

УДК 629.7.048.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ САНИТАРНЫХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ САМОЛЁТА ТУ-204-300

© 2009 М.С. Танонин, С.Г. Рыжаков

Ульяновский филиал ОАО “Туполев” - конструкторское бюро

Поступила в редакцию 20.07.2009

Работа посвящена повышению эффективности удаления загрязнённого воздуха, оптимизации параметров работы вытяжной вентиляции из санитарных и бытовых помещений самолёта Ту-204-300.

Ключевые слова: загрязнённый воздух эффективность удаления, оптимизация параметров, вытяжная вентиляция.

Для удовлетворения физиологических потребностей человека, в любых условиях полёта, а также предоставления ему определённого уровня комфорта во время полёта, современные самолёты оснащаются комплексом санитарных и бытовых помещений (туалет, душ, кухня).

Характерными особенностями таких помещений являются неприятные запахи, избыточная влажность, теплота. Существуют различные способы борьбы с этими явлениями, наиболее действенным из которых является создание эффективной вентиляции.

Самолёт Ту-204-300 в своей штатной компоновке имеет 3 туалета и 2 кухни. Вентиляция данных помещений приточно-вытяжная. Подача воздуха производится через верхние приточные насадки. Приточный воздух поступает из системы распределения воздуха и подвергнут окончательной обработке (нагреву до нужной температуры и очистке от пыли). Воздух из туалетов и кухонь принудительно отсасывается двумя вентиляторами.

Движение отработанного воздуха осуществляется по специальным каналам – воздуховодам, через которые воздух сбрасывается в зону выпускных клапанов САРД (системы автоматического регулирования давления), и затем через эти клапана удаляется в атмосферу (рис. 1).

В начале 2007 г. в адрес УФКБ ОАО “Туполев” поступили “Технические требования к облику воздушных судов Ту-204-300 сер. №044 и №045, поставляемых в финансовый лизинг в ОАО „Владивосток Авиа”. Документ содержал перечень недостатков, выявленных на этапе эксплуатации предыдущих машин, которые авиакомпания не желала “видеть” на своих новых самолётах.

В числе прочих, были и замечания к работе системы вытяжки воздуха из бытовых помещений, требование к которой звучало следующим образом: “Должна быть повышена эффективность системы вытяжки. Установлены дополнительные вентиляторы в магистраль вытяжки каждого из средних туалетов”.

Переписка с авиакомпанией и анализ проблемы показали, что причиной данного требования является присутствие неприятных запахов в районе туалетов, что в той или иной степени присутствует на всех самолётах семейства Ту-204. А длительные перелёты (около 9 часов) совершаемые на самолётах Ту-204-300, придали проблеме наибольшую остроту, с которой уже нельзя было мириться.

Для более глубокого изучения и поиска оптимальных путей решения проблемы был проведён гидравлический расчёт системы [2, 4]. Результаты расчёта сведены в таблицу 1.

С целью уточнения методики расчёта и получения экспериментальных данных по фактическим расходам воздуха, были составлены программы испытаний. Результаты испытаний, проведённых на двух самолётах, сведены в табл. 1.

Полученные результаты расчётов и испытаний существующей схемы вытяжки воздуха позволили сделать вывод о том, что:

Результаты гидравлических расчётов имеют хорошую сходимость с результатами испытаний, а соответствующая методика расчёта может быть применена в дальнейшем для расчёта подобных систем.

Анализ проведённых расчётов и испытаний показал, что:

1. Расходы воздуха из бытовых помещений не соответствуют нормам.

2. Аэродинамическая характеристика вентилятора 1,0 ЭВ-5,6-200-3661 не соответствует характеристике сети воздуховодов (рис. 2) [3].

(Фактические производительность, давление,

Танонин Максим Сергеевич, инженер-конструктор.
Рыжаков Станислав Геннадьевич, председатель совета директоров. E-mail: ufkbtu@mv.ru.

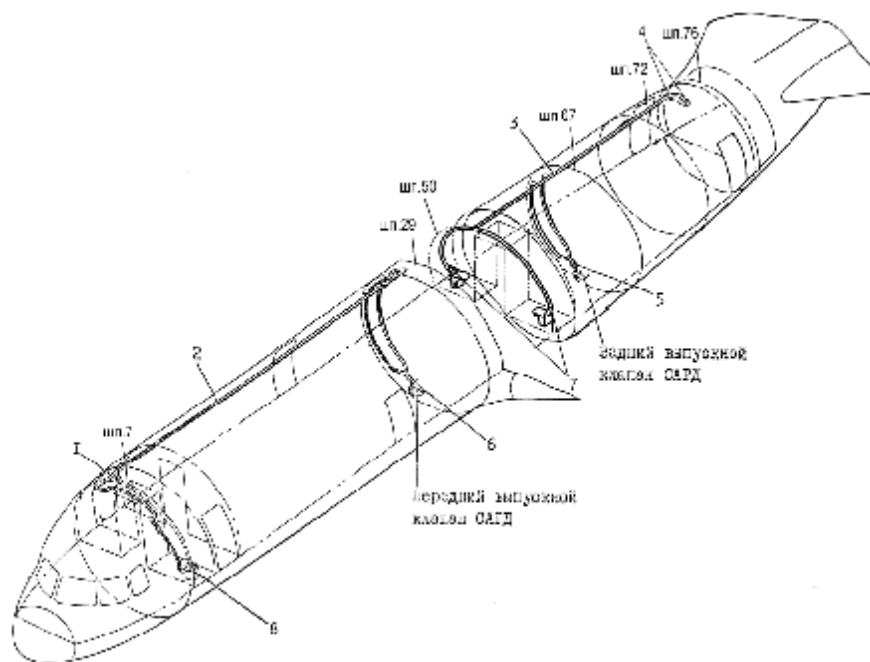


Рис. 1. Размещение системы вытяжной вентиляции самолёта Ту-204-300 (сер. №012):

1 – вытяжной патрубок передней кухни; 2 – трубопровод вытяжки воздуха из передних бытовых помещений; 3 – трубопровод вытяжки воздуха из задних и средних бытовых помещений; 4 – вытяжной патрубок задней кухни; 5, 6 – вытяжной вентилятор 1,0 ЭВ-5,6-200-3661; 7 – втяжной патрубок среднего туалета; 8 – вытяжной патрубок переднего туалета

Таблица 1. Значения расходов воздуха для серийных самолётов Ту-204

	Расход воздуха, м ³ /ч			
	Расчёт		Испытания	
Серийный № маш.	012	035	012	035
Средний туалет (лев. борт)	48,92	44,53	60,95	53,04
Средний туалет (прав. борт)	61,84	53,64	74,16	52,55
Задний туалет	–	46,51	–	54,17
Задний вестибюль	128,69	108,71	127,27	96,05
Σ	239,47	253,39	262,38	255,81

потребляемая мощность и КПД вентилятора, работающего в сети, соответствуют точке пересечения R кривой полного давления вентилятора (4) с кривой характеристики этой сети (1), (2). Работа вентилятора в сети зависит не только от возможностей самого вентилятора, но также и от свойств сети, на которую он работает) [1].

Таким образом, основным путём решения проблемы повышения эффективности системы вытяжки воздуха является снижение гидравлического сопротивления трубопроводов, увеличение количества вытяжных патрубков в туалетах и выбор их оптимального размещения.

Руководствуясь выше перечисленными соображениями, а также анализом отечественных и зарубежных систем подобного рода были разработаны 22 варианта исполнения системы вытяжки, отличающихся друг от друга расположением вытяжных патрубков, диаметрами, количеством трубопроводов. Далее были выполнены

гидравлический расчёт и расчёт ожидаемой массы системы для каждого варианта конструкции.

Варианты оценивались по следующим критериям:

1. Расход воздуха, создаваемый вентилятором.
2. Масса системы.
3. Объём доработок существующей конструкции системы вытяжки либо туалета.

При этом скорость воздуха в воздуховодах не должна превышать 20 м/с. (скорость выбирается такой, чтобы вибрации и, главным образом, шум не превышали допустимых значений).

После сравнения и оценки полученных результатов был выбран вариант, наиболее полно отвечающий выше названным критериям, для которого:

1. Аэродинамическая характеристика сети (3) (рис. 2) соответствует характеристике вентилятора (4), т.е. рабочая точка R располагается на падающей стороне кривой полного давления

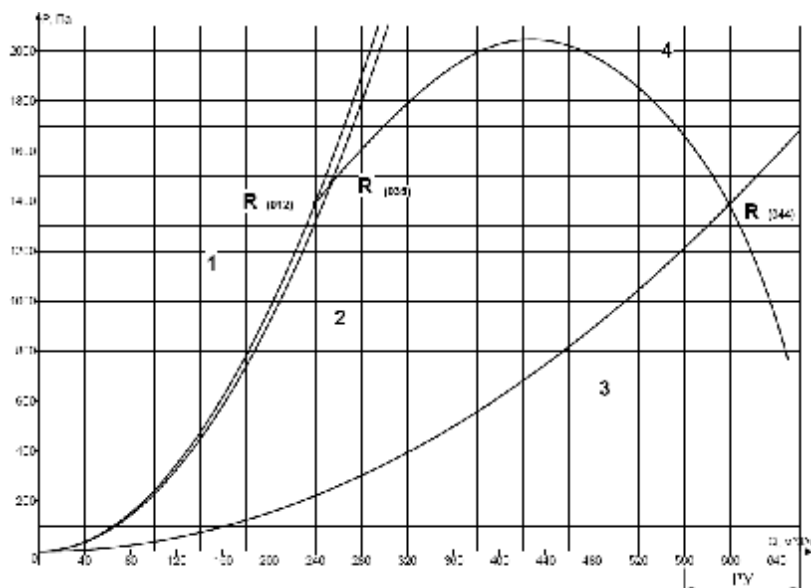


Рис. 2. Аэродинамические характеристики сети и вентилятора серийных самолётов Ту-204:

1 – аэродинамическая характеристика сети для с-та. № 012; 2 – аэродинамическая характеристика сети для с-та. № 035; 3 – аэродинамическая характеристика сети для с-та. № 044; 4 – кривая полного давления вентилятора; R (012, 035, 044) – рабочие точки сети для с-тов. №№ 012, 035, 044. РУ – Расчётные условия

вентилятора (вправо от максимального значения КПД) (рис.2), а следовательно вентилятор работает в наиболее благоприятных для себя условиях и развивает наилучшие параметры как по давлению, так и по расходу воздуха [1].

2. Расходы воздуха соответствуют нормам.

По выбранному варианту была спроектирована новая система вытяжки (рис. 3) и выпущена конструкторская документация на её изготовление, установку и испытание для самолётов Ту-204-300 (№№ 044, 045). Для снижения массы системы и повышения эффективности были внедрены следующие усовершенствования:

- применены облегченные шланги фирмы SA BWT, обладающие низким гидравлическим сопротивлением;
- для снижения массы отказались от промежуточных соединительных проставок, применив длинные (до 6м) шланги. Все тройники, проставки коллекторы и т.д. были переведены с толщины стенок 1 мм на 0,8 мм;
- для снижения вероятности выпадения конденсата все алюминиевые элементы крепления воздухопроводов заменены на стеклотекстолитовые;
- для снижения уровней шума и вибрации вентилятор установлен на резиновые виброизоляторы;
- в туалетах установлены дополнительные вытяжные патрубки на потолке и над унитазом.
- отключена подача воздуха в туалет из системы распределения воздуха в салоны;
- в нижней части дверей туалетов установле-

ны вентиляционные решётки (для обеспечения притока свежего воздуха в туалет).

При работе “новой” системы вытяжки, в туалете создаётся зона с небольшим пониженным давлением (разряжение), что гарантирует нераспространение запахов за пределы туалета. Свежий воздух из салона через вентиляционные решётки в дверях втекает в туалет, перехватывает запахи и удаляется через вытяжные решётки. Движение потоков воздуха в объёме туалета за счёт правильного расположения вытяжных патрубков организовано таким образом, что даже в момент открытия двери туалета вероятность распространения запахов в салон сведена к минимуму.

Полученные результаты расчёта и испытаний “новой” системы сведены в табл. 2.

Из сравнения “старой” и “новой” системы вытяжки (см. табл. 1 и 2) видно, что:

1. Фактический расход воздуха увеличился:
 - по туалетам \approx в 3,3 раза и составил $\approx 220 \text{ м}^3/\text{ч}$;
 - общий расход \approx в 2,2 раза и составил $\approx 600 \text{ м}^3/\text{ч}$.
2. Кратность воздухообмена, для туалетов составила $\approx 110 \text{ ч}^{-1}$.

Кроме того:

1. Масса системы уменьшилась на 40%.
2. Снижился уровень шума в пассажирском салоне в районе 25 ряда (зона установки вентилятора) \approx на 5 дБА.

Новая конструкция системы вытяжки воздуха из бытовых помещений, внедрённая на самолётах Ту-204-300 №№ 044, 045, позволила зна-

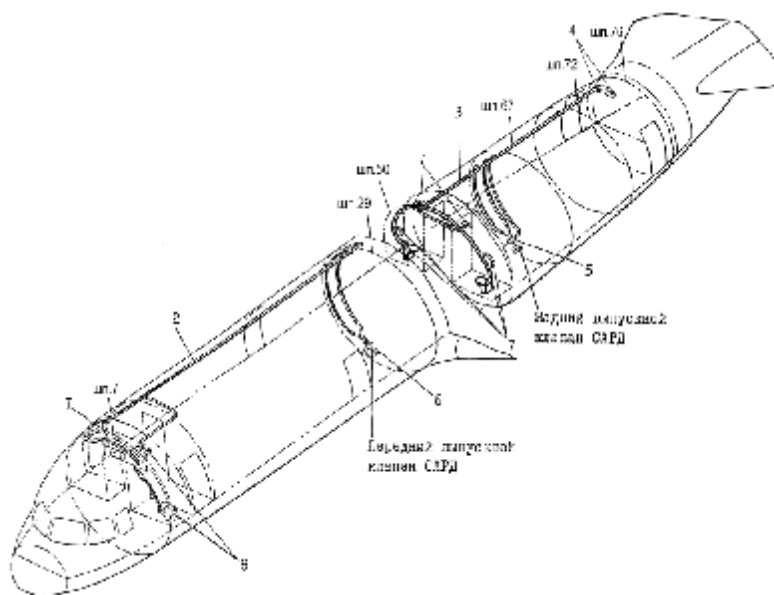


Рис. 3. Размещение системы вытяжной вентиляции самолёта Ту-204-300 (сер. №044): 1 – вытяжной патрубков передней кухни; 2 – трубопровод вытяжки воздуха из передних бытовых помещений; 3 – трубопровод вытяжки воздуха из задних и средних бытовых помещений; 4 – вытяжной патрубков задней кухни; 5, 6 – вытяжной вентилятор 1,0 ЭВ-5,6-200-3661; 7 – вытяжной патрубков среднего туалета; 8 – вытяжной патрубков переднего туалета

Таблица 2. Значения расходов воздуха для самолета Ту-204-300 (сер. 044)

	Расход воздуха, м ³ /ч	
	Расчёт	Испытания
Средний туалет (лев. борт)	207,92	202,11
Средний туалет (прав. борт)	232,23	245,55
Задний вестибюль	158,54	147,73
Σ	598,75	595,09

чительно увеличить эффективность удаления неприятных запахов, тем самым улучшив условия пребывания пассажиров на борту самолёта.

За время эксплуатации самолётов № 044, 045 не было нареканий со стороны пассажиров авиакомпании “Владивосток Авиа”, есть положительные отзывы от сотрудников авиакомпании. Поэтому новую конструкцию системы вытяжки можно и нужно внедрить для всех остальных пассажирских модификаций самолёта Ту-204.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахвахов Г. Г. Работа вентиляторов в сети. М., Стройиздат, 1975. 101 с.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга. М.: Машиностроение, 1992 – 672 с.: ил.
3. ОСТ В 160.539.090-82 “Электровентиляторы осевые высоконапорные 0,63ЭВ-1,4-80-3661, 0,8ЭВ-2,8-120-3661 и 1,0ЭВ-5,6-200-3661”.
4. Юрьев А. С. Справочник по расчётам гидравлических и вентиляционных систем. - С.-Пб, 2001. – 1154 с., ил.

PERFORMANCE ENHANCEMENT OF EXHAUST VENTILATION IN THE SANITARY AND SERVICE ROOMS OF AIRCRAFT TU-204-300

© 2009 M.S.Tanonin, S.G. Ryzhakov

JSC “Tupolev” Design Bureau, Ulyanovsk Affiliate

The work is dedicated to the enhancement of effectiveness of contaminated air removal and performance improvement of exhaust ventilation in sanitary and service rooms of aircraft Tu-204-300.

Key words: contaminated air removal, optimization parameters, exhaust ventilation.

Maxim Tanonin Engineer-Designer.

Stanislav Ryzhakov, Chairman of the Board of Directors. E-mail: ufkbtu@mv.ru.