

ПОТЕРИ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЮ РАБОЧЕГО КОЛЕСА СТРУЙНО-РЕАКТИВНОЙ ТУРБИНЫ В СРЕДЕ ВЯЗКОГО ГАЗА

Ванеев С.М., доцент, Гетало В.В., аспирант, СумГУ, г. Сумы

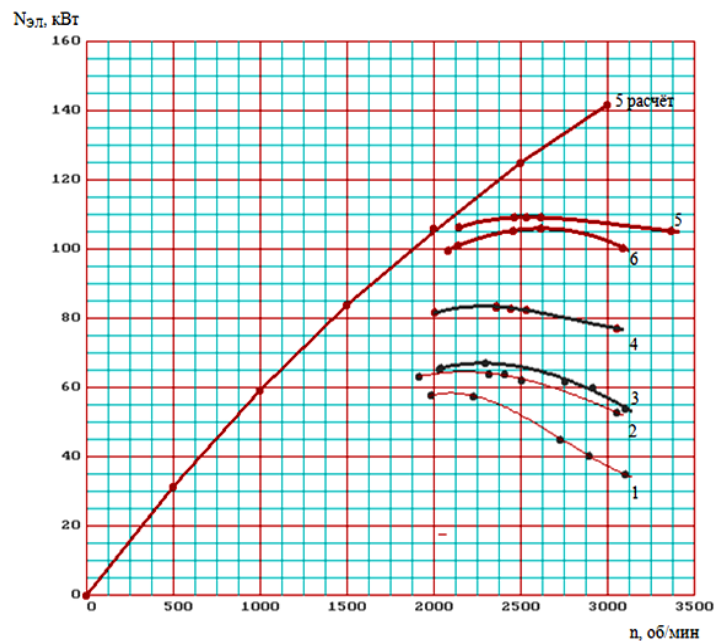
Струйно-реактивная турбина (СРТ) представляет собой машину динамического принципа действия. Полезная работа на валу турбины образуется за счет преобразования потенциальной энергии давления сжатого газообразного рабочего тела в кинетическую энергию сверхзвуковой струи, истекающей из сопла на некотором расстоянии от оси вращения. В структуре потерь, имеющих место при работе струйно-реактивной турбины, выделяют потери на гидравлическое сопротивление по длине газового тракта ротора, на скачки уплотнений, потери обусловленные наличием зазора между торцом вала и срезом питающего сопла, вращением ротора в среде вязкого газа, потери с выходной скоростью. Доля этих видов потерь различна и зависит, в частности, от скорости вращения ротора СРТ. При высоких скоростях вращения ротора определяющим фактором понижения эффективности работы турбины является аэродинамическое сопротивление вращению ротора СРТ в окружающей среде.

Величина этого сопротивления оценивается комплексным коэффициентом аэродинамического сопротивления вращению $K_{с.в.}$, который рассчитан по результатам экспериментальных измерений частоты вращения турбины на холостом ходу, давления среды по входу в СРТ и пускового момента на валу.

В докладе представлены графические зависимости коэффициента $K_{с.в.}$ от давления среды на входе в СРТ и от частоты вращения турбины на холостом ходу. При анализе данных зависимостей можно определить конкретное значение входного давления и частоты вращения ротора СРТ, при которых коэффициента $K_{с.в.}$ будет минимальным.

Доклад содержит также результаты испытаний турбодетандерного агрегата ТДА-СРТ-100/130-5,5/0,6ВРД на базе струйно-реактивной турбины на "ГРС-1 Сумы" в виде графиков зависимостей электрической мощности от частоты вращения выходного вала ТДА при различных входных давлениях, показанные на рисунке.

Как видно из рисунка при оборотах выходного вала ТДА больше 2300 об/мин (что соответствует оборотам 18000 об/мин струйно-реактивной турбины с учетом передаточного отношения редуктора 7,85) на любых режимах работы происходит завал характеристик, т.е. при увеличении оборотов мощность, вырабатываемая турбиной, уменьшается. Расчётная характеристика (5 расчёт) построена для сравнения с опытной характеристикой (5).



- 1 – $P_{вх}=34$ ати, $P_{вых}=2$ ати, $n_{цел}=8,5$ об. - режим ~ 50%;
- 2 – $P_{вх}=40$ ати, $P_{вых}=2$ ати, $n_{цел}=8,5$ об. - режим ~50%;
- 3 – $P_{вх}=33$ ати, $P_{вых}=2$ ати, $n_{цел}=20$ об. - режим 100% ;
- 4 – $P_{вх}=40$ ати, $P_{вых}=2$ ати, $n_{цел}=20$ об. - режим 100% ;
- 5 – $P_{вх}=50$ ати, $P_{вых}=2,2$ ати, $n_{цел}=20$ об. - режим 100% ;
- 6 – $P_{вх}=47$ ати, $P_{вых}=2,14$ ати, $n_{цел}=20$ об. - режим 100%.

Рисунок - Зависимости электрической мощности ТДА-СРТ-100/130-5,5/0,6ВРД от частоты вращения выходного вала агрегата

Расчёт моделирует СРТ закрытую дисками, т.е. внешнее аэродинамическое сопротивление - это дисковое трение. Завал опытных характеристик на больших скоростях вращения объясняется возникновением волнового кризиса на крыловидных профилях тяговых консолей СРТ и, соответственно, увеличением их внешнего аэродинамического сопротивления. Волновой кризис характеризуется появлением на профилях плеч ротора скоростей, больших местной скорости звука .

В докладе представлен методологический подход к определению наличия волнового кризиса при определенных режимах работы СРТ с помощью критического числа Маха.