций МРТ в работах МЭИ [1, 2] и некоторых других приведены зависимости $\eta_i = f(\bar{N}_{\text{компл}})$, в которых очерчены границы максимально достижимых КПД в одно- и двухступенчатых активных турбинах. Эти зависимости построены с использованием лопаточного КПД, рассчитанного по данным продувок лучших профилей для больших турбин. Влияние малоразмерности предлагается учитывать частными КПД. Однако такой подход не учитывает влияния абсолютных размеров элементов турбин, поэтому в [5] предложено разделить турбины на три категории по абсолютной высоте сопел.

Поскольку в настоящее время существуют обобщенные зависимости только для одной категории, то экспериментальные данные, полученные в других геометрических категориях, приходится пересчитывать по лопаточному КПД.

В первом приближении это можно сделать вычитанием из лопаточного КПД действительных внутренних потерь, полученных в эксперименте. При наличии адекватных математических моделей такой пересчет упрощается еще больше. Однако в любом случае такой пересчет правомерен только тогда, когда в турбине используются такие же профили, какие использовались для получения расчетной зависимости лопаточного КПД. Если же используются другие профили, то придется сначала получить экспериментальную зависимость влияния абсолютных геометрических размеров на лопаточный КПД ступени с профилями выбранного типа.

В настоящей работе экспериментальные исследования проводились с турбинами, имеющими профили, рекомендованные в работах МЭИ. Поэтому пересчет по упомянутым зависимостям лопаточного КПД в данном случае правомерен.

На рисунке представлены графические зависимости $\eta_i = f(\bar{N}_{\text{компл}})$ для традиционных одноступенчатых и двухступенчатых активных турбин по работе [2].



Оценка эффективности различных МРТ по критерию комплексной мощности
 БИТЦс – биротативные турбины центростремительные; БИТос – биротативные турбины осевые
 Assessment of efficiency of various turbines by criterion of complex power
 БИТЦс –birotary turbines centripetal; БИТос – birotary turbines axial

На этот же график нанесены экспериментальные данные по нетрадиционным типам конструкций: турбин ЛПИ с большим углом поворота и турбин с частичным облопачиванием рабочих колес (ЧОРК). По турбинам ЛПИ биротативного типа приведены данные, полученные автором. Данные, полученные при выполнении настоящей работы, представлены затененными точками.

Биротативные турбины с вращающимся сопловым аппаратом (ВСА) конструкции ЛПИ, исследованные как автором, так и другими исследователями, находятся в зоне, близкой к $\bar{N}_{\text{компл}} = 1$. При этом видно, что при $\bar{N}_{\text{компл}} < 1$ эти турбины по эффективности равны ступеням скорости, а при $\bar{N}_{\text{компл}} > 1$ превышают КПД ступеней скорости, но менее эффективны, чем одноступенчатые традиционного типа. Однако необходимо учитывать, что биротативные турбины ЛПИ с ВСА имеют разную частоту вращения на валах и, следовательно, могут приводить агрегаты без применения редуктора, что недоступно для традиционных одноступенчатых МРТ. Применение же редуктора для обычных турбин снизит их КПД за счет увеличения механических потерь, повысит массогабаритные характеристики и увеличит стоимость турбины. Поэтому в контексте общих эксплуатационных и экономических требований турбины ЛПИ в зоне $\bar{N}_{\text{компл}} = 1$ предпочтительнее, чем турбины традиционного типа. В частности, биротативные МРТ с неподвижным сопловым аппаратом (СА) и двумя вращающимися РК при $\bar{N}_{\text{компл}} = 1$ даже более эффективны, чем обычные одноступенчатые. Еще более эф-

фективны турбины ЛПИ центростремительного типа [3]. Тем не менее эксплуатационную эффективность любой турбины необходимо оценивать не только по КПД, но и по габаритным, скоростным и другим характеристикам. С этой точки зрения каждая из исследованных конструкций имеет свою область применения.

Совершенство турбин в любом случае оценивается по КПД. В этой связи показательна эффективность двухступенчатых МРТ с частичным облопачиванием РК. (ЧОРК) [4, 5]. Из графика видно, что в зоне $\bar{N}_{компл} = 1$ эти МРТ могут быть сравнимы по эффективности с биротативными турбинами ЛПИ, но по массогабаритным показателям им уступают. При $\bar{N}_{компл} > 1$ турбины ЛПИ в любом случае более эффективны. Но в зоне $\bar{N}_{компл} < 1$ турбины с частичным облопачиванием РК эффективнее всех других конструкций. При этом выигрыш в КПД составляет 4÷6 % по сравнению с турбинами ЛПИ и 6÷8 % – по сравнению со ступенями скорости. С учетом приведенного анализа можно утверждать, что турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса эффективны и конкурентоспособны в зоне $\bar{N}_{компл} < 1$.

Список литературы

1. Быков, Н.Н. Выбор параметров и расчет маломощных турбин для привода агрегатов / Н.Н. Быков, О.Н. Емин. – М.: Машиностроение, 1972. – 228 с.
2. Емин, О.Н. Воздушные и газовые турбины с одиночными соплами / О.Н. Емин, С.П. Зарицкий. – М.: Машиностроение, 1975. – 216 с.
3. Рассохин, В.А. Турбины конструкции ЛПИ: преимущества, характеристики, опыт разработки и применение / В.А. Рассохин // Тр. СПбГПУ. – 2004. – № 491. – 61 с.
4. Пат. СССР. Парциальная турбина / С.В. Чехранов, И.И. Кириллов; Дальрыбвтуз. – Оpubл. в Б.И. 1988, № 32.
5. Чехранов, С.В. Особенности применения критериальных комплексов для выбора параметров малорасходных турбин / С.В. Чехранов // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2002. – № 1. – С. 73–75.

Сведения об авторе: Чехранов Сергей Валентинович, доктор технических наук, профессор, e-mail: turboroom@yandex.ru.