***Э.О. Груздев студ.;***

***рук. С.Е. Белова к.т.н., доцент***

***(РГАТУ имени П.А. Соловьёва, г. Рыбинск)***

**АКТИВНОЕ СНИЖЕНИЕ ШУМА ТУРБИН ГАЗОТУРБИННЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК**

На данный момент активно ведется работа по снижению шума энергетических установок, которые зачастую располагаются в жи-лых зонах. Требования к акустической безопасности технических объектов от года ужесточаются, тем самым, невзирая на успехи в этой области, проблема не решена окончательно и оставляет инте-рес для науки и практики.

При работе газотурбинных энергоустановок на пониженных ре-жимах основной шум создает турбина. При работе осевой турбины доминирует аэродинамический шум, возникающий при распростра-нении и взаимодействии вторичных вихрей, а также в результате нестационарного взаимодействия лопаточных венцов со следовой неравномерностью газа. А именно, с лопаток статорной решетки при протекании через неё трактового газа сходят закромочные следы, представляющие собой сильно закрученные вторичные потоки. Появление этих закромочных следов вызывает так называемую сле-довую неравномерность параметров в выходном сечении решетки и, соответственно, входном сечении в рабочую решетку.

Применяемые повсеместно пассивные методы глушения шума малоэффективны, т.к. они снижают сгенерированный шум, а так же применение сказывается на весе и конструкции узла, что ведет само собой к удорожанию двигателя в целом.

Поэтому своевременным и целесообразным является глушение аэродинамического шума в источнике. Целесообразно внесение из-менений в конструкцию лопаточных венцов турбины, меняющих аэродинамические характеристики трактового газа, вследствие кото-рых снижающих генерацию шума или его интенсивность.

Патент РФ №2246632 «Способ подавления акустических шумов, возникающих в результате взаимодействия между ротором и стато-ром в газотурбинном двигателе, и устройство для осуществления этого способа» (авторы Н.М. Савин, В.Э. Сарен) предлагает способ, основанный на предпринятом экспериментальном исследовании гид-родинамического взаимодействия венцов турбины в системе ротор-статор [1], заключающийся в том, что авторы предлагают распола-гать входные кромки лопаток сопловых аппаратов последовательных ступеней со смещением на полшага относительно друг друга, при-чем число лопаток в венцах должно быть равным или кратным.

Моделью может служить осевая турбомашина с пониженным уровнем пульсаций давления, возбуждающих вибрации лопаток и излучаемый шум (патент РФ № 2280169). Данная осевая турбома-шина с пониженным уровнем пульсаций давления, возбуждающих вибрации лопаток и излучаемый шум, содержит группу или группы венцов вида "неподвижный венец - вращающийся венец - неподвиж-ный венец" и/или "вращающийся венец - неподвижный венец - вра-щающийся венец" компрессорного и/или турбинного типа, и отлича-ется тем, что числа лопаток крайних венцов в каждой группе или в отдельных группах равны или кратны и их взаимное окружное рас-положение определено.

Например, в патенте РФ №2246632 применение разворота рабо-чих лопаток второго колеса на 0,5 шага относительно аналогичных лопаток первого колеса имеет частный характер и не может приме-няться в широком диапазоне конструктивных особенностей венцов современных и перспективных турбин. Более того, при определен-ных углах установки профилей лопаток первого рабочего колеса, лопатки второго попадают при таком подходе к их взаимоориента-ции в самые «невыгодные» с позиции генерации шума положения, т.е. шум в этом случае будет максимальным.

Целью разработки представляемой авторами осевой турбины с пониженным уровнем пульсаций давления, возбуждающих вибрации лопаток и излучаемый шум, является снижение уровня аэродинами-ческого шума в источнике и возможность применения для широкого диапазона осевых турбомашин не только наземного, но и авиацион-ного, и морского назначений.

Снижение уровня аэродинамического шума ступени турбины достигается за счет того, что при равном или кратном числе лопаток всех венцов и их взаимном окружном расположение на расстоянии от выходных кромок предыдущего венца до входных кромок после-дующего вызывает при любой геометрии решеток натекание закро-мочных следов на входные кромки лопаток следующего венца, что способствует снижению следовой неравномерности и, соответствен-но, снижению аэродинамического шума ступени.

Экспериментально установлено, что необходимо учитывать значительное влияние на следовую неравномерность, являющуюся основным источником шума в решетке, таких параметров, как угол установки профиля, ширина решетки и максимальная кривизна про-филя. Без учета этих параметров применение рекомендаций указан-ных работ для решеток другой геометрии может не только не дать эффекта снижения аэродинамического шума, а наоборот – усилить его за счет расположения лопаток венца второй ступени в зонах наибольших следовых неравномерностей и турбулизации потока, что вызовет увеличение аэродинамического шума.

Установлено, что на расположение зон наименьшей турбуленции за выходным сечением турбинной решетки значительное влияние оказывает угол установки профиля, а также – форма выходной кром-ки. На распространение и особенности зон турбулентных возмуще-ний влияет ширина среднего лопаточного венца, величина осевых зазоров, скорость течения газа. Анализ и обобщение данных по шу-му при различных ориентациях (углах установки) лопаток (в нашем эксперименте – соплового аппарата) позволяет сделать уточненную рекомендацию по размещению лопаток второго соплового аппарата, а именно, их установке со смещением по выходной кромке на рас-стояние $$z=\frac{Δ\_{0}}{tgγ}$$

где $Δ\_{0}$ – величина осевого зазора, $γ$ – угол установки предыдущего профиля.

При определении оптимальных условий установки профилей последующих венцов необходимо учитывать ряд рекомендаций, позволяющих избежать дополнительных потерь полного напора, т.е. решить вопрос о снижении акустического шума турбины в комплексе с сохранением приемлемого уровня КПД.

**Библиографический список**

1. **Савин Н.М., Сарен В.Э.** Гидродинамическое взаимодействие венцов в системе ротор-статор осевой турбомашины.// Изв. РАН. МЖГ. 2000. №3. с. 145-158.