АКАДЕМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние перекрытия на характеристики осевого вентилятора

SUNXFAN Engineering Team · 2026-10-19 · https://en.sunxfan.com/ru/guides/axial-fan-blockage-installation-clearance-selection-guide-ru/

Каталожные характеристики вентилятора измеряются при свободном входе и свободном выходе. В реальной установке перекрыты обе стороны — защитные решётки, стенные кольца, теплообменники, камеры, жалюзийные стенки и панели корпуса, — и перекрытый осевой вентилятор теряет расход воздуха именно в той области, где паспортные данные обещают наибольшую производительность. В этом руководстве приведены механизм, метод расчёта из трёх строк, измеренные правила зазоров и числовые примеры для AS910A-E150A3-01, чтобы проектировщик системы мог откорректировать каталожную кривую под реальную установку, а не обнаруживать недостачу при пусконаладке.

КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ

- Каталожная характеристика вентилятора предполагает свободный вход и свободный выход (тип установки A по AMCA 210 / ISO 5801). Перекрытие любой из сторон даёт два разных эффекта: добавляет сопротивление системы и ухудшает саму характеристику вентилятора. Из справочника предсказуем только первый.
- Перекрытие сильнее всего сказывается в области средних и высоких расходов. По опубликованным стендовым данным пластина-преграда, установленная в 65-125 mm за осевым вентилятором диаметром 150 mm, ухудшала характеристику наиболее заметно именно в той области расхода, на которую вентилятор рассчитан.
- Завихрение на входе всегда снижает КПД. Попутное рабочему колесу завихрение снижает давление, расход и мощность; встречное увеличивает все три. КПД падает в обоих случаях.
- Встроенное стенное кольцо — это элемент аэродинамики, а не декоративная деталь. Как конфузор оно удерживает потери на входе на уровне около 1/20 скоростного напора подходящего потока ($K \approx 0.05$) против $K \approx 0.9$ для входа с острой кромкой. Для AS910A-E150A3-01 при 25,000 m^3/h это примерно 3 Pa против 62 Pa — разница около 20% от бюджета статического давления 300 Pa.
- Оценивайте перекрытие количественно по $\Delta p_{se} = K_{se} \times ½\rho V'^2$, где $V' = Q / A_{free}$. Опубликованный пример: вентилятор 150 mm, 20% свободной площади, 50 CFM (0.0235 m^3/s) → $V' = 6.65$ m/s, $K_{se} = 2.1$, $\Delta p_{se} \approx 56$ Pa.
- Свободная площадь защитной решётки — полноценный параметр подбора, а не деталь аксессуара. У AS910A-E150A3-01 скорость в плоскости кольца составляет 10.7 m/s; решётка с 70% свободной площади поднимает местную скорость до 15.3 m/s, а потери растут пропорционально квадрату этой скорости.

Каталожная характеристика вентилятора — это договор с набором допущений, и чаще всего нарушается то из них, которое заметно меньше всего: **свободный вход и свободный выход**. Как только защитная решётка, охлаждающий теплообменник, стенка камеры или панель корпуса оказывается в пределах диаметра рабочего колеса перед вентилятором или за ним, опубликованная кривая P-Q перестаёт описывать установленную вами машину. Расход не просто падает на фиксированный процент, который можно вычесть из паспортного значения, — меняется форма кривой, и сильнее всего она меняется именно в той области расхода, для которой вентилятор и подбирался.

Для осевых вентиляторов это важнее, чем для центробежных, потому что осевое рабочее колесо чувствительно к тому, что делает подходящий воздух в момент, когда он приходит. Перекрытие пластиной и завихрение на входе бьют в один и тот же механизм: лопатка видит угол атаки, на который она не рассчитана, работа на единицу воздуха падает, и вентилятор превращает меньшую часть подводимой мощности в полезное статическое давление. Далее — инженерная версия этой истории: механизм, расчёт, правила зазоров и числа, на которые можно ссылаться, для осевых EC-вентиляторов серии AS на примере **AS910A-E150A3-01** (25,000 m³/h, 300 Pa, три фазы 380-480 V AC EC).

Краткий ответ: что перекрытие делает с характеристикой вентилятора

Перекрытие добавляет **два отдельных штрафа**, и именно их смешение делает фактический расход таким трудно предсказуемым:

1. **Сопротивление системы** — препятствие уменьшает свободную площадь, поэтому воздух должен двигаться быстрее через оставшийся зазор. Это поднимает кривую сопротивления системы. Это рассчитывается, и в любом справочнике это освещено.
2. **Деградация характеристики вентилятора** — изменённое поле потока на входе и выходе (завихрение, сжатие струи, обратный поток у ступицы, несимметричный подход) уменьшает давление, которое вентилятор способен создать при данном расходе. Этого **нет** в каталоге, этого **нет** в справочнике, и именно поэтому система, прошедшая проверку на бумаге, недодаёт на объекте.

Практическое следствие: если вы корректируете только кривую системы на перекрытие, вы переоцените фактический расход воздуха, потому что приписали вентилятору напор, который он больше не может создать. Опубликованные стендовые измерения автомобильного осевого вентилятора показывают, что деградация сосредоточена в области **средних и высоких расходов** — именно там, где вентилятор класса 25,000 m³/h оправдывает своё место.

Два штрафа, а не один

Штраф	Физическая причина	Предсказуем по каталогу?	Где проявляется
Сопротивление системы	Уменьшение свободной площади → рост местной скорости → рост потерь на трение и динамических потерь	Да. Стандартный расчёт потерь в воздуховодах и решётках	При всех расходах; растёт пропорционально квадрату скорости
Деградация характеристики вентилятора	Искажённое поле на входе и выходе: завихрение, сжатие струи, рециркуляция у ступицы, несимметричный подход	Нет. Требуется измерение или расчёт для данной геометрии	Средние и высокие расходы — расчётный конец кривой

Практика проектирования вытекает из этой таблицы. Уменьшайте первый штраф геометрией, а второй рассматривайте как запас, для которого нужны физические подтверждения.

Механизм 1 — Геометрия входа: конфузор против острой кромки

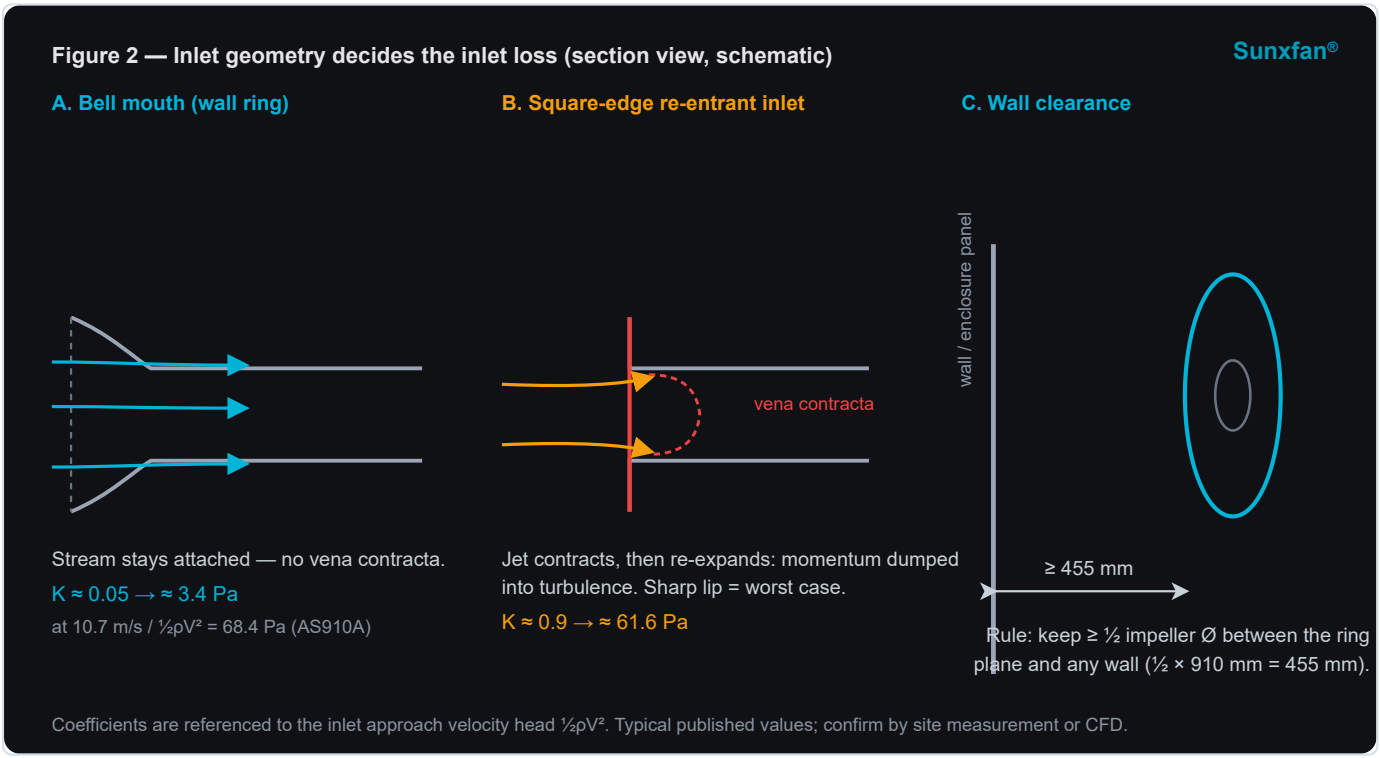


Рисунок 2 — Форма входной кромки решает, остаётся ли подходящий поток безотрывным. Конфузор удерживает потери на уровне около 1/20 скоростного напора подходящего потока; острая кромка, заступающая в проём, сбрасывает в турбулентность около 0.9 этого напора.

Вход без закруглённой входной кромки заставляет поток отрываться на кромке, сжиматься до **vena contracta**, меньшего, чем проём, а затем снова расширяться, сбрасывая по пути количество движения в турбулентность. Стандартные значения, оба отнесённые к скоростному напору подходящего потока $\frac{1}{2}\rho V^2$:

Тип входа	Коэффициент потерь K	Потери при 10.7 m/s (½ρV² = 68.4 Pa)
Конфузор (стенное кольцо серии AS)	≈ 0.05	≈ 3.4 Pa
Острая кромка, заступающая в проём	≈ 0.9	≈ 61.6 Pa

В номинальной точке **AS910A-E150A3-01** скорость в плоскости кольца равна 10.7 m/s, поэтому скоростной напор на входе составляет 68.4 Pa при ρ = 1.2 kg/m³. Разница между двумя вариантами геометрии, таким образом, около **58 Pa — примерно 19% всего бюджета статического давления вентилятора 300 Pa**, потраченных лишь на форму входной кромки. Это количественный аргумент в пользу покупки встроенного стенного кольца, а не привинченной к проёму простой пластины.

Близость стены — вторая половина геометрии входа. Держите не менее **половины диаметра рабочего колеса** между плоскостью кольца и любой стеной, полом, потолком или панелью — **455 mm для AS910A 910 mm**. При меньшем зазоре скорость подхода вдоль низа проёма выше, чем вдоль верха, и возникающий градиент скорости сворачивается в завихрение.

Механизм 2 — Завихрение на входе: направление определяет знак, КПД падает в любом случае

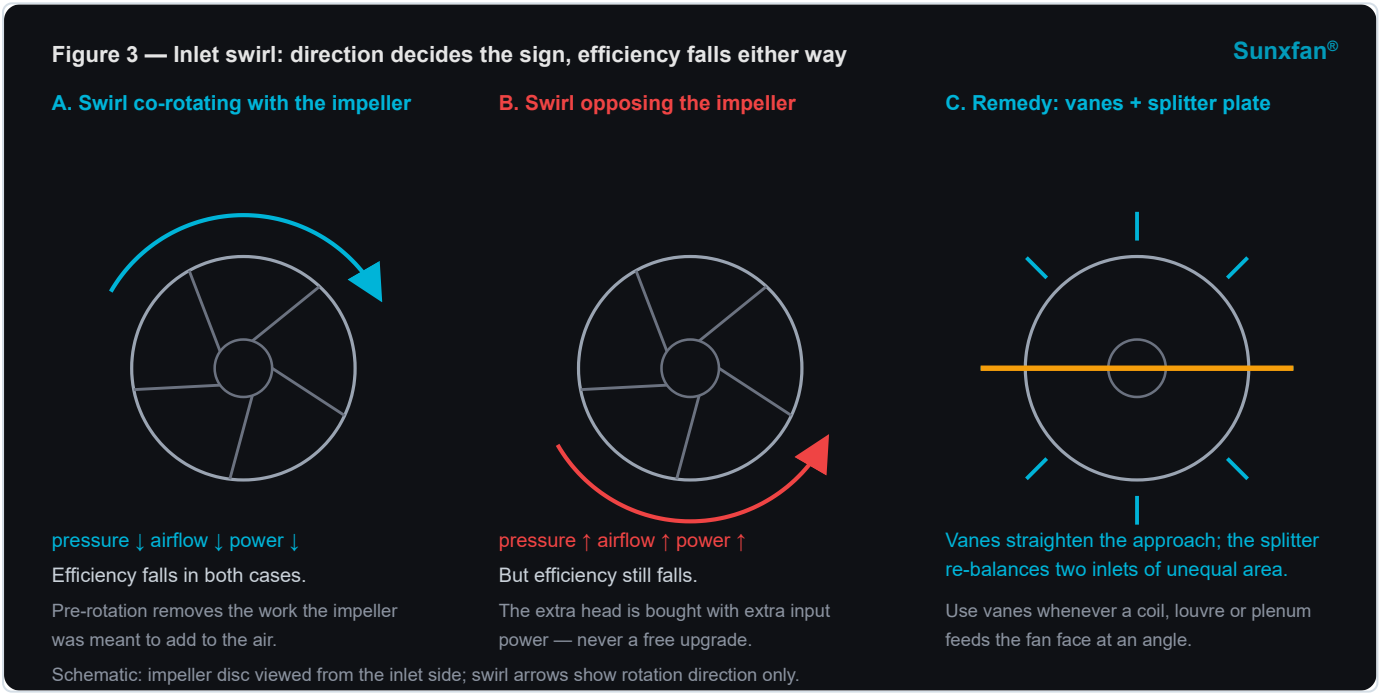


Рисунок 3 — Направление завихрения задаёт знак изменения давления, расхода и мощности, но потеря КПД одинакова в обоих случаях.

Завихрение, приходящее к осевому рабочему колесу, не всегда плохая новость для основных показателей:

Состояние на входе	Статическое давление	Расход воздуха	Мощность	КПД
Завихрение, попутное рабочему колесу	↓	↓	↓	↓
Завихрение против рабочего колеса	↑	↑	↑	↓
Равномерный осевой подход	эталон	эталон	эталон	эталон

Случай встречного вращения — ловушка. Давление, расход и мощность растут, что выглядит как бесплатное улучшение, но знаменатель КПД растёт быстрее полезной отдачи — вентилятор теперь обрабатывает воздух с большими затратами на каждую единицу подводимой мощности. Случай попутного вращения встречается на практике чаще: предварительное закручивание от расположенного выше по потоку теплообменника, наклонных жалюзи или несимметричной камеры отнимает у рабочего колеса работу, которую оно должно было добавить.

Два конструктивных решения из того же семейства, что и стенное кольцо:

- **Направляющие лопатки** в подводящем воздуховоде выпрямляют поток до того, как он достигнет лопаток. Применяйте их всегда, когда теплообменник, жалюзи или камера подводят воздух к фронту вентилятора под углом.
- **Разделительная пластина** разрушает завихрение, которое возникает, когда два входных отверстия разной площади питают один и тот же фронт вентилятора. Неравные проёмы создают дисбаланс давления, а дисбаланс создаёт вращение.

Механизм 3 — Перекрытие за вентилятором: защитные решётки, теплообменники и стенки камер

Перекрытие на выходе ведёт себя иначе, чем на входе, и стендовые данные однозначны. В контролируемых измерениях автомобильного осевого вентилятора — термоанемометрия плюс лазерная доплеровская анемометрия, при перемещении пластины-преграды от 65 mm до 125 mm за задней кромкой и плоскости измерений в 3 mm за задней кромкой с шагом 15 mm по радиусу — для любого подбора осевого вентилятора важны три результата:

1. **Характеристика ухудшается, причём избирательно.** Сравнивая характеристики с преградой с характеристикой свободного вентилятора, потери малы при низком расходе и резко растут в диапазоне средних и высоких расходов. Вентилятор с преградой ещё держит давление при низком расходе; он не может удержать расход при высоком.
2. **У ступицы появляется обратный поток.** При перекрытии осевая скорость вблизи ступицы становится отрицательной — внутренняя часть кольцевого канала начинает рециркулировать вместо подачи.
3. **Поток уходит наружу.** Радиальная скорость растёт, а осевая падает, что иначе означает: объёмный расход снижается, хотя рабочее колесо вращается с той же частотой.

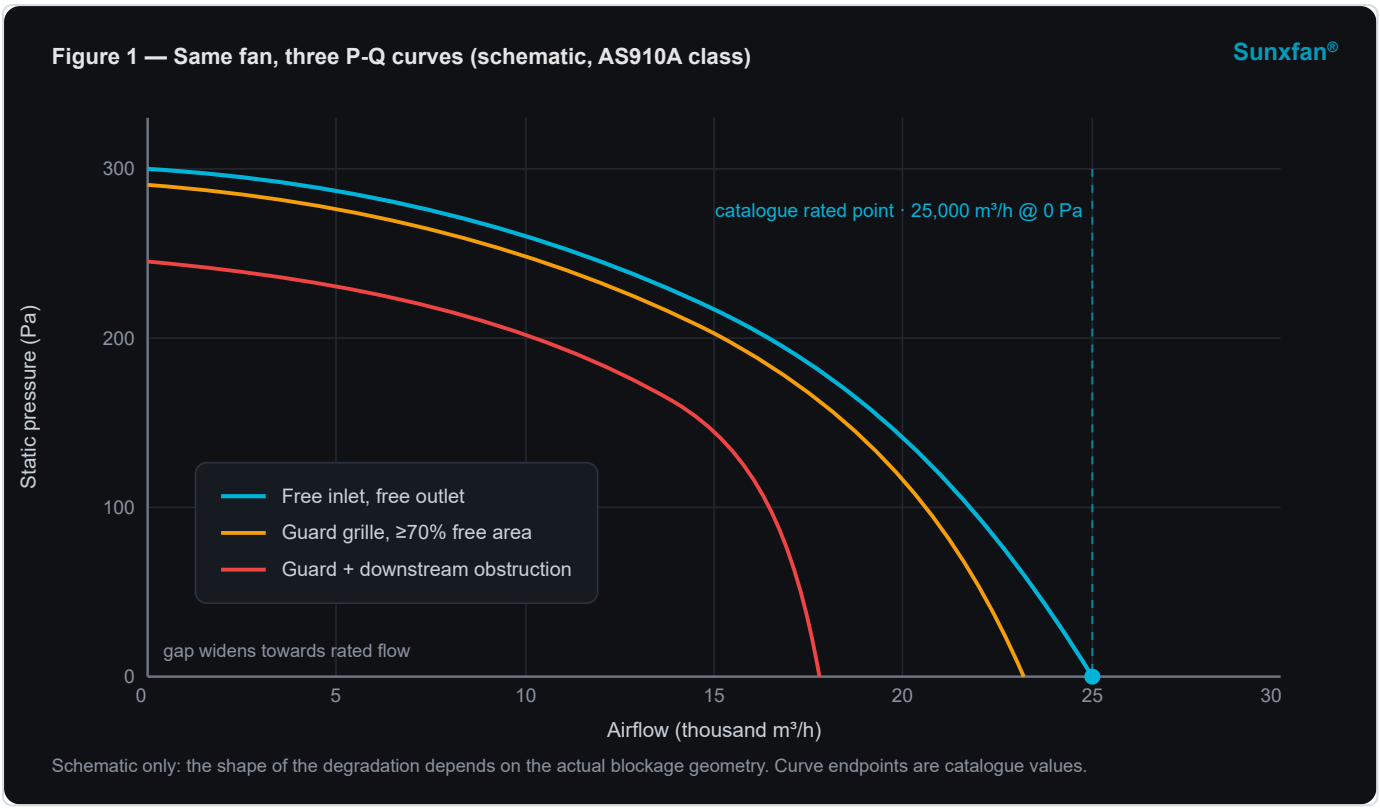


Рисунок 1 — Один и тот же вентилятор, три кривые. Каталожная (свободный вход и выход), защитная решётка с большой свободной площадью и решётка за перекрытием ниже по потоку. Разрыв расширяется к номинальному расходу — именно на этот участок система и рассчитывалась.

Инженерное следствие — правило проектирования, соблюдать которое ничего не стоит: **перекрытие в первую очередь бьёт по ступице.** Не размещайте коллектор теплообменника, несущую балку, уступ камеры или люк обслуживания прямо напротив ступицы рабочего колеса. Если геометрию изменить нельзя, вентилятор нужно подбирать с явным запасом, а не по каталожному значению.

Для серии AS именно поэтому решётка **встроена в кольцо**, а не отнесена от него: максимально близкое положение, в плоскости кольца. Когда отступ практически равен нулю, определяющая переменная — уже не расстояние, а **свободная площадь**, поэтому решётку задают по площади открытого сечения, а не по отступу.

Количественная оценка перекрытия: метод из трёх строк

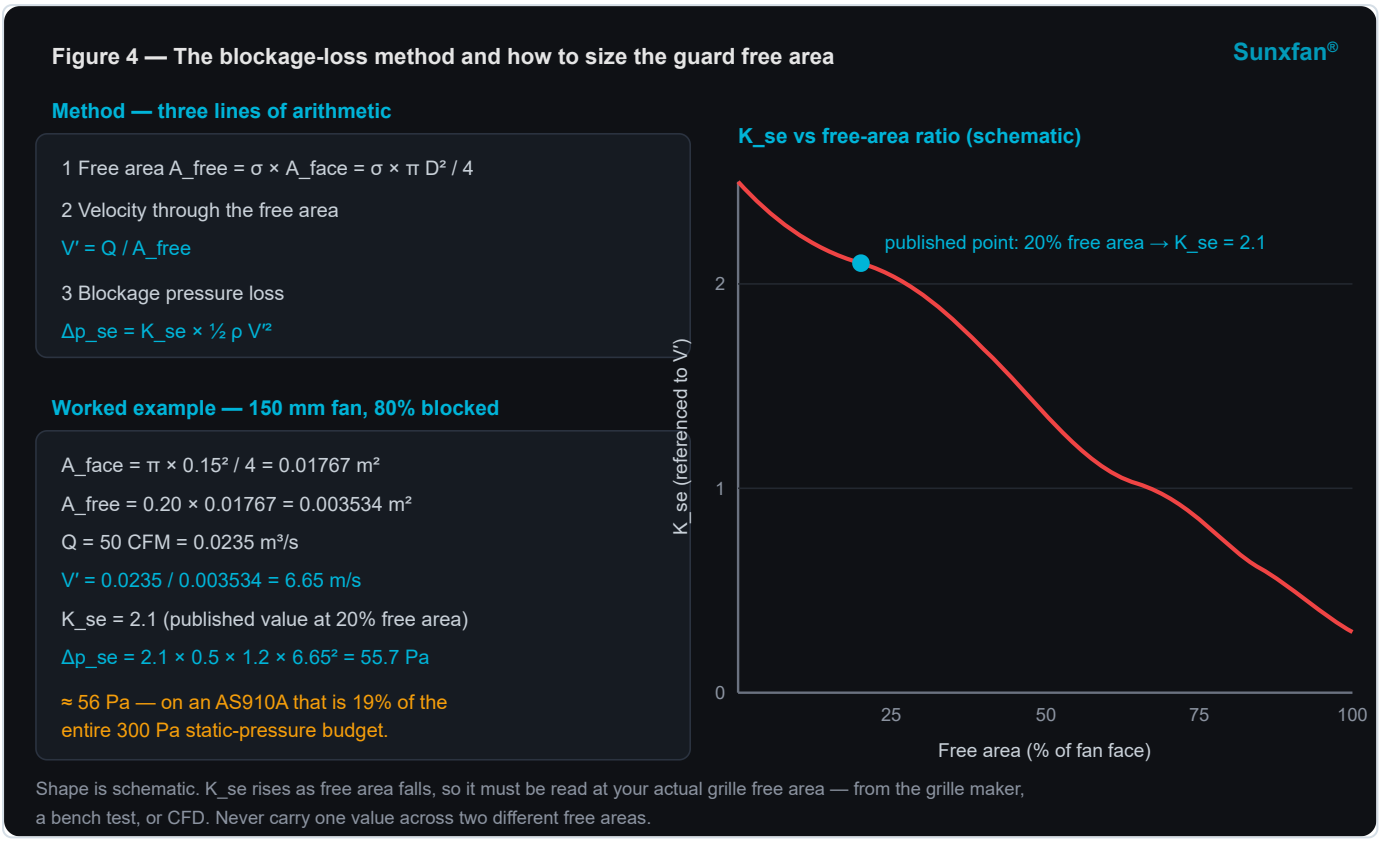


Рисунок 4 — Весь метод в трёх строках, стандартный числовой пример и напоминание, что K_se — функция свободной площади, а не постоянная.

Потери на перекрытие можно оценить одним коэффициентом, отнесённым к скорости через свободную площадь, а не к фронту вентилятора:

Шаг 1 — Свободная площадь $A_{free} = \sigma \times A_{face} = \sigma \times \pi D^2 / 4$, где σ — коэффициент свободной площади решётки.

Шаг 2 — Скорость через свободную площадь $V' = Q / A_{free}$

Шаг 3 — Потери давления на перекрытие $\Delta p_{se} = K_{se} \times \frac{1}{2} \rho V'^2$

Числовой пример (опубликованные данные). Вентилятор 150 mm с 80% перекрытого проёма, то есть σ = 0.20, перемещающий 50 CFM:

Величина	Значение
Площадь фронта	$A_{face} = \pi \times 0.15^2 / 4 = 0.01767\ m^2$
Свободная площадь	$A_{free} = 0.20 \times 0.01767 = 0.003534\ m^2$
Расход	$Q = 50\ CFM = 0.0235\ m^3/s$
Скорость через свободную площадь	$V' = 0.0235 / 0.003534 =$ **6.65 m/s**
Коэффициент потерь при 20% свободной площади	$K_{se} =$ **2.1**
Потери на перекрытие при ρ = 1.2 kg/m³	$\Delta p_{se} = 2.1 \times 0.5 \times 1.2 \times 6.65^2 =$ **55.7 ≈ 56 Pa**

Сравните это число с вентилятором. 56 Pa — это реальное давление, которое должно быть вычтено из бюджета вентилятора до того, как будут оплачены воздуховоды, теплообменники или фильтры системы.

Для **AS910A-E150A3-01** со статическим давлением 300 Pa штраф на перекрытие 56 Pa поглощает **19% всего бюджета**:

Потери на перекрытие	Доля от бюджета статического давления 300 Pa вентилятора AS910A
10 Pa	3.3%
30 Pa	10%
56 Pa	18.7%
62 Pa (вход с острой кромкой)	20.7%

Одна оговорка решает, можно ли доверять методу. **K_se — не постоянная величина.** Он растёт по мере уменьшения свободной площади — полностью перекрытый проём это бесконечные потери, — поэтому значение, полученное при 20% свободной площади, нельзя переносить на решётку с 70% свободной площади. Получите K_se для фактической свободной площади у изготовителя решётки, из стендового испытания или CFD-расчёта. Приведённый метод затем преобразует его в давление, которое можно непосредственно нанести на кривую сопротивления системы, в тех же единицах, что и любые другие потери.

Безразмерный взгляд: почему кривые сворачиваются в одну

Измерения перекрытого вентилятора сопоставимы с каталогом только тогда, когда и то, и другое выражено безразмерными коэффициентами, а не в m^3/h и Pa. Используя n для частоты вращения (об/с) и D для диаметра рабочего колеса (m):

- Коэффициент расхода: $\varphi = Q / (n \cdot D^3)$
- Коэффициент давления: $\psi = 2\,\Delta p_s / (\rho \cdot n^2 \cdot D^2)$

В разных учебниках постоянные множители (π^2, 2) стоят по-разному, поэтому абсолютные значения сдвигаются — но форма не меняется. Для **AS910A-E150A3-01**, принимая каталожную частоту 930 r/min (15.5 об/с) и D = 0.91 m за опорные, две каталожные крайние точки отображаются так:

Крайняя точка каталожной кривой	φ	ψ
Заглушенный режим (0 m^3/h при 300 Pa)	0	≈ 2.51
Свободная подача (25,000 m^3/h при 0 Pa)	≈ 0.59	0

Нанесите любое измерение с перекрытием на эти же оси, и перекрытие проявится как смещение точек **ниже** каталожной кривой — причём, как показали стендовые данные, сильнее всего при большом φ. Именно это сравнение показывает, имеете ли вы дело с проблемой вентилятора или с проблемой системы.

Подбор серии AS для реальной установки



Серия AS — осевые EC-вентиляторы высокой производительности со стенным кольцом и защитной решёткой, встроенной в кольцо, три фазы 380-480 V AC, IP55, −40 °C … +65 °C.

Все четыре модели имеют одинаковый потолок давления и одинаковый интерфейс управления (0-10V/PWM и Modbus RTU через RS-485), поэтому на этапе подбора речь идёт в основном о **посадочных размерах, шуме и скорости на фронте**, а не о давлении:

Модель	Класс рабочего колеса	Номинальный расход	Частота вращения	Мощность	Шум	Скорость на фронте в плоскости кольца
AS760A-E137A3-01	760 mm	16,500 m^3/h	950 r/min	1,100 W	69 dB(A)	10.1 m/s
AS860A-E150A3-01	860 mm	24,000 m^3/h	920 r/min	1,800 W	72 dB(A)	11.5 m/s
AS910A-E150A3-01	910 mm	25,000 m^3/h	930 r/min	1,800 W	73 dB(A)	**10.7 m/s**
AS960A-E150B3-01	960 mm	29,000 m^3/h	915 r/min	3,200 W	75 dB(A)	11.1 m/s

Поскольку всё семейство укладывается в узкий диапазон **10-11.5 m/s** в плоскости кольца, одна и та же арифметика перекрытия применима ко всем моделям. Скорость на фронте — это то число, которое нужно перенести в расчёт решётки, потому что решётка и есть перекрытие: каждый процент свободной площади, которого вы лишаетесь, повышает местную скорость у решётки на тот же процент.

Свободная площадь решётки σ	V′ через решётку, AS910A при 25,000 m^3/h	Следствие
100% (без решётки)	10.7 m/s	Опорная скорость на фронте
90%	11.9 m/s	Пренебрежимо для хорошо спрофилированной решётки
80%	13.4 m/s	Ещё умеренно — комфортный диапазон проектирования
70%	15.3 m/s	Практический нижний предел для работоспособной решётки
50%	21.4 m/s	Значительные потери давления; пересмотрите всю систему
20%	53.4 m/s	Опорная точка опубликованного примера — далеко за пределами возможностей вентилятора такого размера

Диапазон свободной площади от 80% до 70% — это и есть место защитной решётки: достаточно открытая, чтобы потери оставались небольшой долей от 300 Pa, и достаточно закрытая, чтобы выполнять ту функцию безопасности, ради которой её устанавливают. Ниже 70% решётка перестаёт быть аксессуаром — это компонент системы, который нужно оплатить из бюджета давления вентилятора и учесть в подборе.

Правила зазоров при монтаже

Это правила, которые напрямую переходят в комплект чертежей. Все значения в правом столбце приведены для **AS910A-E150A3-01** (D = 910 mm).

Позиция	Правило	Значение для вентилятора 910 mm
Вход до любой стены, пола, потолка или панели	≥ ½ диаметра рабочего колеса	**≥ 455 mm**
Вход каналирован у фронта вентилятора	Обязателен конфузор (стенное кольцо); избегайте входа с острой кромкой, заступающего в проём	K ≈ 0.05 против 0.9
Первое препятствие за вентилятором	~1 диаметр рабочего колеса там, где позволяет воздуховод; менее ½ Ø — дефект проектирования	**Цель ~910 mm, минимум 455 mm**
Свободная площадь защитной решётки	≥ 70% площади кольца	V′ ≤ 15.3 m/s при 25,000 m³/h
Вход питается двумя отверстиями разной площади	Добавьте разделительную пластину	Предотвращает завихрение, которое создают неравные площади
Любое препятствие напротив ступицы	Избегайте. Перекрытие сначала вызывает обратный поток у ступицы	Не перекрывайте коллекторы теплообменников, балки и люки обслуживания
Два вентилятора рядом или друг над другом	Обеспечьте зазор до общей стены для обоих агрегатов	Правило действует на каждый вентилятор, а не на блок

Пусконаладка: проверьте рабочую точку, а не предполагайте её

Чертёж зазоров делает установку правильной на бумаге; пусконаладка доказывает это на объекте. Замыкают цикл три проверки:

1. **Измерьте статическое давление на вентиляторе** и скорость через свободную площадь решётки. Измерение перепада давления на вентиляторе в сравнении с откорректированной каталожной кривой сразу показывает, обеспечивает ли установка паспортные характеристики.
2. **Если расхода воздуха не хватает, примените законы вентилятора, прежде чем увеличивать частоту вращения.** Q пропорционален частоте, статическое давление — её квадрату, мощность на валу — её кубу:

Частота вращения	Расход воздуха	Статическое давление	Мощность на валу
100%	100%	100%	100%
105%	105%	110%	116%
110%	110%	121%	133%
120%	120%	144%	173%

Для **AS910A-E150A3-01** при 1,800 W увеличение частоты вращения на 10% требует около **2,396 W** мощности на валу. Если недостача вызвана перекрытием, а не занижением размера, разгон частоты борется с симптомом несоразмерными затратами мощности и шума — и в итоге упирается в тепловой предел двигателя вместо восстановления расхода.

3. **Считывайте привод по Modbus RTU.** Та же двухпроводная линия RS-485, которая управляет установкой, передаёт задание наружу, а частоту, ток и состояние — обратно. Регистрация тока в зависимости от команды частоты делает перекрытую или загрязнённую установку видимой прежде, чем это станет тепловым инцидентом на охлаждаемом оборудовании: вентилятор, которому при том же задании требуется больший ток, чем при пусконаладке, потерял свободную площадь из-за пыли или получил препятствие ниже по потоку. Это также переводит обслуживание с календарного на обслуживание по состоянию.

Контрольный список подбора

1. Зафиксируйте режим: расход воздуха при фактическом сопротивлении системы, а не при 0 Pa.
2. Измерьте доступный объём на входе. Если он меньше половины диаметра рабочего колеса в любом направлении, измените геометрию или подберите вентилятор меньшего размера.
3. Убедитесь, что вход имеет подход через конфузор (стенное кольцо). Если нет, добавьте около 58 Pa к бюджету потерь для этого класса размеров или установите стенное кольцо.
4. Убедитесь, что подход осевой и равномерный. Теплообменники, жалюзи и неравные сдвоенные входы требуют направляющих лопаток или разделительной пластины.
5. Берите свободную площадь защитной решётки у фактической решётки, а не с обозначения на чертеже. Проектируйте на ≥ 70%.
6. Вычислите $V' = Q / A_{free}$ и нанесите $\Delta p_{se} = K_{se} \times ½\rho V'^2$ на кривую сопротивления системы наряду с фильтрами, теплообменниками и жалюзи.
7. Проверьте первое препятствие ниже по потоку относительно одного диаметра рабочего колеса; всё, что меньше половины диаметра, — дефект, который надо исправить в компоновке.
8. Пересчитайте откорректированную кривую P-Q при полученном сопротивлении системы. Если рабочая точка сместилась ниже паспортной более чем на допуск проекта, перейдите на модель старшего размера внутри серии AS, а не увеличивайте частоту вращения.
9. Подбирайте под перекрытие, которое ожидаете в конце срока службы (запылённые фильтры, загрязнённые теплообменники), а не под установку первого дня.
10. Определите стратегию управления: фиксированное задание, управление по температуре через Modbus или работа по расписанию. Перекрытыми системами гораздо проще управлять, когда вентилятор сам сообщает свой ток.

Итог

Каталожная кривая осевого вентилятора — это кривая свободного входа и свободного выхода, а реальная установка такой никогда не бывает. Тогда происходят сразу две вещи: растёт сопротивление системы, и вентилятор создаёт меньшее давление при высоком расходе. Вторая невидима в любом справочнике, и именно в ней исчезает фактический расход воздуха.

Для серии AS четыре числа решают большинство споров: **половина диаметра рабочего колеса (455 mm) до любой входной стены, около одного диаметра рабочего колеса (910 mm) до первого препятствия ниже по потоку, ≥ 70% свободной площади решётки ($V' \le 15.3$ m/s при 25,000 m^3/h) и входная кромка стоимостью 3.4 Pa против 61.6 Pa для острой кромки.** Потратьте небольшие деньги на кольцо и решётку, нанесите потери на кривую системы как $\Delta p_{se} = K_{se} \times ½\rho V'^2$ и выполняйте пусконаладку по измерению перепада давления, а не по предположению.

Для сравнения по каждому агрегату внутри семейства см. серию осевых вентиляторов AS со встроенным защитным кольцом или страницу продукта AS910A-E150A3-01. Если ваш режим определяется статическим давлением, а не большим расходом воздуха, сравните с руководством по выбору центробежного вентилятора, прежде чем останавливаться на осевом вентиляторе.

FAQ

Испытывают ли производители вентиляторы с препятствием перед ними?

Нет. Стандартные методики испытаний вентиляторов построены вокруг определённых типов установки, и обычным для канального осевого вентилятора является свободный вход со свободным выходом (AMCA 210 / ISO 5801, тип установки A). Поэтому характеристика описывает вентилятор, у которого в пределах примерно одного диаметра рабочего колеса вверх и вниз по потоку ничего нет. Любая решётка, теплообменник, жалюзи, стенка камеры или панель корпуса внутри этой зоны делают часть опубликованной характеристики недействительной.

Какой зазор между осевым вентилятором и стеной безопасен?

Принимайте половину диаметра рабочего колеса как минимум от плоскости кольца до любой стены, пола, потолка или панели. Для вентилятора 910 mm это 455 mm. Ниже этого значения подходящий поток становится несимметричным, скорость на входе в нижней части выше, чем в верхней, и развивается завихрение, снижающее и давление, и расход. Там, где позволяет воздуховод, лучшей целью будет один полный диаметр рабочего колеса.

Как рассчитать потери давления, вызванные защитной решёткой?

Возьмите свободную площадь решётки как долю σ от площади фронта вентилятора, вычислите скорость через эту свободную площадь как $V' = Q / A_{free}$, затем примените $\Delta p_{se} = K_{se} \times ½\rho V'^2$. K_{se} не является постоянной величиной — он растёт по мере уменьшения свободной площади, — поэтому берите его для фактической свободной площади у изготовителя решётки, из стендового испытания или CFD-расчёта. При 20% свободной площади опубликованное значение $K_{se} = 2.1$.

Что лучше: один большой осевой вентилятор или несколько меньших?

При одинаковой нагрузке один вентилятор обычно выигрывает по стоимости установки, электромонтажу, обслуживанию и акустике: несколько равных источников добавляют около $10 \cdot \log(N)$ dB, поэтому пять вентиляторов, делящих одну нагрузку, работают примерно на 7 dB(A) громче, чем один вентилятор той же суммарной производительности. Несколько меньших вентиляторов оправданы там, где важна резервируемость (N+1, так что один отказ стоит лишь части расхода), или там, где проём не позволяет разместить один большой круглый вентилятор — например, в низкой длинной стенке корпуса.

© 2026 Foshan Sunwind Electric Co., Ltd. (SUNXFAN) · https://en.sunxfan.com/ru/guides/axial-fan-blockage-installation-clearance-selection-guide-ru/