

فن‌ها برای خنک کاری ترانسفورماتورهای قدرت
Technical Terms of Delivery



IRAN TRANSFO STANDARD
Iran Transformer Research Institute

Compiled
A.Bagheri



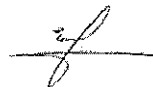
A.Abatizadeh



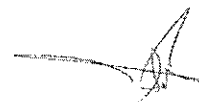
Edited
M.Faridi



Approved
S.Bigdeli



M.Moghaddami



پیشگفتار

استاندارد ایران ترانسفو (ITS) برگرفته از استانداردهای معتبر بین‌المللی و بر اساس نیازهای فنی شرکت ایران ترانسفو تدوین گردیده است. موسسه تحقیقات ترانسفورماتور ایران مسئول صدور نهایی مدارک مصوب به صورت استانداردهای ایران ترانسفو (ITS) است. لازم به ذکر است بکارگیری استانداردهای صادر شده (ITS) برای تمامی قسمت‌های شرکت ایران ترانسفو لازم الاجراست و تمامی کاربران موظف هستند که ویرایش نهایی استانداردها را مورد استفاده قرار دهند. خاطر نشان می‌شود ویرایش نهایی استانداردها بر روی پایگاه اطلاع رسانی موسسه تحقیقات ترانسفورماتور ایران موجود است.

<http://research.iran-transfo.com>

درباره این استاندارد:

این استاندارد در کارگروه تخصصی مکانیکی و الکتریکی مورد تصویب قرار گرفته است.

اعضای کارگروه عبارتند از:

✓ جمشید افسری	✓ جمشید حلوائی	✓ مهدی مقدمی
✓ ویدا انصاری	✓ امین اباطی زاده	✓ میثم رجائی
✓ زین العابدین عبداللهی	✓ محسن فریدی	✓ احمد حشمتی
✓ علی باژرنگ	✓ سعید بیگدلی	✓ شهلا وثیقی

فهرست

۴.....	دامنه کاربرد	۱
۴.....	ابعاد و نحوه سفارش	۲
۴.....	سایز و ابعاد	۱-۲
۵.....	سفارش	۲-۲
۵.....	الزامات فنی	۳
۵.....	مشخصات فنی	۱-۳
۶.....	اطلاعات مورد نیاز جهت ارائه آنها از سوی سازنده فن (ضروری)	۲-۳
۶.....	توان نامی هوا دهی و صدا	۳-۳
۶.....	طراحی درایو	۴-۳
۷.....	طراحی جعبه اتصال	۳-۵
۷.....	طراحی فریم فن	۶-۳
۷.....	طراحی پره های فن	۳-۷
۷.....	طراحی شبکه فلزی محافظ	۳-۸
۷.....	مشخصات مواد مورد استفاده در ساختار فن	۳-۹
۸.....	طراحی مکانیکی	۱۰-۳
۸.....	ویژگی های پوشش حفاظتی سطوح فن	۳-۱۱
۹.....	تست ها	۴
۹.....	تست های روتین	۴-۱
۹.....	تست های نوعی	۲-۴
۹.....	تست های ویژه	۳-۴
۱۰.....	پلاک مشخصات فن	۵
۱۰.....	پلاک مشخصات	۱-۵
۱۰.....	پلاک مشخصات موتور	۵-۲
۱۰.....	بسته بندی فن و پلاک مشخصات آن	۶
۱۰.....	مدارک فنی	۷
۱۱.....	حمل و نقل و نگهداری	۸
۱۱.....	مراجع	۹

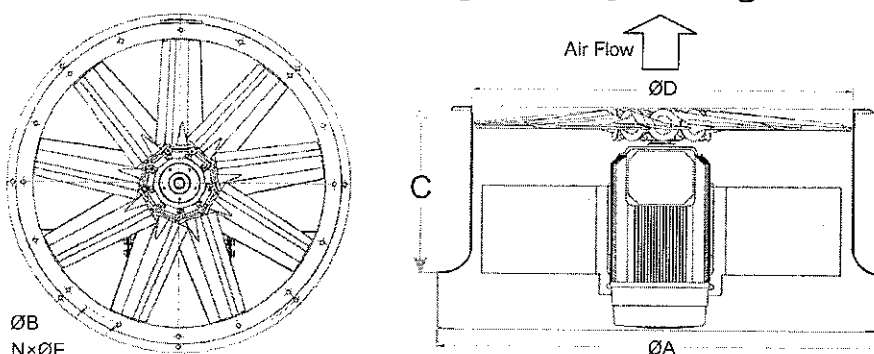
۱ دامنه کاربرد

این استاندارد برای فن‌های مورد استفاده در ترانسفورماتورهای روغنی و راکتورها می‌باشد. این تجهیز جهت خنک کاری و دفع حرارت رادیاتورهای بکار رفته در ساختار ترانسفورماتور استفاده می‌شود. در این استاندارد فقط فن‌های آکسیال مورد بحث قرار می‌گیرند که می‌توانند دارای موتورهای داخل داکت یا خارج از داکت باشند. فن‌های مورد استفاده در ترانسفورماتورها عموماً در قسمت زیرین رادیاتورها (نصب عمودی- محور فن عمود بر سطح زمین) یا در کنار رادیاتورها (نصب افقی- محور فن به موازات سطح زمین) قرار می‌گیرند. این استاندارد بر اساس استاندارد DIN EN 50216-12 تدوین شده است و ابعاد و نیازهای فنی به منظور قابلیت تعویض پذیری و مونتاژ یکسان فن‌های مورد استفاده در این شرکت را بیان می‌کند.

۲ ابعاد و نحوه سفارش

۱-۲ سایز و ابعاد

در حال حاضر فن‌های آکسیال مورد استفاده در شرکت ایران ترانسفو فن‌های با سایزهای 450mm یا 500mm و یا 800mm می‌باشند. شکل ۱ ابعاد اصلی فن‌ها (تمامی ابعاد به میلیمتر) را نشان می‌دهد.



شکل ۱: شماتیک فن‌های معمول مورد استفاده در شرکت ایران ترانسفو

جدول ۱: ابعاد فن

N	$\varnothing E$	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	$\varnothing D$	سایز
8	12	حداکثر 550	500	حداکثر 350	450	450
8	12	حداکثر 600	550	حداکثر 350	500	500
16	12	حداکثر 940	850	حداکثر 550	800	800

$\varnothing B$: قطر سوراخ‌های محل نصب

C: طول داکت مجرای هوا (ارتفاع کل فن)

$\varnothing A$: قطر ورودی مجرای هوا

$\varnothing E$: قطر سوراخ‌ها

N: تعداد سوراخ‌ها

۲-۲ سفارش

نحوه سفارش فن سایز 500 mm یا 450 Type I به عنوان مثال بصورت زیر می باشد:

Fan-ITS-ME12-02 -Size 500 یا Fan-ITS-ME12-02 -Size 450 Type I

۳ الزامات فنی

۱-۳ مشخصات فنی

مشخصات اصلی مورد نیاز برای فن ها مورد استفاده در ساختار ترانسفورماتورها، در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: مشخصات فن های مورد استفاده

category A: free inlet, free outlet						نوع نصب
free air						روش اندازه گیری مقادیر
800 Type I	800 Type II	500	450 Type I	450 Type II		سایز
>7.2	>5.5	>1.68	>1.72	>1.5	m³/s	ظرفیت هوا دهی (دبی هوا)
150(±5)	150(±5)	70(±5)	70(±5)	70(±5)	Pa (N/m²)	حداکثر فشار برگشتی
≤ 1600	≤ 1100	≤ 220	≤ 430	≤ 230	W	توان الکتریکی مصرفی
Max. 3.5	Max. 3.0	Max. 0.7	Max. 1.0	Max. 0.7	A	حداکثر جریان الکتریکی ورودی
3 ~	3 ~	3 ~	3 ~	3 ~		تعداد فاز (Phase)
400	400	400	400	400	VAC	ولتاژ نامی (Nominal voltage)
Y	Y	Y	Y	Y		گروه اتصال (Wiring)
۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	Hz	فرکانس (Frequency)
در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	در اختیار سازنده		تعداد قطب های الکتریکی الکتروموتور
در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	در اختیار سازنده	1/min	سرعت چرخش (Speed)
≤ 76	≤ 70	≤ 65	≤ 68	≤ 65	dB (A)	ماکزیمم شدت صوت در فاصله یک متر LpA@1m
≤ 83	≤ 78	≤ 70	≤ 75	≤ 70	dB (A)	ماکزیمم توان صوت LWA
لازم ندارد	لازم ندارد	لازم دارد	لازم دارد	لازم دارد	-	محافظ حرارتی
Max 68		Max 21			kg	وزن
-30 to 55					°C	دمای محیط محل نصب
G 6.3(BV – 3)					-	درجه کیفیت تعادل (Balance quality) grade ISO 14694 / ISO 10816-3)
4.5					mm/s	میزان ارتعاشات (Vibration levels) ISO 14694 / ISO 10816-3)
C5-M					-	Corrosion class

۲-۳ اطلاعات مورد نیاز جهت ارائه آنها از سوی سازنده فن (ضروری)

- حداکثر فشار برگشتی (Max. back or static pressure)
- منحنی کامل عملکرد فن برحسب دبی هوا و فشار استاتیکی (Fan Performance data) (including Fan Characteristics curves)
- دیاگرام اتصال الکتریکی
- نتایج و سوابق تست (Test records)
- راندمان مکانیکی پروانه بدون موتور (Blade Efficiency)
- راندمان کل فن با موتور (Fan overall Efficiency)
- درجه راندمان فن (Efficiency grade N)
- راندمان استاتیکی فن (Fan Static Efficiency)
- جریان الکتریکی مصرفی (Current draw)
- جریان راه اندازی فن (Starting Current)
- کتابچه راهنمای استفاده از فن (Operating instruction)

۳-۳ توان نامی هوا دهی و صدا

اندازه گیری مقادیر توان هوادهی فن و صدا، در حالت نصب شبکه فلزی حفاظتی، باید صورت پذیرد. حجم هوادهی مورد نظر در جدول ۲ در شرایط چگالی هوا 1.2 kg/m^3 و دمای 20°C و فشار 101.325 kPa می باشد (این فشار مربوط به ارتفاع محل نصب تا زیر 1000 m از سطح دریا می باشد).

۴-۳ طراحی درایو

موتور فن بر طبق استاندارد EN 60034-1 بوده و باید دارای کلاس عایقی F باشد و طراحی موتور مناسب برای نصب در هوای آزاد و محافظت نشده باشد و قابلیت نصب بصورت افقی و عمودی را داشته باشد. همچنین موتور فن می بایست دارای مشخصه های ذیل باشد:

- Protection class IP55
- Mode (duty class-IEC): S1 (continuous duty)
- Protection class -IEC: I (connection of protective earth)

همچنین طراحی موتور فن باید طوری باشد که امکان جمع شدن آب در آن وجود نداشته و بدون ایجاد مشکل در کارکرد و یا اثر تخریبی بر موتور، بتواند از آن خارج شود.

سازنده باید کارکرد یاتاقان های موتور فن را بدون نیاز به نگهداری (در حالت کارکرد دائم) حداقل ۴ سال تضمین نماید.

۳-۵ طراحی جعبه اتصال

دسترسی به جعبه اتصالات فن باید براحتی انجام پذیرد. درجه حفاظتی برای جعبه اتصال بر اساس IP 55، EN60529 می باشد. جمع شدن آب در جعبه اتصالات نباید روی کارکرد فن تاثیر گذاشته و یا منجر به هرگونه آسیب گردد. نکات ذیل نیز در مورد جعبه اتصال باید مورد توجه قرار گیرد:

- هر ترمینال باید طوری باشد که بتواند ۲ سیم 2.5 mm² را نگاه دارد.
- پیچ اتصال زمین در داخل جعبه اتصالات قابل دسترس باشد.
- از پیچ های گم نشدنی جهت محکم نمودن درپوش جعبه اتصال استفاده شود.
- گلندهای کابل، از نوع پیچی (حداقل ۲ عدد) طبق استاندارد EN 50262 بوده و برای اتصالات ورودی جهت ساخت از برنج آبکاری شده نیکل استفاده می شود. محل و جهت گلند روی جعبه اتصال فن طوری باشد که پس از نصب موازی زمین قرار گیرد.
- درپوش جعبه اتصال باید با تدابیر مناسبی محکم گردد به طوریکه فشار اضافی بر روی آن وجود نداشته باشد و یا جابجایی آن امکانپذیر نباشد.
- محل های جوش و سوراخکاری شده، باید قبل از رنگ آمیزی با اسپری روی پوشش داده شوند.

۳-۶ طراحی فریم فن

فریم استوانه ای شکل بوده و موتور فن همراه با مجموعه پره در داخل آن قرار گرفته و نقاط محکم کردن فن روی فریم در فواصل مشابه تعبیه می شوند. جهت چرخش پروانه و جهت جریان هوا توسط فن می بایست روی فریم با علامت مناسبی مشخص شود. (البته این علامت می تواند بر روی پلاک فن نیز نشان داده شود).

۳-۷ طراحی پره های فن

پره های فن باید طوری طراحی گردند که در حالات نصب افقی و عمودی، آب در آن جمع نشود.

۳-۸ طراحی شبکه فلزی محافظ

فنی هایی استفاده شده برای سیستم های خنک کاری باید مجهز به دو شبکه توری حفاظتی باشند (در هر دو سمت ورود و خروجی هوا). درجه حفاظت آنها IP 2X بوده و بطور محکم بر روی فریم فن نصب می شوند.

۳-۹ مشخصات مواد مورد استفاده در ساختار فن

مواد مورد استفاده در قسمت های مختلف فن در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: مشخصات مواد بکار رفته در فن‌ها

جنس	ساختار فن
ورق گالوانیزه گرم Thickness of steel sheet for size 450,500 = 1.5 to 2mm Thickness of steel sheet for size 800 = 2 to 3 mm	فریم فن
اولویت اول: Aluminum AlSi12Cu اولویت دوم: Glass fiber reinforced polyamide اولویت سوم: Press-fitted, painted sheet steel blank , sprayed with Polypropylene(PP) plastic	پره‌ها
آلومینیوم ریخته گری شده یا ورق گالوانیزه رنگ آمیزی شده	جعبه اتصالات
فولاد با پوشش گالوانیزه یا فولاد ضد زنگ	شبکه حفاظتی
ماده عایقی سرامیکی یا جنس مشابه آن	صفحه ترمینال
آلومینیوم ریخته گری شده	بدنه موتور
از مواد مجاز برای اتصال و مقاوم در برابر خوردگی	بلس‌های رزوه‌ای، واشرها، مهره‌های اتصال الکتریکی
A4	پیچ‌ها، واشرها و مهره‌ها جهت اتصالات غیرالکتریکی
فولاد فنی ضد زنگ	واشرهای فنی (فشاری)

اولویت و پیشنهاد شرکت ایران ترانسفو استفاده از مواد و اجزاء تشکیل دهنده نشان داده شده در جدول ۳ می‌باشد. هر گونه مغایرت نسبت به جدول مذکور بایستی به اطلاع ایران ترانسفو رسیده و توافق گردد.

۱۰-۳ طراحی مکانیکی

جهت جلوگیری از زنگ زدن محل‌های جوشکاری باید جوش‌ها کامل و پیوسته باشند. تیرانس‌ها بر اساس استاندارد EN 22768-2 در نظر گرفته می‌شوند.

۳-۱۱ ویژگی‌های پوشش حفاظتی سطوح فن

پوشش بدنه فن باید گالوانیزه گرم بوده و همچنین دارای یک لایه رنگ پودری الکترواستاتیک پلی استر به ضخامت 80-100 μm باشد. درضمن رنگ نهایی از نوع RAL7038 می‌باشد.

۴ تست‌ها

تست‌های مربوط به فن در حالتی که بصورت کامل مونتاژ شده است طبق سه بخش ذیل انجام می‌شوند. شرایط، تعداد و تجهیزات اندازه‌گیری بر طبق استاندارد ISO 13347-1 می‌باشد.

۴-۱ تست‌های روتین

تست‌های روتین فن طبق جدول ۴ انجام می‌پذیرد.

جدول ۴: تست‌های روتین

نوع تست	روش تست
توان اکتیو ورودی	ISO 5801
دور نامی	ISO 5801
جریان نامی	ISO 5801
شدت ارتعاش در محیط بیرونی فریم فن	ISO 14694 (BV – 3) or ISO 10816-1 (Class 1 zone B)

۴-۲ تست‌های نوعی

تست‌های نوعی بر اساس جدول ۵ روی فن انجام می‌پذیرد.

جدول ۵: تست‌های نوعی

نوع تست	روش تست
اندازه‌گیری سطح صدا	ISO 13347-3
نمودار فشار استاتیکی بر حسب دبی هوا ($p_{sF} = f(q_v)$)	ISO 5801

۴-۳ تست‌های ویژه

تست‌های ویژه بر اساس جدول ۶ روی فن انجام می‌شود. این تست‌ها مربوط به پوشش فن می‌باشد.

جدول ۶: تست‌های ویژه

نوع تست	روش تست	رنج قابل قبول
تست مه نمکی (۱۵۰۰ ساعت)	ASTM D1654 ASTM B117	ماکزیمم رنج قابل قبول ۶
تست شرایط جوی (۷۲۰ ساعت)	DIN 50017-82-KK	بدون داشتن رگه و تاول
تست ضربه	ASTM D2794 ASTM B117	بدون داشتن رگه‌های زنگ زده قرمز رنگ
آزمون UV + شرایط جوی (ساعت ۵۰۴)	ASTM G53 ASTM D523	حداکثر براقیت ۵۰ درصد بدون ترک و شکاف
چسبندگی رنگ	ASTM D3359	5B
ضخامت فیلم خشک	ASTM D7091	80-100 mm

۵ پلاک مشخصات فن

۱-۵ پلاک مشخصات

هر کدام از فن‌ها باید دارای پلاک مشخصاتی باشند که در همه شرایط آب و هوایی به راحتی و وضوح قابل رویت بوده و مقادیر عملکرد فن در فرکانس 50 Hz را نشان دهند. این مشخصات عبارتند از:

- نام کارخانه، شماره سریال و سال ساخت
- ظرفیت هوا دهی (دبی هو) به m^3/s در وضعیت دمیدن آزاد (Free blowing)
- سرعت چرخش به $min/1$ در وضعیت دمیدن آزاد
- توان اکتیو ورودی به W در هنگام دمیدن فن
- جریان نامی مصرفی در ولتاژ نامی به A
- فشار استاتیکی (Pa)
- علامت نشان دهنده جهت دمیدن هوا
- نوع اتصال (Y)
- کلاس حفاظتی (IP...)
- راندمان کل فن با موتور (/.)

همچنین باید از روی پلاک مشخصات وجود محافظ حرارتی را تشخیص داد.

۵-۲ پلاک مشخصات موتور

پلاک مشخصات جداگانه‌ای برای موتور فن باید روی فریم فن مطابق استاندارد EN 60034-1 نصب شود.

۶ بسته بندی فن و پلاک مشخصات آن

فن‌ها باید در بسته بندی مناسبی قرار داده شوند که از آنها در مقابل رطوبت، آلودگی و ضربات مکانیکی محافظت نماید. برای هر کدام از فن‌ها باید یک نمونه از کاتالوگ در بسته بندی‌ها قرار گیرد. هر کدام از بسته‌بندی‌های فن باید دارای پلاک مشخصات با اطلاعات زیر برای شناسایی باشند:

- نام سازنده
- شماره سفارش
- تعداد
- وزن بسته بندی خالص و ناخالص
- کاتالوگ راهنما

۷ مدارک فنی

مدارک فنی فن می بایست شامل موارد زیر باشد:

- دفترچه راهنما

- اطلاعات فنی
- گواهی تست‌های انجام شده
- نمودار مشخصه فن

۸ حمل و نقل و نگهداری

فن باید بصورت مونتاژ شده و آماده برای نصب تحویل گردد و طوری به محل مصرف حمل و ارسال گردد که هیچگونه خرابی و آلودگی اتفاق نیافتد. فن باید طوری طراحی و تولید گردد که جهت نگهداری از آن در فضای باز، نیازمند به ایجاد شرایط خاص نباشد.

۹ مراجع:

BS EN 50216-12 (2011)

Power transformer and reactor fittings - Part 12: Fans; German version BS EN 50216-12:2007

ISO 5801

Industrial fans - Performance testing using standardized airways

DIN EN 60529(2009-09)

Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

ISO 13347(2004-07)

Industrial fans - Determination of fan sound power levels under standardized laboratory conditions - Part 3: Enveloping surface methods

DIN EN 50262:2005

Cable glands for electrical installations