

## Литература

1. GHG Profiles [Electronic resource] // United Nations Climate Change. – Mode of access: [https://di.unfccc.int/ghg\\_profile\\_annex1](https://di.unfccc.int/ghg_profile_annex1) – Date of access: 03.02.2023.

2. Выбросы парниковых газов [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/b-izmenenie-klimata/b-3-vybrosy-parnikovyyh-gazov/> – Дата доступа: 08.02.2023.

УДК 628.8

### **РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ С ПОТЕНЦИАЛОМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Климович С.В., Янцевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

Повышение эффективности систем вентиляции помещений, несомненно, играет важную роль в энергосбережении. Так как влияет на уровень комфорта жизни, избыточная влажность и бактерии в отработанном воздухе приводят к ухудшению микроклимата в помещениях, становятся причиной заболеваний. Ротационные вентиляционные турбины (РВТ) дают эффективное, простое решение для многоквартирных домов (МКД) в повышение эффективности естественной вентиляции.

При выборе систем вентиляции для многоквартирных домов (МКД) проектанты, особенно для высотных более 10-12 этажей зданий, как правило, останавливаются на принудительной подаче воздуха. Современные решения с принудительной вентиляцией потребляют электроэнергию на обработку воздуха (увлажнение, сушка, нагрев и охлаждение), а также в счет идет расход электроэнергии на привод вентиляторов, перемещающих воздух по вентиляционной сети. Для нагрева и охлаждения воздуха необходимо специальное оборудование, что также связано с затратами.

Инвестиционная стоимость такой системы по сравнению с естественной (гравитационной) вентиляцией возрастает примерно на 25%. В процессе эксплуатации принудительная система вентиляции

(ПСВ) дополнительно требует регулярного обслуживания, она потребляет электроэнергию, что, в свою очередь, негативно отражается на выбросах двуокиси углерода в атмосферу вопреки мировому тренду на снижение углеродного следа. Вследствие этого обслуживающие компании и коммунальные городские службы стремятся сократить объемы вентиляционного воздуха в ПСВ для снижения эксплуатационных и капитальных затрат в МКД. Отсюда следует, что принудительная система вентиляция далеко не идеальное решение для МКД

Гравитационная система вентиляции тоже не идеальна, её недостатки: возникновение обратной тяги в вентиляционном канале вплоть до ее полного опрокидывания, потери тепла в холодное время года и плохая работа вентиляции при отсутствии должного притока воздуха в помещение при герметично закрытых окнах. Вопрос, как решить данную проблему, от которой зависит уровень комфорта жизни, так как избыточная влажность, бактерии в отработанном воздухе приводят к ухудшению качества микроклимата в помещениях, становятся причиной заболеваний и роста потребления электроэнергии на работу системы вентиляции. Решение проблемы, разбить её на составляющие:

- первая – организация притока воздуха в помещение;
- вторая – удаление воздуха из помещения;
- третья – удаление воздуха из вентиляционных шахт здания.

Первая составляющая, эффективно решается проветриванием помещения. Однако, данный процесс далеко не всегда реализуем, при отсутствии жильцов в квартире, в холодное время года, невозможность осуществить данный проветривание помещения в зданиях с централизованной ПСВ (на пример г. Минск, ЖК «Парус»). Достаточно стандартное предлагаемое решение установка приточного клапана монтируемого в стену здания, так и устанавливаемых на оконные рамы либо являющихся частью их конструкции, имеет ряд недостатков. Низкая эффективность, склонность к промерзанию, отсутствие подогрева поступающего воздуха, слабую защиту от проникновения аллергенов и запахов с улицы, возникновения точки росы на внутренней части стены помещения.

Решения второй проблемы – удаления воздуха из помещения, сегодня существует достаточно эффективное устройство – регулятор расхода воздуха, который препятствует избыточному удалению теплого воздуха в холодный период. Таким регулятором может выступать мембранный клапан постоянного расхода, позволяющий контролировать точный и постоянный расход воздуха с большим диапазоном дифференциального давления.

Третья важная проблема – удаление воздуха из вентиляционных шахт здания. Дефлектор ЦАГИ был изобретен в 1944 году и в СССР применялся повсеместно рисунок 1, можно приблизительно рассчитать, что дефлектор ЦАГИ приходится на долю домов с естественной вентиляцией (свыше 7,95 млн. домов и 1 817 млн. м<sup>2</sup>, введенных в эксплуатацию в период с 1960 по 1990 год) то есть более 55 % всех МДК в странах СНГ.

На практике, в 1990-х годах чаще стали использоваться открытые вентиляционные каналы с зонтом, практически полностью вытеснившие дефлектор ЦАГИ. Таким образом, существующий жилой фонд можно разделить примерно пополам: на дома с дефлектором ЦАГИ и дома с открытыми вентиляционными каналами, рисунок 2.

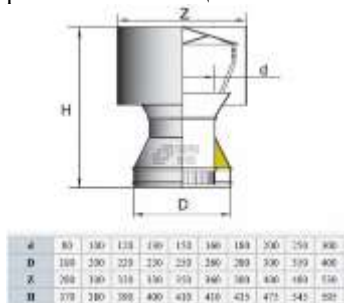


Рис. 1 – Дефлектор ЦАГИ



Рис. 2

На рисунке 3 представлены схемы некоторых систем естественной вентиляции, из которых три системы удаления воздуха (рис. а–в) нуждаются в вентиляционном дефлекторе, поскольку при его отсутствии возможно возникновение обратной тяги и задувание ветра, что, в свою очередь, создает препятствие естественному выходу воздуха из вентиляционного канала.

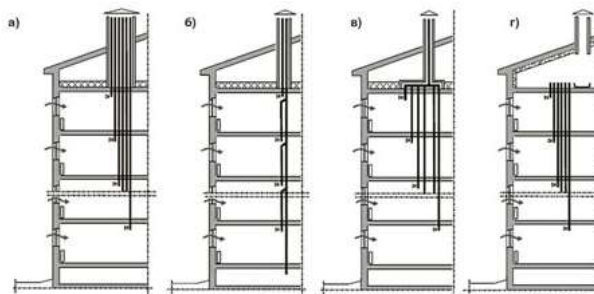


Рис. 3 – Принципиальные схемы систем естественной вентиляции жилых зданий:

- а) без сборных каналов; б) с вертикальными сборными каналами; в) с горизонтальными сборными каналами на чердаке; г) с теплым чердаком

Однако и четвертый вариант системы (рис. г) создает сопротивление выходу воздуха как при задувании в вентиляционный канал технического этажа ветра, так и при опрокидывании тяги, а значит, и здесь нужен вентиляционный дефлектор. Дефлекторы ЦАГИ и их аналоги, повсеместно применявшиеся в советские годы, были громоздкими и разрушались под воздействием агрессивной среды, что приводило к заваливанию диффузора дефлектора и, как следствие, к частичному или даже полному закупориванию вентиляционного канала пример на рисунке 4, и от их применения стали отказываться.



Рис. 4



а)

б)



в)

Рис. 5

Однако открытый вентиляционный канал с зонтиком не только способствует возникновению обратной тяги, но и не защищает в должной мере от попадания в вентиляционный канал климатических осадков, мусора, листвы, птиц, летучих мышей.

В Российской Федерации в рамках разработки рекомендаций АВОК по расчету и подбору вентиляционных дефлекторов в лаборатории НИИ «Санитарной техники» были проведены испытания дефлекторов естественной вытяжной вентиляции. В результате данной работы АВОК в 2023 году опубликовал рекомендации «Расчет и подбор вентиляционных дефлекторов». Из рекомендации АВОК видно [1], что коэффициент местного сопротивления (КМС), влияющий на выход отработанного воздуха из вентиляционного канала ротационной вентиляционной турбины (РВТ), виды и вариант установки представлены на рисунке 6, составил – 0,045, турбодефлектора – 0,500, ЦАГИ и пластикового дефлектора – 0,800. Согласно справочной информации, КМС открытого вентиляционного канала с зонтом может достигать 2,150. При этом экспериментальный коэффициент, характеризующий долю ветрового давления, переходящего в статическое разрежение (коэффициент аэродинамической эффективности дефлектора) –  $K$ , в среднем в 2,5 раза выше всех аналогов и до 4 раз – открытого канала с зонтом.

Это показывает PBT – на данный момент лучшее решение для естественной вытяжной вентиляции. В подтверждение приведем пример некоторых показателей ротационных вентиляционных турбин компании GERVENT в сравнении с дефлектором ЦАГИ и открытым вентиляционным каналом с плоским зонтом таблица.1 [2, 3].

Из таблицы видно, что ротационные вентиляционные турбины GERVENT справляются с удалением воздуха при столь маленьком диаметре вентиляционного канала на 20 % эффективнее дефлектора ЦАГИ и на 35 % повышают эффективность удаления воздуха из открытого вентиляционного канала, при этом увеличивая номинальное удаление воздуха почти до 4 раз.

Таблица.1 – Показатели работы вентиляционных устройств

Диаметр канала, мм	Характеристика	PBT GERVENT	дефлектор ЦАГИ	Зонт плоский
160	Номинальное удаление воздуха, м <sup>3</sup> /ч	50	41	40
	Коэффициент местного сопротивления, $\xi$	0,045	0,600	2,150
	Аэродинамический коэффициент, $K$	0,290	0,080	0
	Фактическое удаление воздуха, м <sup>3</sup> /ч	236	191	153
355	Номинальное удаление воздуха, м <sup>3</sup> /ч	179	135	102
	Коэффициент местного сопротивления, $\xi$	0,340	0,600	2,150
	Аэродинамический коэффициент, $K$	0,160	0,080	0
	Фактическое удаление воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1092	966	765

Ротационные вентиляционные турбины (PBT) благодаря своим характеристикам работают до 50% эффективнее естественных статических систем вытяжной вентиляции в зависимости от гидрометеорологических условий района [3]. PBT приближаются по своим характеристикам в части удаления воздуха к механическим системам вентиляции, не имея при этом ни высокой стоимости, ни расходов на электроэнергию, ни шума и эксплуатационных издержек. Можно говорить что данные установки вентиляции стоит рассматривать как перспективный третий вид вытяжной вентиляции – современный, эффективный, не потребляющий электроэнергию, как системы с принудительным движением воздуха.

Следовательно, ротационные вентиляционные турбины (PBT) становятся инструментом энергосбережения в системах вентиляции, то есть повышения их энергоэффективности.

## Литература

1. Рекомендации Р НП «АВОК» 5.4.3–2023 «Расчет и подбор вентиляционных дефлекторов» [Электронный ресурс]/ Р НП «АВОК» - Режим доступа: [https://abokbook.ru/item/rekomendacii\\_r\\_np\\_abok\\_5\\_4\\_3\\_2023\\_raschet\\_i\\_podbor\\_ventilyacionnyikh\\_deflektorov/](https://abokbook.ru/item/rekomendacii_r_np_abok_5_4_3_2023_raschet_i_podbor_ventilyacionnyikh_deflektorov/) – Дата доступа: 21.02.2023.

2. Игонин О. Н. Естественная вентиляции многоквартирных домов – инновационные решения с потенциалом для сокращения углеродного следа [Электронный ресурс] // Энергосбережение №1'2023 Р НП «АВОК» - Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles/41/8330/8330.pdf](https://www.abok.ru/for_spec/articles/41/8330/8330.pdf)- Дата доступа: 21.02.2023.

3. Игонин О. Н. GERVENT – эффективные и доступные решения для естественной вентиляции многоквартирных домов [Электронный ресурс] // Энергосбережение №2'2023, Р НП «АВОК» - Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=8367](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=8367) - Дата доступа: 21.02.2023.

УДК 621.644

### **ПОСЛЕДСТВИЯ И ПРИЧИНЫ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ ВСЛЕДСТВИЕ ГИДРОУДАРОВ**

Жук Н.П.

Белорусский национальный технический университет

Холодильные компрессоры как механические машины конструктивно рассчитаны, изготовлены и должны использоваться для сжатия только газообразного холодильного агента с целью его перемещения по холодильному контуру. Попадание в полость сжатия компрессора любой жидкости приводит к возникновению значительных нагрузок на детали механизма, т.к. жидкость практически не сжимаема и она не может быстро покинуть полость сжатия в отличие от газообразного хладагента. Возникновение такой ситуации приводит к повреждению и разрушению деталей, узлов и в конечном итоге к выходу компрессора из строя.

Попадание в механизм сжатия компрессора несжимаемой субстанции на практике принято называть «залив компрессора» или «гидравлический удар». Особенно восприимчивы к ситуации, при которой возникает гидравлический удар, поршневые компрессоры. Конструктивно они имеют цилиндрическую полость сжатия, в которой рабочий орган (поршень)