

# 1. Вентилятор

Теоретические исследования, проведённые по научно-технической литературе (учебники, справочники, монографии, труды ЦАГИ), дают основания утверждать, что ни теории поперечно-проточных вентиляторов, ни методики практических расчётов конкретных вентиляторов не существует.

## **Комментарий:**

1. По литературе проводится ОБЗОР, а не теоретическое исследование.
2. Обзор выполнен слабо: техническое наименование поперечно-проточных вентилятора – **Тангенциальный (диаметральный) вентилятор.**
3. В источниках («Промышленная аэродинамика» вып.24 /1962 г./, 28 /1966 г./и других /см. Сеть/) действительно отмечается отсутствие разработанных методик расчета тангенциальных вентиляторов, но приводятся данные по отработанным моделям (в указанных – диаметр модели – 0,5 м) и методики пересчета их параметров на другие диаметральный размеры, частоты вращения.
4. Для других типов вентиляторов (осевые, центробежные, диагональные) существуют отработанные методики их расчета при проектировании.

Для исследования характеристик поперечно-проточных (диаметральных) вентиляторов был использован метод натурного моделирования с последовательным приближением к приемлемым результатам. В течение двух лет был изготовлен и испытан ряд макетов, седьмой макет показал удовлетворительные результаты. Для объективизации интерпретации результатов были изготовлены и испытаны три типоразмера вентиляторов, с диаметрами роторов 120, 160 и 200 мм. С учётом масштабного коэффициента характеристики всех трёх вентиляторов оказались идентичными.

## **Комментарий:**

5. При хорошем поиске информации по вентиляторам данного типа объем и время работ могло быть значительно сокращено.

Это обстоятельство свидетельствует о том, что при отсутствии математического описания может быть использован метод масштабной экстраполяции (метод подобия) для получения приближённых характеристик реального вентилятора (рис. 1.1).

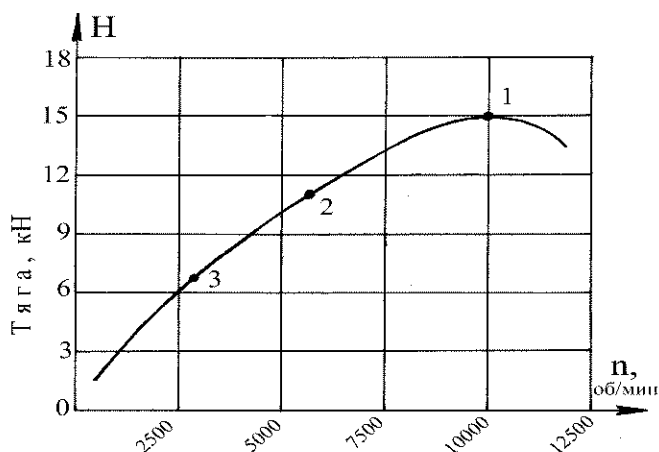


Рис. 1.1. Тяговая характеристика поперечно-проточного вентилятора:

1-точка максимальной тяги в режиме взлёта; 2-точка начала разгона при переходе от режима висения к горизонтальному полёту; 3-точка горизонтального полёта;

$H$ -тяга, кН;  $n$ -скорость вращения ротора, об/мин

### Комментарий:

6. На рис.1.1 представлена характеристика не вентилятора, а мото-вентиляторной установки. Она соответствует дроссельной характеристике двигателя (при этом в пояснениях не указаны параметры тракта СУ – хотя бы площадь сопла).
7. Характеристика вентилятора представляет собой зависимость напоров, КПД, мощности по расходу воздуха и частотам вращения ротора, часто – с наложением кривых сопротивления сети, что позволяет построить линию рабочих режимов всей СУ данного типа. Пример такой характеристики в относительных параметрах приведен на рис.1.1а.

Примечание: Условные обозначения параметров на рисунке:

$\eta$  - коэффициент полезного действия по полным параметрам;

$\eta_{ст}$  – коэффициент полезного действия по статическим параметрам;

$\psi$  - коэффициент полного напора (избыточное давление – здесь и далее);

$\psi_{ст}$  – коэффициент статического напора;

$\varphi$  - коэффициент расхода

По данной характеристике(коэффициентам) и размерам модели можно рассчитать фактические расход и напор модели и пересчитать их на требуемые по стандартным формулам, которые справедливы для всех типов лопаточных вентиляторов (могут отличаться коэффициентами, что указывается дополнительно в описании модели).

Разница в ординатах  $\psi$  и  $\psi_{ст}$  дает величину динамического давления (скоростного напора)

$$\psi_{дин} = \psi - \psi_{ст}$$

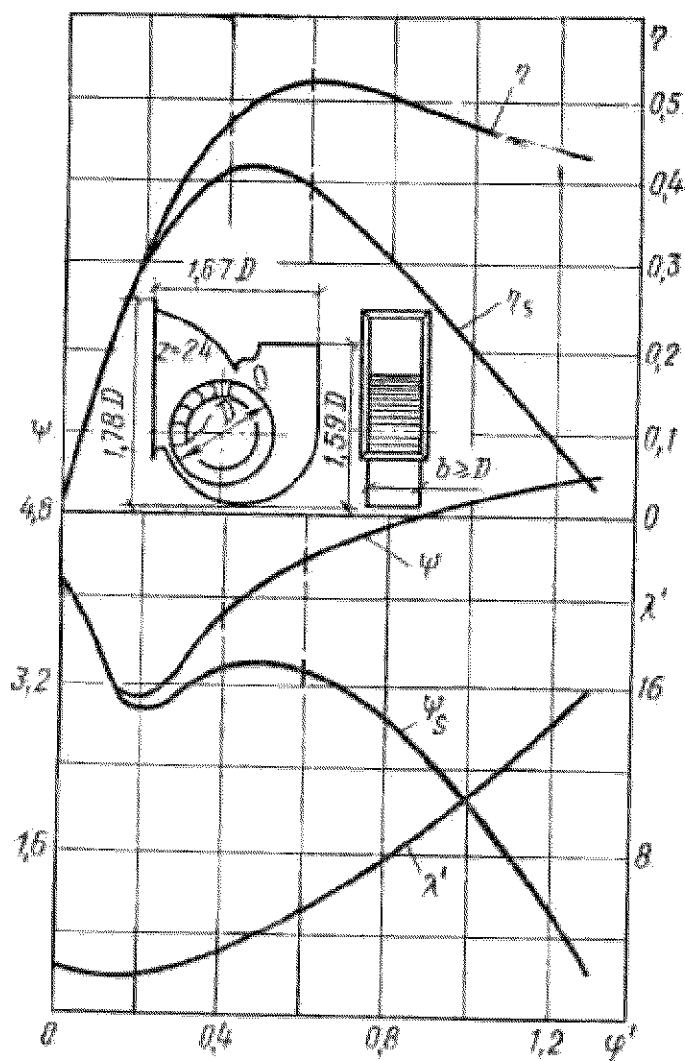


Рис. 4.39. Характеристика и схема диаметрального вентилятора

На основе полученных эмпирических соотношений геометрических параметров вентилятора (количество и геометрия лопаток ротора, углы входных и выходных кромок, диаметр ротора и пр.), который ранее не использовался в авиации, был разработан и испытан в натурном макете ЛА вентилятор поперечно-проточного типа с диаметром ротора 200 мм.

При скорости вращения 30 тыс. об/мин скорость воздуха на выходе вентилятора была зафиксирована около 315 м/с. Тяга (с использованием сопла Лавалья) составила 52 Н (рис. 1.2).

**Комментарий:**

8. По определению, вентилятор – устройство для перемещения и повышения давления газа на величину не более 15000 Па (изб), выше лежит зона давлений компрессоров. Созданные до настоящего времени тангенциальные вентиляторы относились к разряду низконапорных (до 1000 Па), но обеспечивали большие расходы воздуха в обной секции.
9. То, что вентилятор работал на сопло Лавалья, свидетельствует о том, что авторы сумели получить полное давление на выходе из улитки более 180 кПа (абс)!!!
10. С учетом п.п. 8 и 9 - авторы сумели создать тангенциальный компрессор. Нужно лететь к патентоведу и частные финансовые проблемы будут решены на долгие годы.
11. По тексту не понятно, какая скорость воздуха (315 м/с) была зафиксирована и где. Указанная величина скорости соответствует окружной скорости колеса и близка к звуковой и, с учетом радиальной составляющей скорости, скорость потока может превышать звуковую в относительном движении... Поток же в улитке тормозиться...

Для реального ЛА с заявленными ЛТХ диаметр ротора вентилятора должен быть около 1,1 м, максимальная скорость вращения 10000 об/мин. Требуемая мощность привода около 200 кВт. Тяга одного вентилятора (без форсажа)

15 кН. Скорость воздуха на выходе вентилятора может достигать 700 м/с. Учитывая практически линейную характеристику вентилятора, регулировка тяги производится изменением скорости вращения ротора в достаточно большом диапазоне скоростей.

**Комментарий:**

12. При скорости воздуха за вентилятором около 700 м/с, в воздуховодах ЛА будет сверхзвуковое течение с громадными гидравлическими потерями и к соплам Лавалья поток придет «выдохшийся» и тягу не создаст. Иначе – скорость 700 м/с взята с потолка.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

1. Проект очень слабо проработан в части силовой установки.

2. Отсутствие данных по исследованиям моделей вентиляторов и их напорно-расходных характеристик не позволяет подкрепить комментарии расчетами.