



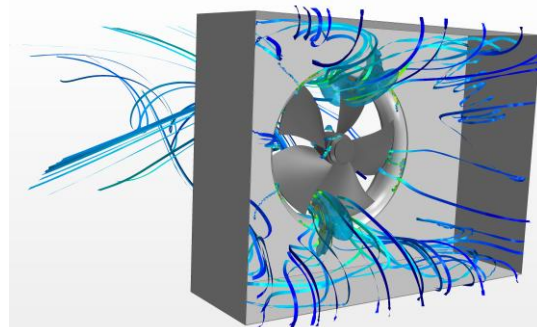
VSTUPNÍ MŘÍŽKA PRO AXIÁLNÍ A RADIÁLNÍ VENTILÁTORY

„Systém usměrňování proudění“ zaručuje nízkou hlučnost

Uživatelé si často všimnou, že v chladicích, klimatizačních a ventilačních zařízeních neběží instalované ventilátory tak tiše, jak se očekávalo. Tyto ventilátory během provozu jsou často zdrojem hluku, jehož hladina je značně vyšší, než uvádí produktová dokumentace. Důvod je jednoduchý: hodnoty uvedené v dokumentaci vycházejí z reprodukovatelných měření za standardních (laboratorních) podmínek bez rušivého vlivu okolního prostředí. Ventilátory v běžných aplikacích mají málokdy dostatek prostoru k vytvoření rovnoměrného (laminárního) proudění jak na vstupu, tak na výstupu a tak samotná aplikace se stává zdrojem hlučnosti. Intenzita je různá a je závislá na podmínkách instalace v příslušném zařízení. Řešením je vstupní mřížka se specifickou geometrií, která má v podstatě vyrovnávací účinek, díky němuž dochází ke značnému snížení nežádoucích turbulencí a tak k efektivnímu snížení hladiny vznikajícího hluku.

Ing. Jens Müller, Ing. Michael Strehle, oddělení vývoje v oblasti aerodynamiky, ebm-papst Mulfingen

Tepelná čerpadla a klimatizační zařízení se instalují různými způsoby, mají různé rozměry a různou konstrukci. Rozdíly jsou např. v umístění otvorů pro vstup a výstup vzduchu z a do jednotky, v ploše výměníku tepla a v hustotě komponentů instalovaných v zařízení. Proudící vzduch vstupující do ventilátoru je tedy kromě způsobu instalace ovlivněn dalšími faktory jako např. výměníkem tepla. V důsledku toho je, v závislosti na aplikaci, proud vzduchu vstupující do ventilátoru velmi nerovnoměrný a obsahuje neustálené složky. Stěny pláště obdélníkových výměníků vytvářejí oblasti se zpětným prouděním a tím způsobenými vzduchovými turbulencemi (obr. 1). Toto proudění směřuje k místům s nejmenším prostorem mezi sáním ventilátoru a stěnou pláště. Zde se proudnice z obou stran spojují a způsobují masivní, lokální turbulence. Tím dochází k velkému kolísání tlaku a rychlosti na přední hraně lopatky, což může někdy vést k drastickému zvýšení hladiny hluku, a to zejména v pásmu nízkých frekvencí. Tvoří se širokopásmový a nízkopásmový hluk se zvukovými složkami, který se též označuje jako tónový hluk.



Obr. 1 Typický vstupní profil proudění s turbulencemi v zákaznické aplikaci

Tónový hluk je tvořen lopatkami procházejícími oblastmi s turbulencemi (označován také jako BPF – Blade Pass Frequency) a jeho harmonickými složkami. Odpovídající vzorec je $f=n \cdot z \cdot k$. Frekvence hluku při průchodu lopatkami f se vypočítá jako součin otáček ventilátoru n a počtu lopatek z . Harmonické složky hluku při průchodu lopatkami jsou jejím násobkem a označují se k . Proto např. axiální ventilátor s pěti lopatkami s rychlostí 1 200 ot./min. (20 ot./s) vytváří hluk při průchodu lopatkami o frekvenci 100 Hz. Výsledkem je tedy nepřijemný „bzučivý“ zvuk.

Konec „bzučivému“ hluku

Další hluk, který vytvářejí výměníky tepla a klimatizační zařízení, je nejen nežádoucí, ale také netolerovatelný. Je tomu tak zejména v případě obytných prostředí, ačkoli eliminace tohoto hluku je velice nesnadná. Není možné kompenzovat narušení v proudění vzduchu optimalizací ventilátoru. V praxi se jako úspěšná neukázala být ani dodatečná izolace



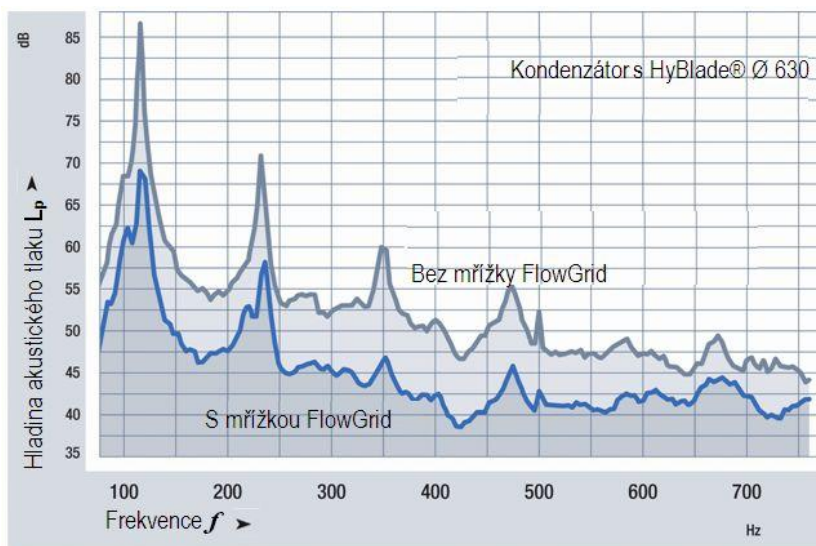
krytu, a to proto, že izolační panely jsou obvykle účinné jen při vyšších frekvencích. Specialisté na ventilátory z ebmpapst Mulfingen proto zvolili odlišný přístup: pokud se ustálí proudění vzduchu na vstupu do ventilátoru, sníží se turbulence a tím také nepříjemné nízkofrekvenční zvuky, které způsobují.

Na základě výše uvedeného vyvinuli inženýři z ebmpapst Mulfingen speciální vstupní mřížku FlowGrid s usměrňujícím účinkem na vstupu do ventilátoru (obr. 2). Tato mřížka zásadně redukuje narušené proudění vstupujícího vzduchu způsobující hluk a účinně funguje jak u axiálních, tak u radiálních ventilátorů. Například v případě kondenzátoru vybaveného axiálním ventilátorem sníží využití FlowGridu hladinu hluku o 3,9 dB(A) a tónový hluk o 16 dB. Pokud jde o nízkoprofilové klimatizační zařízení (průměr 250 mm), snižuje FlowGrid hladinu hluku o 2,5 dB(A) a tónový hluk o 9 dB.



Obr. 2 Vstupní mřížka radikálně snižuje narušené proudění vstupujícího vzduchu způsobující hluk a účinně funguje jak u axiálních, tak u radiálních ventilátorů. Nemá prakticky žádný vliv na příkon a vzduchovou charakteristiku ventilátoru.

Obrázek 3 znázorňuje výsledky měření hluku na příkladu kondenzátoru. Použití vstupní vzduchové mřížky snižuje hladinu akustického tlaku a podstatně snižuje tónový hluk. Proto se značně zmenšuje potřeba použití izolace a ochrany proti hluku. Vstupní vzduchová mřížka je vyrobena ze vstříkovaného plastu a splňuje různé třídy požární ochrany až po UL94-5VA. Rychlé a snadné připevnění mřížky FlowGrid k axiálním a radiálním ventilátorům je realizováno pomocí standardních šroubů. V závislosti na konstrukci konečného zařízení je možné mřížku FlowGrid instalovat i dodatečně, např. během nadcházejících servisních prací. V případě axiálního ventilátoru o velikosti 800 mm vyžaduje vstupní vzduchová mřížka dodatečný instalační prostor 15 cm v axiálním směru, který je obvykle k dispozici u většiny aplikací.



Obr. 3 Použití vstupní vzduchové mřížky výrazně snižuje hladinu akustického tlaku a podstatně oslabuje tónový hluk. Obrázek znázorňuje vlastní výsledky měření hluku na kondenzátoru.

Další možnost akustického vylepšení

Uživatelé a výrobci jednotek s axiálními ventilátory mohou s ohledem na snížení hlučnosti využít i dalšího pasivního komponentu z dílny ebmpapst. Pokud uživatelé kombinují na ventilátoru vstupní vzduchovou mřížku popsanou výše s difuzorem AxiTop na výtlačné straně, zvýší energetickou účinnost a ještě více sníží emise hluku – a to především



ve středním frekvenčním pásmu. Znamená to, že FlowGrid snižuje nízkofrekvenční pásmo, zatímco AxiTop poskytuje další snížení ve středním frekvenčním pásmu. V případě ventilátorů s výstupem do volného prostoru se výstupní ztráty často podceňují z hlediska spotřeby energie. Speciálně navržený vnitřní i vnější difuzor Axitopu tyto ztráty minimalizuje. Funguje spíše jako obrácená tryska a značně snižuje výstupní ztráty díky tomu, že zvyšuje statický tlak. Zvyšuje se účinnost a zároveň se snižuje provozní hluk.

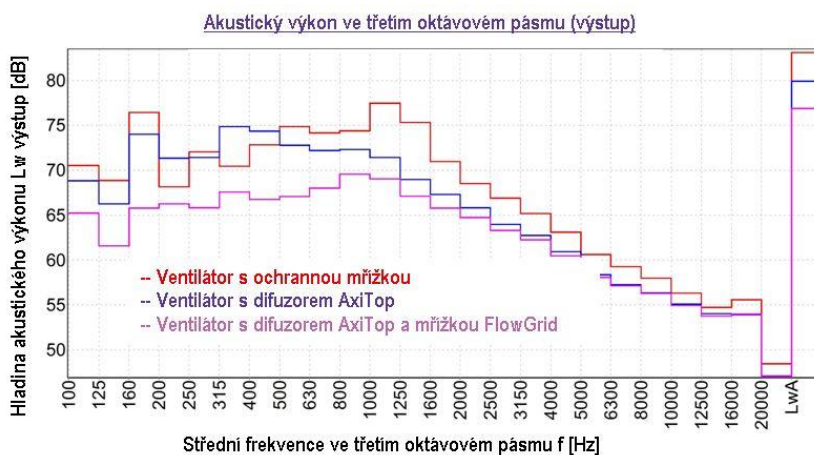
Ideální provozní podmínky pro ventilátory

Akustická zlepšení jsou zajímavá především tehdy, když ventilátory pracují v prostředích, ve kterých je hluk kritickým faktorem. Ideální je, když uživatel má možnost navíc kombinovat vstupní mřížku Flowgrid s výstupním difuzorem Axitop (obr. 4, 5), např. v případě použití testovaného kondenzátoru. V tomto případě vnější vzduch prochází skrz tepelný výměník. Kondenzátor je vybaven axiálním ventilátorem o průměru 800 mm a na tlakové straně má umístěn difuzor. Hladinu hluku lze pomocí vstupní mřížky snížit o další 3 dB(A). Díky společnému použití difuzoru AxiTop a mřížky FlowGrid se hladina hluku sníží o 5,8 dB(A) a tónový hluk o 20 dB – v okolí jednotky je tato změna znát. Stejně jako vstupní mřížka, i difuzor je vyroben z lehkého a odolného plastu a snadno se montuje na většinu aplikací. Jelikož je pouze 250 mm vysoký, není obvykle nutné změnit konstrukci aplikace, a to ani v případě její modernizace.



Obr. 4 Difuzor omezuje vznik hluku ve středním frekvenčním pásmu a lze jej kombinovat se vstupní vzduchovou mřížkou.

Obr. 5 Společné použití difuzoru AxiTop a mřížky FlowGrid vedlo u testovaného kondenzátoru ke snížení emisí hluku o 5,8 dB(A), a to především ve středním frekvenčním pásmu.



Díky použití pasivních komponentů – difuzoru a vstupní vzduchové mřížky – specialisté z firmy ebm-papst Mulfingen opět uspěli v pokračujícím vývoji technologií pro ventilátory a ve stanovování nových standardů. Optimalizace vstupního a výstupního proudu vzduchu nabízí ideální provozní podmínky pro ventilátory a umožňuje co nejtíši a energeticky efektivní provoz.