

УДК 621.515+62-848

В.Н. Довженко, В.П. Парафейник, В.В. Петров, Е.М. Меша, А.Д. Токарев**ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе г. Сумы, Украина**

ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОКОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ С ГАЗОТУРБИННЫМ ПРИВОДОМ

Аннотация: Рассмотрены шумовые характеристики газоперекачивающих агрегатов типа ГПА-Ц с газотурбинным приводом авиационного и судового типа мощностью 6,3-25 МВт, созданного на основе двигателей НК-12СТ, НК-16СТ, Д-336-1/2, ДТ71П и других. Показано влияние конструктивных особенностей систем шумоглушения на шумовые характеристики агрегатов.

Газоперекач, вающ, й агрега2, газо2турб, нный пр, вод, , с2очн, к, шума, акус2, ческое, злучен, е, звукова, мощнос2ь, шумоглушен, е

Проблема обеспечения экологической безопасности по шуму турбокомпрессорных агрегатов (ТКА) природного газа типа ГПА-Ц-6,3 и ГПА-Ц-16 мощностью 6,3 и 16 МВт, соответственно, является весьма актуальной как в связи с ужесточением действующих нормативных актов в области защиты окружающей среды от вредного акустического воздействия промышленного оборудования, так и в связи с развитием сети крупных компрессорных станций (КС) газовых и нефтяных месторождений, магистральных газопроводов, подземных хранилищ газа и других производств газовой и нефтяной промышленности. В связи с этим по мере расширения областей применения ТКА типа ГПА-Ц как разработчики, так и потребители газотранспортного оборудования еще ранее приступили к анализу их шумовых характеристик и к разработке рекомендаций по их улучшению [1 – 4 и др.].

Данное направление исследований оказывает существенное влияние на решение принципиальных вопросов в процессе проектирования и строительства газотранспортных предприятий, а также конструирования и производства оборудования для их оснащения:

- разработка унифицированных генеральных планов строительства КС;
- выбор компоновочных схем агрегатов и установок на их основе, а также других функциональных элементов в составе КС;
- поиск и реализация конструктивных решений, обеспечивающих в соответствии с нормативной документацией требуемые шумовые характеристики агрегатов на площадке КС.

В настоящее время с учетом конструктивных особенностей ТКА, создаваемых на основе газо-

турбинного привода (ГТП) авиационного и судового типа, рассмотрены основные источники шума (ИШ) в составе агрегатов, их влияние на звуковое поле, и уровни звукового давления (УЗД), полученные расчетным и экспериментальным путем, и сформулированы основные направления решения задач, связанных с экологической безопасностью ТКА по шуму. Вышеизложенное определяет научно-практическую ценность и перспективность проводимых работ.

Агрегаты, выпускаемые ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» (далее ОАО) и использующие в качестве привода газотурбинные двигатели (ГТД) мощностью 6,3-25 МВт, являются мощными источниками шумового загрязнения окружающей среды с множеством ИШ различной интенсивности, расположенных на поверхности агрегата. Основными внутренними ИШ являются ГТП и центробежный компрессор (ЦК), а также в отдельных конструкциях агрегатов мультипликатор или редуктор. К внешним ИШ агрегатов можно отнести воздухоочистительное устройство (ВОУ) воздухоприемной системы ГТД, срез шахты выхлопа и ее стенки, стенки и крыши отсеков двигателя и компрессора.

Первыми агрегатами, произведенными ОАО, были газоперекачивающие агрегаты (ГПА) мощностью 6,3 МВт. Звуковая мощность этих агрегатов, определенная по действующим в те годы стандартам, достигала 115-117 дБА. Исходя из этой мощности [1] и методик расчета распространения звука на местности, в отдельных случаях приходилось располагать КС на расстоянии нескольких километров от населенных пунктов. Однако, анализ спадов УЗД, выполненный согласно СНиП II-12-77 для различных расстояний от агрегатов, показал, что

наблюдается постоянное превышение расчетных данных над полученными экспериментально на 10s30 дБ для различных типов агрегатов и расстояний от них. Методика расчета спадов УЗД не могла дать столь значительной погрешности расчетов. Получаемая погрешность расчетов спадов УЗД была связана с некорректностью определения звуковой мощности агрегатов, а именно, сильным влиянием ближнего поля вблизи от ГПА и наличием значительного количества ИШ различной интенсивности на поверхности ГПА. Поэтому экспериментально определяемая звуковая мощность являлась завышенной. В связи с этим специалистами ОАО совместно с Институтом строительной физики (НИИ СФ г.Москва) и Балтийским ГТУ (г. С.-Петербург) был разработан и введен в действие с 1.07.1992 г. ГОСТ 12.2.16.4 [5], входящий в комплекс стандартов ГОСТ 12.2.16.1-ГОСТ 12.2.16.5 по определению шумовых характеристик различного компрессорного оборудования. Ниже будет проведен анализ спадов УЗД для различных расстояний для некоторых конструкций агрегатов с ГТП, полученных расчетом и экспериментально.

Необходимо отметить, что в 70-х годах прошлого столетия, когда ОАО начало выпускать свои первые агрегаты с ГТД, высоких требований к ГПА по шуму не предъявлялось. В дальнейшем, в связи с ростом требований к обеспечению экологической безопасности с ГТП требования к их шумовым характеристикам (ШХ) значительно возросли. Для решения этой проблемы необходимо было в первую очередь повысить эффективность шумоглушения на всасывании и выхлопе ГТД. Во-вторых, улучшить звукоизоляцию стенок контейнеров и, в-третьих, снизить шум различных ИШ, находящихся на поверхности агрегата, в частности, вентиляторов, которые во многом определяют ближнее звуковое поле агрегата.

Решение проблемы шума на всасывании и выхлопе ГТД решалось путем выбора наиболее целесообразной конструкции пластин шумоглушителем (их геометрии и расположения в пакете). В качестве звукопоглощающего материала в шумоглушителях используется базальтовое супертонкое волокно.

Улучшение звукоизоляции стенок контейнера агрегатов было достигнуто путем устранения неплотностей прилегания панелей и дверей контейнера к каркасу, улучшения технологии изготовления панелей и каркасов контейнера. В настоящее время контейнеры агрегатов имеют, как правило, сплошные стенки, исключаяющие возможность появления неплотностей.

Дальнейшее улучшение ШХ агрегатов связано с созданием агрегатов на основе судовых двигателей ДГ 90. На этих двигателях впервые был применен звукоизолирующий капот, используемый одновременно для подачи охлаждающего возду-

ха к ГТД. Установка этого кожуха внутри отсека двигателя позволила снизить уровень шума в отсеке со 115...s118 дБ до 89...s91 дБ. Это позволило значительно снизить металлоемкость конструкции контейнера двигателя, т.к. необходимость в обеспечении высокой звукоизоляции от шума, распространяющего от ГТД, отпала. Аналогичные конструкции кожухов применяются в настоящее время и в новых компоновочных решениях агрегатов с авиационными ГТД.

Снижение шума вентиляторов первоначально решалось путем установки на них шумоглушителей. Это достаточно простое решение проблемы значительно усложнило конструкцию блоков маслоохладителей, где в основном и применялись вентиляторы, и затрудняло их эксплуатацию. В связи с этим в дальнейшем были разработаны вентиляторы с улучшенными на 4...s6 дБ характеристиками, которые получили широкое применение в агрегатах типа ГПА-Ц.

Все вышеперечисленные меры по улучшению безопасности по шуму ГТД агрегатов обеспечили уровни звука около контейнера в пределах 80-82 дБА. Основной проблемой по снижению шума осталась проблема, связанная с излучением шума технологическими трубопроводами и станционным оборудованием на КС. Именно они и определяют ШХ агрегатов в ближнем звуковом поле.

На рис. 1 представлены результаты улучшения ШХ агрегатов типа ГПА-Ц-6,3, достигнутые как за счет совершенствования системы шумоглушения агрегата, так и за счет применения более точного метода определения звуковой мощности ГПА [4].

Правильность определения звуковой мощности для крупногабаритных ИШ, имеющих на своей поверхности значительное количество источников различной интенсивности, подтверждается приведенными на рис. 2 графиками спадов УЗД на различных расстояниях от контейнеров агрегатов. Для агрегатов типа ГПА-Ц-16 уровни звуковой мощности (УЗМ) определены по ГОСТ 12.1.028, для агрегатов типа ГПА-Ц-25 по новому ГОСТ 12.2.16.4. Следует отметить хорошее совпадение экспериментальных данных по спадам УЗД на различных расстояниях от агрегатов, не превышающее 3 дБ (кривые 2-4, рис. 2), а также расчетных и экспериментальных данных при определении УЗД на различных расстояниях от агрегата типа ГПА-Ц-25. Расчет этих УЗД проводился по звуковой мощности, определенной в соответствии с ГОСТ 12.2.16.4.

Для определения ШХ агрегатов на стадии проектирования было разработано с учетом методов геометрической акустики и требований ГОСТ 12.2.16.4 специальное программное обеспечение. Исходными данными являются ШХ источников шума как внутренних, так и внешних, и шумопоглощающие и звукоизолирующие характеристики

комплексной системы шумоглушения. Например, максимальное расхождение между расчетными и экспериментальными уровнями звуковой мощности во всех октавных полосах частот для агрегата ГПА-Ц-25 не превышали 3 дБ.

Выпускаемые в настоящее время блочно-контейнерные агрегаты имеют звуковую мощность 103...106 дБА, а агрегаты и энергоблоки, размещенные в здании индустриального типа, 98...100 дБА. Дальнейшее улучшение ШХ агрегатов с ГТП может быть достигнуто за счет увеличения эффективности шумоглушения, снижения шума в источнике и трубопроводной обвязке ГПА. Особое внимание следует обратить на арматуру, входящей в состав трубной обвязки.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Разработанная методика определения звуковой мощности крупногабаритных ИШ и внедренная ГОСТом 12.2.16.4 позволила с большей точностью определять шумовые характеристики собственно ИШ и УЗД на различных расстояниях от них.

2. Выполненная модернизация системы шумоглушения агрегатов с газотурбинным приводом позволила улучшить шумовые характеристики агрегатов на 7с...10 дБ.

3. Улучшение шумовых характеристик агрегатов с газотурбинным приводом может быть достигнуто на основе комплексного подхода – путем снижения шума основных ИШ (ГТД, компрессор, вентиляторы, запорная и регулирующая арматура); дальнейшим совершенствованием системы шумоглушения агрегата, улучшением компоновки и звукоизоляции технологической трубопроводной обвязки агрегатов с газотурбинным приводом.

Литература

1. Васильев Ю.Н., Терехов А.Л., Завражная О.Н. Распространение шума газоперекачивающих агрегатов с авиационным приводом на местности / Экспресс-информация «Транспорт, хранение и использование газа в народном хозяйстве», №7 –

ВНИИ Эгазпром. – М., 1983. – С.7-13.

2. Завражная О.Н., Олейников И.Н., Петров В.В. Определение шумовых характеристик газотранспортного оборудования блочного типа // Тезисы докладов IX Международной науч.-техн. конф. по компрессоростроению. – ЗАО «НИИтурбокомпрессор». – Казань. – 1993. – С. 93-94.

3. Лапко О.Я., Петров В.В. Методы расчета и измерения шумовых характеристик газоперекачивающих агрегатов на территории и в помещениях промышленных предприятий // Нафта і газ України – 96: матеріали науково-практ. конф. (Харків, 14-16 травня 1996 р.). – Харків: УНГА, 1996. – Т. 3. – С. 91-93.

4. Довженко В., Парафейник В., Петров В. Обеспечение экологической безопасности по шуму агрегатов типа ГПА-Ц // Газотурбинные технологии. – 2002 г. - №(17). – с. 40-44.

5. ГОСТ 12.2.16.4. Метод определения шумовых характеристик стационарных компрессорных установок. – М., Изд. стандартов, 1991. – С. 9.

Поступила в редакцию 25.07.06 г.

Рецензент: вице-президент концерна «Укрросметолл» к.т.н. Лавренко А.М.

Рис. 2 – Уровни звука, создаваемые агрегатами на различных расстояниях от их звукоизлучающих поверхностей: 1 – агрегат ГПА-Ц-16/76, расчёт (определение УЗМ по ГОСТ 12.1.028); 2 – агрегат ГПА-Ц-16/76, эксперимент; 3 – агрегат ГПА-Ц-25/76, расчёт (определение УЗМ по ГОСТ 12.2.16.4); 4 – агрегат ГПА-Ц-25/76, эксперимент

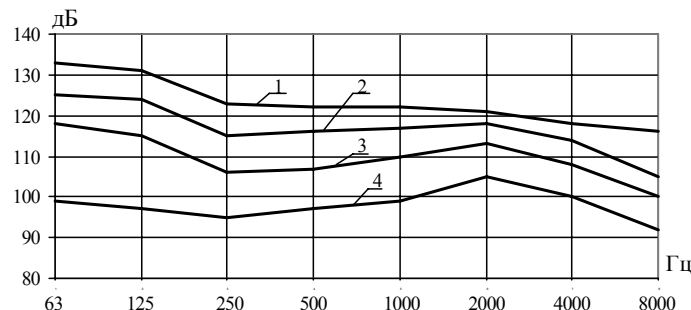
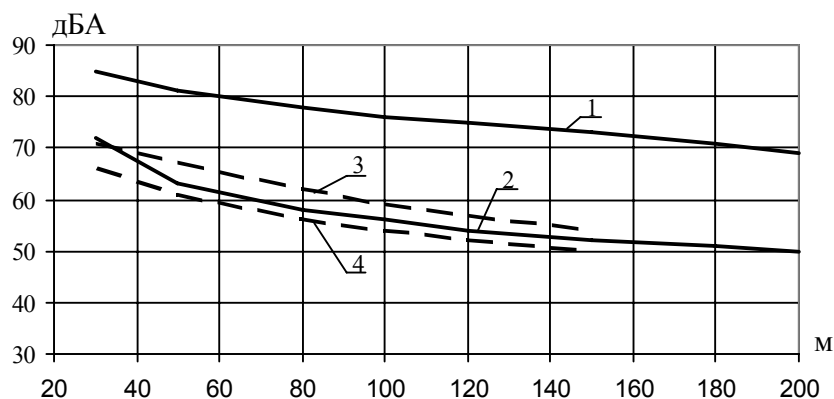


Рис. 1 – Уровни звуковой мощности агрегатов типа ГПА-Ц-6,3 с одно- и двухступенчатыми глушителями на всасывании и выхлопе: 1 – ГПА-Ц-6,3/56 с одноступенчатыми глушителями (определение УЗМ по ГОСТ 12.1.028); 2 – ГПА-Ц-6,3/56 с двухступенчатыми глушителями (определение УЗМ по ГОСТ 12.1.028); 3 – ГПА-Ц-6,3/56 с двухступенчатыми глушителями (определение УЗМ по ГОСТ 12.2.16.4); 4 – ГПА-Ц-6,3/76 с двухступенчатыми глушителями, вентиляторами пониженной шумности и звукоизолирующим капотом на ГТД (определение УЗМ по ГОСТ 12.2.16.4).



Анотація: Розглянуті шумові характеристики турбокомпресорних агрегатів з газотурбінним приводом авіаційного і суднового типу потужністю 6,3-25 МВт, створеного на основі двигунів НК-12СТ; НК-16СТ; Д-336-1/2; ДТ71П та інших. Показаний вплив конструктивних особливостей систем шумоглушіння на екологічну безпеку по шуму агрегатів, що знаходяться в експлуатації.

Abstract: Noise characteristics of gas transfer turbocompressor packages GPA-C of 6,3 ч 25 MW power driven by gas turbines of air craft and marine types on the basis of NK-12ST; NK-16ST; D-336-1/2; DT71P and others are presented. It is shown influence of noise silence systems design upon noise ecological safety of turbocompressor packages operation.