

КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

К.Т.Н. Петров А.П., Сеницын С.Н., Банников С.Н.

Курганский государственный университет (КГУ),
alex_p2@mail.ru

В настоящее время в системе охлаждения двигателя и системе кондиционирования салона автомобиля и кабины трактора применяется большое разнообразие конструкций вентиляторных установок для обеспечения подачи охлаждающего воздуха. Отличительной особенностью вентиляторных установок автомобилей является то, что они кроме основной функции, принудительной подачи охлаждающего воздуха, должны обеспечивать эффективное использование набегающего потока воздуха. Это непростая задача, поскольку эти две функции практически всегда находятся в противоречии. Проблема еще более усложняется, когда на автомобиле устанавливается кондиционер. Коэффициент полезного действия набегающего потока выше, чем коэффициент полезного действия вентилятора. Поэтому необходимо стремиться наиболее рационально использовать набегающий поток воздуха.

В статье проанализированы наиболее распространенные вентиляторные установки легковых автомобилей, используемые для обеспечения работы системы охлаждения двигателя и системы кондиционирования салона автомобиля. Оценены их достоинства и недостатки. Оценивались наиболее важные их характеристики: эффективность использования вентилятора, рациональное использование набегающего потока воздуха при движении автомобиля, массово-габаритные характеристики и шум, производимый вентиляторами при их работе. Сделаны выводы и даны рекомендации по совершенствованию вентиляторных установок. При выборе того или иного варианта вентиляторной установки необходимо учитывать особенности конструкции автомобиля. Высокая эффективность вентиляторной установки может быть получена, когда кожух вентилятора имеет полный охват радиатора. В этом случае для рационального использования набегающего потока необходимо в кожухе вентилятора установить клапаны большого сечения, в отличие от традиционных эти клапаны должны иметь привод для принудительного открытия и закрытия.

Ключевые слова: вентилятор; вентиляторная установка; система охлаждения; система кондиционирования; компоновка; конструкция.

Введение

Выбор вентиляторов и в целом вентиляторной установки обусловлен множеством факторов. В первую очередь эффективностью охлаждения двигателя при заданных климатических условиях, эксплуатационных нагрузочных и скоростных режимах движения, стремлением снизить затраты энергии для обеспечения работы системы охлаждения и кондиционирования, сопротивлением радиаторов и в целом воздушного тракта, размерами радиатора, компоновочным пространством перед и за радиатором, уровнем шума, создаваемого вентиляторами, и т.д. Вопросы, связанные с проектированием вентиляторов и вентиляторных установок, достаточно хорошо изучены [1–9], но проблема проектирования системы охлаждения двигателя легкового автомобиля и си-

стемы кондиционирования заключается в том, что эти вопросы все время приходится решать индивидуально для каждого нового автомобиля, поскольку их конструкции не похожи одна на другую. Технические решения, отлично работающие на одном автомобиле, будут иметь серьезные недостатки на другом автомобиле, хотя на первый взгляд конструкции похожи. При проектировании обычно приходится принимать компромиссные решения, для этого необходимо знать все проблемы и последствия принимаемых решений.

Цель исследования

Целью исследования является анализ конструктивных особенностей вентиляционных установок легковых автомобилей и выдача рекомендаций по их применению.

Материалы, результаты исследования и их обсуждение

Конструкции вентиляторных установок легковых автомобилей отличаются большим разнообразием. Это вызвано различными обстоятельствами: стремлением наиболее эффективно использовать набегающий поток воздуха для охлаждения; наличием или отсутствием кондиционера; компоновочными ограничениями и т.д. Разнообразие конструкций стало возможным благодаря применению электровентиляторов. Каждая из конструкций имеет свои достоинства и недостатки. На рис. 1 представлены наиболее типичные конструкции вентиляторных установок.

Для легковых автомобилей очень выгодно использовать набегающий поток воздуха для обеспечения обдува радиаторов системы охлаждения и кондиционера, поскольку этот способ подачи воздуха имеет более высокий

КПД по сравнению с вентилятором. Существует несколько способов обеспечения подачи охлаждающего воздуха за счет набегающего потока воздуха. Наиболее простой способ – это неполный охват кожухом радиатора. Степень охвата радиатора может составлять то 60 до 80% (рис. 1а, б). Принцип использования набегающего потока воздуха заключается в том, что при движении автомобиля большая часть набегающего потока воздуха проходит через свободную зону радиатора, не охваченную кожухом. Таким образом, расход воздуха через радиатор при движении увеличивается на 20...30%, существенно улучшается равномерность распределения скорости потока воздуха по фронту радиатора. Но этот способ подачи охлаждающего воздуха имеет серьезные недостатки. Когда скорость движения низкая и основным источником охлаждающего воздуха становится вентилятор, свободная зона ради-

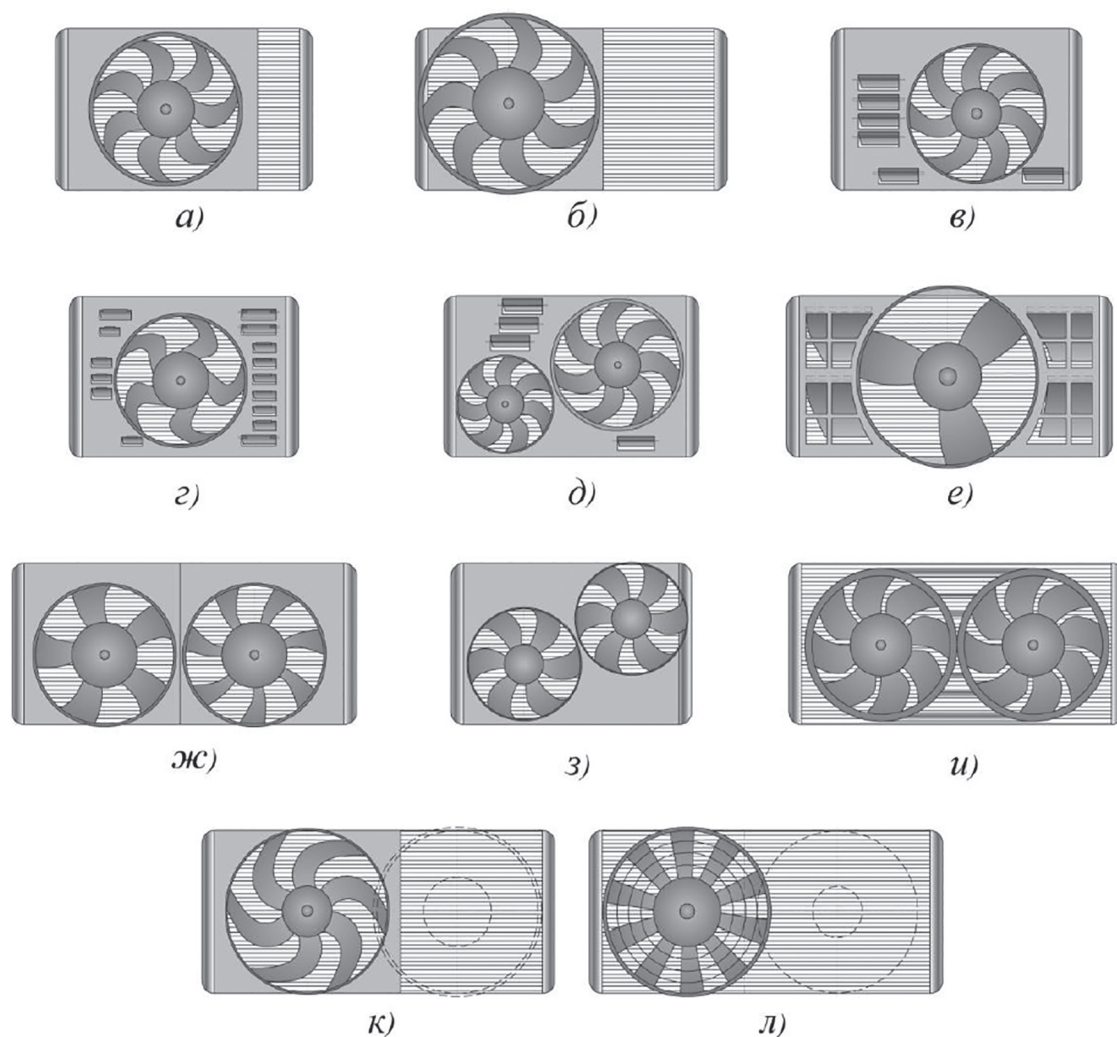


Рис. 1. Конструкции вентиляторных установок

атора в этом случае оказывает отрицательное влияние, через нее происходит интенсивная рециркуляция воздуха из подкапотного пространства в предрадиаторную камеру, т.е. горячий воздух вновь проходит через радиатор. При этом в зависимости от степени охвата переток воздуха из подкапотного пространства может составлять 10...20%, что в значительной степени снижает эффективность использования вентилятора.

Стремление рационально использовать набегающий поток воздуха и эффективность вентилятора привело к появлению разнообразных конструкций вентиляторных установок с клапанами в кожухе. Так, например, вариант, представленный на рис. 1в, имеет в левой части кожуха шесть пластинчатых клапанов. Ось крепления клапанов расположена таким образом, что они под действием собственного веса находятся в закрытом состоянии. Под действием набегающего потока воздуха клапаны открываются, тем самым обеспечивают дополнительное поступление охлаждающего воздуха. Клапаны на кожухе расположены таким образом, что достигается более равномерное распределение воздуха на «затененных» участках радиатора. Когда включается вентилятор, то под действием собственного веса и разряжения, образовавшегося под кожухом, клапаны закрываются. Таким образом, используется вся площадь радиатора для поступления воздуха под действием вентилятора. В варианте на рис. 1г предпринята попытка еще больше использовать набегающий поток и более равномерно его распределять по фронтальной поверхности радиатора. Это достигается за счет большего количества клапанов на поверхности кожуха. Кроме этого, такая вентиляторная установка имеет более симметричную конструкцию, а это позволяет повысить эффективность использования вентилятора и более равномерно распределить поток воздуха при его работе.

При использовании жестких металлических клапанов, как например в вариантах, представленных на рис. 1в, г, д, имеются дополнительные проблемы, которые проявляются при работе вентилятора. Поскольку жесткие клапаны закрываются под действием собственного веса и разряжения, то их прилегание к поверхности кожуха происходит неплотно. Поэтому через щели всасывается большое количество воздуха, что в значительной мере снижает

эффективность вентилятора, особенно это заметно в вентиляторных установках с большим количеством клапанов. Чем большее сопротивление имеет радиатор, тем в большей степени этот эффект наблюдается.

Применение резиновых клапанов в кожухе вентилятора также имеет свои преимущества и недостатки (см. рис. 1е). Резиновые клапаны под действием набегающего потока воздуха прогибаются и таким образом обеспечивается поступление охлаждающего воздуха при движении автомобиля. Несмотря на то, что такие клапаны делают больших размеров, но под действием набегающего потока они открываются не полностью. Клапаны закреплены в верхней точке и их открытие происходит за счет преодоления сил упругости материала клапана, поэтому проходное сечение клапана не полное, причем чем меньше набегающий поток воздуха, тем в меньшей степени клапаны открыты. Очень часто именно на таких режимах движения потребность в охлаждающем воздухе наиболее высока, поэтому в данном случае недостаток в охлаждающем воздухе компенсируется за счет включения вентилятора. Надежное герметичное прилегание таких клапанов происходит лишь, когда они новые. В дальнейшем резина, из которой изготавливаются клапаны, становится жесткой, кроме этого они коробятся, поскольку клапаны работают при высокой температуре в моторном отсеке. В результате этого, когда включается вентилятор, они очень плохо закрываются и через зазоры происходит подсос воздуха (потери доходят до 5%).

Наличие на легковом автомобиле кондиционера диктует свои требования к вентиляторным установкам. Как правило, для обдува конденсора кондиционера используется один и тот же поток воздуха, который проходит через радиатор системы охлаждения. Поскольку потребность в охлаждающем воздухе необходимом для системы охлаждения не совпадает с потребностями для кондиционирования салона автомобиля, система кондиционирования должна обладать относительной автономностью.

В случае применения одного вентилятора вентиляторная установка для автомобиля с кондиционером имеет свои особенности. Для обеспечения заданной эффективности охлаждения двигателя и кондиционирования обычно применяется вентиляторная установка с не-

полным охватом кожухом радиатора и вентилятор повышенной производительности. Степень охвата в этом случае составляет около 70% и с диаметром вентилятора на полную высоту радиатора или может быть чуть больше (см. рис. 1а, б). Такая комбинация позволяет эффективно использовать набегающий поток как для охлаждения двигателя, так и для кондиционирования. Недостаток этой компоновки такой же, как описано выше. Наибольшая проблема возникает при движении по городу в «пробках» при высокой температуре окружающего воздуха. Рециркуляция потока воздуха создает проблемы не только охлаждению, но и кондиционированию.

В связи с этим достаточно часто используют вентиляторные установки с двумя вентиляторами, среди которых также наблюдается большое разнообразие. Они имеют свои достоинства и недостатки. В таких конструкциях также используется набегающий поток воздуха, может быть в меньшей степени эффективно, как это было рассмотрено выше, поскольку поступление набегающего потока происходит через отверстия в кожухе там, где установлены вентиляторы. Но такая компоновка обеспечивает надежное охлаждение и кондиционирование в различных условиях эксплуатации. Это достигается за счет ухудшения других показателей. Затраты мощности для подачи охлаждающего воздуха на некоторых режимах становятся несколько выше, чем при использовании одного вентилятора. Масса такой вентиляторной установки как правило выше.

В определенной степени к преимуществам вентиляторных установок с двумя вентиляторами можно отнести повышение надежности, когда выходит из строя один из вентиляторов, второй может обеспечить поступление охлаждающего воздуха. Правда эффект от этого небольшой, если не работает один из вентиляторов, то воздух подсасывается через отверстие второго вентилятора, исключение составляет вентиляторная установка с перегородкой на кожухе.

При конструировании вентиляторных установок приходится решать проблему, связанную с затратами энергии для подачи охлаждающего воздуха. Эта проблема решается разными путями. Когда используется вентиляторная установка с одним вентилятором, вентилятор имеет как минимум два режима работы,

когда включается кондиционер, то включается вентилятор и работает с малыми оборотами. Когда температура охлаждающей жидкости двигателя достигает порогового значения, вентилятор включается на полную мощность.

Рассмотрим плюсы и минусы вентиляторных установок с одним и двумя вентиляторами. При выборе того или иного варианта приходится учитывать или наоборот задавать соотношения ширины и высоты радиатора. При использовании одного вентилятора стремятся его диаметр сделать по возможности большим, при этом необходимо обеспечить заданную производительность, при наиболее оптимальных оборотах вентилятора, уменьшить затраты энергии и уровень создаваемого шума. Для этого подбирается соответствующая высота и ширина радиатора, если это не удастся обеспечить по ряду ограничений, тогда вентилятор устанавливают с некоторым смещением относительно сердцевины радиатора (рис. 1б, е). При этом оставшаяся площадь радиатора используется для размещения клапанов в кожухе вентилятора или оставляется свободная площадь радиатора для прохода набегающего воздуха. Когда применяется два вентилятора на одной стороне радиатора, то как правило отдается предпочтение в увеличении ширины радиатора, для того чтобы максимально использовать высоту радиатора для максимальных размеров вентиляторов.

Сравним вентиляторные установки с одним и двумя вентиляторами с точки зрения затрат энергии. Как правило, установки с двумя вентиляторами имеют меньшие размеры вентиляторов, чем одинарные. Затраты мощности и диаметры двух вентиляторов связаны зависимостью $N_2 = N_1(D_1/D_2)^5$, при одинаковом расходе воздуха [1]. Если диаметр второго вентилятора уменьшить на 20%, то его мощность нужно увеличить в 2,5 раза, это происходит за счет увеличения частоты вращения вентилятора. Это значит для того чтобы обеспечить одинаковый расход воздуха, создаваемый одним вентилятором, который потребляет мощность N_1 необходимо затратить в 2,5 раза больше энергии двумя вентиляторами у которых диаметры крыльчаток на 20% меньше чем у первого вентилятора. При этом мощность делится между двумя вентиляторами и в результате их частоты вращения должны быть выше, чем у одинарного вентилятора, на 25%. В резуль-

тате замены общая масса двух электровентиляторов будет больше в 2,5 раза. Увеличение частоты вращения вентиляторов приводит к увеличению издаваемого ими шума.

При наличии двух вентиляторов имеются два варианта вентиляторных установок с кожухом, разделенным перегородкой, тогда фактически можно их рассматривать как две самостоятельные вентиляторные установки, и с кожухом, не имеющим перегородки. В случае применения перегородки она может разделять кожух на две равные или неравные части. В такой вентиляторной установке вентиляторы включаются раздельно. В этом случае вентиляторы чаще всего имеют разные характеристики. Когда включается кондиционер, то вместе с ним включается вентилятор, имеющий меньшую производительность, при высокой температуре охлаждающей жидкости включается второй.

Вентиляторная установка с кожухом без разделяющей перегородки не может обеспечить раздельное включение вентиляторов, поскольку при включении одного вентилятора воздух будет всасываться через входное отверстие второго вентилятора. Обычно такие вентиляторы имеют два режима работы. При включении кондиционера включаются вентиляторы на малой скорости. Когда температура охлаждающей жидкости достигает предельного значения, то вентиляторы включаются на максимальную скорость.

Такие вентиляторные установки позволяют использовать набегающий поток воздуха, но в меньшей степени, чем вентиляторные установки с неполным охватом кожухом радиатора, поскольку суммарное проходное сечение двух отверстий в кожуха все же меньше, чем у второй вентиляторной установки. При работе вентиляторов полностью отсутствует рециркуляция воздуха из предрадиаторной камеры, более равномерно распределяется воздух по поверхности радиатора. Это позволяет обеспечить высокую эффективность кондиционирования и эффективность системы охлаждения в городских пробках.

Достаточно часто вентиляторные установки с двумя вентиляторами имеют вентиляторы с разными характеристиками. В этом случае вентиляторы должны быть хорошо согласованы между собой, иначе один параллельно работающий вентилятор может заставить другой рабо-

тать далеко от своей лучшей рабочей точки. Эта ситуация может еще больше обостриться при загрязнении поверхности сердцевин радиатора.

Существует еще одна схема с двумя вентиляторами, если сказать более точно, то это две вентиляторные установки (рис. 1к, л). На рис. 1к изображен вид из подкапотного пространства (первый вентилятор установлен за радиатором), а на рис. 1л – вид со стороны предрадиаторной камеры (второй вентилятор установлен перед радиатором). Первая вентиляторная установка имеет традиционную конструкцию, ширина кожух практически соответствует диаметру вентилятора для того чтобы получить большую свободную зону справа. Вторая вентиляторная установка имеет принципиально иную конструкцию, у нее отсутствует кожух, она расположена напротив свободной зоны первой вентиляторной установки. Это сделано для того, чтобы максимально использовать набегающий поток воздуха.

Такая компоновка также имеет свои достоинства и недостатки. Как уже было сказано, здесь предпринимается попытка использования набегающего потока воздуха. Эффективность использования набегающего потока несколько хуже, чем в установках на рис. 1ж, поскольку часть свободной зоны «затеняет» второй вентилятор. Рециркуляция воздуха в этом случае отсутствует, поскольку вентиляторы включаются на малую скорость одновременно при включении кондиционера и на максимальную скорость при высокой температуре охлаждающей жидкости. Расположение вентиляторной установки перед радиатором имеет серьезные недостатки. Во-первых, снижается ее эффективность по сравнению с вентиляторными установками, размещенными после радиатора и работающими на всасывание (несмотря на то, что она нагнетает «холодный» воздух, т.е. с высокой плотностью). Во-вторых, вентиляторная установка, расположенная перед радиатором, в значительной степени вызывает неравномерное распределение скорости воздушного потока по фронту радиатора. Проблема распределения потока воздуха по фронтальной поверхности вызвана ограниченными размерами воздухозаборных отверстий, их размещением и глубиной предрадиаторной камеры. Струя воздуха, входящая в предрадиаторное пространство, не успевает равномерно распределиться по по-

верхности радиатора. Кольцо вентиляторной установки вокруг вентилятора захватывает струю воздуха из воздухозаборного отверстия и не дает ей нормально растечься по поверхности радиатора. Неравномерное распределение потока воздуха наблюдается как при использовании потока воздуха, так и при работе вентилятора. Эта проблема может быть минимизирована за счет увеличения размеров воздухозаборных отверстий и увеличения глубины предрадиаторной камеры.

Такая компоновка расширяет возможности конструкторов при создании различных модификаций автомобилей, отличающихся мощностью двигателей, наличием или отсутствием кондиционера и т.д. При этом основная вентиляторная установка может быть одна, а обеспечение заданного количества воздуха происходит за счет подбора второй установки.

Нетрадиционное использование вентиляторной установки, которая показана на рис. 1и, может быть вызвано компоновочными затруднениями в подкапотном пространстве. Расположение вентиляторов перед радиатором имеет серьезные недостатки. Снижается эффективность использования набегающего потока по причине экранирующего действия вентиляторов, расположенных в предрадиаторной камере, и неравномерного распределения скорости воздуха по фронту радиатора. Для минимизации этих проблем у такой вентиляторной установки отсутствует кожух вентиляторов. Данное обстоятельство создает большие проблемы при работе вентиляторов (КПД вентиляторной установки без кожуха снижается на порядок).

Вентиляторная установка, расположенная перед радиатором, потенциально имеет преимущество перед вентиляторной установкой, расположенной за радиатором. Можно ли эти преимущества реализовать на деле – вопрос открытый. Дело в том, что воздух перед радиатором не нагрет, и поэтому имеет более высокую плотность, что обеспечивает более высокий массовый расход воздуха для определенной скорости вращения вентилятора. Температура за радиатором составляет примерно 90°C , что приводит к уменьшению плотности воздуха $\rho = 0,972 \text{ кг/м}^3$, по сравнению с температурой воздуха при 30°C , когда $\rho = 1,164 \text{ кг/м}^3$. То есть плотность воздуха перед радиатором выше на 20%, и соответственно должен уве-

личится массовый расход воздуха также на 20%. Реализовать это преимущество возможно лишь при создании такого же эффективного кожуха вентилятора, как это делают для традиционных вентиляторных установок, что в принципе невозможно. Как уже было сказано, такой кожух в значительной степени ограничил бы эффективное использование набегающего потока воздуха. Кроме того, центробежные силы, действующие на воздушный поток, выбрасывают его в стороны. В результате часть воздуха не попадает в сердцевину радиатора, что также снижает производительность такого вентилятора.

Срок службы вентиляторов, работающих при более низкой температуре, увеличивается.

Преимуществом такой установки можно считать то, что освобождается часть подкапотного пространства, хотя при этом необходимо увеличить глубину предрадиаторной камеры или автомобиль должен иметь воздухозаборное отверстие, сопоставимое с размерами радиатора, и при этом располагающееся осесимметрично (как например, бывает на «джипах»).

Выводы

При создании вентиляторных установок необходимо рассматривать несколько приоритетных критериев:

- производительность;
- затраты мощности для подачи воздуха, причем не только за счет вентилятора, но и набегающего потока;
- массово-габаритные характеристики вентиляторной установки;
- шум, издаваемый вентиляторами.

С точки зрения использования набегающего потока воздуха лучше всего подходит вентиляторная установка с одним вентилятором и с неполным охватом кожухом радиатора, она может обеспечить высокую производительность за счет больших размеров крыльчатки вентилятора и имеет приемлемую массу. Рециркуляция охлаждающего воздуха сводит на нет эти преимущества. В связи с этим можно предложить вентиляторную установку, сочетающую возможность рационального использования набегающего потока и обеспечения необходимой производительности вентилятора. Для эффективной работы вентилятора кожух вентилятора должен иметь полный охват радиатора, диаметр вентилятора должен быть до-

статочным и максимально использовать высоту радиатора. Такая вентиляторная установка обеспечит наиболее оптимальные условия для работы вентилятора, полностью будет исключена рециркуляция воздуха из подкапотного пространства. Эффективное использование набегающего потока может быть обеспечено за счет применения клапанов на поверхности кожуха, которые должны открываться и закрываться автоматически принудительно в случае необходимости. За счет большого проходного сечения клапанов эффективность использования набегающего потока практически будет сопоставима с неполным охватом кожухом радиатора.

Литература

1. Брусиловский И.В. Аэродинамика осевых вентиляторов. М.: Машиностроение, 1984. 240 с.
2. Matthew Kueper Bret Elison, Mo Holahan. Options For Reducing Power Supply Air Flow Impedance, 2012.
3. Report Type, Advanced Engineering Area, Key Technology Area, and Property Area. Engineering Report: fan performance test results of fours electric fans from suppliers ebmapst and GeneralCAB. Technical report, Goteborg, 2012.
4. Malcolm J. Crocker. Handbook of Noise and Vibration control: noise generated by axial fans. In John Wiley and Sons, editor, Handbook of Noise and Vibration control, pages 800–900. New Jersey, 2007.
5. Newman J.C. Fans, motors and shrouds. In Design and Development of Engine Cooling Systems. University of Brighton, 1996.
6. Hallqvist T. The Cooling Airflow of Heavy Trucks - a Parametric Study. SAE International, 2008-01-1171.
7. Aslan A R, Anbarci K, Acikgoz M B, et al. Numerical Modeling and Prediction of the Effect of Cooling Drag on the Total Vehicle Drag[J]. ACTA Aerodynamica Sinica, 2016, 34(02): 232–238.
8. Pang S.C., Kalam M.A., Masjuki H.H., Badruddin I.A., Rahizar Ramli, Hazrat M.A., 2012. Underhood Geometry Modification and Transient Coolant Temperature Modelling for Robust Cooling Networks, International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), (ISSN 1823-0334), Vol.7 (3):251–258.
9. Biswadip Shome, Vinod Kumar, S. V. Ranganath Kumar, Gyan Arora. CFD Prediction to Optimize Front End Cooling Module of a Passenger Vehicle (2006). International Refrigeration and Air Conditioning Conference. Paper 845.

References

1. Brusilovskiy I.V. *Aerodinamika osevykh ventilyatorov* [Aerodynamics of axial fans]. Moscow. Mashinostroenie Publ., 1984. 240 p.
2. Matthew Kueper Bret Elison, Mo Holahan. Options For Reducing Power Supply Air Flow Impedance, 2012.
3. Report Type, Advanced Engineering Area, Key Technology Area, and Property Area. Engineering Report: fan performance test results of fours electric fans from suppliers ebmapst and GeneralCAB. Technical report, Goteborg, 2012.
4. Malcolm J. Crocker. Handbook of Noise and Vibration control: noise generated by axial fans. In John Wiley and Sons, editor, Handbook of Noise and Vibration control, pages 800–900. New Jersey, 2007.
5. Newman J.C. Fans, motors and shrouds. In Design and Development of Engine Cooling Systems. University of Brighton, 1996.
6. Hallqvist T. The Cooling Airflow of Heavy Trucks - a Parametric Study. SAE International, 2008-01-1171.
7. Aslan A.R., Anbarci K., Acikgoz M.B., et al. Numerical Modeling and Prediction of the Effect of Cooling Drag on the Total Vehicle Drag[J]. ACTA Aerodynamica Sinica, 2016, 34(02): 232–238.
8. Pang S.C., Kalam M.A., Masjuki H.H., Badruddin I.A., Rahizar Ramli, Hazrat M.A. 2012. Underhood Geometry Modification and Transient Coolant Temperature Modelling for Robust Cooling Networks, International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), (ISSN 1823-0334), Vol.7 (3):251–258.
9. Biswadip Shome, Vinod Kumar, S.V. Ranganath Kumar, Gyan Arora. CFD Prediction to Optimize Front End Cooling Module of a Passenger Vehicle (2006). International Refrigeration and Air Conditioning Conference. Paper 845.

DESIGN FEATURES OF FAN ASSEMBLY IN AUTOMOBILES

Ph.D. A.P. Petrov, S.N. Sinitsyn, S.N. Bannikov

Kurgan State University

alex_p2@mail.ru

Nowadays in the engine cooling system and in air-conditioning system of passenger compartment and cabin of tractor is applied a great variety of designs of fan units for the supply of cooling air. A distinctive feature of fan units of automobiles is that they need not only to supply cooling air, but also must make efficient use of air flow. This is not an easy task, because these two functions are almost always in conflict. The problem becomes even more complicated when a car air conditioner is installed. Efficiency factor of the incident flow is higher than the efficiency of the fan. It is therefore necessary to use more efficient the incoming air flow.

The article analyzes the most common fan assemblies of automobiles used for the operation of the engine cooling and passenger compartment air conditioning system. Its strengths and weaknesses were evaluated. There were evaluated the most important characteristics: the effectiveness of the fan use, the rational use of air flow when the vehicle is moving, mass-dimensional characteristics and the noise produced by the fans in their work. The conclusions and recommendations for improving the fan installations were given. When choosing one or another variant of the fan assembly it is needed to take into account the features of the automobile design. High efficiency of fan can be obtained when the fan shroud has a full coverage of the radiator. In this case, for rational use of incoming flow is necessary to install in the fan cover the valves of a large cross-section in contrast to traditional, these valves must be driven to forced opening and closing.

Keywords: fan, fan assembly, cooling system, air conditioning system, layout, design.