استاندارد ملی INSO2620-3 در یک نگاه:

سطوح عایق‌بندی، آزمون‌های دی‌الکتریک و فواصل هوایی خارجی ترانسفورماتورهای توزیع

هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه جزئیات آزمون‌های دی‌الکتریک قابل‌اجرا و کمینه سطوح آزمون‌های دی‌الکتریک برای ترانسفورماتورهای توزیع تعریف‌شده در هدف و دامنه کاربرد استاندارد IEC 60076-1 است. در این استاندارد، مقادیر پیشنهادی کمینه فاصله هوایی خارجی بین قسمت‌های برق‌دار و بین قسمت‌های برق‌دار و زمین در مواردی که این فواصل هوایی توسط خریدار مشخص نشده باشند، ارائه‌شده است.

اصطلاحات و تعاریف

3-1 سطح عایق‌بندی اسمی

rated insulation level

مجموعه‌ای از ولتاژهای استقامت[1] اسمی که میزان تحمل[2] دی‌الکتریک عایق‌بندی را مشخص می‌کند.

3-2 ولتاژ استقامت اسمی

rated withstand voltage

مقدار ولتاژ آزمون مشخصی است که در یکی از آزمون‌های دی‌الکتریک اعمال می‌شود تا انطباق عایق‌بندی با این ولتاژ آزمون مشخص، اثبات شود.

3-3 عایق‌بندی یکنواخت سیم‌پیچ ترانسفورماتور

uniform insulation of a transformer winding

نوعی از عایق‌بندی سیم‌پیچ ترانسفورماتور، که همه سرهای آن با سطح عایق‌بندی اسمی یکسانی به پایانه‌ها وصل شده است.

3-4 عایق‌بندی غیریکنواخت سیم‌پیچ ترانسفورماتور

non-uniform insulation of a transformer winding

نوعی از عایق‌بندی سیم‌پیچ ترانسفورماتور، در ترانسفورماتوری که برای اتصال مستقیم یا غیرمستقیم به زمین، دارای یک سر پایانه خنثی است و طراحی سطح عایق‌بندی آن پایین‌تر از سطح تعیین‌شده برای پایانه خط باشد.

یادآوری- عایق‌بندی غیریکنواخت را می‌توان عایق‌بندی درجه‌بندی‌شده[3] نیز نامید.

---

[1] - Withstand voltages
[2] - Strength
[3] - Graded insulation

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

کلیات

الزامات عایق‌بندی ترانسفورماتورهای توزیع و آزمون‌های عایق‌بندی متناظر با آن‌ها بر اساس هر سیم‌پیچ خاص و پایانه‌های آن‌ها ارائه‌شده است.

برای ترانسفورماتورهای غوطه‌ور در مایع یا پرشده با گاز، این الزامات تنها در عایق‌بندی داخلی کاربرد دارد. هرگونه الزامات یا آزمون‌های اضافی که برای عایق‌بندی خارجی ضروری به نظر می‌رسد باید موردتوافق خریدار و تولیدکننده باشد. چنانچه خریدار هیچ الزام خاصی برای فواصل هوایی خارجی مشخص نکرده باشد آنگاه باید تمهیدات بند 16 استاندارد 3-2620 به کار برده شود.

بیشترین ولتاژ تجهیز و سطح اسمی عایق‌بندی

SI سطح ولتاژ استقامت اسمی در برابر ضربه کلیدزنی مربوط به پایانه‌های خط سیم‌پیچی با بیشترین U_m است؛

LI سطح ولتاژ استقامت اسمی در برابر ضربه صاعقه مربوط به پایانه هر یک از سیم‌پیچ‌ها است؛

LIC در صورت انجام آزمون ضربه صاعقه با موج برش‌خورده، سطح اسمی ولتاژ استقامت در برابر ضربه صاعقه مربوط به پایانه‌های خط هر یک از سیم‌پیچ‌ها است؛

AC بیشترین سطح ولتاژ استقامت AC اسمی نسبت به زمین است که برای پایانه‌های همه سیم‌پیچ‌ها طراحی شده است.

HV فشار قوی؛

LV فشار ضعیف؛

MV فشار متوسط (فشار میانی استاندارد IEC 60076-1)؛

N خنثی.

آزمون‌های دی‌الکتریک

- **آزمون ضربه صاعقه با موج کامل برای پایانه‌های خط (LI)**، به زیر بند 13-2 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون ضربه صاعقه با موج برش‌خورده برای پایانه‌های خط (LIC)**، به زیر بند 13-3 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون ضربه صاعقه برای پایانه خنثی (LIN)**، به زیر بند 13-4 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

- **آزمون ضربه کلیدزنی برای پایانه خط (SI)**، به بند 14 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون اعمال ولتاژ (AV)**، به بند 10 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون استقامت در برابر ولتاژ AC پایانه خط (LTAC)**، به بند 12 استانداردر 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون استقامت در برابر ولتاژ القایی (IVW)**، به زیر بند 11-2 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون ولتاژ القایی با اندازه‌گیری PD[4] (IVPD)**، به زیر بند 11-3 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **آزمون عایق‌بندی سیم‌کشی کمکی (AuxW)**، به بند 9 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود
- **اعمال هم‌زمان ضربه صاعقه به دو یا چند پایانه (LIMT)**، به زیر بند 13-1-4-3 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود

الزامات آزمون

الزامات آزمون‌های دی‌الکتریک، هم آزمون‌های مورد نیاز و هم سطوح ولتاژ آزمون، به بیشترین ولتاژ تجهیز U_m مربوط به سیم‌پیچ با بیشترین ولتاژ همان ترانسفورماتور خاص بستگی دارد.

جدول الزامات و آزمون‌های رده‌های مختلف ترانسفورماتورهای با $U_m \leq 72{,}5$ kV

	$U_m \leq 72{,}5$ kV
عایق‌بندی	**یکنواخت**
آزمون ضربه صاعقه با موج کامل برای پایانه‌های خط (LI)	نوعی
آزمون ضربه صاعقه با موج برش‌خورده برای پایانه‌های خط (LIC)	ویژه
آزمون ضربه صاعقه برای پایانه‌های خنثی (LIN)	ویژه
آزمون اعمال ولتاژ (AV)	تک‌به‌تک
آزمون استقامت در برابر ولتاژ القایی (IVW)	تک‌به‌تک
آزمون ولتاژ القایی با اندازه‌گیری PD (IVPD)	ویژه[الف]
آزمون عایق‌بندی سیم‌کشی کمکی (AuxW)	تک‌به‌تک
[الف] الزامات آزمون IVW می‌تواند در آزمون IVPD گنجانده شود به‌طوریکه تنها به یک آزمون نیاز باشد.	

[4] - Partial discharge

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

جدول سطوح ولتاژ آزمون

بیشترین ولتاژ تجهیز سیم‌پیچ U_m kV	ضربه صاعقه با موج کامل (LI) kV	ضربه صاعقه با موج برش‌خورده (LIC) kV	ضربه کلیدزنی (SI) kV	اعمال ولتاژ یا استقامت AC پایانه خط (AV) (LTAC) kV
< 1,1	–	–	–	3
3,6	20	22	–	10
	40	44	–	10
7,2	60	66	–	20
	75[الف]	83[الف]	–	20
12	75	83	–	28
	95	105	–	28
	110[الف]	121[الف]	–	34[الف]
17,5	95	105	–	38
	125[الف]	138[الف]	–	38
24	125	138	–	50
	145	160	–	50
	150[الف]	165[الف]	–	50
36	170	187	–	70
	200[الف]	220[الف]	–	70

[الف] این مقادیر در استاندارد IEC 60071-1:2011 به ازای این مقدار خاص U_m ارائه نشده‌اند اما ازآنجاکه در برخی نقاط دنیا یا برای برخی سطوح ضربه کلیدزنی این مقادیر وجود دارند لذا لحاظ شده‌اند چراکه برای آن مقدار خاص از سطح ضربه صاعقه، معرف یک مقدار هماهنگ هستند.

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

جدول سطوح ولتاژ آزمون استفاده‌شده در موارد خاص

بیشترین ولتاژ تجهیز سیم‌پیچ U_m kV	ضربه صاعقه با موج کامل (LI) kV	ضربه صاعقه با موج برش‌خورده (LIC) kV	ضربه کلیدزنی (SI) kV	اعمال ولتاژ یا استقامت AC پایانه خط (AV)(LTAC) kV
7/2	40	44	-	20
12	60	66	-	28
17/5	75	83	-	38
24	95	105	-	50
36	145	160	-	70

توالی آزمون

آزمون‌ها باید با توالی زیر انجام شوند:

الف- آزمون‌های ضربه صاعقه (LI, LIC, LIN, LIMT)؛

ب - ضربه کلیدزنی (SI)؛

پ - آزمون اعمال ولتاژ (AV)؛

ت - آزمون استقامت AC پایانه خط (LTAC)؛

ث - آزمون استقامت در برابر ولتاژ القایی (IVW)؛

ج - آزمون ولتاژ القایی با اندازه‌گیری تخلیه الکتریکی جزئی (IVPD).

یادآوری - فهرست فوق یک فهرست جامع است، در یک ترانسفورماتور خاص همه این آزمون‌ها کاربرد ندارد.

آزمون‌های ترانسفورماتورهای با $U_m \leq 72/5$ kV

آزمون‌های تک‌به‌تک

الف- آزمون اعمال ولتاژ (AV)

ب- آزمون استقامت در برابر ولتاژ القایی (IVW)

آزمون‌های نوعی

آزمون ضربه صاعقه با موج کامل (LI)

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

آزمون‌های ویژه

الف- آزمون ولتاژ القایی با اندازه‌گیری تخلیه الکتریکی جزئی (IVPD)

ب- آزمون ضربه صاعقه با موج برش‌خورده (LIC)

پ- آزمون ضربه صاعقه روی پایانه خنثی (LIN)

ت- اعمال هم‌زمان ضربه صاعقه به چند پایانه خط (LIMT)

اقدامات بعد از خرابی آزمون

چنانچه ترانسفورماتور در یکی از آزمون‌های دی‌الکتریک مردود شود آنگاه بعد از تعمیر، کل توالی آزمون‌های دی‌الکتریک باید با سطح کامل تکرار شوند. البته در شرایطی که بدانیم قسمت‌هایی از ترانسفورماتور که به‌طور کامل آزمون شده‌اند نقشی در خرابی یا تعمیر نداشته‌اند، آنگاه این قسمت‌ها به تشخیص خریدار ممکن است نیازی به تکرار آزمون نداشته باشند. امکان ایجاد آلودگی یا ایجاد گذراهای داخلی آسیب‌رسان به سایر قسمت‌های ترانسفورماتور باید در نظر گرفته شود.

چنانچه ترانسفورماتور در برآوردن الزامات آزمون مردود شود و عیب در بوشینگ باشد چنانچه خریدار قانع شود که خرابی هیچ تاثیری روی ترانسفورماتور نداشته می‌توان با تعویض بوشینگ معیوب، بدون معطلی آزمون ترانسفورماتور را ادامه داد تا تکمیل شود.

چنانچه یک آزمون به دلیل تخلیه الکتریکی خارج از ترانسفورماتور، مردود شود این امکان وجود دارد که آن آزمون خاص تکرار شود که در صورت موفقیت‌آمیزبودن، توالی آزمون می‌تواند تکمیل شود و نیازی به تکرار آزمون‌های موفق قبلی نیست.

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

فواصل هوایی خارجی

به بند 16 استاندارد ملی ایران 3-2620 مراجعه شود

جدول 4 – کمینه فواصل هوایی

بیشترین ولتاژ تجهیزات U_m kV	ضربه صاعقه با موج کامل (LI) kV	ضربه کلیدزنی (SI) kV	کمینه فواصل هوایی	
			خط به زمین mm	فاز به فاز mm
$< 1/1$	–	–		
$3/6$	20	–	60	60
	40	–	60	60
$7/2$	60	–	90	90
	75[الف]	–	120	120
12	75	–	120	120
	95	–	160	160
	110[الف]	–	200[الف]	200[الف]
$17/5$	95	–	160	160
	125[الف]	–	220	220
24	125	–	220	220
	145	–	270	270
	150[الف]	–	280[الف]	280[الف]
36	170	–	320	320
	200[الف]	–	380	380

[الف] این مقادیر در استاندارد IEC 60071-1: 2011 به ازای این مقدار خاص U_m ارائه نشده‌اند اما ازآنجاکه در برخی نقاط دنیا یا برای برخی سطوح ضربه کلیدزنی و فواصل هوایی مقادیر متداولی هستند لذا لحاظ شده‌اند چراکه برای آن مقدار خاص از سطح ضربه صاعقه معرف یک مقدار هماهنگ هستند.

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.

پیوست های استاندارد 3-2620

پیوست الف- راهنمای کاربرد اندازه‌گیری‌های تخلیه الکتریکی جزئی در ترانسفورماتورها

پیوست ب- اضافه‌ولتاژ انتقالی از سیم‌پیچ فشار قوی به سیم‌پیچ فشار ضعیف

پیوست پ- اطلاعات مربوط به عایق‌بندی ترانسفورماتور و آزمون‌های دی‌الکتریک که همراه استعلام و سفارش باید تعیین شوند

پیوست ت- محاسبه سطح ولتاژ عایق‌بندی خنثی

پیوست ث- اساس آزمون‌های دی‌الکتریک، سطوح عایق‌بندی و فواصل هوایی

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران INSO2620-3 در سایت سازمان استاندارد به آدرس https://standard.inso.gov.ir مراجعه شود.
با ارسال کد 10 رقمی نشان استاندارد به سامانه 10001517 از صحت استاندارد کالا اطمینان حاصل فرمایید.