

Проведя анализ результатов расчетов технологических потерь природного газа при эксплуатации ГРС, определяем следующее:

- наибольшие потери газа образуются при продувке пылевлагоулавливающих устройств (мультициклонных пылеуловителей);
- вторыми по объему выбросов являются потери при заправке расходных емкостей одоранта и подземных емкостей хранения;
- остальные потери газа можно считать сравнительно малыми по отношению к потерям при продувке мультициклонных пылеуловителей и заправке емкостей одоранта.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы.

Для снижения выбросов природного газа из газопроводов и оборудования ГРС в атмосферный воздух в первую очередь необходимо направить мероприятия на утилизацию или уменьшение технологических потерь при продувке пылевлагоулавливающих устройств (мультициклонных пылеуловителей).

Технологические потери природного газа при заправке расходных емкостей одоранта и подземных емкостей хранения также требуют утилизации или уменьшения, учитывая то, что вместе с газом в атмосферный воздух могут, несмотря на нейтрализацию, выбрасываться пары одоранта (этилмеркаптана), имеющие крайне неблагоприятное воздействие на окружающую среду и обслуживающий персонал ГРС.

Список литературы

1. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов ВРД 39-1.10-069-2002 : утв. членом правления ОАО «Газпром» Б. В. Будзуляком 15.10.2002.
2. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением) : утв. приказом Ростехнадзора от 25.03.2014 № 16.
3. Инструкция по расчету и нормированию выбросов ГРС (АГРС, ГРП), ГИС. СТО Газпром 2-1.19-058-2006 : утв. и введ. в действие Распоряжением ОАО Газпром» от 14.12.2005 г. № 403 23.06.2006.
4. Методические рекомендации по определению и обоснованию технологических потерь природного газа при транспортировке магистральным трубопроводным : утв. заместителем Министра энергетики Российской Федерации С. И. Кудряшовым 09.07.2012.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА

С. С. Евсеева, В. С. Филатова

*Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Астрахань (Россия)*

В последние годы все более ужесточаются требования по снижению уровня шума в связи с эксплуатацией строительных машин. Так, например,

в России из 60–80 % транспортного шумового загрязнения 35 % связано с эксплуатацией строительного оборудования.

Из года в год объем этого оборудования резко увеличивается, и экологическая обстановка в стране ухудшается. Национальное министерство сообщений России постоянно публикует материалы, устанавливающие уровень шума и вибраций в процессе работы строительных машин. На рынок стран ЕС поступает оборудование, которое отвечает постановленным стандартам по уровню шума, который, в свою очередь, регламентируется рядом постановлений и ограничивается воздействием на обслуживающий персонал и на окружающую среду [1].

Методы измерения уровня шума и ограничения стандартов.

Международный стандарт ISO 6395 (действует в странах ЕС), организация которого установила уровень шума, который создается при работе строительных машин, определяется из величины излучаемой звуковой энергии и зависит от характера работ и методов их проведения. Так, например, в передней полусфере гидравлических экскаваторов существует шесть точек, где наиболее активное излучение шума – четыре по бокам и две вверху. Если взять за обозначение средней величины звуковой энергии A , а площадь поверхности полусферы обозначить B , шум измерим с помощью приборов, которые расположены в обозначенных шести точках, то уровень излучаемой звуковой энергии W будет равен:

$$W = A + 10\log B \quad (1)$$

Также необходимо учесть такой фактор, как свойства поверхности, на которой установлен сам экскаватор, потому что это может быть обычный грунт, асфальтированная либо бетонная поверхность, а это также оказывает некоторое влияние на уровень шума.

Различия в оценках уровня шума по принятым методикам сводятся к тому факту, что за середину шасси экскаватора принимается центр верхней поворотной платформы, а в Европе середина шасси является центром поворота экскаватора. На рис. 1 приведена зависимость уровня шума, установленного стандартами ЕС и России, от номинальной мощности двигателя.

Установленный уровень шума для стран Европейского союза связан с мощностью двигателя, а для России он подразделяется на три основные ступени в соответствии с мощностью. Для гарантированной защиты окружающей среды принят допустимый уровень шума 100–106 дБ.

При шуме на уровне же более 110 дБ у человека возникает шумовое опьянение, которое по ощущению похоже на алкогольное или наркотическое.

При хронической подверженности к шуму на уровне более 90 дБ человек теряет слух, а при уровне 145 дБ происходит разрыв барабанных перепонки [2].

Анализ источников шума.

Все мероприятия по защите от шума приводят не только к совершенствованию технических характеристик оборудования, но и к установлению источников шума, что очень важно для лучшего блокирования шума. При расчете степени влияния источника шума нужно оценить величину мощности звукового давления, звуковых колебаний и отраженного звука.

Необходимо использовать методики, которые позволяют измерять шумовые параметры строительных машин и проанализировать частотные составляющие звуковых колебаний при различных углах излучения звука.

На рис. 2 приведена схема с распределением интенсивности излучения звука при работе гидравлических экскаваторов.

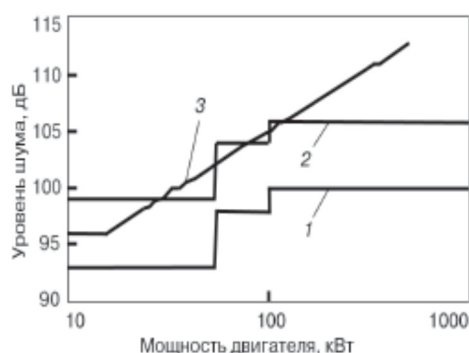


Рис. 1. Стандартные уровни шума, излучаемого при работе гидравлических экскаваторов (для России и ЕС): 1 – сверхнизкий; 2 – низкий; 3 – регламентируемый стандартом

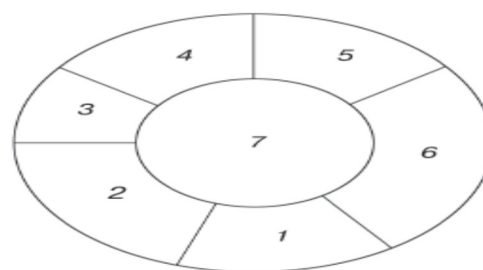


Рис. 2. Источники шума, излучаемого при работе гидравлических экскаваторов: 1 – глушитель двигателя; 2 – гидравлические устройства; 3 – устройства подачи охлаждающего воздуха; 4 – прочие; 5 – концевые элементы конструкции; 6 – лопасти вентилятора системы охлаждения; 7 – распределенные источники

Снижение уровня шума, который создается вентилятором системы охлаждения двигателя.

В устройствах силовых агрегатов гидравлических экскаваторов применяются системы охлаждения с вентиляторами, имеющих форму лопастей. Если на лопасти вентилятора действует небольшое по величине сопротивление, то движение потока охлаждающего воздуха является ламинарным (слоистым), его струи проходят параллельно валу вентилятора. При использовании теплообменников в потоке охлаждающего воздуха движение струй воздуха вихреобразное, это движение воздуха носит турбулентный (вихреобразный) характер (рис. 3).

Струи воздуха отклоняются от направления оси, изменяя при этом свою скорость, и охлаждение происходит неидеальное, что является причиной возникновения шума и вибраций. Даже если использовать при этом схемы охлаждения с осевыми вентиляторами, это все равно не исключает действия на лопасти большого по величине сопротивления, и двигатель

охлаждается не лучшим способом. Главной причиной возникновения высокого уровня шумовых колебаний в устройстве на вентилятора является большая область охвата лопастей и прерывистость поступающего воздуха через радиатор, это приводит к турбулентному режиму течения воздушных слоев и, следовательно, к высокому шумовому загрязнению. Подсос воздуха в вентилятор происходит не только через радиатор, а также часть всасываемого через ограничитель вентилятора воздуха движется к лопастям в противоположном направлении, что является основной причиной возникновения шума [4].

Шумовой фон можно понизить подбором зазора между лопастями вентилятора и его ограничителем (рис. 4). Сопротивление воздуха, которое проталкивается лопастями, зависит от объема и площади внутренней поверхности двигателя, а также от параметров теплообменника, например, при использовании кожухов в зимний период времени.

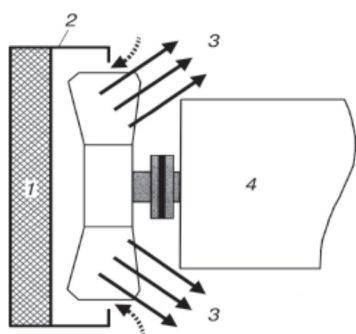


Рис. 3. Движение воздуха в осевом вентиляторе при действии на лопасти повышенного сопротивления потока: 1 – теплообменник (радиатор); 2 – ограничитель вентилятора; 3 – поток охлаждающего воздуха; 4 – двигатель

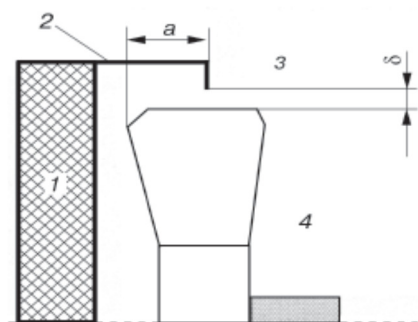


Рис. 4. Схема образования конструктивного клиренса и возникновения встречного потока воздуха: 1 – ограничитель лопастей; 2 – теплообменник (радиатор); 3 – зона возникновения встречного потока воздуха; 4 – конструктивный клиренс

Изменить режимы охлаждения можно, например, если изменить результирующий вектор скорости потока воздуха, который проходит через лопасти. В большинстве случаев основная часть поступающего воздуха проходит через теплообменник, не имея при этом препятствий, но на кромках ограничителя лопастей поток воздуха претерпевает некоторый срыв.

Для того чтобы воздух проходил без особого сопротивления, нужно осуществить оптимизацию кромки ограничителя в соответствии с расходом воздуха путем подбора таких параметров, при которых незначительное гидравлическое сопротивление будет осуществляться даже при максимальном расходе поступающего воздуха. В последние годы чтобы уменьшить действующие на лопасти усилия и снизить сопротивления, кромку ограничителя лопастей изготавливают полукруглой или торообразной формы.

Форма лопастей вентилятора тоже имеет свое определенное предназначение, так как в радиальном направлении лопасти постепенно расширяются, а их кромки не имеют заостренных краев. Научно доказано, что форма лопасти, похожая на треугольник, издает небольшой шум. То же дает скошенная в направлении вращения форма самих лопастей, а также, если неравномерно расположить лопасти в цилиндрической поверхности вала вентилятора, изменить шаг этих лопастей, благодаря чему можно существенно снизить звуковых колебания, зависящие от частоты вращения вала вентилятора.

Снижение шума, который издается глушителем силового агрегата.

Глушитель почти устраняет шум газов, отработанных и генерируемых двигателем, в то же время глушитель еще работает в качестве демпфера при резком расширении газов. На рис. 5 приведена некоторая зависимость уровня шума от проходного сопротивления глушителя, который связан с размером отверстий, гасящих шум [5].

Для гашения шума на глушителе необходимо изменять проходное сопротивление, учитывая при этом допустимое давление в двигателе, а также путь изготовления деталей глушителя из поглощающего шум материала. В последнее время получило распространение применение, так называемой техники активного регулирования шумового уровня.

Снижение уровня шума в коллекторах подачи воздуха в двигатель.

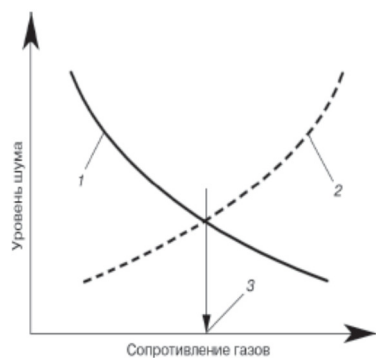
Часто шум, который возникает при подаче наружного воздуха в двигатель, становится основной проблемой миниэкскаваторов, в устройство которых входят двигатели без агрегатного турбонаддува с тремя или четырьмя всасывающими патрубками. Можно использовать метод глушения шума, но при этом уменьшать его частотные составляющие, (например, составляющие детонационного шума), а это в наши дни является решаемой задачей. Нужно учитывать эффект от поглотителей шума [6].

Снижение шума в гидросистемах.

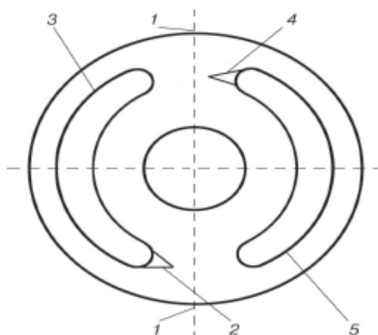
Шум при работе гидравлических систем экскаваторов возникает в связи с неламинарным течением рабочей жидкости (РЖ) в трубопроводах и гидравлических устройствах. Как правило, шум создается на управляющих клапанах, при работе гидравлических двигателей и насосов. Для блокирования пиковых шумовых частот наиболее эффективным будет исключить резонансные акустические эффекты в некоторых частях гидравлических устройств.

Вероятность резонансных явлений зависит от того факта, насколько правильно выполнено прорезей на рабочем узле насосов (рис. 6).

Возможны так называемые «мертвые» точки на выходной и входной сторонах. Можно привести, в качестве примера, подобные точки 1–3 на диаграмме настройки насоса, который установлен на гидравлическом экскаваторе (рис. 7).



*Рис. 5. Зависимость уровня шума от сопротивления отработавших газов:
1 – детонационный шум;
2 – шум от движения воздуха;
3 – оптимальная величина глушения выхлопных газов*



*Рис. 6. Схема рабочего узла гидронасоса (тарелки):
1 – прорезь; 2 и 4 – верхняя и нижняя мертвые точки;
3, 5 – впускное отверстие*

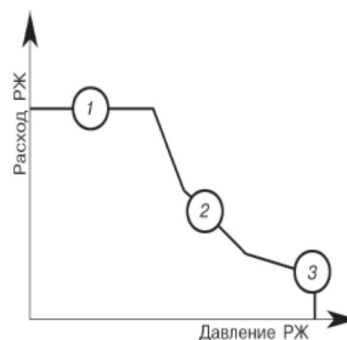


Рис. 7. Рабочие точки гидронасоса

На рисунке наглядно показано, что область использования номинального расхода и номинального давления довольно широкая, но при этом нужно провести подбор прорезей для наиболее эффективного использования рабочего пространства в этом насосе. Выбрать наилучшую форму прорези для понижения явлений резонанса можно в том случае, если изменить при этом объем гидравлических цилиндров или изменить расход рабочей жидкости в верхней и нижней мертвых точках. Так, например, точка 1 принадлежит зоне максимального расхода при минимальном давлении, в режиме запирания насоса давление в рабочих цилиндрах возрастает за счет давления на выходе насоса, поэтому точка 1 соответствует снижению расхода на выходе насоса.

Точка 3 характеризует зону с минимальным расходом при высоких значениях давления, за счет которого на выходе насоса внутреннее давление в рабочих цилиндрах уменьшатся, и эта точка определяет снижение расхода в гидроцилиндрах. Для модифицирования звукового излучения зона среднего расхода при среднем значении давления, соответствующая точке 2, считается наиболее приемлемой точкой настройки (если сравнивать с точками 1 и 3).

В некоторых случаях, когда резонансный режим насосов смягчен, и задача состоит только в том, чтобы понизить уровень шума в гидравлических элементах, то нужно насколько это возможно уменьшить действующее давление и использовать при этом специально предназначенные для этого резонансные поглотители звука: так, например, в гидравлических экскаваторах это могут быть боковые гидравлические ответвления, а на дробильном оборудовании резонансные поглотители со специальными аккумулялирующими устройствами, хотя, возможно, на практике требуется еще и

учет сдвига поглощаемых резонансных частот и изменения воздушного объема, находящегося под давлением рабочей жидкости.

Предотвращение распространения звуковых колебаний.

Снизить уровень шума можно при наличии и использовании устройств глушения звуковых колебаний, в случае применения которых на двигателе возможно ухудшение теплового баланса и, следовательно, увеличение гидравлического сопротивления при движении в установке охлаждающего воздуха. Для экранирования двигателя нужно перед тем, как определить расход охлаждающего воздуха и расход уровня шума в зоне каждой щели определить место проведения для последующих измерений. В настоящее время трудно даже приблизительно оценить уровень шума, который исходит из щелей в двигателе. При использовании анализа процессов протекания воздушных потоков и применении расчета программного обеспечения, можно получить точность измерения.

Денежные затраты на блокирование шумового загрязнения оказались большими. Так, например, установка пенополиуретановых прокладок и экранов отлично снижает уровень шума на строительной площадке, поглощает звуковые колебания, особенно в зонах, где высокочастотные звуковые колебания. Такой эффект блокирования низкочастотных звуковых колебаний с помощью экранов и пенополиуретановых прокладок небольшой как для двигателя, так и для гидравлических систем. Чтобы увеличить поглощение звуковых колебаний, необходимо увеличить площадь экранов и прокладок, в связи с этим очень возможно возникновение шумового загрязнения еще и в других местах [3–7]

В настоящее время для снижения уровня шума при работе строительного оборудования и блокирования звуковых колебаний разработано много методических указаний, которые уменьшили и устранили некоторые шумы.

Список литературы

1. Сушков С. И., Макеев В. Н., Плешков Д. Д. Анализ конструктивных особенностей грузоподъемных механизмов гидравлических экскаваторов // Строительные и дорожные машины. 2012. № 6. С. 13–15.
2. Ковалев В. И., Тришин В. Ф., Акимов М. Ф. Новый башенный кран ОАО «РКЗ». М. : Стройиздат, 2008.
3. Григорьев А. В., Пащенко В. А., Савельев А. Г., Журавлев В. В., Потапов А. Н., Харитонов В. Н. Результаты испытаний кабины автогрейдера производства ЗАО «Брянский Арсенал». С. 111–119.
4. Экскаваторы и стреловые самоходные краны. Каталог-справочник. М., 2011.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М. : Изд-во ПИО ОБТ, 2000.
6. Белецкий Б. Ф. Строительные машины и оборудование: Справочное пособие для производственников механизаторов, инженерно-техн. работников строительных организаций, студентов строительных вузов, факультетов, техникумов. Ростов н/Д. : Феникс, 2002. 608 с.: ил.
7. Елифанов С. П. Машины для монтажных работ и вертикального транспорта. Справочное пособие по строительным машинам. М. : Стройиздат, 2008.