

به نام آنکه جان را فکرت آموخت



طرح روی جلد: شهلا احمدیان



نشریه داخلی صنعت سیم و کابل
انجمن صنفی کارفرمایی تولید کنندگان سیم و کابل ایران
شماره پنجاه و پنجم - تابستان ۱۳۹۳

صفحه

عنوان

- ۲ **➔ سخن سردبیر**
- ۳ **➔ راهنمایی‌هایی در رابطه با نصب کابل‌های قدرت**
بهرام شمس
- ۹ **➔ آشنایی با OTDR، پارامترهای مختلف دستگاه - قسمت دوم**
محمدعلی مساواتی
- ۱۴ **➔ چگونگی آماده سازی سیم با جریان هوای مرطوب**
سونیا نوروزی
- ۱۶ **➔ توسعه کابل کواکسیال نشستی دوتایی برای حسگر تشخیص مزاحم**
سامان حق بیان
- ۲۱ **➔ کار آفرینی**
فرروز روشن بین
- ۲۴ **➔ اندازه‌گیری مقاومت عایقی کابل در هنگام نصب و نگهداری**
محمدباقر پورعبداله
- ۳۰ **➔ مدل سازی ریاضی آپکستینگ مس و برنج - بخش اول**
محمد خباز
- ۳۹ **➔ نقش گاز زدایی در تولید کابل قدرت با عایق XLPE**
ارسلان مهدی قربانی
- ۵۱ **➔ بررسی تولید سیم و کابل آلومینیوم در حوزه شورای همکاری خلیج فارس (GCC)**
غلامرضا فلاح نژاد
- ۵۵ **➔ خبرهایی از انجمن**

صاحب امتیاز: انجمن صنفی کارفرمایی تولید کنندگان سیم و کابل ایران
مدیر مسئول: نسترن کسرابی
سردبیر و مدیر اجرایی: حسین حق بیان
زیر نظر شورای نویسندگان: حسین حق بیان، محمدباقر پورعبداله، بهرام شمس، محمدعلی مساواتی، غلامرضا فلاح نژاد
ویراستار: فروز روشن بین
حروفچینی و صفحه آرایی: شهلا احمدیان
لیتوگرافی و چاپ: فارابی
تلفن: ۸۸۸۰۸۲۲۹
نظارت فنی: سید جلال امینی
نشانی انجمن: تهران، خیابان شریعتی، خیابان ارسباران (جلفا)، خیابان بلبل، خیابان عطاء...
غربی، پلاک ۱۰، واحد یک
کدپستی: ۱۵۴۱۹۳۶۹۱۴
تلفن: ۷-۲۲۸۶۰۸۰۶ نمابر: ۲۲۸۶۲۴۱۳
- صنعت سیم و کابل در ویرایش و اصلاح مطالب آزاد است.
- مسئولیت مطالب بر عهده نویسندگان است.
- استفاده از مطالب مجله با ذکر نام، شماره و تاریخ انتشار مجاز است.

WWW.IWCMA.COM

info@iwcma.com

سخن سردیر

در اقتصاد مقاومتی، حوزه‌های فشار، به طور مثال فشارهای ناشی از تحریم یا جنگ و ... مورد شناسایی قرار گرفته و در پی آن برای کنترل و بی‌اثر کردن این فشارها و در شرایط آرمانی، برای تبدیل چنین فشارهایی به فرصتها، اقداماتی انجام می‌شود.

قطعاً با مشارکت دو جانبه و باورهای ریشه‌دار مردمی و اعمال شیوه‌های مدیریتی عقلایی و مدبرانه که از پیش شرط‌های اساسی برای تحقق این اهداف است، فرصتها می‌توانند ایجاد شوند و در واقع اقتصاد مقاومتی به مفهوم کاهش وابستگیها و تأکید بر مزیت‌های تولید داخلی و تلاش برای خود اتکایی است. منظور از اقتصاد مقاومتی واقعی، یک اقتصاد مقاومتی فعال و پویاست و نه یک اقتصاد منفعل و بسته. بنابراین مسئولین و اندیشمندان باید مراقب باشند که در راه رسیدن به اقتصاد پویا، در دام اقتصاد بسته و خود محور نیافتند. در واقع در اقتصاد مقاومتی هدف آن است که بر ضربه‌ها و فشارهای اقتصادی از سوی نیروهای متخاصم که سد راه پیشرفت جامعه است غلبه شود.

اقتصاد مقاومتی را می‌توان یک الگوی مدیریتی با مشارکت دولت و مردم دانست و یک نظام اقتصادی است که نه از درون (نیروهای داخلی) و نه از بیرون (خارج از مرزها)، تحت هیچ شرایطی شکننده نباشد. چنین خدشه ناپذیری را می‌توان در سایه همت و اراده نهادهای دولتی و مردمی کسب کرده و در پی آن رفاه عمومی را برای آحاد جامعه به ارمغان آورد. برای دستیابی به این هدف،

فرصتها و منابع باید مورد توجه قرار گیرند. به عنوان مثال در شرایطی چون شرایط حاکم بر کشور ما، سیاستهای مالیاتی باید حامی تولید و تولیدکنندگان باشند و از این گروه جامعه که سرمایه‌ها و منابع خود را در بخش تولید صرف می‌کنند، پشتیبانی به عمل آید. حال آن که در کشور ما تولیدکنندگانی که سرمایه و نیروی خود را در راه تولید می‌گذارند، مالیات می‌پردازند، اما از کسانی که دست‌اندرکار سوداگری زمین و مسکن هستند هیچگونه مالیاتی اخذ نمی‌شود.

بانکها نیز که ۹۴ درصد از نقدینگی کشور را در اختیار دارند باید در جهت بهبود وضعیت تولید گام بردارند و با این حجم از نقدینگی، نقطه اتکای تولیدکنندگان باشند، در حالی که عملاً چنین نیست و تسهیلات بانکی با شرایط خاص و سخت در اختیار تولیدکنندگان قرار می‌گیرد.

آشکار است که تولید، یکی از عوامل اصلی رونق اقتصادی است و در این راستا بانکها می‌توانند در سال اقتصاد مقاومتی که یک مشی مدیریتی است با استفاده از نقدینگی خود کمک شایانی به بخش تولید نمایند و با رفع موانع سخت، تسهیلات بانکی را به تولیدکنندگان واگذار کرده و چراغ تولید را بیش از گذشته پرفروغ نگاه دارند. یکی دیگر از راههای حمایت از تولید توسط نظام اقتصاد مقاومتی ایجاد تحول در سیاستهای بانکی، در جهت تشویق مردم در سرمایه‌گذاری در تولید و تقویت بورس است که گامی در این مورد نیز می‌تواند راهگشای رونق اقتصادی کشور باشد.

راهنمایی‌هایی در رابطه با نصب کابل‌های قدرت

ترجمه: مهندس بهرام شمس (کارشناس مهندسی برق - قدرت)

۶- مشاوره با تولیدکنندگان کابل و تجهیزات کابل کشی برای تأیید و تصدیق تجهیزات مناسب با شرایط:

- هنگام استفاده از قرقه‌های چوبی از پایه‌های چک یا خرک استفاده شود.
- قرقه‌های فلزی و یا قرقه‌های چوبی را که به گونه خاصی تقویت شده باشند می‌توان با استفاده از غلطکهای موتوردار آنها باز کرد.

نصب در دمای پایین

یکی از مواردی که نصب‌کنندگان کابل با آن درگیر هستند دماهای پایین محیط است. در آب و هوای سرد بایستی کابل را به دقت جابجا و حمل کرده و به آهستگی آن را کشید. اگر قرار است کابلها در آب و هوای سرد نصب شوند لازم است قبل از نصب حداقل ۲۴ ساعت در یک محیط گرم نگهداری شده باشند. حداقل دمای نصب در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱. حداقل دمای نصب چند نمونه عایق

نوع عایق یا روکش	حداقل دمای نصب
PVC	-۱۰ °C
EPR	-۴۰ °C
PE	-۴۰ °C
XLPE	-۴۰ °C

در مناطقی که تغییرات جوی و دمایی زیادی وجود دارد که این تغییرات، یا به طور متناوب و یا در فاصله تابستان و زمستان ایجاد می‌شود، می‌تواند باعث جابجایی و چروکیدگی در روکش در محل پیوند و یا اتصالات در ترمینالها گردد. این مسأله ناشی از اثر برگشت‌ناپذیری به همراه انبساط و انقباض کابل و تغییرات آب و هوایی است. در شرایط واقعی امکان نفوذ رطوبت و آلودگی از محل ترمینالها و اتصالات به داخل کابل وجود دارد که باعث خرابی عایق می‌شود. موانع مکانیکی مانند بست‌های پلاستیکی و روپوش‌های جمع شونده که روی قسمتی از روکش و محل اتصال و ترمینالها کشیده می‌شوند، فشارهایی را در این نقاط به کابل اعمال می‌کنند

هنگام نصب کابلها در سینی^۱ یا در کانال^۲ باید پارامترهایی چون حداکثر نیروی کشش، فشارهای جانبی، فاصله آزادی بین کابلها و بین کابل و دیوارها^۳ و پارازیتها^۴ در نظر گرفته شوند و زمانی که کابل باید مستقیم در خاک خوابانده شود پارامترهای دیگری نیز همچون عمق دفن و شرایط زهکشی باید در نظر گرفته شوند. علاوه بر اینها، مواردی چون جابجایی و حمل و نقل؛ نگهداری؛ سرکابل زدن و انتخاب جعبه تقسیم و قطعات اتصال وجود دارند که عموماً در تمامی شرایط نصب باید مورد ملاحظه قرار گیرند. از آنجا که صدمات ناشی از نصب و تنشهای مکانیکی می‌توانند باعث ایجاد عیب در کابل شده و در نتیجه برق رسانی را با مشکل مواجه سازند، پس لازم است اطلاعات و راهنماییهای مربوط به شرایط نصب، مشخص شده و بر اساس آن روشها و تجهیزات کمکی و حدود پذیرش آماده گردد. اطلاعات و راهنماییهای زیر به همین منظور ارائه شده‌اند:

پیش طرح ریزی^۵

پیش طرح ریزی برای کشیدن کابل بسیار مهم بوده و باید رعایت گردد. پیش طرح ریزی شامل مراحل زیر است.

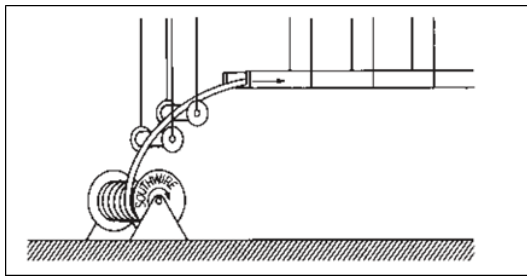
- ۱- بررسی مسیر و محل‌های قابل اجرا، بررسی شرایط و حالت‌های نصب و رعایت دستورالعملها و قوانین مربوطه
- ۲- مشاوره با بازرس محلی
- ۳- اطلاعات کاربردی و قابل اجرایی که توسط استانداردهای ملی، تولیدکنندگان کابل و تجهیزات جانبی و دیگر تأمین‌کنندگان تهیه گردیده است.

۴- بررسی کابل از نظر:

- صحیح بودن اندازه و نوع آن
- صدمات ناشی از حمل و نقل
- داشتن سر کابل
- ساختار ویژه کابل

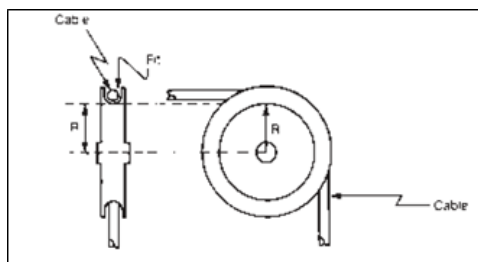
۵- بررسی قرقه از نظر:

- صدمه دیدن
- بیرون زدن میخهایی که ممکن است به کابل صدمه بزند
- تسمه‌ها و اتصالات اصلی



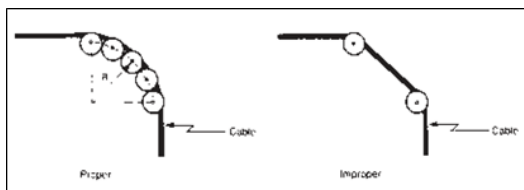
شکل ۳. کابل کشی به داخل سینی

(د) برای هدایت کابل در جهت‌های دلخواه ممکن است از غلطک و چرخ قرقره و یا کفشک استفاده شود، به نحوی که کابل دارای حداقل شعاع خمش و کمترین اصطکاک باشد. در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نحوه چیدمان و قرار گرفتن چرخ قرقره و همچنین روش صحیح استفاده از آنها نشان داده شده است.

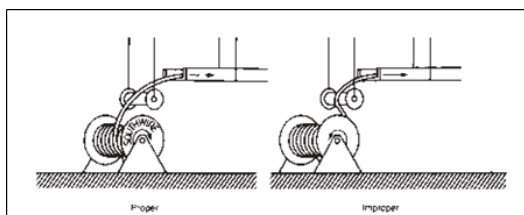


شکل ۴. چرخ قرقره تکی برای تغییر جهت ۹۰ درجه‌ای

(R) عبارت است از شعاعی که برای محاسبه فشارهای جانبی استفاده می‌شود)



شکل ۵. چرخ قرقره‌های چندتایی

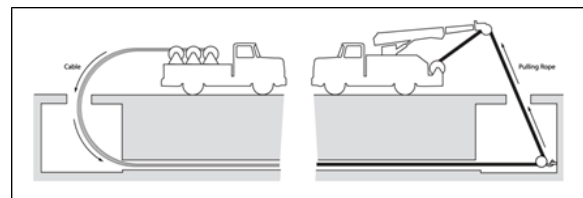


شکل ۶. نحوه قرار گرفتن چرخ قرقره برای کابل کشی به روی سینی کابل

که به طور مؤثر از جابجایی روکش جلوگیری می‌کنند. به استاندارد IEEE 532 Guide for selecting and testing jackets for underground cables مراجعه شود.

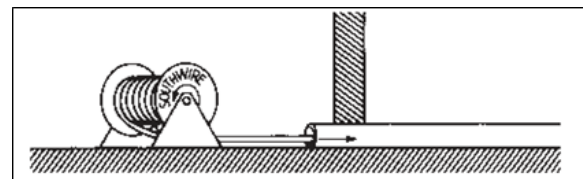
تجهیزات کابل کشی

بعضی از این تجهیزات و نحوه چیدمان و قرار گرفتن آنها که در کابل کشی استفاده می‌شوند در شکل‌های زیر نشان داده شده‌اند: (الف) در شروع کابل کشی؛ خمیدگی و انحنای کابل باید به صورت یک قوس پیوسته و بدون هیچ خمش معکوس باشد و در جایی که کابل قرار است از کانال خارج شود، طناب کشنده مستقیماً از طریق یک چرخ قرقره کابل را خارج کند.



شکل ۱. کابل کشی در کانال

(ب) کابل مستقیماً از روی قرقره به داخل کانالی که هم سطح زمین است کشیده می‌شود. در این حالت همان گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است کابل باید با یک انحنای مناسب و پیوسته از زیر قرقره باز وارد کانال شود، بدون آنکه هیچگونه پیچ‌خوردگی در کابل ایجاد گردد.



شکل ۲. کابل کشی به داخل کانال هم سطح زمین

(ج) کابل کشی از روی قرقره به روی سینی کابل، کابل از بالای قرقره با یک شعاع خمش و انحنای مناسب کشیده می‌شود. در این حالت ممکن است از غلطکها یا چرخهای قرقره‌ای و یا کفشک جهت کابل کشی به روی سینی استفاده شود. همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود.

راهنمایی‌هایی برای جابجایی و انبارش

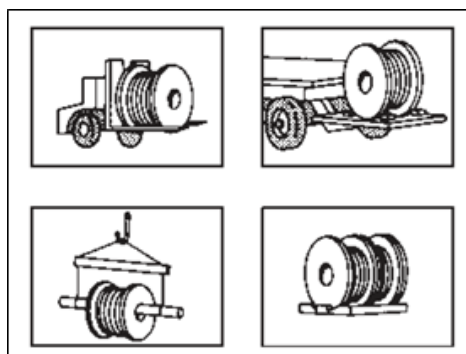
الف) تجهیزات تخلیه قرقره نباید با کابل و یا پوشش‌های محافظ آن تماس پیدا کند.

ب) اگر برای تخلیه کابل از جرثقیل استفاده شود، بایستی از یک میله که از سوراخ وسط قرقره عبور می‌کند و یا یک سیستم گهواره‌ای که هر دو فلنج قرقره را نگه می‌دارد، استفاده شود.

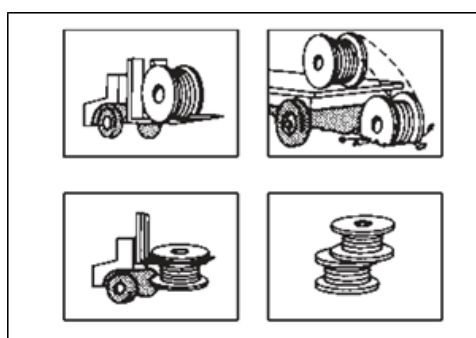
ج) در صورتی که برای تخلیه از لیفتراک استفاده شود باید شاخک لیفتراک به هر دو فلنج قرقره متصل شود.

د) سطح شیبدار بایستی به اندازه کافی پهن و عریض باشد که هر دو فلنج قرقره روی آن قرار گیرد.

س) قرقره‌ها بر روی یک سطح کاملاً سفت انبار شوند، به طوری که فلنج قرقره نتواند در زمین فرو رود و وزن قرقره بر روی کابل منتقل گردد. (شکل‌های ۷ و ۸)



شکل ۷. جابجایی و انبارش قرقره بطور مناسب



شکل ۸. جابجایی و انبارش قرقره بطور نامناسب

ص) قرقره‌ها باید در مسیرهایی نگهداری و انبارش شوند که آسیبی به آنها نرسد. خطرات فیزیکی و محیطی، هر دو باید در نظر گرفته شوند.

شعاع مسیر نصب

شعاع مسیر نصب عبارتست از وضعیت نهایی کابل پس از اینکه در مسیر خود قرار گرفت. این اندازه‌ها نباید برای کابل‌هایی که در زمان نصب در معرض تنش‌های کششی هستند، مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که کابل ممکن است در هنگام کابل‌کشی تحت تنش‌های کششی بیشتری قرار گیرد که این تنش‌ها ناشی از فشارهای تکیه‌گاهی جانبی باشند؛ در نتیجه لازم است برای انحنای کانالها و شعاع چرخ‌های قرقره و همچنین دیگر سطوح دارای انحناء، شعاع خمش بزرگ‌تری در نظر گرفته شود.

جدول ۲. حداقل شعاع خمشی توصیه شده توسط NEC

ضریب قطر خارجی کابل	ساختمان کابل ۶۰۰ ولت
کابل‌های نوع MC (پوشیده شده با فلز) (NEC 300.24)	
۷	(a) بهم تابیده شده
	(b) روکش نرم
۱۰	• حداکثر قطر ۰/۷۵۰ اینچ
۱۲	• حداکثر قطر ۱/۵۰۰ اینچ
۱۵	• دارای قطر بالاتر از ۱/۵۰۰ اینچ
۱۲/۷*	(c) هادی‌های دارای شیلد فلزی
کابل نوع TC (کابل قرار داده شده در سینی) (NEC 336.24)	
۴	(a) قطر ۱/۰ اینچ یا کمتر
۵	(b) قطر بین ۱/۰ تا ۲/۰ اینچ
۶	(c) قطر بزرگتر از ۲/۰ اینچ
۱۲	(d) هادی با شیلد فلزی

* ۱۲ برابر قطر هادی تکی دارای شیلد فلزی یا ۷ برابر قطر کلی کابل، هر کدام که بزرگ‌تر باشد

جدول ۳. حداقل شعاع خمشی توصیه شده توسط NEC

دارای روکش محافظ و پوشش سربی (NEC 300.34)	۱۲
بدون شیلد و بدون آرمور	۸
کابل چندرشته یا کابل‌های متعدد	۱۲/۷*

* ۱۲ برابر قطر هادی تکی دارای شیلد فلزی یا ۷ برابر قطر کلی کابل، هر کدام که بزرگ‌تر باشد

کابل بدون شیلد، شعاع خمش کوچک‌تر و تیزتری را نسبت به کابل شیلدار تحمل می‌کند. وقتی که خمش زیاد باشد، نوارهای مسی ممکن است جدا شده و در داخل عایق فرو روند. مشکلات کرونا که ناشی از آسیب رسیدن به شیلد فلزی است ممکن است با نوار نیمه هادی یا پلیمرهای اکستروود شده نیمه هادی از بین برود.

$$T = R \cdot \left[\frac{1}{2 \cos(\frac{\beta}{2})} \right] - W$$

R: مقادیر خوانده شده نیروسنج به پوند

β : زاویه بین خط کشش به درجه

W: وزن خالص قرقه هرزگرد به پوند

مثال: تنش کشش واقعی یک کابل زمانی که نیروسنج مقدار ۵۰۰۰ پوند را نشان می‌دهد و زاویه خط کشش ۴۵ درجه است و وزن خالص هرزگرد ۱۵ پوند است، چقدر است؟

$$T = 5000 \cdot \left[\frac{1}{2 \cos(\frac{45}{2})} \right] - 15$$

T=2690 pounds

نصب در کانال

باید محاسباتی انجام شود تا مشخص گردد که کشش (تأمین تنش کششی) آسان یا غیر ممکن است، و به این ترتیب تصمیم برای کشیدن، به گزینه‌ای واضح و روشن تبدیل شود. زمانی که یک شرایط مرزی به وجود آمد، کل کشش باید مجدداً مورد بررسی قرار گیرد. این بررسی مجدد ممکن است محاسبات دقیق‌تری را در برگیرد. تصمیم نهایی بر مبنای فاکتورهای نصب باید برای مصرف‌کننده نهایی و نصاب گرفته شود.

سایز کانال با توجه به محاسبات مربوط به خلاصی‌ها، انسداد و پرکردن به دست می‌آید. سپس تنش کششی ممکن است با تعیین حداکثر نیروی دستگاه کشش مورد استفاده و حداکثر نیرویی که می‌تواند به هادی وارد شود ارزیابی شود. هر کدام از این دو اندازه که کوچک‌تر باشد، به عنوان حداکثر نیروی مجاز (T_m) تعریف می‌شود. سپس تنش کششی (T) لازم برای کشیدن کابل در کانال، محاسبه و با حداکثر نیروی مجاز مقایسه می‌شود. اگر تنش کششی از کشش مجاز بیشتر شود، باید شرایط را برای اطمینان از یک کشش مناسب تغییر داد. پس از محاسبه تنش کششی، فشارهای دیواره جانبی (SP) را می‌توان اندازه‌گیری کرد.

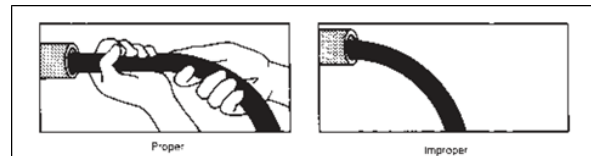
تنش مجاز دستگاه کشنده

نباید از حداقل مقدار بین تنش مجاز مشخص شده توسط سازنده pulling eye و یا ۱۰۰۰۰ پوند، تجاوز شود. روش‌های سنتی محافظه کارانه تنش مجاز basket grip را به ۱۰۰۰ پوند محدود می‌کند. تحت شرایط خاص، این محدوده را می‌توان بالاتر برد.

ط) برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و آلودگی‌های دیگر همیشه باید دو انتهای کابل؛ سرکابل زده شود.

ع) نگهدارنده‌های موقتی کابل را از قبیل طناب، تسمه و... بردارید.

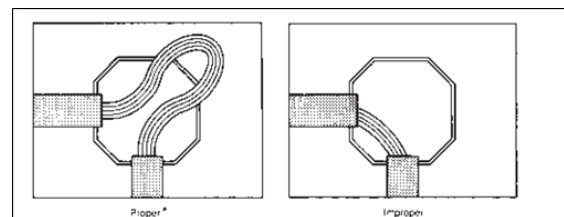
ق) هنگام کابل کشی برای حذف و از بین بردن خمش‌های تند لازم است همیشه یک نفر با دست، کابلها را به طور مستقیم به داخل کانال هدایت کند. برای کابل‌های بزرگ‌تر از غلطک و چرخ قرقه بزرگ استفاده شود.



شکل ۹. فرستادن کابل به داخل کانال

م) نباید کابل را به طور مستقیم تحت زوایای کوچک و تیز کشید. پس از کشیدن کامل کابل و خارج شدن آن از یک کانال؛ جهت عبور کابل از یک محوطه دیوارچینی شده و وارد کردن آن از طرف دیگر کانال، آن را به صورت حلقه درآورید.

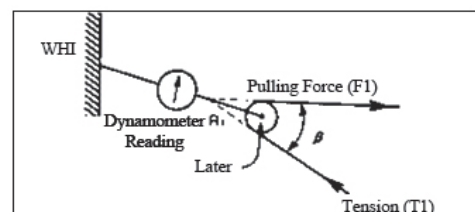
مراقب باشید که حداقل شعاع خمش در نظر گرفته شود. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰. کابل کشی از داخل یک محوطه دیوار چینی شده

تصحیح نیروسنج^۱

مقادیر خوانده شده نیروسنج (R) به زاویه کشش (β) کابل نسبت به هرزگرد نیروسنج و همچنین به مکانیزم کشش بستگی دارد، بنابراین ممکن است تصحیحی برای مقادیر خوانده شده نیروسنج لازم باشد تا تنش کشش واقعی (T) به دست آید.



شکل ۱۱. متغیرهای معادله تصحیح نیروسنج

حداکثر تنش هادی کابل

هادی کابل عموماً تنها قسمتی است که تنش‌های کششی را بدون هیچ گونه آسیبی تحمل می‌کند. از سیم‌های فلزی شیلد، نوارها، شیلد بافته و یا آرمور نباید در محاسبات تنش کششی استفاده کرد.

تعاریف معادلات و مثال‌های زیر:

T_c : تنش هر هادی، بر حسب پوند

C : استرس مجاز از جدول ۱، بر حسب punds/cmil

A : سطح مقطع هادی، بر حسب cmil

N : تعداد هادی‌ها

T_{cable} : حداکثر تنش مجاز کابل بر حسب پوند

T_{device} : حداکثر تنش مجاز دستگاه بر حسب پوند

T_m : حداکثر تنش مجاز که حداقل دو مقدار T_{cable} و T_{device} است.

جدول ۴. حداکثر تنش مجاز هادی (ها)

نوع کابل	ماده	جنس	lb/cmil
قدرت	آلومینیوم	سخت	۰/۰۰۸
قدرت	آلومینیوم	سخت ۳/۴	۰/۰۰۶
قدرت	آلومینیوم	AA-۸۰۰۰	۰/۰۰۶
URD	آلومینیوم	سخت ۱/۲	۰/۰۰۳
مفتولی	آلومینیوم	نرم	۰/۰۰۲

جدول ۵. سطح مقطع هادی

سایز هادی		سطح مقطع هادی		
AWG	mm	cmil	inches ²	mm ²
۱۴	۱/۶۲۸	۴۱۱۰	۰/۰۰۳۲۳	۲/۰۸۲
۱۲	۲/۰۵۲	۶۵۳۰	۰/۰۰۵۱۳	۳/۳۰۸
۱۰	۲/۵۸۸	۱۰۳۸۰	۰/۰۰۸۱۶	۵/۲۶۱
۸	۳/۲۶۸	۱۶۵۱۰	۰/۰۱۲۹۷	۸/۳۶۸
۷	۳/۶۶۳	۲۰۸۲۰	۰/۰۱۶۳۵	۱۰/۵۵
۶	۴/۱۱۵	۲۶۲۴۰	۰/۰۲۰۶۱	۱۳/۳
۵	۴/۶۱۹	۳۳۰۹۰	۰/۰۲۵۹۹	۱۶/۷۷
۴	۵/۱۸۹	۴۱۷۴۰	۰/۰۳۲۷۸	۲۱/۱۵
۳	۵/۸۲۵	۵۲۶۲۰	۰/۰۴۱۳۳	۲۶/۶۶
۲	۶/۵۴۳	۶۶۳۶۰	۰/۰۵۲۱۲	۳۳/۶۳
۱	۷/۳۴۸	۸۳۶۹۰	۰/۰۶۵۷۳	۴۲/۴۱
۰/۱	۸/۲۵	۱۰۵۶۰۰	۰/۰۸۲۹۱	۵۳/۴۹
۰/۲	۹/۲۷	۱۳۳۱۰۰	۰/۱۰۴۵	۶۷/۴۲
۰/۳	۱۰/۴	۱۶۷۸۰۰	۰/۱۳۱۸	۸۵/۰۳
۰/۴	۱۱/۶۸	۲۱۱۶۰۰	۰/۱۶۶۲	۱۰۷/۲
۲۵۰	۱۴/۶	۲۵۰۰۰۰	۰/۱۹۶۳	۱۲۶/۶
۳۰۰	۱۶	۳۰۰۰۰۰	۰/۲۳۵۶	۱۵۲
۳۵۰	۱۷/۳	۳۵۰۰۰۰	۰/۲۷۴۹	۱۷۷/۴
۴۰۰	۱۸/۹	۴۰۰۰۰۰	۰/۳۱۴۲	۲۰۲/۷
۴۵۰		۴۵۰۰۰۰	۰/۳۵۳۴	۲۲۸
۵۰۰	۲۰/۷	۵۰۰۰۰۰	۰/۳۹۲۷	۲۵۳/۴
۵۵۰		۵۵۰۰۰۰	۰/۴۳۲	۲۷۸/۷
۶۰۰	۱۹/۷	۶۰۰۰۰۰	۰/۴۷۱۲	۳۰۴
۶۵۰		۶۵۰۰۰۰	۰/۵۱۰۵	۳۲۹/۴
۷۰۰		۷۰۰۰۰۰	۰/۵۴۹۸	۳۵۴/۷
۷۵۰	۲۲	۷۵۰۰۰۰	۰/۵۸۹	۳۸۰
۸۰۰		۸۰۰۰۰۰	۰/۶۲۸۳	۴۰۵/۴
۹۰۰		۹۰۰۰۰۰	۰/۷۰۶۹	۴۵۶/۱
۱۰۰۰		۱۰۰۰۰۰۰	۰/۷۸۵۴	۵۰۶/۷

تک رشته:

احتیاط:

اگر سائز هادی‌ها و یا سایر مشخصات کابل به صورت چشمگیر متفاوت باشد، کشیدن هادی‌های با اندازه مختلف در یک زمان توصیه نمی‌شود. اگر اجبار به کشیدن سائزهای مختلف هادی باشد، بایستی با احتیاط انجام شود. برای مثال، اگر نیاز به کشیدن سه کابل تک رشته ۳۵۰ kcmil و سه کابل تک رشته ۸ AWG باشد، ترجیح بر این است که سه کابل تک رشته ۳۵۰ kcmil و سه کابل چند رشته ۸AWG در یک زمان معین است. کشیدن کابل‌های اضافی در یک کانال توصیه نمی‌شود. در صورت اجبار، احتیاط بیشتری نیاز است. در این حالت احتمال پاره شدن طناب کابل کشی وجود دارد، زیرا طناب با نیروی کشش بیشتری درگیر خواهد شد.

$$T_c = S.A \text{ پوند}$$

$$T_{cable} = T_c \quad (E-4)$$

مثال: کابل قدرت، تک رشته، آلومینیوم ۴/۰ AWG، سخت

$$T_{cable} = (0.008).(211600) \text{ پوند}$$

$$T_{cable} = 1693 \text{ پوند}$$

چند رشته:

هادی‌های چند رشته در کابل‌های موازی، multiplexed، و چند رشته

سه رشته و کمتر:

$$T_{cable} = NT_c \text{ پوند} \quad (E-5)$$

مثال ۱: کابل قدرت، دو رشته، آلومینیوم ۴/۰ AWG، سخت

$$T_{cable} = (2).(1693) = 3386 \text{ پوند}$$

مثال ۲: کابل قدرت، سه رشته، آلومینیوم ۴/۰ AWG، سخت

$$T_{cable} = (3).(1693) = 5079 \text{ پوند}$$

بیشتر از ۳ رشته:

$$T_{cable} = (0.8).NT_c \text{ پوند} \quad (E-6)$$

مثال ۳: کابل کنترل، چهار رشته، مس ۶ AWG

با استفاده از معادله (E-4)

$$T_{cable} = S.A = (0.008).(26240) = 210 \text{ پوند}$$

با استفاده از معادله (E-6)

$$T_{cable} = 0.8.NT_c \text{ پوند}$$

$$T_{cable} = (0.8).4.(210) = 672 \text{ پوند}$$

پی نوشت‌ها

- 1- Tray
- 2- Conduit
- 3- Clearance
- 4- Jamming
- 5- Preplanning
- 6- Dynamometer corrections

اطلاعیه

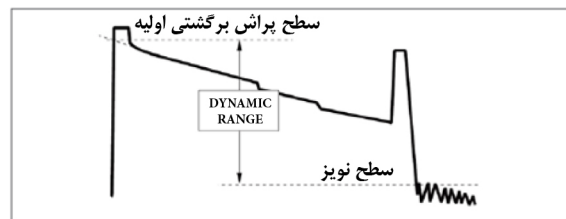
کلیه ماشین آلات دست دوم سیم و کابل موجود در سایت www.simocable.com به
 طور یکجا به مزایده گذاشته می‌شود.
 علاقه مندان پیشنهادهای خود را به آدرس info@simocable.com ایمیل نمایند.

آشنایی با OTDR، پارامترهای مختلف دستگاه – قسمت دوم

مهندس محمدعلی مساواتی (کارشناس ارشد صنایع / کارشناس برق و الکترونیک)

محدوده دینامیکی

محدوده دینامیکی، تعیین کننده مسافتی است که یک OTDR می‌تواند تضعیف فیبر را اندازه‌گیری کند. این پارامتر بر حسب دسی‌بل بیان می‌شود و هرچه مقدار آن بزرگ‌تر باشد، به معنی توانایی اندازه‌گیری مسافت‌های بزرگ‌تر است. پالس نوری باید به اندازه‌ای قوی باشد تا به انتهای فیبر مورد نظر برسد و حسگر در گیرنده باید آنقدر حساس باشد که بتواند ضعیف‌ترین سیگنال‌های برگشتی حاصل از پراکنش را که از انتهای فیبر با مترای طولانی می‌آید اندازه‌گیری کند. قدرت پالس منبع لیزر و حساسیت حسگر دو عامل تعیین کننده محدوده دینامیکی است. منبع بسیار قدرتمند و حسگر حساس محدوده دینامیکی بزرگی را تأمین می‌نمایند، در حالی که یک منبع ضعیف‌تر و استفاده از یک حسگر متوسط، دامنه دینامیکی پایینی را فراهم می‌آورد. محدوده دینامیکی یک OTDR در واقع تفاوت بین سطح نور پراش برگشتی در اول فیبر نوری و سطح متوسط نویز در انتها یا بعد از آن است. محدوده دینامیکی کافی، تمایز مشخصی بین سطح نور برگشتی و سطح نویز فراهم می‌آورد. در صورت پایین بودن محدوده دینامیکی در انتهای فیبر منحنی نور برگشتی صاف نبوده و دارای نوسان است. در این حالت تشخیص جزئیات مشکل خواهد بود و تغییرات سطح توان ممکن است حتی از افت نقاط جوش نیز بیشتر باشد.



شکل ۶. محدوده دینامیک

افزایش توان پالس خروجی یک لیزر را می‌توان به دو صورت انجام داد: افزایش مقدار مطلق نور خروجی، و یا افزایش مدت زمان پالس (عرض پالس).

برای هریک از این روش‌ها، با محدودیت‌هایی مواجه خواهیم بود: سطح توان خروجی دیود لیزر دارای یک مقدار بیشینه طبیعی است که نمی‌تواند بیش از حد شود. همچنین، سطح خروجی بالاتر به معنی عمر کوتاه‌تر است، یعنی لیزر ممکن است سریع‌تر بسوزد. هنگامی که عرض پالس افزایش می‌یابد ویژگی‌های عملکردی، از جمله منطقه مرده را تحت تأثیر قرار می‌دهد: عرض پالس بزرگ‌تر به معنی تولید منطقه مرده بزرگ‌تر است.

حسگر نیز در توانایی خود برای اندازه‌گیری سطح نور کم، دارای محدودیت‌های طبیعی است. در برخی موارد، سطح جریان برق ارسالی توسط حسگر (که مربوط به سطح قدرت نوری دریافتی است) در نویز الکتریکی مربوط به مدارات آن، گم شده و واحد کنترل کننده نمی‌تواند مقدار اندازه‌گیری حسگر از نویز را تشخیص دهد. شیلد الکتریکی در یک OTDR به منظور کاهش اثرات سوء نویز محیط در دستگاه اهمیت حیاتی دارد. علاوه بر این، هنگامی که یک حسگر در نقطه بیشینه حساسیت عمل کند، دقت سطح آن کاهش می‌یابد. به منظور بهبود دقت در نور با سطح توان پایین، در OTDR با ترکیب نتایج حاصل از اندازه‌گیری هزاران پالس از تکنیک‌های موسوم به متوسط‌گیری استفاده می‌شود. استفاده از روش متوسط‌گیری حساسیت حسگر را بهبود بخشیده و در نتیجه می‌تواند منجر به بهبود محدوده دینامیکی شود.

چندین روش مختلف برای محاسبه محدوده دینامیکی وجود دارد. روشی که در بالا ذکر شد روش موسوم به ۹۸٪ نویز است که توسط بسیاری از سازمان‌های استاندارد توصیه شده است. در این روش اولین نقطه‌ای که در آن سطح نور برگشتی به نویز می‌رسد مبنا قرار می‌گیرد. روش دیگر به نام $SNR=1$ (سیگنال به نویز) است که شبیه به روش ۹۸٪ بوده، ولی مقدار محاسبه شده با آن ۲ دسی‌بل بیشتر است. در این روش نقطه مبنا زیر سطح نویز داخلی دستگاه انتخاب می‌شود. در واقع با این روش ممکن است نتوان نور برگشتی در انتهای فیبر را از نویز تشخیص داد. روش سومی که برای اندازه‌گیری محدوده دینامیک استفاده می‌شود به نام تشخیص فرنل معروف است. در این روش به مقدار اندازه‌گیری محدوده دینامیک ۱۰ دسی‌بل و یا بیشتر اضافه می‌شود. نقطه مبنا در

روش فرنل نقطه‌ای است که انعکاس فرنل در انتهای فیبر را بتوان از نويز تشخیص داد. هرچند با این روش بالاترین مقدار محدوده دینامیک اندازه‌گیری می‌شود، اما مقدار آن گمراه کننده است چرا که به چگونگی استفاده معمول از OTDR مربوط نیست.

ناحیه مرده یا کور

ناحیه مرده اشاره به ناحیه‌ای از منحنی در OTDR دارد که بعد از انعکاس فرنل قرار می‌گیرد و در آن قسمت مقدار نور برگشتی حاصل از انعکاس، از نور پراش برگشتی بیشتر است. حسگر OTDR به صورتی طراحی می‌شود تا نور ضعیف پراش برگشتی از فیبر را اندازه‌گیری کند و وقتی انعکاس فرنل بالایی به آن برخورد می‌کند تشخیص خود را از دست داده و اصطلاحاً کور می‌شود. این دوره کوری حداقل به اندازه زمان پالس طول می‌کشد. هنگامی که گیرنده، سطح بالایی از نور منعکس شده را دریافت می‌کند به حالت اشباع رفته و قادر به اندازه‌گیری نور پراش برگشتی که بلافاصله بعد از انعکاس می‌رسد، نیست. ناحیه مرده شامل دوره زمانی انعکاس و دوره زمانی مورد نیاز برای اینکه حسگر به وضعیت پیشینه حساسیت خود برگردد، است. این دوره را می‌توان دوره ریکاوری نام نهاد. حسگرهای با کیفیت بالاتر نسبت به حسگرهای ارزان‌تر می‌توانند بعد از حالت اشباع، سریع‌تر به حالت اولیه برگردند و بنابراین دارای ناحیه مرده کمتری خواهند بود.

اثر ناحیه مرده را می‌توان با حالتی که شما به آسمان روشنی نگاه می‌کنید مقایسه کرد. در صورتی که نور و یا چراغ دیگری در اطرافتان نباشد، چشمان شما چنان حساس می‌شوند که قادر خواهید بود نور بسیار ضعیف از ستاره‌های دوردست را ببینید (مثل نور پراش برگشتی). حال اگر کسی چراغ قوه‌ای را به چشمان شما بتاباند، نور قوی آن باعث می‌شود به حالت کوری دربیایید (مثل انعکاس فرنل) و دیگر نمی‌توانید نور هیچ ستاره‌ای را ببینید. تا زمانی که نور چراغ قوه به چشمان شما می‌تابد (دوره پالس) هیچ چیز دیگری به جز نور چراغ را نخواهید دید. وقتی نور چراغ خاموش شود، چشمان شما کم کم به تاریکی عادت کرده و حساسیت خود را باز می‌یابند و قادر خواهید بود که دوباره نور ضعیف ستاره‌ها را ببینید. حسگر OTDR درست مثل چشمان شما در این مثال عمل می‌کند. مدت زمان نابینایی دستگاه و زمان برگشت به حالت اولیه حساسیت به نور پراش برگشتی، ناحیه مرده است.

از آنجا که ناحیه مرده به طور مستقیم به پهنای پالس مربوط می‌شود، می‌توان آن را با کم کردن عرض پالس کاهش داد. اما

کاهش پهنای پالس محدوده دینامیکی را نیز کاهش می‌دهد. در طراحی OTDR باید به یک مصالحه بین این دو ویژگی دست پیدا کرد. به همین ترتیب، کاربر OTDR، بسته به اینکه آیا برای او مهم است که رویدادهای نزدیک را مورد بررسی قرار دهد و یا در فواصل طولانی‌تری فیبر را چک نماید، باید پهنای پالس مناسب را انتخاب کند. بهترین طراحی زمانی است که بتوان محدوده دینامیکی بالایی را با پهنای پالس کم فراهم کرد. این محدوده دینامیکی با عرض پالس مورد نظر تعیین خواهد کرد که چگونه در فواصل دور بتوانید دو رویداد نزدیک به هم (نقاط جوش) را تشخیص دهید. می‌توان در مورد دو OTDR با مقایسه منحنی آنها که با یک عرض پالس ایجاد شده‌اند، قضاوت کرد. دستگاهی که منحنی آن صاف‌تر و بدون نویز باشد دارای طراحی بهتری است.

اهمیت نواحی مرده

نواحی کور در محل کانکتورها و در برخی از نقاط نقص (مثل محل ترک خورده فیبر) در منحنی اتفاق می‌افتد. همیشه، حداقل با یک ناحیه مرده و آن هم در محل اتصال به OTDR در هر فیبر مواجه خواهیم بود. به این معنی که امکان اندازه‌گیری در قسمتی از فیبر تحت آزمون که در اول آن قرار می‌گیرد وجود ندارد. این ناحیه به طور مستقیم به عرض پالس منبع لیزر مربوط می‌شود. عرض پالس معمول در OTDRها از ۳ نانو ثانیه تا ۲۰۰۰ نانو ثانیه است. مسافت مرتبط با این عرض پالس برابر ۰/۶ متر تا هزاران متر است. اگر نیاز به مشخص کردن بخشی از فیبر در ابتدای آن باشد و یا اگر لازم باشد دو نقطه جوش در فاصله نزدیک به هم اندازه‌گیری شوند، باید کوتاه‌ترین پهنای پالس ممکن انتخاب شود تا نقطه مورد نظر شما در ناحیه قابل اندازه‌گیری قرار گیرد.

مناطق مرده به عنوان منطقه کور از نظر رویداد و یا منطقه کور از نظر تضعیف مشخص می‌شود. منطقه مرده رویداد حداقل فاصله پس از انعکاس فرنل است که انعکاس فرنل دیگر قابل شناسایی باشد. این ناحیه بیانگر مسافتی است که بعد از مشاهده یک انعکاس مثلاً کانکتور در OTDR، می‌توان انتظار تشخیص رویداد دیگری مثل شکستگی فیبر و یا نقطه اتصال را داشت. این موضوع در مورد اتصالات مجاور نزدیک به یکدیگر در محل‌های ترمیم فیبر حائز اهمیت است. ناحیه مرده کوتاه رویداد به این معنی است که شما قادر خواهید بود پس از اتصال اولی، اتصال دوم را هم تشخیص دهید.

سانتی‌متر بر روی منحنی نمایش دستیابی پیدا کرد. البته این به آن معنی نیست که دستگاه OTDR با وضوح بالا اندازه‌گیری را انجام می‌دهد، بلکه وضوح نمایش بالا است. در بعضی از نقاط، ناحیه کور باعث کاهش وضوح فاصله می‌شود. اندازه‌گیری تضعیف فیبر فقط با نسبت توان پراش برگشتی یک نقطه، نسبت به توان پراش برگشتی نقطه دیگر معتبر است. اندازه‌گیری نقاط، زمانی که حسگر به علت انعکاس فرل هنوز در اشباع است و نمی‌تواند در آن لحظه سطح توان را با دقت اندازه‌گیری کند، معتبر نبوده و نمی‌توان آن را به عنوان اندازه‌گیری افت در نظر گرفت. بنابراین وضوح فاصله در نقاط نزدیک به انعکاس فرل بد است یعنی در واقع وضوح پایین است، زیرا نقاط قابل استفاده قبل از ناحیه کور، قبل و بعد از نقطه جوش قرار می‌گیرد.

دقت اندازه‌گیری افت

در همه دستگاه‌های اندازه‌گیری توان نوری و همچنین در آشکارسازهای نوری از جمله حسگر OTDR، دقت اندازه‌گیری افت به صورت مشابه تعریف می‌شود. دقت و صحت هر حسگر نوری بستگی به این دارد که تا چه حد جریان الکتریکی خروجی مطابق توان نوری دریافت شده است. اکثر حسگرهای نوری انرژی ورودی را در محدوده عملیاتی خود به سطحی از جریان الکتریکی متناظر تبدیل می‌کنند، اما خروجی الکتریکی آنها بسیار پایین است. تمامی حسگرها، از تقویت‌کننده‌های الکتریکی برای افزایش توان خروجی استفاده می‌کنند و از طرفی تمامی تقویت‌کننده‌ها باعث ایجاد اعوجاج در سیگنال می‌شوند. تقویت‌کننده‌های با کیفیت بالا قادر به افزایش توان در هر دو سطح بالا و پایین هستند. به عبارت دیگر، آنها برای توان‌های ورودی در بسیاری از محدوده‌های کاری دارای پاسخ "خطی" هستند. تقویت‌کننده‌های با کیفیت پایین در سطوح پایین‌تر و یا بالاتر از یک محدوده کاری، اعوجاج قابل توجهی را به سیگنال تقویت شده تحمیل می‌کنند. خطی بودن ذاتی پاسخ حسگر نوری و تقویت‌کننده آن تعیین می‌کند که توان نوری ورودی با چه دقتی به سطح الکتریکی تقویت شده تبدیل می‌گردد.

برای بسیاری از حسگرهای نوری، دقت افت به صورت رواداری dB (+/-) مثلاً ۰/۱ dB +/- و یا بر حسب درصدی از توان اندازه‌گیری شده مثلاً ۲٪ اعلام می‌گردد. در OTDRها، دقت خطی در دامنه مشخصی از اندازه‌گیری، مثلاً ۰/۱ dB +/- در دامنه اندازه‌گیری ۱۰ تا ۲۰ دسی‌بل تعریف می‌شود. انتظار می‌رود که OTDRها در دامنه اندازه‌گیری بسیار گسترده، مثلاً برای

فواصل اندازه‌گیری با افت ۴۰ دسی‌بل، دارای دقت معقولی بوده یعنی در دامنه گسترده‌ای دارای پاسخ خطی باشند. مشکلات مربوط به پاسخ خطی در OTDR اغلب خود را به صورت ایجاد انحنا در منحنی نمایش نشان می‌دهند. مشخصه خطی معمولاً دربروشورهای سازنده OTDR ارائه نمی‌شود.

بازتاب فرل عموماً خارج از دامنه اندازه‌گیری حسگر بوده و در مشخصه خطی دستگاه در نظر گرفته نمی‌شود. با این حال، پس از ناحیه انعکاس فرل و در دوره انتقال از سطح توان بالا تا سطح توان پراش برگشتی ویژگی‌های غیرخطی بروز می‌کند.

دقت فاصله

سه جزء در OTDR مسئول دقیق بودن اندازه‌گیری مسافت هستند:

- ۱- ثبات ساعت
- ۲- فاصله نقاط داده
- ۳- دقیق نبودن ضریب شکست

دقت اندازه‌گیری فاصله، به ثبات و دقت مدار ساعت که برابر پالس‌های خروجی و فاصله زمانی بین نمونه‌برداری مربوط قرائت‌های حسگر است بستگی دارد. دقت ساعت بر حسب درصد بوده که مرتبط با درصد فاصله اندازه‌گیری است. به عنوان مثال، دقت فاصله ۰/۱ درصد به معنی آن است که اگر فاصله تا انتهای فیبر برابر ۲۰۰۰ فوت اندازه‌گیری شده باشد، دقت و صحت این اندازه‌گیری (۲۰۰۰ × ۰/۰۰۱) ۲ feet +/- است. اگر ساعت خیلی تند و یا خیلی آهسته باشد، اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت، کوتاه‌تر یا طولانی‌تر از مقدار واقعی خواهد بود.

وضوح فاصله نقاط داده نیز بر دقت تأثیر می‌گذارد. دستگاه OTDR فقط زمانی می‌تواند با دقت، فاصله محل‌های خطا را اندازه‌گیری کند که از نقاط دقیق، داده‌ها را اخذ کرده باشد. هرچه نقاط داده به هم نزدیک‌تر باشند نقاط مزبور می‌توانند به محل خطا نزدیک و یا بر روی آن قرار گیرند که در این صورت فاصله اندازه‌گیری تا محل خطا دقیق‌تر است.

مسافت در OTDR با استفاده از سرعت نور در فیبر محاسبه می‌شود، و سرعت نور در فیبر از تقسیم سرعت نور در خلاء (که مقدار ثابتی است) بر ضریب شکست فیبر به دست می‌آید. بنابراین مقدار ضریب شکست در دستگاه که توسط کاربر تنظیم می‌شود بسیار مهم خواهد بود. اگر ضریب شکست اشتباه باشد، مسافت

تغییرات ضریب شکست در طول یک فیبر و یا در فیبرهای متفاوتی است که به هم متصل شده‌اند. بدترین حالت زمانی اتفاق می‌افتد که فیبرهای مربوط به سازندگان مختلف به هم متصل شده باشند.

اندازه‌گیری شده هم اشتباه خواهد بود. از طرفی دیگر مشخصه فیبر ممکن است در طول آن نیز تغییر کند و خطای اندازه‌گیری فاصله بیشتری را خواهیم داشت. عدم قطعیت مشخصه فیبر مربوط به

مدیریت محترم عامل شرکت ماشین سازی تگ صنعت جناب مهندس سلیمانی راد

بدینوسیله ضایعه درگذشت پدر گرامیتان را تسلیت عرض نموده و از خداوند متعال برای آن مرحوم، علودرجات و برای سایر بازماندگان صبر و شکیبایی مسئلت داریم.

هیئت مدیره، دبیر و کارکنان انجمن صنفی کارفرمایی تولید کنندگان سیم و کابل ایران

مدیریت محترم عامل شرکت الکتریک تک غرب جناب مهندس پوردیا

بدینوسیله مصیبت وارده را تسلیت عرض نموده و از خداوند متعال برای آن مرحوم، علودرجات و برای سایر بازماندگان صبر و شکیبایی مسئلت داریم.

هیئت مدیره، دبیر و کارکنان انجمن صنفی کارفرمایی تولید کنندگان سیم و کابل ایران

نظرخواهی

اعضای هیئت تحریریه نشریه به منظور ارتقاء سطح کیفی مطالب مندرج در نشریه به آگاهی از نظریات و پیشنهادهای مخاطبین محترم نیاز دارند.

بنابراین از خوانندگان عزیز تقاضا می‌شود با ارایه نقطه نظرات، پیشنهادهای و انتقادهای خود، ما را در این زمینه یاری فرمایند.

دریافت پیشنهادهای کتبی، راهگشای ما در تدوین مطالب مورد نظر شما در شماره‌های آینده نشریه خواهد بود.

چگونگی آماده سازی سیم با جریان هوای مرطوب

ترجمه: سونا نوروزی اصل (کارشناس فیزیک)

کاربرد

این روش در کشور آمریکا در تولید کابل‌های هوایی الزامی است و به صورت یک استاندارد ملی درآمده است. برای مثال جریان هوای مرطوب، بر روی کابل‌های با هادی آلومینیومی که ممکن است طی فرآیند تولید، سطح صیقلی و صافی نداشته باشند بسیار مؤثر است.

سیستم‌های پیشرفته ماشین‌های جریان هوای مرطوب

سیستم‌های بسیار پیشرفته جریان هوای مرطوب، مثال بسیار خوبی از چگونگی استفاده از برنامه‌های نرم‌افزاری برای ترکیب و مشاهده دقیق جریان کنترل شده گاز، مایعات و جامدات است که با هم ترکیب می‌شوند و سپس با فشار از خروجی‌های مربوطه بر روی هادی جریان می‌یابند. تغییرات در فشار مایع، مواد دمیده شده، ترکیب آبکی و تعداد و جهت دهانه خروجی این مواد به منظور رسیدن از مواد سخت به نرم مؤثر است.

امروزه، ماشین‌های جریان هوای مرطوب، دارای این قابلیت هستند که غلظت مواد واسطه‌ای، دمای فرآیند، افزودنی‌ها و فشار دمیده آنها را می‌توان به دقت کنترل و مشاهده کرد تا در نهایت یک سطح پایدار را به وجود آورند.

فواید زیست محیطی

پاک‌سازی هادی به روش جریان هوای مرطوب، نسبت به روش استفاده از اسید به منظور شستشوی هادی که تاکنون مورد استفاده قرار می‌گرفته، با محیط زیست سازگارتر است، به همین دلیل روز به روز مشتریان بیشتری به استفاده از محلول‌های جدید به جای اسید برای پاک‌سازی هادی روی می‌آورند.

شرکت‌های سازنده ماشین‌های جریان هوای مرطوب، آزمایش‌های فراوانی را برای مقایسه سازگاری این روش پاک‌سازی با روش‌های شیمیایی انجام داده و نتیجه‌گیری کرده‌اند که روش جریان هوای مرطوب از نظر زیست محیطی مناسب‌تر است.

علاوه بر سازگاری بیشتر این روش با محیط زیست، طی بررسی‌های به عمل آمده در شرکت‌های تولیدکننده، از نظر هزینه‌های تمام شده نیز روش جریان هوای مرطوب نسبت به روش‌های شیمیایی بسیار ارزان‌تر است.

جریان هوای مرطوب به وسیله قوانین تحمیل شده از سوی محیط و افزایش فشار محیطی، باعث تولید بهینه و کیفیت مطلوب فرآیند می‌شود و بنابراین گزینه مناسبی برای آماده‌سازی سطح سیم است. فرآیند جریان هوای مرطوب تأثیر استثنایی بر کیفیت بسیاری از کاربردهای شناخته شده می‌گذارد و چون از مواد شیمیایی در طی فرآیند استفاده نمی‌شود و هیچگونه گرد و غباری نیز تولید نمی‌گردد، بنابراین این ماشین‌ها ضایعات را کاهش می‌دهند و با محیط نیز سازگاری بیشتری دارند، همچنین بهترین سطح نهایی ممکن را تحویل خواهند داد.



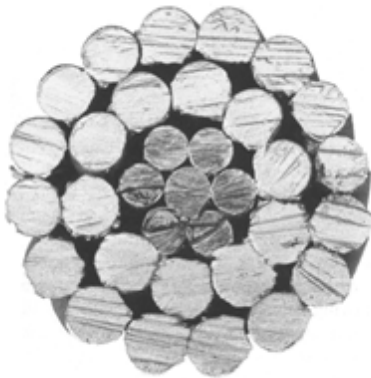
شکل ۱. شمای کلی یک ماشین جریان هوای مرطوب

جریان هوای مرطوب چیست؟

جریان هوای مرطوب، یک فرآیند با تأثیرگذاری بسیار زیاد است که هوای فشرده، مواد واسطه ساینده و آب را به صورت محلول آبکی برای پاک‌سازی و آماده‌سازی سطوح با هم ترکیب می‌کند. در این فرآیند آب اثر روان‌کنندگی بر روی سطح دارد که باعث جریان یافتن ذرات بر روی سطح می‌شود. بر خلاف جریان هوای خشک، آبکی بودن این روش مانع آسیب دیدن سطح، هنگام زدودن ذرات مضر می‌شود. بنابراین جریان هوای مرطوب باعث به وجود آمدن سطوح بسیار تمیز و منعکس‌کننده می‌گردد.

جهت پاک‌سازی و از بین بردن چربی به صورت همزمان، می‌توان از ترکیب آبکی همراه با گرما استفاده کرد تا اثر پاک‌کنندگی بیشتری بر سطح داشته باشد.

ماشین‌های جریان هوای مرطوب را می‌توان در یک خط تولید به منظور تمیز کردن، پاک کردن روغن‌های صنعتی، شوره‌زدایی، تیزاب کاری یا جلا بارها و بارها مورد استفاده قرار داد تا سطح نهایی مطلوب به دست آید. این ماشین‌ها، بسیار تطبیق‌پذیر هستند، به گونه‌ای که می‌توان آنها را بر روی سطوح مختلف با قطرها و جنس‌های مختلف از جمله پلاستیک، فلزات نرم و فولاد بکار برد. علاوه بر این تنوع، این ماشین‌ها از ترکیبات مقاومی ساخته می‌شوند که باعث می‌شود تحت شرایط کاری مرطوب، بیشترین مقدار بازگشت سرمایه را به دارندگان خود بدهند.



شکل ۳. نمونه سیم عبور کرده از ماشین جریان هوای مرطوب

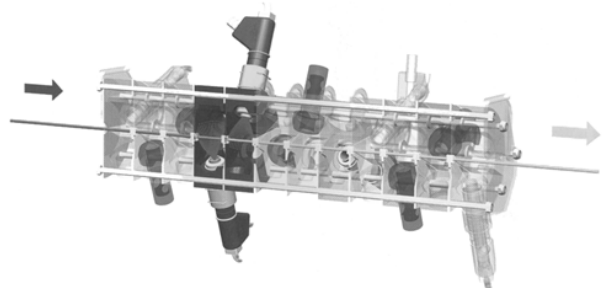
ماشین‌های جریان هوای مرطوب، با داشتن مراحل آبکشی و خشک کردن چند مرحله‌ای، سطح بسیار تمیز و شفاف را برای انجام مراحل بعدی تولید به وجود می‌آورند. با آن که ذرات شوینده و آب و افزودنی‌های شوینده در آن مرتباً جریان دارد، اما به دلیل داشتن سیستم تهویه مناسب و نفوذ ناپذیری آب، به ماشین آسیبی نمی‌رسد.

با توجه به روند افزایشی، تأکید بر نگهداری و کیفیت مطلوب محصولات تولیدی، استفاده از ماشین‌های جریان هوای مرطوب به یکی از روش‌های مناسب برای داشتن محصول با کیفیت نهایی مطلوب تبدیل شده است.

ترکیب نتایج بالا نشان دهنده این امر است که روش جریان هوای مرطوب، هم از نظر سازگاری با محیط زیست و هم به صرفه بودن، راه حل مناسبی برای پاک سازی هادی است.

کیفیت ظاهری

جریان هوای مرطوب علاوه بر این که باعث جلوگیری از خرابی و اطمینان از نظر مطلوبیت کالا می‌شود باعث ارتقای محصول از نظر کیفی و مرغوبیت بیشتر از نظر فروش نیز می‌گردد.



شکل ۲. لوله‌های خروجی دمنده

به عنوان مثال تولیدکنندگان سیم‌های ترموکوپل، از دستگاه‌های جریان هوای مرطوب برای پاکسازی محصول نهایی خود استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه فرآیند تولید این سیم‌ها به گونه‌ای است که دو سیم عایق شده با سطح مقطع پایین در یک لوله از جنس فولاد قرار می‌گیرند و سپس کل این مجموعه طی فرآیند کشش به قطر کمتری می‌رسد. برای رسیدن به قطر مورد نظر فرآیند کشش باید تا ۱۹ مرتبه تکرار شود. از آنجا که در هر مرحله کشش، این سیم‌ها آتیل می‌شوند تا از نظر سختی به درجه مطلوبی برسند و به سیم‌ها آسیبی وارد نشود، محصول نهایی از نظر ظاهری بسیار آلوده است. بنابراین استفاده از دستگاه‌های جریان هوای مرطوب کمک فراوانی به پاکسازی این تولیدات کرده است. در حالی که پیش‌تر، این فرآیند به صورت دستی انجام می‌شده که هم از نظر کیفی و هم از نظر اثربخشی بسیار نامطلوب بوده است.

توسعه کابل کواکسیال نشتی دوتایی^۱ برای حسگر تشخیص مزاحم^۲

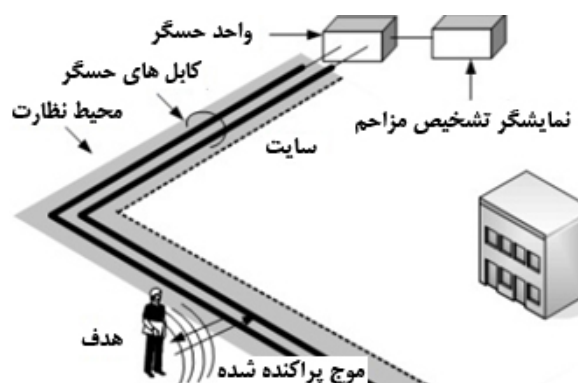
نویسندگان: واتارو سوچیتا، کنجی اینوماتا و تاکاشی هیرایی
ترجمه: مهندس سامان حق بیان (دانشجوی کارشناسی ارشد مخابرات)

۱. مقدمه

کابل کواکسیال نشتی به طور گسترده در مخابرات بی سیم مانند تونل‌ها، ارتباط رادیویی در بزرگراه‌ها، ارتباطات قطار (دیسپاچینگ^۳ عملیات قطار، دیسپاچینگ مسافر، تلفن عمومی، نمایشگر موقعیت قطار و غیره) و حسگر تشخیص هدف بکار برده می‌شود. در این مقاله برای برنامه نظارت محیط‌های وسیع، حسگر تشخیص مزاحم "MELCO WATCH (MELWATCH)"، که در سال ۲۰۰۶ وارد بازار ژاپن شد، توسعه داده شده است.

مروری از MELWATCH در شکل ۱ آمده است. این سیستم از یک جفت کابل کواکسیال نشتی به عنوان کابل‌های حسگر، یک واحد حسگر و یک نمایشگر تشخیص مزاحم تشکیل شده است. یک جفت کابل کواکسیال در امتداد محیط پیرامون مکان مورد نظر به صورت موازی قرار داده می‌شود. یک کابل به عنوان آنتن فرستنده و دیگری به عنوان آنتن گیرنده عمل می‌کند. محیط نظارت پیرامون کابل‌ها شکل می‌گیرد. واحد حسگر ورود مزاحم به محوطه را می‌تواند با اندازه‌گیری امواج مایکروویو دریافت شده گوناگون که ترکیبی از موج انتشاری مستقیم از کابل فرستنده به گیرنده و موج بازتاب شده از مزاحم است، تشخیص دهد. علاوه بر این واحد حسگر می‌تواند موقعیت هدف را در طول کابل بر مبنای تکنیک‌های حسگر مایکروویو در یک بعد مشخص کند. استفاده از مایکروویو مزایای بیشتری در مقایسه با بکارگیری دیگر حسگرها چون حسگر اشعه فروسرخ و حسگر ویدیویی در شرایط آب و هوایی و محیطی مختلف دارد. حسگر با اشعه فروسرخ از یک منبع نوری به عنوان فرستنده و یک آشکارگر به عنوان گیرنده تشکیل شده است. این حسگر به محض عبور هدف از اشعه فروسرخ بین فرستنده و گیرنده آن را آشکار می‌کند. بنابراین ممکن است برخورد یک جسم نامطلوب نظیر برگ درختان با اشعه را به عنوان مزاحم تشخیص داده و هشدار بیهوده دهد. حسگر ویدیویی، هدف را توسط فناوری پردازش تصویر آشکار می‌کند. این حسگر ویدیویی تصاویر ویدیویی را آنالیز و هدف را مشخص می‌کند، با این که تشخیص هدف برای حسگر در شرایط آب و هوایی نامطلوب دشوار است. از طرفی، هدف‌های کوچک مانند برگ درختان را تشخیص نمی‌دهد.

و در شرایط بد جوی مشکل ساز نمی‌شود، زیرا برگ درختان آن قدر کوچک هستند که نمی‌توانند امواج مایکروویو را پراکنده کنند و همچنین مه و قطرات باران نمی‌توانند مزاحمتی برای امواج مایکروویو ایجاد کنند. بنابراین برای ایجاد یک سیستم با امنیت بالا از MELWATCH با ترکیبی از دیگر حسگرها استفاده می‌شود.



شکل ۱. مروری بر MELWATCH

زوج کابل کواکسیال باید در فاصله ۱ متری از یکدیگر قرار گیرند. اگر کابلی در فاصله کمتر از ۱ متر قرار گیرد، حسگر نمی‌تواند میزان تغییر موج بازتاب شده را اندازه‌گیری کند. زیرا توان موج مستقیم برای دریافت توسط واحد حسگر بسیار زیاد است. برای حل این مشکل از کابل کواکسیال نشتی دوتایی استفاده می‌شود که می‌تواند از توان زیاد موج مستقیم اجتناب کند. در واقع با قرار دادن شکاف‌هایی با نظم خاص روی کابل کواکسیال می‌توان اثر تداخل یا همان توان موج مستقیم را متوقف کرد.

۲. پیکربندی حسگر

الف) کابل کواکسیال نشتی دوتایی

شکل ۲ یک ترکیب از کابل کواکسیال نشتی دوتایی را نشان می‌دهد. کابل کواکسیال فرستنده و گیرنده در غلاف یکسان ادغام می‌شوند (غلاف ثانویه). هر کابل از یک هادی داخلی با یک لایه عایق شکل گرفته است. عایق توسط هادی بیرونی پوشیده شده با

حالت عدد ۴ است، در واقع حسگر موج ترکیبی از ۴ سیگنال دریافت می‌کند. (شکل ۳).

از آنجایی که تغییر در آرایش شکاف‌ها بر روی تغییر طول مسیر انتشار تأثیر می‌گذارد، موج ترکیبی از سیگنال با قدرت‌های مختلف در شکاف‌ها با آرایش گوناگون دریافت می‌شود. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که سطح ایزولاسیون توسط چیدمان شکاف‌ها کنترل شود. جدول ۱، ابعاد خارجی و وزن نمونه اولیه کابل کواکسیال نشی دو تایی را نشان می‌دهد. طول ۱۱۰ m و سایز سطح مقطع ۳۹ mm² و ۲۴ mm و ۳۹ mm² است. وزن کابل ۴۰۰ kg/km است. جدول ۲، مشخصات الکتریکی کابل را نشان می‌دهد. تلفات انتقال ۴۰ dB/km و تلفات کوپلینگ ۹۰ dB است. ایزولاسیون فرستنده - گیرنده ۱۱۰ dB است.

جدول ۱. ابعاد و وزن کابل

طول	۱۱۰ متر
عرض	۳۹ میلیمتر
ارتفاع	۲۴ میلیمتر
وزن	۴۰۰ کیلوگرم

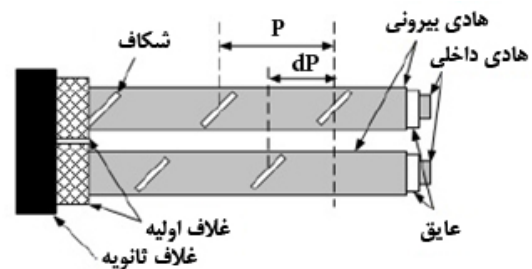
جدول ۲. مشخصات الکتریکی کابل

فرکانس	باند UHF
تلفات انتقال	۴۰ دسی بل بر کیلومتر
تلفات کوپلینگ	۹۰ دسی بل
ایزولاسیون Tx-Rx	۱۱۰ دسی بل
نرخ انقباض	۰/۸۵

(ب) شناسایی هدف

دیاگرام شماتیک شناسایی هدف با بکارگیری حسگر و کابل کواکسیال در شکل ۴ نشان داده شده است. واحد حسگر سیگنال مایکروویو مدوله شده تولید می‌کند. سیگنال از کابل کواکسیال فرستنده تشعشع می‌شود.

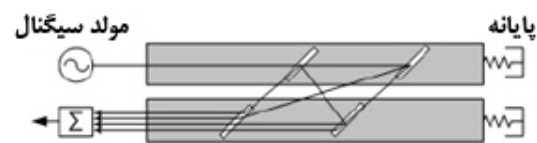
غلاف اولیه، محاط شده است. شکاف‌های متناوب با دوره تناوب P در هادی بیرونی کابل کواکسیال فرستنده و گیرنده به ترتیب ایجاد می‌شوند. آرایه شکاف‌های فرستنده و آرایه شکاف‌های گیرنده در طول کابل به فاصله dP تغییر مکان می‌دهند.



شکل ۲. الف) پیکربندی کابل کواکسیال نشی دو تایی



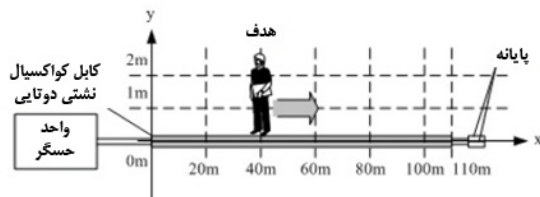
شکل ۲. ب) تصویر کابل کواکسیال نشی دو تایی



شکل ۳. انتشار موج مستقیم

جهت بالا نگه داشتن ایزولاسیون^۴ فرستنده - گیرنده، بر روی چیدمان شکاف‌ها تمرکز شده است. واحد حسگر مجموع سیگنال‌های انتشار یافته از شکاف‌های فرستنده به شکاف‌های گیرنده را از مسیرهای مختلف دریافت می‌کند. برای مثال، هنگامی که هر کابل ۲ عدد شکاف داشته باشد، تعداد مسیر سیگنال مستقیم ترکیبی از تعداد شکاف‌های کابل فرستنده و گیرنده است که در این

۱۱۰ m بر روی زمین از جنس آسفالت خشک به صورت مستقیم قرار داده شد. یک دستگاه مختصات با در نظر گرفتن کابل بر روی محور x تعیین شد. محل انتهای کابل $X=0$ به واحد حسگر متصل شد. واحد حسگر هدف ها را در باند فرکانسی UHF مشاهده کرد. هنگامی که یک شخص به عنوان هدف با حرکت متفاوت قدم زد، قدرت های سیگنال تفاضلی اندازه گیری شد.



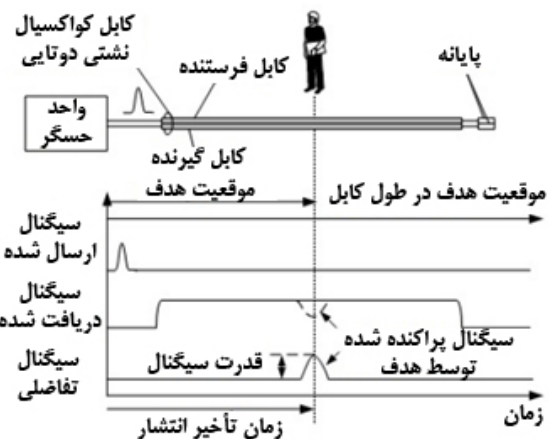
شکل ۶. الف) دستگاه مختصات



شکل ۶. ب) طرح بندی کابل

ب) نتایج آزمایش

شکل ۷ شکل موج سیگنالی را نشان می دهد که در اطراف کابل هیچ هدفی نباشد. هنگامی که قدرت سیگنال بین ۳ dB و ۳- dB نوسان می کند هیچ قله ای در شکل موج مشاهده نشد.



شکل ۴. دیاگرام شماتیک شناسایی هدف با حسگر کابل کوکسیال نشتی دو تایی

هنگامی که هیچ هدفی در بین نباشد، موج مستقیم توسط کابل گیرنده دریافت می شود. واحد حسگر قدرت سیگنال موج مستقیم را در تمام زمان تأخیر انتشار به عنوان سیگنال مرجع اندازه گیری می کند. وقتی هدف به کابل ها نزدیک می شود، امواج مایکروویو توسط هدف پراکنده می شوند. موج پراکنده شده و موج مستقیم هر دو توسط کابل گیرنده دریافت می شوند.

واحد حسگر همچنین قدرت سیگنال موج مرکب را در تمامی زمان تأخیر انتشار اندازه گیری می کند. قدرت سیگنال پراکنده شده و سیگنال زمان تأخیر انتشار از واحد حسگر به هدف و بازگشت مجدد آن به واحد حسگر قبل از اندازه گیری است.

واحد حسگر می تواند با تغییر قدرت سیگنال هدف را شناسایی کند. موقعیت هدف در طول کابل ها در یک بعد توسط زمان تأخیر انتشار قابل تعیین است. زمان تأخیر انتشار T و موقعیت هدف R در طول کابل از رابطه زیر قابل محاسبه است:

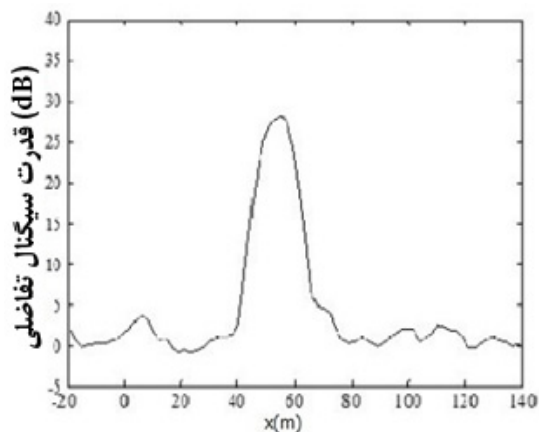
$$R = 1/2 \kappa \cdot c \cdot T$$

به طوری که c ، سرعت نور در فضای آزاد و κ ، نرخ انقباض طول موج در کابل کوکسیال نشتی دوتایی است.

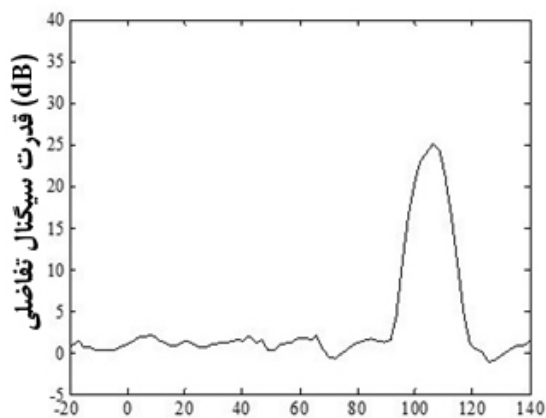
۳. آزمایش

الف) راه اندازی آزمایش

آزمایش هایی جهت ارزیابی کارایی کابل انجام شد. شکل ۵ شرایط آزمایش را نشان می دهد. واحد حسگر به انتهای کابل متصل شد. همان گونه که در شکل ۵ مشخص است، کابل به طول

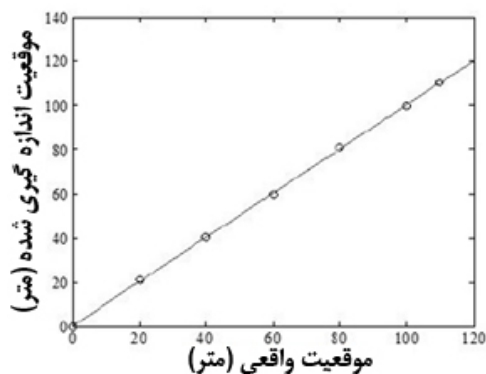


شکل ۸. ب) سیگنال اندازه گیری شده با حضور هدف

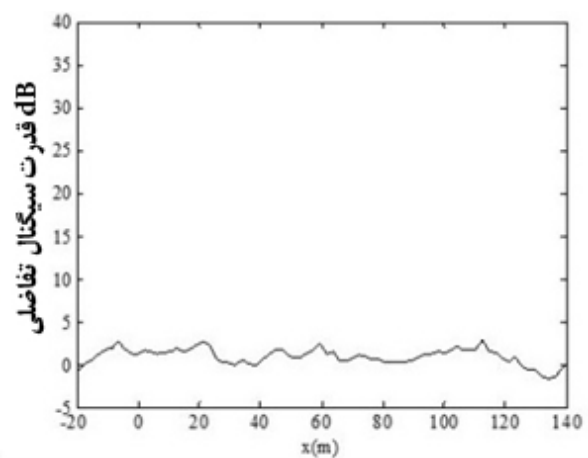


شکل ۸. ج) سیگنال اندازه گیری شده با حضور هدف

شکل ۹ رابطه بین موقعیت واقعی و موقعیت اندازه گیری شده هدف را نشان می دهد. این مقایسه در مجموعه ای از ۷ نقطه بررسی شد و از صحت خوبی برخوردار بود. بیشترین انحراف کمتر از ۱ متر در اندازه گیری تک بعدی بود.

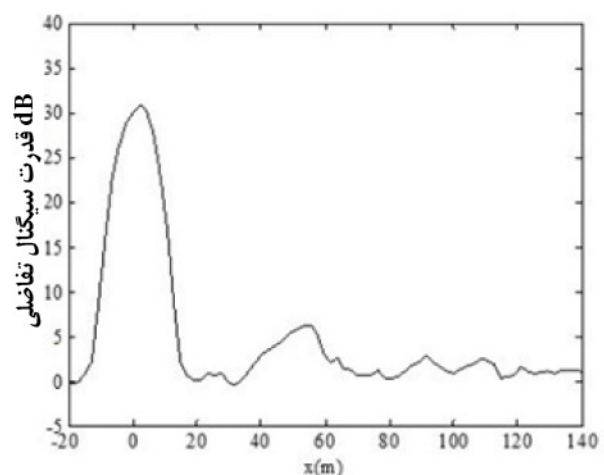


شکل ۹. رابطه بین موقعیت واقعی و موقعیت اندازه گیری شده



شکل ۷. اندازه گیری سیگنال بدون حضور هدف

در شکل ۸ (الف) تا (ج)، مثال هایی از شکل موج سیگنال تفاضلی هنگامی که شخص با قدم های آهسته در طول کابل از ۰ تا ۱۰۰ متر حرکت کند، آورده شده است. قله در شکل ها قابل رؤیت است. سطح قله نشان از قدرت موج پراکنده شده از شخص است و موقعیت قله همان موقعیت شخص در طول کابل است. در شکل ۷ (الف) تا (ج) موقعیت قله بر مبنای حرکت شخص تغییر می کند. همچنین سطح قله با حرکت شخص به سمت پایانه به دلیل تلفات انتشار موج پراکنده شده در کابل و هوا به صورت تدریجی کاهش می یابد.



شکل ۸. الف) سیگنال اندازه گیری شده با حضور هدف

نتیجه آزمایش نشان داد، با نزدیک شدن هدف به فاصله ۲ متری کابل، حسگر قابلیت شناسایی را دارد. اگر مقدار آستانه شناسایی هدف بر روی ۱۰dB تنظیم شود، یک محوطه نظارت به پهنای ۲ متر خواهیم داشت که این پهنای حسگر شناسایی مزاحم کافی است.

پی‌نوشت‌ها:

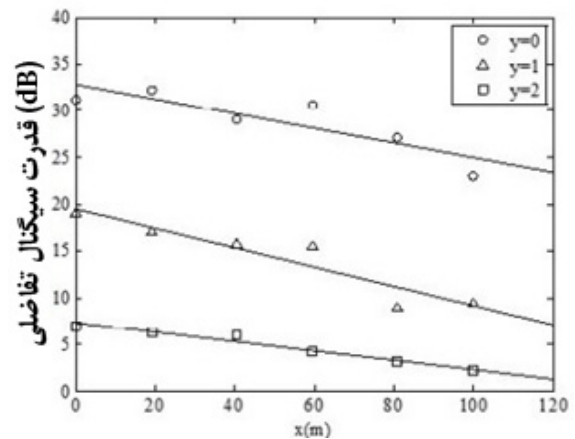
- 1- Dual leaky coaxial cable
- 2- Intruder
- 3- Dispatching
- 4- Isolation
- 5- Coupling

IEEE-2013

منبع:

شکل ۱۰ رابطه بین قدرت سیگنال تفاضلی و موقعیت هدف را نشان می‌دهد. قدرت سیگنال هنگامی که شخص با الگوهای حرکتی مختلف در طول کابل قدم زد، اندازه‌گیری شد.

- الگوی اول: هدف بصورت موازی با کابل از موقعیت (۰,۰) به (۱۰۰,۰) متری حرکت کرد.
- الگوی دوم: هدف بصورت موازی با کابل از موقعیت (۰,۱) به (۱۰۰,۱) متری حرکت کرد.
- الگوی سوم: هدف بصورت موازی با کابل از موقعیت (۰,۲) به (۱۰۰,۲) متری حرکت کرد.



شکل ۱۰. ارتباط بین قدرت سیگنال و موقعیت هدف

پک فرم رول

(تولیدی - خدماتی)

- برش انواع رول غلظت رنگین، نوار فولادی کالانیزه، نوار فولادی با پوشش قلع و غیره، نوارهای لمینت شده با انواع پلیمرها

- دوباره پیچی (rewind) و تغییر سایز انواع نوارهای از قبل برش خورده با تیرانس و کیفیت بسیار مناسب

- قابلیت پیچش نوار بدون مغزی (با قطرهای داخلی استاندارد)

- حداقل عرض برش ۵ میلیمتر

- برش انواع نوار از ضخامت ۵۰ تا ۵۰۰ میکرون (۰/۵ تا ۵ میلیمتر)

- قطر داخلی و خارجی دلخواه بنا به سفارش

- تحویل به موقع خدمات در حداقل زمان ممکن

- تلفن : ۵۶۲۳۳۴۰ - ۵۶۲۳۰۵۶۷

- فکس : ۵۶۲۳۳۴۰

- همراهِ : ۰۹۱۲۱۳۹۸۷۱۷





- کیلومتر ۴۰ اتوبان تهران - هم شرک صنعتی شمس آباد

کار آفرینی

گردآوری: فروز روشن بین (کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)

داشته باشد.

کار آفرین کسی است که می‌داند چگونه از کار احساس رضایت کند. او به دستاوردهای خود می‌بالد، پس شما هم نسبت به کار خود ذهنیت مثبتی نشان دهید، چون این نوع تفکر به موفقیت شما کمک می‌کند. کار آفرین کسی است که تصویر بزرگ را می‌بیند و از بالا به مسأله نگاه می‌کند. خوش خلقی کمک می‌کند تا سلامت فکر حفظ شود، جدی بودن بیش از اندازه زبان آور است و می‌تواند به کارتان آسیب وارد کند. ابزار خوش طبعی موجب گسترش خوش بینی و ایجاد محیط آرام و بی‌تشنش می‌گردد و بر دیگران تأثیر می‌گذارد، به شکل خلاصه بر خورد ذهنی درست با کار، بسیار مهم است. کارآفرین موفق از کارش لذت می‌برد و کاملاً متوجه کاری است که می‌کند. ذهنیت مثبت باعث می‌شود شغل او به کاری بر انگیزاننده، جالب و ثمر بخش تبدیل شود.

پیشینه کار آفرینی

مطالعات نشان می‌دهند از ابتدای تاریخ بشر، انسانها همواره به دنبال پیدا کردن عامل موجه ارزش و عامل تغییر بوده‌اند و اولین بار دانشمندان علم اقتصاد، به کار آفرینی توجه کردند، تصور عده‌ای بر این بود که کارآفرینی موجد ارزش طلا و نقره است. عده‌ای دیگر هم عامل موجد ارزش را در زمین و فعالیت‌های کشاورزی جستجو کردند که به فیزیوکرات‌ها معروفند. واژه کارآفرین در سال ۱۸۴۸ توسط «جان استوارت میل» بکار رفته (Entrepreneur) است. میل کارکرد و عمل کار آفرین را شامل هدایت، نظارت، کنترل و مخاطره پذیری می‌دانست و عامل متمایز کننده مدیر و کار آفرین را مخاطره‌پذیری معرفی کرد. بعد از مکتب کلاسیکها، فرد جدیدی به نام «شومپتر» که از اعضای مکتب اقتصادی آلمان است، مقوله‌ای به نام کارآفرینی را مطرح و آنرا به عنوان موتور توسعه اقتصادی معرفی کرد.

واژه کارآفرینی بیش از دو قرن نیست که در ادبیات مدیریت و اقتصاد وارد شده و مانند سایر واژه‌ها تغییرات زیادی را به خود دیده و از رشد تکاملی برخوردار بوده است. ولی هنوز وفای عمومی درباره کارآفرینی در سطوح جهانی وجود ندارد. البته استنباط رایج و اشتباه

کارآفرینی از منابع مهم و پایان ناپذیر همه جوامع بشری است، منبعی که به توانایی خلاقیت انسان‌ها باز می‌گردد. از یکسو ارزان و از سوی دیگر بسیار ارزشمند و پایان ناپذیر است. امروزه همگان دریافته‌اند که جوامعی که بیشتر به نیروی اندیشه متکی بوده‌اند تا به منابع زیرزمینی، در بلندمدت موفقیت‌های بیشتری به دست آورده‌اند. در کشورهای جهان سوم منابع زیرزمینی با وجود مزیت‌های آن، مانعی بر سر راه توسعه یافتگی محسوب شده است، در صورتی که نبود این منابع در بعضی از کشورها باعث شده تا آنها با استفاده از نیروی اندیشه، خلاقیت و ابتکار و یا در یک کلمه کارآفرینی، از جمله کشورهای پیشرو در جهان کنونی شوند. عصر حاضر، عصر دانایی و خلاقیت و عصر تلفیق اندیشه‌ها و ابتکارات است و توجه به کارآفرینی در توسعه و پیشرفت کشورها بسیار اهمیت دارد.

امروزه در عرصه جهانی، افراد خلاق، نوآور و مبتکر به عنوان کارآفرینان، منشاء تحولات بزرگی در زمینه صنعتی، تولیدی و خدماتی شده‌اند و از آنان نیز به عنوان قهرمانان ملی یاد می‌شود. چرخ‌های توسعه اقتصادی همواره با توسعه کارآفرینی به حرکت درمی‌آیند. در اهمیت کارآفرینی همین بس که طی بیست سال (۸۰-۱۹۶۰) در کشور هند تنها پانصد مؤسسه کارآفرینی شروع به کار کرده‌اند و حتی پاره‌ای از شرکت‌های بزرگ جهان برای حل مشکلات خود به کارآفرینان روی آورده‌اند.

معنای کار آفرینی

سازمان بین‌المللی کار مفهوم کارآفرینی را چنین بیان می‌کند: یکی از مفاهیم پایه کار آفرینی آن است که چیز با ارزشی به دیگران عرضه کنید. هر چه مردم احساس نیاز بیشتری به کالا یا خدمات شما داشته باشند، پاداش شما بیشتر خواهد بود. اگر کارتان کمک به دیگران، یا بالا بردن سطح زندگی آنان است، شما در خدمت نیازهای جامعه هستید. معنای کارآفرینی همین است.

ذهنیت کار آفرینی

کار آفرین ذهنیت روشن و یا تا حدودی روشن از زندگی دارد. او فرد بالغی است که به خود آموخته که با هر تجربه‌ای برخورد سالم

از واژه کار آفرینی این است که کار آفرین کسی است که ایجاد شغل می‌کند، اما چنین نیست.

در زبان فرانسوی کلمه‌ای وجود دارد به معنای «متعهد شدن» یا «آنتروپرندر» (Entreprendre) که (Undertake) تعریف می‌شود. در ادبیات کار آفرینی تعاریف بسیار مختلفی برای آن ارایه شده است، اما هنوز تعریف رسمی و استاندارد آن که قابل قبول اکثریت صاحب نظران باشد وجود ندارد. بعضی تعاریف آن عبارتند از:

پیتر دراکر می‌گوید، کار آفرینی یک رفتار است نه یک صفت ویژه در شخصیت فرد کار آفرین. وی می‌گوید، کار آفرینی کاربرد مفاهیم تکنیک‌های مدیریت است. استانداردسازی محصول، بکارگیری ابزارها و فرآیندهای طراحی و بنا نهادن کار بر پایه آموزش و تحلیل کار است. ژوزف شومپتر (Schumpeter) یا پدر کار آفرینی، تعریف کاملی از کار آفرینی در سال ۱۹۳۴ ارایه کرد. او چنین بیان کرد، «هر فرآیندی در شرکت که منجر به تولید کالایی جدید، ایجاد روشی جدید، بازار جدید و منابع جدید می‌شود، می‌گوییم کار آفرینی رخ داده است». او ویژگی اصلی کار آفرینی را همانا وجود نوآوری به عنوان هسته مرکزی تلاش فرد کار آفرین می‌داند. شومپتر معتقد است که در اقتصاد، توسعه زمانی اتفاق می‌افتد که توسط کار آفرین، نوآوری رخ دهد. اقتصاددانان، کار آفرینان را «موتور رشد اقتصادی» جامعه می‌دانند. جامعه‌شناسان این گروه را مروج فرهنگ رقابت، نواندیشی و پویایی اقتصادی تلقی می‌کنند و اندیشمندان مدیریت، آنان را از مهم‌ترین عوامل تحرک و نوآوری سازمانی در عصر حاضر به شمار می‌آورند. کار آفرینی به خلق ارزشهای مادی و اقتصادی یا کسب و کار ختم نمی‌شود. بلکه اگر کار آفرینی را به مفهوم واقعی آن یعنی «ارزش آفرینی» تعریف کنیم، کار آفرینان (ارزش آفرینان) موتور توسعه اجتماعی، سیاسی و فرهنگی نیز خواهند بود.

خصوصیات کار آفرین

به طور کلی تاکنون ویژگیهای زیادی در خصوص کار آفرینان در تحقیقات مختلف معرفی شده است. از نظر «بروس جی وایتینگ» افراد کار آفرین دارای ۱۹ ویژگی هستند که آنها را از نظرات شخصیتی از افراد عادی یا سایر افراد جامعه مجزا می‌کند:

اعتماد به نفس

خلاقیت

خوش بینی

توانا در برخورد با مردم

انرژی زیاد
ابتکار
ادراکی بودن
دور اندیشی
پشتکار
انعطاف پذیری
دارای منافع کافی
رهبری پویا
اتخاذ ریسک حساب شده
نیاز به موفقیت
دارای مهارتهای متعدد
مسئول و پاسخگو
واکنش مثبت در مقابل چالشها
استقلال
سوداگر

کار آفرین تلاش دارد تا از طریق شناخت و پیگیری فرصتها بدون در نظر گرفتن منابع تحت اختیار خود به کار آفرینی بپردازد. کار آفرینان به «تغییر» به عنوان مقوله تعیین کننده می‌نگرند. آنها ارزشها را تغییر می‌دهند و ماهیت آنها را دچار تحول می‌نمایند. آنها برای تحقق این ایده‌ها، ریسک‌پذیری خود را بکار می‌گیرند. از این رو هر کس که به درستی تصمیم بگیرد، به نوعی کار آفرین تلقی می‌گردد.

کار آفرین بازاریان

دیدگاهی که بازاریابی را برابر فروش می‌داند، نه تنها نزد گروه بزرگی از مردم عادی، که نزد بسیاری از دست اندرکاران بازرگانی هم درست پنداشته شده است. اما در حقیقت این چنین نیست. هر چند فروش مقوله‌ای از بازاریابی یا مدیریت در بازار است؛ ولی بازاریابی یا آنچه که ما بدان بازاریابی می‌گوییم، مفهومی بس گسترده‌تر دارد. یک ارزش آفرین بازاریان وظیفه دارد نیازهای بر آورده نشده را شناسایی کرده و برای آنها پاسخ مناسبی بیابد. هنگامی که این کار درست انجام شود، مردم محصول تازه را خواهند پسندید و ستایش از آن محصول با شتاب دهان به دهان می‌شود و فروش هم به آسانی پیش می‌رود. اما تا افراد در جستجوی شناخت درست نیازهای مصرف کنندگان خود نباشند و تولید مناسبی صورت نگیرد، فروشی هم در کنار نخواهد بود. پس می‌توان این گونه

مورد نظر و بر نتایجی متمرکز سازید که امیدوارید به آنها دست یابید. حتی در تجربیات منفی نکات مثبتی هست. باید نسبت به هر رویدادی ذهنیت مثبت داشته باشید و از هر تجربه‌ای نفع آن را جستجو کنید. اندیشه و فکر خود را تنها بر پرداختن به فعالیت‌های مثبت متمرکز کنید. اهداف مثبتی را در کار خود برگزینید. با کسانی که کارآفرینانه می‌اندیشند و عمل می‌کنند رفت و آمد کنید، چون این احتمال وجود دارد که برخی از اندیشه‌ها، طرز فکرها و رفتار این افراد را کسب نمایید.

توجه داشته باشید که مهار ذهنیتان در دست شماست و از بارآوری آن بهره می‌گیرید. اگر فکری نتیجه دلخواه به بار نمی‌آورد از اندیشیدن درباره آن و یا در صورت لزوم رها کردن آن نهراسید. محیط کار شما بر عملکرد شما تأثیر دارد، اگر محیط کاری یا زندگی شما مناسب نیست، به محیط دیگری بروید که مثبت‌تر باشد و به دستیابی به اهداف مورد نظران بیانجامد، اما همواره به خاطر داشته باشید که مهم‌ترین محیط فکری، فضای درون جمجمه شماست. با کار کردن، تنش‌های ذهنی را از خود دور سازید، افکار خود را بر مسأله خاصی متمرکز سازید، همین که به تصمیم رسیدید برای حل مسأله دست به کار شوید. برای روبه‌رو شدن با تنش‌ها توجه به نکات زیر ضروری است:

- میانه روی در خوردن و نوشیدن
- ورزش و استراحت کافی
- خودداری از استعمال دخانیات
- جدا کردن امور مهم از امور فوری و از سایر امور. در گام نخست رسیدگی به مسایل مهم با دست زدن به عمل به جای نگرانی و پیش‌بینی برنامه‌هایی برای وضعیت‌های احتمالی به منظور مقابله با بدترین بهترین و محتمل‌ترین حالت‌های ممکن و در پایان این که:
- در کاهش تنش‌ها، به یاد داشته باشید که کار خود را باید با حوصله برنامه‌ریزی کنید و بکوشید تا بر اساس برنامه پیش بروید.

منابع:

- معصوم پور، مریم "تاریخ و مفهوم کارآفرینی"، پایگاه علمی - پژوهشی پارس مدیر، ۱۳۸۸، www.parsmodir.com
- قانون دانش - بانک مقالات. "کارآفرینی"، www.knowclub.com
- خانه کار آفرینی ایران "کارآفرینی در دانشگاه" www.knowclub.com

گفت که بازاریابی را نمی‌توان برابر با فروش پنداشت. زیرا این فعالیت بازاریابی قبل از آنکه سازمان محصولی تولید کرده باشد، آغاز می‌شود. در حقیقت بازاریابی مشق شب و تمرینی است که کارآفرینان (ارزش آفرینان) به یاری آن نیاز مردم را ارزیابی می‌کنند و علاقه‌مندی آنان را می‌سنجند، فرصت‌ها را شناسایی می‌کنند و برای فروش، پس از تولید محصول مورد نیاز بازار، پا به میدان می‌گذارند. بازاریادان در جریان چرخه زندگی محصول (product life cycle) به کار خود ادامه می‌دهد، می‌کوشد تا مشتریان تازه‌ای بیابد، کارآیی و اثربخشی محصول را افزایش دهد، از نتیجه‌گیری روند فروش، چیزهای تازه‌ای بیاموزد، و سرانجام موجب تکرار خرید محصول شود. بسیاری از کارآفرینان و دست اندرکاران بازاریابی از رفتار برخی مدیران مالی سازمان گله‌مند هستند، زیرا بازاریابی را نه سرمایه‌گذاری که نوعی هزینه می‌پندارند و بیش‌تر در جستجوی نتیجه‌گیری‌های کوتاه مدت هستند (Philip Cotler)، در حالی که بهتر است رویکرد و تمرکز بر برنامه‌های دراز مدت معنی‌دار باشد. اشتباه دومی که معمولاً در بسیاری از سازمان‌ها وجود دارد این است که واحد بازاریابی را بیشتر یک واحد اداری می‌دانند. یک دیدگاه کوتاه‌بینانه دیگر این است که بسیاری بازاریابی (Marketing) را تنها یک واحد معمولی در هرم سازمانی می‌دانند که می‌تواند نقش مهمی در ماندن یا ازدست رفتن شرکتها داشته باشد. یکی از کارآفرینان برتر جهان گفته مشهوری دارد. او می‌گوید: بازاریابی آنچنان در کارآفرینی اهمیت دارد که نمی‌توان اداره آن را تنها به واحد بازاریابی واگذاشت. او در ادامه می‌گوید: یعنی آنقدر این واحد پر اهمیت است که مدیر عامل خود باید هدایت آن را بر عهده گیرد. به زبان ساده تر، یعنی همه واحدها در یک شرکت می‌باید نسبت به مشتری و مصرف‌کننده خوب عمل کنند. چون نتیجه رفتار آنها بر درآمد نهایی شرکت اثر می‌گذارد. بسیاری از کارآفرینان (ارزش آفرینان) می‌پندارند که در دنیای رقابتی امروز، متمایز کردن خود از دیگران بسیار دشوار است، ولی چنانچه هوشمندانه رفتار کنیم، راهی تازه برای خدمت بهتر و عرضه سودمندی‌های تازه به مشتریان پیدا می‌شود. نباید فراموش کرد که جوهره ارزش آفرینی در اقتصاد امروز توانایی بهره‌گیری هوشمندانه از خلاقیت و نوآوری درونی است.

اهمیت رفتار و نگرش

اکثر مردم شرایط را حاکم بر زندگی خود می‌دانند، حال آن که کارآفرین از رفتار و نگرش خود بهره می‌گیرد تا شرایط را مهار کند. ذهنیت مثبت کمک می‌کند تا فکر خود را بر فعالیت‌ها و رویدادهای

اندازه‌گیری مقاومت عایقی کابل در هنگام نصب و نگهداری

گرد آوری و ترجمه: مهندس محمدباقر پورعبداله (کارشناس صنایع)

مقدمه:

مقاله حاضر مختصری از روش آزمون مقاومت عایقی (که عموماً آزمون Megger نامیده می‌شود) کابل‌های ولتاژ ضعیف (کمتر از ۵KV) را ارائه می‌کند. این مقاله صرفاً به آزمون‌هایی می‌پردازد که از دیدگاه کاربران کابل اهمیت دارد. این آزمون‌ها، آزمون "نصب" و "تعمیر و نگهداری" نامیده می‌شوند. آزمون باید توسط کارکنان با تجربه و کارآمدی که آشنایی کامل با آزمون مقاومت عایقی دارند و از چگونگی عملکرد ایمن تجهیزات آزمون آگاه هستند، انجام پذیرد. مقادیر مقاومت عایقی واقعی به سادگی قابل دستیابی نیستند، زیرا به عوامل متعددی شامل موارد زیر بستگی دارد:

- (۱) جنس عایق
- (۲) اندازه هادی
- (۳) دمای عایق روی هادی (مثلاً در صورتی که در معرض نور مستقیم خورشید قرار گیرد).
- (۴) رطوبت (مثلاً در حالتی که کابل مرطوب باشد).
- (۵) طول کابل
- (۶) شرایط کابل (مثلاً اینکه عایق کابل عقب کشیده نشده باشد، یا سر رشته‌های کابل از هم جدا نشده باشند).

چهار نوع آزمون برای اندازه‌گیری مقاومت عایقی وجود دارد:

- (۱) آزمون نوعی / آزمون تصدیق / آزمون انطباق
 - (۲) آزمون کارخانه‌ای
 - (۳) آزمون نصب
 - (۴) آزمون تعمیر و نگهداری
- آزمون نوعی (که آزمون تصدیق یا انطباق هم نامیده می‌شود)، عموماً بر روی یک کابل جدید یا کابل با طراحی اصلاح شده انجام می‌شود و هدف از انجام این آزمون اثبات مطابقت کابل با استانداردهای معتبر است. این نوع آزمون در حین فرآیند تولید انجام نمی‌شود. آزمون مقاومت عایقی کارخانه‌ای هنگامی انجام می‌شود که لازم باشد مطابقت کابل با استانداردها یا مشخصات فنی مورد نظر در محل کارخانه بررسی شود. این آزمون بر طبق روش مندرج در استاندارد صورت می‌گیرد.
- آزمون‌های نصب، مستقیماً بلافاصله پس از نصب، تنها در مورد

سیم و کابل‌هایی که جدیداً نصب شده است صورت می‌گیرد. این نوع آزمون اصطلاحاً آزمون نوع "برو/نرو" نامیده می‌شود و منظور از انجام این آزمون آن است که بررسی شود که آیا عایق کابل در هنگام نصب آسیب دیده است یا خیر.

آزمون مقاومت عایقی "تعمیر و نگهداری" را می‌توان طبق برنامه زمانی مشخصی انجام داد و داده‌های مربوطه را جمع‌آوری کرد و پس از بررسی این داده‌ها مشخص نمود که آیا عایق روی هادی کابل در طول زمان بکارگیری آن، به صورت تدریجی در حال افت کیفیت است یا خیر. در صورتی که مقاومت عایقی از حداقل مقدار قابل پذیرش توسط مصرف‌کننده کمتر شود، یا در طول زمان بکارگیری کابل به یکباره افت کند، کابل را با کابل جدید دیگری جایگزین کنند. این مقاله صرفاً به آزمون‌های مورد نظر کاربران کابل یعنی آزمون‌های "نصب" و "تعمیر و نگهداری" می‌پردازد.

اقداماتی که پیش از اندازه‌گیری مقاومت عایقی باید انجام شوند:

آزمون مقاومت عایقی و نتایج حاصل از آن به عواملی نظیر دما و رطوبت وابسته است. به همین دلیل در آماده سازی کابل مورد آزمون باید دقت کافی به عمل آید. برای دستیابی به بهترین نتیجه: (۱) کابل را از حالت بهره‌برداری خارج کنید. کابل را از هر گونه مدار یا تجهیزات متصل به آن قطع کنید. همچنین هر گونه اتصالات و ملحقات و سرکابل‌ها را از کابل جدا کنید و در هر دو سر کابل رشته‌ها را از هم جدا کنید. مطمئن شوید که هادی‌ها از یکدیگر عایق شده‌اند.

(۲) کابل را صرفاً زمانی آزمایش کنید که دمای هادی آن بالاتر از نقطه شبنم باشد. در غیر این صورت رطوبت بر روی سطح عایق تشکیل می‌شود که در صورت جذب شدن رطوبت توسط عایق می‌تواند منجر به مردود شدن نتیجه آزمون شود.

(۳) مطمئن شوید که سطح هادی عایق عاری از کربن یا هر گونه مواد هدایت کننده جریان برق است.

(۴) از حد تعیین شده پیشنهادی برای ولتاژ آزمون کابل تجاوز نکنید، در غیر این صورت، عایق روی هادی امکان پرتنش شدن یا حتی آسیب دیدگی خواهد داشت.

(۵) دمای عایق روی هادی را پیش از هر اندازه‌گیری مقاومت عایقی

بکارگیری ضریب تصحیح دما در مقاومت عایقی

به روش دیگر مقاومت عایقی را می‌توان با استفاده از ضرایب مندرج در جدول پیوست در دمای مورد نظر تصحیح کرد. در این حالت، دمای استاندارد 15°C انتخاب شده است. ضریب تصحیح مقاومت عایقی در رابطه زیر بکار گرفته می‌شود:

$$R_{\text{standard}} = R_{\text{measured}} \cdot F$$

که در آن R_{measured} و R_{standard} به همان معنای پیش گفته و F ضریب تصحیح مقاومت عایقی است که از جدول پیوست به دست می‌آید. مثلاً می‌توانیم با استفاده از داده‌های زیر، مقاومت عایقی را در دمای استاندارد 15°C درجه سانتیگراد محاسبه کنیم:

$$K = 1.16$$

$$T_{\text{measured}} = 50^{\circ}\text{C}$$

$$R_{\text{measured}} = 2.7\text{ M}\Omega$$

از روی جدول پیوست در می‌یابیم که ضریب تصحیح دما برای مقاومت عایقی (F) برای ماده عایقی با ضریب ویژه $1/16$ مساوی 180.31 است. بکارگیری این ضریب مقاومت عایقی در دمای استاندارد 15°C درجه سانتیگراد عبارت است از:

$$R_{\text{standard}} = 2.7 \times 180.31 = 487\text{ M}\Omega \quad (2)$$

حداقل مقاومت عایقی قابل قبول (مقاومت برو/نرو)

آزمون برو/نرو بر روی کابل‌هایی که تازه نصب شده اند انجام می‌شود تا مشخص شود که عایق کابل در حین نصب آسیب دیده است یا خیر. حداقل مقاومت عایقی قابل قبول با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_{\text{Insulation}} = (V_{\text{rated}} + 1) \cdot \left(\frac{304.8}{L}\right) \quad (3)$$

که در آن:

$R_{\text{Insulation}}$ = حداقل مقاومت عایقی قابل قبول بر حسب مگا اهم.
 V_{rated} = ولتاژ نامی کابل (که بر روی کابل درج می‌شود) بر حسب کیلو ولت.

L = طول کابل بر حسب متر

در مورد کابل‌هایی با ولتاژ نامی 600 ولت حداقل مقاومت عایقی برای کابل‌های به طول 30 تا 300 متر در جدول (۱) آمده است. (استاندارد IEEE 525)

ثبت کنید. در غیر این صورت مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده می‌تواند بسیار کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی آن باشد.

نحوه اعمال ضریب دما بر مقاومت عایقی

توجه به این نکته بسیار حائز اهمیت است که دمای عایق ممکن است بسیار بیشتر یا کمتر از دمای محیط باشد. هر گاه دمای عایق یا مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده در آن دما معلوم باشد، می‌توان مقاومت عایقی در هر دمای دیگری را محاسبه کرد. ضرایب مربوط به تصحیح دما در مقاومت عایقی در جدول پیوست ارایه شده است. دمای مرجع 15°C درجه سانتیگراد است.

محاسبات:

مقاومت عایقی را می‌توان با بکارگیری رابطه (۱) در دمای مشخصی محاسبه کرد:

$$R_{\text{standard}} = \frac{R_{\text{measured}}}{e^{(T_{\text{standard}} - T_{\text{measured}}) \cdot \ln(K)}} \quad (1)$$

که در آن:

R_{measured} = مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده عموماً بر حسب مگا اهم یا گیگا اهم.

R_{standard} = مقاومت عایقی در دمای مورد نظر، همان واحد اندازه‌گیری مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده.

T_{measured} = دمای اندازه‌گیری شده عایق بر حسب سلسیوس.

T_{standard} = دمای مورد نظر برای عایق بر حسب سلسیوس.

K = ضریب مخصوص برای نوع ماده عایقی.

به عنوان مثال می‌توانیم مقاومت عایقی در دمای مورد نظر را با به کارگیری داده‌های زیر محاسبه کنیم.

$$K = 1.16$$

$$T_{\text{measured}} = 50^{\circ}\text{C}$$

$$R_{\text{measured}} = 2.7\text{ M}\Omega$$

$$T_{\text{standard}} = 15^{\circ}\text{C}$$

با بکارگیری رابطه فوق مقاومت عایقی در دمای مورد نظر (15°C) مساوی با $487\text{ M}\Omega$ خواهد بود. توجه داشته باشید 35°C درجه تفاوت در دما، حدود 200 برابر تغییر در مقاومت عایقی ایجاد خواهد کرد.

جدول ۱. مقاومت عایق برای کابل‌های ۳۰-۳۰۰ متر

طول کابل	حداقل مقاومت عایقی قابل قبول
۳۰/۵	۱۶
۶۱	۸
۹۱/۴	۵/۳
۱۲۲	۴
۱۵۲	۳/۲
۱۸۳	۲/۷
۲۱۳	۲/۳
۲۴۴	۲
۲۷۴	۱/۸
۳۰۵	۱/۶

که دارای چند رشته سیم عایق شده است، اندازه‌گیری و ثبت دمای عایق یکی از رشته‌ها کافی است. این دما ممکن است با دمای محیط متفاوت باشد، بویژه در صورتی که کابل در معرض مستقیم نور خورشید قرار گرفته باشد.

ج: دو سر رشته کابل را درست مطابق حالتی که می‌خواهید به برق ورودی و تجهیزات مربوطه متصل کنید، لخت کنید. (روکش کابل را بردارید. رشته‌های کابل را از هم جدا کنید و دو سر رشته کابل را عایق برداری کنید.) کابل را باید از هر دو سر از هر گونه تجهیزات جدا کنید. این تجهیزات شامل سویچ، پریز و هر وسیله دیگری است که ممکن است به هادی متصل شده باشد. حتی سویچ بازی که به کابل متصل شده باشد می‌تواند مداری با مقاومت کم را به دست داده و چنین نشان دهد که کابل مورد نظر در آزمون مردود است.

د: رشته‌های کابل را از یکدیگر و نیز از سیم اتصال زمین جدا کنید تا امکان مناسب‌ترین قرائت برای مقاومت عایقی فراهم شود.

ه: هادی‌های لخت شده در دو سر کابل را از هر گونه کثیفی و آلودگی به خوبی تمیز کنید. هنگام آزمون، هادی‌های دو سر کابل باید به طور کامل خشک شده باشند. این موضوع باعث بهبود در اندازه‌گیری می‌شود.

و: آزمون مقاومت عایقی را مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه آزمون انجام دهید. اعمال ولتاژ بین هر دو رشته از سیم‌های کابل، بین هر رشته کابل با سیم لخت اتصال زمین، شیلدها و زره کابل توصیه می‌شود. همه هادی‌های لخت اتصال زمین باید به یکدیگر و همچنین به شیلد و یا زره وصل و همگی به ارت متصل شوند. هر هادی عایق دار باید به طور جداگانه آزمون شده و نتیجه آزمون آن ثبت شود. در مورد کابل سه فاز، شامل سه هادی عایق دار (A, B, C) که با یک رشته سیم لخت اتصال زمین (G) به صورت کابل درآمده است. آزمون‌های پیشنهادی به صورت زیر است:

- A به B
- B به C
- C به A
- A به G
- B به G
- C به G

ز: اندازه‌گیری‌های ثبت شده را بررسی کنید. در پایان توجه داشته باشید که این آزمون از نوع برو/نرو است، به این معنی که همه

آزمون هنگام نصب

آزمون مقاومت عایقی عموماً بر روی کابل برقرار نشده، بلافاصله پس از نصب و پیش از اتصال آن به هر گونه تجهیزات یا ملحقات انجام می‌شود. این آزمون برای بررسی آسیب دیدگی احتمالی عایق روی هادی، در هنگام نصب کابل صورت می‌گیرد. این نوع آزمون را به اصطلاح آزمون "برو/نرو" (یا آزمون استقامت دی الکتریک) می‌نامند، زیرا در صورتی که هیچگونه شکست ولتاژ در عایق رخ ندهد، کابل در این آزمون پذیرفته می‌شود. ولتاژی که در این آزمون انتخاب می‌شود کمتر از ۵KV و به مدت حداکثر تا یک دقیقه، یا تا زمانی که مقدار خوانده شده مقاومت عایقی عدد ثابتی را نشان دهد، اعمال می‌شود. ولتاژ آزمون همان ولتاژ نامی کابل (ولتاژ خط به خط) انتخاب می‌شود. انتخاب هر ولتاژ دیگری بیش از این مقدار ممکن است سبب ایجاد تنش در کابل و آسیب دیدگی زود هنگام در آن شود.

روش آزمون

برای هر کابل مورد آزمون:

الف: داده‌های زیر را از روی بر چسب یا پلاک قرقه ثبت کنید.

- شماره قرقه یا کلاف
- تاریخ تولید کابل
- طول کابل
- نوع کابل
- سایز هادی کابل

ب: دمای عایق هادی کابل را اندازه‌گیری و ثبت کنید. برای کابلی

کم را به دست داده و چنین نشان دهد که کابل مورد نظر در آزمون مردود است.
د: رشته‌های کابل را از یکدیگر و نیز از سیم اتصال زمین جدا کنید تا امکان مناسب‌ترین قرائت برای مقاومت عایقی فراهم شود.
ه: هادی‌های لخت شده در دو سر کابل را از هر گونه کثیفی و آلودگی به خوبی تمیز کنید. هنگام آزمون، هادی‌های دو سر کابل باید به طور کامل خشک شده باشند. این موضوع باعث بهبود در اندازه‌گیری می‌شود.

و: آزمون مقاومت عایقی را مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه آزمون انجام دهید. اعمال ولتاژ بین هر دو رشته از سیم‌های کابل، بین هر رشته کابل با سیم لخت اتصال زمین، شیلدها و زره کابل توصیه می‌شود. همه هادی‌های لخت اتصال زمین باید به یکدیگر و همچنین به شیلد و یا زره وصل و همگی به ارت متصل شوند. هر هادی عایق‌دار باید به طور جداگانه آزمون شده و نتیجه آزمون آن ثبت شود. در مورد کابل سه فاز، شامل سه هادی عایق‌دار (A, B, C) که با یک رشته سیم لخت اتصال زمین (G) به صورت کابل درآمده است. آزمون‌های پیشنهادی به صورت زیر است:

- A به B
- B به C
- C به A
- A به G
- B به G
- C به G

ز: اندازه‌گیری‌های ثبت شده را بررسی کنید. این اندازه‌گیری‌ها به دلایل بررسی وضعیت کابل طی مرور زمان ثبت و تنها با مقادیر قبلی همان کابل مقایسه می‌شوند. باید توجه شود که همه مقادیر مقاومت عایقی یا باید در دماهای یکسان ثبت شوند و یا مقادیر ثبت شده باید در دمای خاصی تصحیح شوند تا امکان مقایسه بین آنها فراهم شود. این نوع آزمون را معمولاً در فواصل زمانی معینی انجام می‌دهند. پیشنهاد می‌شود فواصل زمانی سالیانه یا یکبار در سال برای این آزمون در نظر گرفته شود.

مقادیر اندازه‌گیری شده مقاومت عایقی باید بیش از مقدار محاسبه شده مورد قبول که قبلاً گفته شد، باشند. مقداری که نزدیک به حد بالایی قرائت دستگاه و بسیار بزرگ باشند، ممکن است به علت اتصالات نامناسب در سیستم باشد. مقادیر صفر یا نزدیک به آن، ممکن است در اثر بروز عیب در نقطه‌ای از عایق باشد که کابل تحت آزمون به خوبی آماده سازی نشده باشد. (یعنی هنوز تجهیزات به کابل متصل باشند و یا سر رشته‌های کابل از هم جدا نشده باشد).

آزمون تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

آزمون تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، عموماً بر روی کابلی انجام می‌شود که قبلاً به مدت زمان طولانی بکار گرفته شده باشد. (این زمان می‌تواند چند ماه یا چند سال باشد). این آزمون برای نشان دادن هر گونه افت کیفیت در عملکرد عایق در طول زمان بکارگیری کابل است. ثبت تاریخ انجام آزمون، مقاومت عایقی و همچنین دمای عایق هادی کابل باید دقیقاً انجام و بایگانی شود. این داده‌ها را می‌توان برای بررسی وضعیت کیفی عایق بکار گرفت.

ولتاژی که در این آزمون انتخاب می‌شود، کمتر از ۵KV و به مدت حداکثر تا یک دقیقه، یا تا زمانی که مقدار خوانده شده مقاومت عایقی عدد ثابتی را نشان دهد، اعمال می‌شود. ولتاژ آزمون همان ولتاژ نامی کابل (ولتاژ خط به خط) انتخاب می‌شود. انتخاب هر ولتاژ دیگری بیش از این مقدار ممکن است سبب ایجاد تنش در کابل و آسیب دیدگی زود هنگام در آن شود.

روش آزمون

برای هر کابل مورد آزمون:

الف: طول کابل را اندازه‌گیری و ثبت کنید. همچنین نوع کابل و سائز هادی آن را یادداشت کنید.

ب: دمای عایق هادی کابل را اندازه‌گیری و ثبت کنید. برای کابلی که دارای چند رشته سیم عایق شده است، اندازه‌گیری و ثبت دمای عایق یکی از رشته‌ها کافی است. این دما ممکن است با دمای محیط متفاوت باشد، خصوصاً در صورتی که کابل در معرض مستقیم نور خورشید قرار گرفته باشد.

ج: دو سر رشته کابل را از همه تجهیزات و وسائل قطع کنید. این تجهیزات و وسایل شامل سویچ‌ها، پریز و هر گونه وسیله دیگری است که ممکن است به هادی‌های کابل متصل باشند، حتی سویچ بازی که به کابل متصل باشد می‌تواند مداری با مقاومت

جدول ۲. جمع بندی آزمون‌های مقاومت عایقی میدانی مناسب

تعمیر و نگهداری	نصب	
موضوعی	برو / نرو	نوع آزمون
کاربرد ندارد	الزامی	شماره کلاف یا قرقره
کاربرد ندارد	الزامی	تاریخ ساخت کابل
الزامی	الزامی	طول کابل
الزامی	الزامی	نوع کابل
الزامی	الزامی	سایز هادی
الزامی	اختیاری	دمای عایق
ولتاژ نامی کابل = ولتاژ آزمون	ولتاژ نامی کابل = ولتاژ آزمون	ولتاژ آزمون
تا یک دقیقه	تا یک دقیقه	مدت زمان آزمون
الزامی	اختیاری	ثبت نتایج مقاومت عایقی اندازه گیری شده
بر اساس داده های جمع آوری شده به مرور زمان	$R_{Insulation} = (V_{rated} + 1) \cdot \left(\frac{304}{L}\right)^8$	حداقل مقاومت عایقی قابل قبول



پیوست الف: ضریب تصحیح دمای مقاومت عایقی

ضریب تصحیح	دما بر حسب سانتی گراد	ضریب تصحیح	دما بر حسب سانتی گراد	ضریب تصحیح	دما بر حسب سانتی گراد
242.63	52	7.42	28.5	0.23	5
261.32	52.5	7.99	29	0.24	5.5
281.45	53	8.6	29.5	0.26	6
303.13	53.5	9.27	30	0.28	6.5
326.48	54	9.98	30.5	0.31	7
351.63	54.5	10.75	31	0.33	7.5
378.72	55	11.58	31.5	0.35	8
407.9	55.5	12.47	32	0.38	8.5
439.32	56	13.43	32.5	0.41	9
473.16	56.5	14.46	33	0.44	9.5
509.61	57	15.58	33.5	0.48	10
548.86	57.5	16.78	34	0.51	10.5
591.14	58	18.07	34.5	0.55	11
636.68	58.5	19.46	35	0.59	11.5
685.73	59	20.96	35.5	0.64	12
738.55	59.5	22.57	36	0.69	12.5
795.44	60	24.31	36.5	0.74	13
856.72	60.5	26.19	37	0.80	13.5
922.71	61	28.20	37.5	0.86	14
993.79	61.5	30.38	38	0.93	14.5
1070.35	62	32.72	38.5	1.00	15
1152.8	62.5	35.24	39	1.08	15.5
1241.61	63	37.95	39.5	1.16	16
1337.25	63.5	40.87	40	1.25	16.5
1440.26	64	44.02	40.5	1.35	17
1551.21	64.5	47.41	41	1.45	17.5
1670.7	65	51.07	41.5	1.56	18
1799.4	65.5	55	42	1.68	18.5
1938.02	66	59.24	42.5	1.81	19
2087.31	66.5	63.8	43	1.95	19.5
2248.1	67	68.72	43.5	2.10	20
2421.28	67.5	74.01	44	2.26	20.5
2607.79	68	79.71	44.5	2.44	21
2808.68	68.5	85.85	45	2.62	21.5
3025.04	69	92.46	45.5	2.83	22
3258.07	69.5	99.59	46	3.04	22.5
3509.05	70	107.26	46.5	3.28	23
3779.36	70.5	115.52	47	3.53	23.5
4070.5	71	124.42	47.5	3.80	24
4384.06	71.5	134	48	4.10	24.5
4721.78	72	144.33	48.5	4.41	25
5085.51	72.5	155.44	49	4.75	25.5
5477.26	73	167.42	49.5	5.12	26
5899.19	73.5	180.31	50	5.51	26.5
6353.62	74	194.2	50.5	5.94	27
6843.06	74.5	209.16	51	6.39	27.5
7370.2	75	225.28	51.5	6.89	28

مدل سازی ریاضی آپکستینگ مس و برنج - بخش اول*

ترجمه: مهندس محمد خباز (کارشناس ارشد متالورژی صنعتی)

منجمد شده به طور عمودی به سمت بالا کشیده می شود. مزایای اصلی فرایند آپکست^۲ در مقایسه با سایر روشهای تولید مفتول مسی و برنجی عبارتند از:

- ۱- تغذیه ذوب را می توان به آسانی و به دقت کنترل کرد
- ۲- خط تولید آپکست یک واحد چند رشته ای است که انعطاف پذیری را در تأمین ظرفیت مورد نیاز برآورده می کند
- ۳- کولرها از جمله قالب گرافیتی قابل تغییر هستند، بنابراین تغییر یک کولر (خنک کننده) رشته های دیگر را مختل نمی کند
- ۴- ریختن شکل ها و اندازه های مختلف رشته ها به یک کوره ریخته گری امکان پذیر است.

عمدتاً، مس یا برنج را می توان به عنوان یک فرایند استخراج گرما در نظر گرفت. تبدیل فلز گداخته به یک مفتول فلزی جامد، شامل حذف ابر گرمایش و گرمای نهان انجماد می شود. فلز مذاب در یک قالب منجمد می شود که اساسی ترین و بحرانی ترین بخش تجهیزات ریخته گری پیوسته است. انتقال گرما در قالب، یکی از عوامل اصلی محدود کننده حداکثر بهره وری محسوب می شود. با سرعت های ریختگی بیشتر، گرمای بیشتری به قالب منتقل می شود و بنابراین انتقال گرما از مفتول به قالب باید افزایش یابد تا مفتول در قالب به حالت جامد درآید.

مطالعات مختلفی در رابطه با ریخته گری پیوسته (مداوم، پی در پی) و مدلسازی ریاضی آن را می توان در منابع یافت. با این حال، اکثر این انتشارات با ریخته گری پیوسته فولاد سروکار دارند تا ریخته گری پیوسته آلیاژهای پایه مس و مس. در مورد فولاد، جریان گرما در جهت ریختگی در مقایسه با جهت مقطعی بی اهمیت است و از این رو می توان آن را نادیده گرفت. این فرضیه به طور کلی با توجه به رسانایی نسبتاً پایین گرمایی فولاد پذیرفته شده است. این یعنی جریان گرمایی رسانا در طول جهت ریختگی در مقایسه با انتقال گرمای همرفتی با توجه به سرعت ریختگی قابل چشم پوشی است. در ریخته گری مس و برنج، این فرضیه با توجه به رسانایی گرمایی بالاتر معتبر نیست و باید شبیه سازی را سه بعدی انجام داد. هدف این مطالعه، تثبیت دانش پایه برای مس و برنج با توجه به انتقال گرما و انجماد قالب وسیله آپکستینگ است. این کار از طریق اندازه گیری های دما، مدلسازی ریاضی و ارزیابی متالوگرافی نمونه

مطالعه ای برای اثبات دانش پایه در مورد انتقال گرما و انجماد برای آپکستینگ مس و برنج انجام شده است. این مطالعه اندازه گیری های مقیاس آزمایشگاهی، مدلسازی ریاضی و بررسی متالورژیکی نمونه های مفتول ریختگی را ترکیب کرده است. اندازه گیری های مقیاس آزمایشگاهی، شامل اندازه گیری های دما با چندین ترموکوپل جاسازی شده در پوشش دو جداره گرماگیر قالب مسی است. اندازه گیری های دمای سطح مفتول ریختگی نیز انجام شده است. یک مدل ریاضی سه بعدی (3D) از قالب مسی و قالب گرافیتی برای مشخص شدن نمودارهای شار گرمایی از لحاظ کیفی از روی داده های دمای اندازه گیری شده قالب انجام شد. مشاهده شد که شار گرمایی بیشترین مقدار را نزدیک به اولین نقاط تماس بین قالب مسی و قالب گرافیتی دارد و به سرعت با افزایش فاصله تا قالب، کاهش می یابد. نمودارهای شار گرمایی محاسبه شده به عنوان شرایط مرزی برای مدل ریاضی دیگری استفاده شدند که این مدل نمودارهای دما را در مفتول ریختگی محاسبه کرده بود. یک مدل برای تخمین داده های مواد و ریزساختار برای شبیه سازی داده های ترمودینامیکی مورد نیاز در محاسبات و برای پیش بینی خواص ریز ساختاری یعنی در شمش های ریختگی استفاده شده است. دماهای سطح محاسبه شده مفتول ریختگی در خروجی قالب نیز هماهنگی خوبی با مقادیر دمای اندازه گیری شده داشتند. همچنین، خواص ریزساختاری محاسبه شده مثل فاصله گذاری بازوی شاخه ای ثانویه، توزیع فاز و ریز جدایش روی در هماهنگی مناسبی با موارد اندازه گیری شده بودند.

مقدمه

ریخته گری پیوسته مفتول ها و شمش های مسی و برنجی را که به طور کلی برای تولید سیم های کشیده شده استفاده می شود می توان با روشهای تجاری مختلفی انجام داد. در روشهای چرخ و تنمه، ماشین ریخته گری شامل یک چرخ ریخته گری با یک شیار تراش شده با شکل دلخواه است که سه ضلع حفره ریختگی را تشکیل می دهند. یک نوار فولادی پیوسته به چرخ نزدیک می شود و ضلع چهارم قالب را تشکیل می دهد. در سیستم اتوکمپوآپکست^۱ انجماد، درون یک قالب آبگرد رخ می دهد که پس از آن مفتول

برنج ساخته شد. شارهای گرمایی ارزیابی شده با مدل (HTM) در مدل (HTR) به عنوان شرایط مرزی (سرحد) استفاده شدند. ۶) مدلی برای داده‌های مواد و زیرساختار (MDM) برای شبیه سازی داده‌های ترمودینامیکی مورد نیاز در محاسبات مدل (HTR) و برای پیش‌بینی خواص ریزساختار خاصی در مفتول‌های ریخته ساخته و استفاده شده است.

۲) پدیده انتقال حرارت

انتقال حرارت به عنوان عمده‌ترین پدیده در فرآیند ریخته‌گری پیوسته، می‌تواند در نظر گرفته شود، بنابراین یکی از عوامل محدودکننده عملیات یک ریخته‌گر است. انتقال حرارت نه تنها بیشینه بهره‌وری را محدود می‌کند، بلکه شدیداً کیفیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین آشکار است که کنترل انتقال حرارت نسبت به شبیه سازی ساده استخراج حرارت، یک عنصر کلیدی عملیات ریخته‌گری برای تولید مفتول برنجی و مسی با کیفیت مطلوب است.

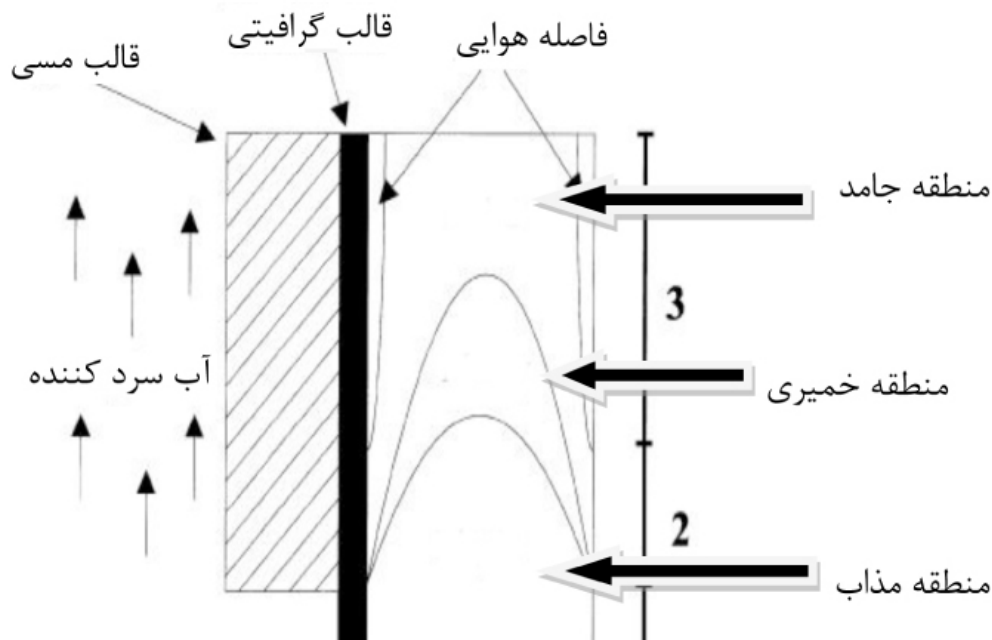
جریان گرما نسبتاً پیچیده است، زیرا جریان حرارت اصولاً توسط

مفتول‌ها انجام شده است. درک بهتر روند ریخته‌گری به بهینه‌سازی شرایط ریخته‌گری و در نتیجه افزایش بهره‌وری کارگاه کمک می‌کند. تکنیک‌های آزمایشی و مدلسازی زیر ابداع شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱) اندازه‌گیریهای دما بر روی یک قالب کاری برای تعیین تأثیر سرعت ریخته‌گری بر روی توزیع دمای جداره قالب انجام شدند.
۲) اندازه‌گیریهای دمای آب سردکن خروجی برای تعیین تأثیر سرعت ریخته‌گری بر روی دمای آب سردکن و خروجی انجام شدند.
۳) آنالیز متالوگرافی برای بررسی نمونه مفتول‌های ریخته‌گری استفاده شد.

۴) یک مدل ریاضی سه بعدی (HTM) با یک پکیج برنامه تجاری (FIDAP) برای شبیه سازی انتقال گرما در قالب ساخته شد. این مدل برای تبدیل داده‌های دمای اندازه‌گیری شده آیت ۱ به شارهای گرمایی مورد نیاز در مرحله دوم مدلسازی استفاده شد (آیت ۵)

۵) یک مدل ریاضی متقارن محوری (HTR) نیز با (FIDAP) برای شبیه سازی انتقال گرما و انجماد در مفتول‌های ریخته‌گری مس و



شکل ۱. شماتیک انجماد بین مذاب و قالب

خنک کننده، (با وجود یک سری مقاومت‌های گرمایی) منتقل شده است. شکل ۲ توزیع دما در قالب یا پوسته را به طور شماتیکی (تصویر) نشان می‌دهد.

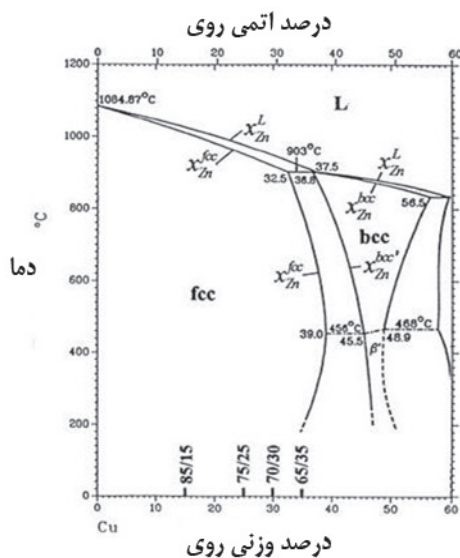
انتقال حرارت توسط موارد زیر کنترل می‌گردد:

- (۱) همرفت و رسانش مایع فوق داغ (بسیار داغ) به سطح پوسته.
- (۲) انجماد، شامل پیشرفت حرارت نهایی در قسمت خمیری می‌شود.
- (۳) رسانش در پوسته جامد.
- (۴) همرفت، رسانش، تابش در عوض شکاف هوا موجب جداسازی قالب گرافیتی و مفتول منجمد شده می‌گردد.
- (۵) رسانش در دیواره قالب گرافیتی.
- (۶) رسانش در دیواره قالب مس.
- (۷) همرفت در قالب مس / تعامل آب خنک کننده.

شار حرارتی از مفتول به قالب با تابش و همرفت رخ می‌دهد و رسانش در شکاف که قالب فلز و رویه داغ گرافیتی را از هم جدا می‌کند، رخ می‌دهد. شار حرارتی q منتقل شده توسط تابش به طور مرسوم از معادله ۱ حاصل می‌شود.

$$q = \sigma(T_p^* - T_f^*) \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2}} \quad (1)$$

که σ ثابت Stefan-Boltzman $(5/668 \times 10^{-8} \text{ J/sm}^2\text{K})$ که دمای سطح قالب مفتول است (در k) دمای سطح قالب است. k در ϵ_1 ، قابلیت انتشار قالب مفتول مسی، و ϵ_2 قابلیت انتشار گرافیتی است.



شکل ۳. دیاگرام فازی مس-روی

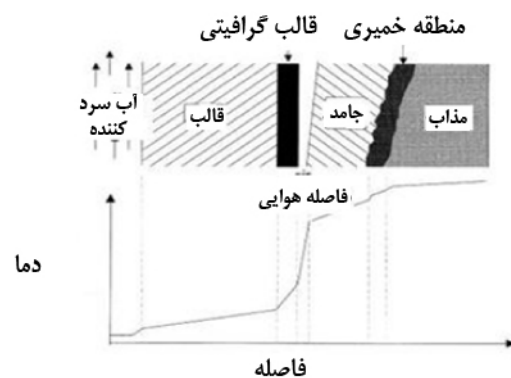
شکل‌گیری یک شکاف هوا که باعث جدا شدن مفتول برنجی و مسی از قالب می‌شود، کنترل می‌گردد. موقعیت و اندازه شکاف هوا به طور همزمان، توسط انقباض پوست و فشار متالوستاتیکی که توسط محفظه مایه اعمال می‌شود، تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

تعامل بین ریخته‌گری و قالب می‌تواند به ۳ بخش تقسیم شود، که در شکل ۱ نشان داده شده است.

(۱) بخشی که فاز مایع در تماس با قالب است.

(۲) بخشی که پوسته جامد شکل گرفته، ولی هنوز از قالب بیرون نیامده است.

(۳) بخش سوم مربوط به شکاف هوایی است که وجود دارد. (به دلیل وجود شکاف هوا، انتقال حرارت به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است).



شکل ۲. شماتیک گرادیان دمایی بین مذاب و قالب

در قسمت انتهایی خنک کننده، تعامل بین مایع مذاب و قسمت پایینی قالب که خنک کننده است، وجود دارد. بالای این قسمت آب خنک شده قالب، در داخل آنچه که انجماد در آن، با شکل‌گیری پوسته جامد بر روی قالب گرافیتی آغاز می‌شود در مورد مس خالص، محفظه مایع، با رسانایی گرمایی خیلی بالا، کاملاً کوتاه است. در مورد برنج با وجود منطقه خمیری و رسانایی گرمایی پایین‌تر، محفظه مایع بزرگ‌تر است. در طی فرآیندهای انجماد، انقباض رخ می‌دهد و یک شکاف هوا بین مفتول و قالب شکل گرفته می‌شود که شامل بزرگ‌ترین مقاومت جریان حرارتی واحد است. در آپکستینگ، تکامل، عمدتاً به انقباض قالب مفتول در انجماد بستگی دارد، زیرا فشار متالوستاتیکی، نسبتاً کوچک است. بعد از تشکیل شکاف هوا حرارت از مایع مذاب به قالب آب

شاخه‌ها توسعه پیدا کنند. یا به طور جایگزین یک شکاف داخلی در مرکز قالب ممکن است شکل بگیرد. در طول انجماد، فازهای متفاوت انجماد می‌توانند از مذاب شکل گرفته باشند. فازهای شکل گرفته در دماهای مختلف به طور تقریبی از روی دیاگرام فازی (مس - روی) شکل ۳ می‌توانند خوانده شوند که تعادل روشهای منجمد برای برنج های مختلف در آن نشان داده می‌شود. تمامی برنج‌های ۸۵/۱۵ و ۷۵/۲۵ و ۷۰/۳۰ و ۶۵/۳۵ عمدتاً در FCC فاز (α) منجمد می‌شوند. دمای ذوب آلیاژها از خط X_{zn} خوانده می‌شود و دمای انجماد سه تا از اولین آلیاژها از خط X_{znfcc} خوانده می‌شود برنج ۶۵/۳۵ در دمای ۹۰۳ درجه سانتیگراد یک عکس‌العمل نشان می‌دهد و در ادامه bcc فاز β از فاز α (فاز مایع) شکل گرفته تا جایی که در آخر، یکی حذف می‌شود، پس از آن، به محض کاهش دما فاز α به فاز β (fcc به bcc) متمایل می‌شود. تا جایی که این دو فاز در دمای حدود ۶۰۰ درجه سانتیگراد فاز α ناپدید می‌شوند، هرچند در این مطالعه با بالا بردن محدوده خنک سازی (محدوده کاهش دما) روش‌های انجماد دیگر معتبر نخواهد بود. این امر عمدتاً به دلیل انتشار حجم حل شونده محدود در جسم صلب که موجب تفکیک جسم حل شده می‌شود و متعاقباً در دمای پایین انجماد نسبت به آنچه در شکل نشان داده شده، اتفاق می‌افتد. بنابراین، عدم تعادل روش‌های انجماد با استفاده از مدل MDM در این مطالعه مورد محاسبه قرار گرفته است.

۴) آزمایش‌ها

آزمایش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی، در آزمایشگاه فلز مس با یک ماشین آپکستینگ مفتول، انجام شده است. قالب مفتول ۱۷ میلی‌متر و مواد شامل مس بدون اکسیژن و ۴ نوع برنج ۸۵/۱۵ و ۷۰/۳۰ و ۶۵/۳۵ بوده‌اند. آزمایش‌ها در ۵ سرعت متفاوت انجام گرفته‌اند؛ ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹، ۱/۱، ۱/۳ متر بر دقیقه برای همه مواد. دمای ذوب در تمام ریخته‌گری‌های متفاوت اندازه‌گیری شده است. محدوده جریان از ۱۵ تا ۲۵ لیتر بر دقیقه برای ریخته‌گری مس تغییر کرد، اما این مقدار در ریخته‌گری برنج در ۲۵ لیتر بر دقیقه ثابت نگه داشته می‌شود. بنابراین نمونه‌های قالب مفتول در طول فرآیند ریخته‌گری برای نوآوری متالورژیکی جمع آوری شده است.

الف - آماده سازی

ابزار ریخته‌گری استفاده شده در (OCML) آزمایشگاه، فلز مس outo kumpu شامل یک ماشین ریخته‌گری است که در شکل

شار حرارتی، رسانش و همرفت شده در شکاف هوا را می‌توان با معادله (۲) به دست آورد.

$$q = \frac{k_{TOT} \Delta T}{r_r \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (2)$$

که K_{TOT} رسانایی گرمایی کل هوا به $\left(\frac{W}{mk}\right)$

ΔT ، گرادیان دما در شکاف هوا (به کلین)، r_1 شعاع به متر، شعاع قالب میله سیمی و r_2 شعاع داخل قالب گرافیتی (به متر) است. K_{TOT} می‌تواند به فرم ۳ شرح داده شود.

$$K_{TOT} = K_{LAM} + K_{TUR} \quad (3)$$

که در این رابطه: عبارت K_{lam} رسانایی گرمایی را در جایی که آشفته‌گی وجود ندارد، نشان می‌دهد و K_{tur} نشان دهنده تأثیر آشفته‌گی بر انتقال حرارت است. تبادل حرارت بین محفظه مسی قالب و آب خنک کننده توسط همرفت رخ می‌دهد. شار حرارتی همرفت شده با معادله (۴) می‌تواند محاسبه شود.

$$q = \alpha(T_s - T_f) \quad (4)$$

که در این رابطه: α عامل مشترک انتقال حرارت به $k (W/m^2)$ ، T_s دمای سطح قالب مسی (به کلین) و T_f دمای آب خنک کننده (به کلین) است. عامل مشترک انتقال حرارت به عوامل مختلف زیادی، همچون شکل دیواره قالب، نوع جریان مایع (آشفته یا غیر آشفته خطی)، دما و خواص فیزیکی مایع بستگی دارد.

در این مقاله شرایط مرزی دما، در بخش قالب آب خنک کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنابراین، به عامل مشترک انتقال حرارت از قالب تا بخش آب خنک کننده نیازی نیست. همچنین دو مدل جداگانه برای جلوگیری از مدل سازی تشکیل شکاف هوا، ارایه شده است، تا زمانی که انتقال حرارت از مفتول تا قالب، توسط عوامل ناشناخته (همچون اندازه هوا قابلیت انتشار مواد) کنترل می‌شود.

۳) پدیده انجماد

در طی انجماد برنج در فرآیندهای ریخته‌گری مرسوم، ساختار شاخه‌ای شامل شاخه و دندانه‌های ستونی، شکل می‌گرفته است. شاخه‌ها (دندانه‌ها) ستونی در اولین انجماد در تعامل قالب و فلز شکل گرفته‌اند و سپس بر خلاف جریان حرارت و گرما رشد کرده‌اند. این شاخه‌ها می‌توانند از خط مرکزی قالب بسیار فاصله بگیرند و

خنک کننده هدایت می‌شود.

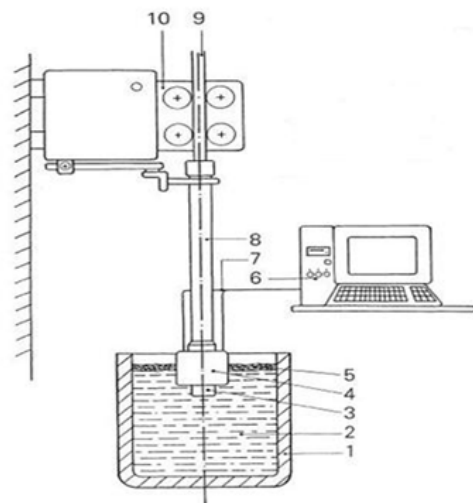
ب- اندازه‌گیری های دمای قالب

یک روش متداول در جداسازی پیوسته ریخته‌گری، محاسبه توزیع شار حرارت در قالب، توسط مقدار متوسط مناسب برای شار حرارتی به دست آمده از اندازه‌گیری‌های آب خنک کننده قالب برای شرح شار حرارتی معین آزمایش‌هاست. این روش حتی برای مطالعه انجماد برای قالب آپکستینگ در مقیاس کوچک، به اندازه کافی دقیق نیست. اما اندازه‌گیری دما با دقت بالا به منظور یافتن نمودار شار حرارتی درست در قالب بندی باید انجام شود.

به منظور تعیین توزیع شار حرارتی در قالب بندی کمی، نیاز به اندازه‌گیری دمای دیواره قالب است. قالب بندی آپکستینگ با دوازده ترموکوپل عادی نوع k (Ni-Cr) که در موقعیت‌های متفاوت پوشش مسی آب خنک شده تعبیه شده است. سوراخ‌ها برای ترموکوپل‌ها از یک طرف قالب ایجاد شده‌اند و عمق آنها اندازه‌گیری شده است. سیم‌های ترموکوپل‌ها در طول مشخصی نشانه‌گذاری شده و در مکان قرار داده شده‌اند. این امر به منظور اطمینان از تماس ترموکوپل‌ها با قالب مسی انجام می‌گیرد. متعاقباً دقت اندازه‌گیری‌ها توسط تماس کافی بین جایگاه ترموکوپل و قالب مسی انجام می‌شود. اکثر ترموکوپل‌ها در قسمت پایینی قالب نصب می‌شوند تا نقطه شروع انجماد را به محض تشکیل هوا بین پوسته منجمد شده و قالب گرافیتی، کشف کنند. این داده‌ها برای انتقال حرارت و آنالیز انجماد در این مقاله بسیار ضروری بودند، به علاوه دو ترموکوپل برای اندازه‌گیری دمای سطح قالب مفتول در سطح موجود قالب بندی نصب شده‌اند. خطای اندازه‌گیری ترموکوپل‌های استفاده شده در این آزمایش ۲/۲ درجه سانتی‌گراد بود. موقعیت ترموکوپل‌ها با دقت ۰/۵ میلی‌متر قابل شناسایی هستند.

قالب ماشین ریخته‌گری شامل، قالب مسی، قالب گرافیتی، دیگ جام عایق‌گذاری شده، یک جام محافظ و کانال‌های آبی است. ساختار شماتیکی (تصویری) با نقطه‌های اندازه‌گیری دما در شکل ۵ نشان داده شده است. مقیاس از صفر تا یک در سمت راست شکل، در حین ارایه نتایج به عنوان ابعاد، استفاده شده است. داده‌های مربوط به دما به طور خودکار از روی رایانه توسط نرم افزار Dasyab حاصل شده‌اند. از اندازه‌گیری‌های دما، دمای متوسط در ظرف خنک کننده آب به عنوان شرایط مرزی برای مدل قالب بندی استفاده شده است و دمای اندازه‌گیری شده در ظرف قالب گرافیتی، برای تطبیق شرایط مرزی شار حرارتی دقیق با مرز قالب گرافیتی

۴ نشان داده شده و ابزاری برای اندازه‌گیری دما و کنترل کننده محدوده جریان آب است. ماشین ریخته‌گری اصلی شامل کوره، خنک کننده و یک ماشین بارگیری است. خنک کننده در بالای کوره قرار گرفته است. ذوب بار با حجم حدود ۳۰۰ کیلوگرم مس در یک کوره انجام می‌گیرد. خنک کننده دارای قسمت اصلی (قالب) و قسمت خنک کننده است.



۱. کوره القایی ۲. مذاب ۳. قالب گرافیتی
۴. فنجان نگهدارنده ۵. گرافیت ورقه‌ای
۶. رایانه ۷. ترموکوپل ۸. کولر ثانویه
۹. مفتول ریختگی ۱۰. ماشین کشنده

شکل ۴. شماتیک کوره و تجهیزات ریخته‌گری Upcast

قسمت خنک کننده شامل قالب گرافیتی است که به یک اندازه فلز ذوب شده در کوره را در آب غوطه‌ور می‌سازد. قسمت بالایی قالب، توسط آب خنک شده با یک محفظه مسی احاطه شده است که سبب انجماد فلز ذوب شده در حین عبور از قالب می‌گردد. خنک کننده‌ای که همراه با ماشین بارگیر است، می‌تواند بسته به سطح ذوب شدن در کوره، کاهش یا افزایش داشته باشد بنابراین قالب همواره در ذوب دارای همان عمق است. این امر در طول فرآیند ریخته‌گری، فشار متالوستاتیکی یکنواختی تضمین می‌کند. مفتول توسط متر پیش رونده توقف، پیش رونده از قالب توسط غلتک‌های دوتایی باریک بیرون کشیده می‌شود، سپس به سمت

قالب مدل سه بعدی مورد نیاز بود، اگرچه ساختار اصلی قالب متقارن بود.

ترموکوپل شکاف‌ها، نزدیک خنک کننده قالب که در مدل در نظر گرفته نشده است قرار دارند و بسیار نزدیک به آب خنک کننده جای داده شده‌اند. دماهای اندازه‌گیری شده قالب در سمت مرز گرافیتی قالب مفتول برنجی و قالب مسی به شار حرارتی تبدیل شده‌اند. این رویه شامل، طرح تکراری دستی است که در آن نمودار شار حرارتی در سمت داغ قالب با دمای پیش بینی شده مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده در سمت گرافیتی قالب مطابقت داده شود.

فرضیه‌های بکار گرفته شده در شکل گرفتن مدل جریان حرارت به شرح زیراند:

- (۱) قالب، ثابت در نظر گرفته شده و هر گونه تغییراتی در حرکت، پیش رونده - توقف پیش رونده، برای شار حرارتی مفتول سیمی قالب نادیده گرفته شده است.
- (۲) شار حرارتی عبور کننده از سطوح بالا و پایین قالب و سطوح اسلات‌ها صفر در نظر گرفته شده‌اند.
- (۳) دمای طرف آب سرد کن قالب بدون در نظر گرفتن اختلال ترموکوپل شکاف‌ها در جریان حرارت به عنوان شرایط مرزی استفاده شده است.
- (۴) تماس بسیار نزدیک در تعامل بین قالب گرافیتی و قالب مسی فرض شده است، برای مثال مقاومت گرمایی موجود در این تعامل صفر فرض شده است. برای حل معادله ۵ شرایط مرزی ذکر شده استفاده شده است.
- (۵) توابع درونی دمای خطی قسمت آب خنک کننده قالب (T_{cs}) از نقاط دمای اندازه‌گیری شده محاسبه شده است.

فرضیه‌های بکار گرفته شده در شکل گرفتن مدل جریان حرارت به شرح زیراند:

فرضیه‌های بکار گرفته شده در شکل گرفتن مدل جریان حرارت به شرح زیراند:

$$T_{cs} = T(x) \quad (6)$$

(۶) شرایط مرزی شار حرارتی در قسمت گرافیتی قالب بکار برده شده است.

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} = q(x) \quad (7)$$

(۷) شار حرارتی عبوری از بالا و پایین سطوح قالب بین اسلات‌ها صفر فرض شده است.

$$-k \frac{\partial T}{\partial n} = q(x) \quad (8)$$

اطلاعات مواد مس با مدل MDM محاسبه رسانایی گرمایی در $0.5 - 99 \text{ (W/mK)}$ ($273 - T$) گرمای ویژه

B - مدل میله‌ای (HTR)

دیگر مدل ریاضی، مدل میله متقارن، برای شبیه سازی انتقال حرارت و انجماد در مفتول‌های برنجی و قالب مسی مورد استفاده قرار گرفته است. قبلاً شار حرارتی شبیه‌سازی شده در مدل به عنوان شرایط مرزی مورد استفاده قرار گرفته بودند. معادله‌ها با استفاده از نسخه FIDAP ۷/۵ حل شده‌اند. توده میله از طریق این سامانه با سرعت ریخته‌گری حمل شده است. جریان مایع مذاب برابر با سرعت ریخته‌گری در نظر گرفته شده‌اند. به این معنی که انتقال گرمای مایع در مسیر محوری نادیده گرفته شده است. معادله مشتقه تابعه به صورت زیر بوده است:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(rk \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) - \frac{\partial (\rho c_p v_c T)}{\partial x} + S = 0 \quad (9)$$

که در آن k رسانایی گرمایی، T دما، r شعاع مفتول و P چگالی و C_p گرمای ویژه، v_c سرعت ریخته‌گری، S مربوط به منابع (مربوط به منابع) است. شبیه سازی ارایه شده شامل یک مشکل محاسباتی مربوط به تغییر فاز از مایع به جامد در مس یا برنج می‌شود. در این مدل ممکن است باعث گرمای پنهان حتی در منابع یا در گرمای ویژه شود. یک رویکرد مبتنی بر آنتالپی در مدل برای ارزیابی گرمای ویژه (برای مثال $S=0$) برای یک تغییر فاز از نمودار دما - آنتالپی به دست آمده از:

$$C_p = \int H_{tot} dt \quad (10)$$

فراهم گردیده بود.

فرضیه‌های بکار گرفته شده در شکل گرفتن مدل جریان - گرما به شرح زیراند:

- (۱) جریان مایع مذاب برابر با سرعت ریخته‌گری در نظر گرفته شده‌اند در این منحنی که انتقال گرمای مایع در مسیر محوری نادیده گرفته شده است.
- (۲) محدوده جریان یکنواخت (در هر نقطه‌ای در میله برنجی و قالب مسی) فرض شده است.
- (۳) شار عبوری از سطح بر خلاف جام محافظ (ظرف محافظ) صفر فرض شده است.

(۱۳) گرادیان دما در روزنه قالب، صفر گذاشته شد.

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0$$

C - مدل ریز ساختار و داده‌های ماده

برای به دست آوردن نتایج قابل اطمینان از انتقال حرارت شبیه‌سازی و انجماد اطلاعات ترمودینامیکی دقیق برای مواد، همچون چگالی، رسانایی گرمایی و آنتالپی مورد نیاز هستند.

عموماً در آلیاژهای فلزی، خواص ترمودینامیکی (تک فازهای مورد بررسی) دارای توابع پیوسته‌ای از دما هستند. ممکن است در این خواص تغییرات شدیدی، بسته به شدت تغییر فاز وجود داشته باشد. تغییرات اضافی در خواص به علت فاز جامد ثانویه، ایجاد شده‌اند برای مثال آنها به عنوان نتیجه واکنش در منطقه خمیری (تغییر فاز) شکل گرفته‌اند. آلیاژهای مورد استفاده در این مطالعه اصولاً به صورت ساختار جامد FCC منجمد می‌شوند. به علاوه مقداری از فاز p در برنج‌های ۷۰/۳۰ و ۶۵/۳۵ آنچه که در واکنش پریکتیکی، دستخوش آن شدند، شکل گرفته است و واکنش پریکتیکی (در دمای ۹۰۳ درجه سانتی‌گراد $bcc \rightarrow fcc + l$) نه بر طبق دیاگرام فازی (Cu-Zn) آزمایشی (در شکل ۳) نه در دمای بالای فاز β در برنج ۷۰/۳۰، بلکه در مقیاس خنک‌کنندگی محدود و به منظور محاسبه خواص ترمودینامیکی منطقه خمیری که توسط واکنش پریکتیکی تحت تأثیر قرار داده شده، شکل گرفته است.

آنچه باید دانست خواص فازهای جدا از هم L, FCC, bcc و کسر این فازها به عنوان تابعی از دما است. استفاده از مدل MDM، توابع ویژه برای محاسبه خواص ترمودینامیکی برای مثال: آنتالپی، چگالی و رسانایی گرمایی برای آلیاژهای (Cu-Zn) در منطقه فازی تنه‌های مایع، FCC (فاز α) و bcc (فاز β) و در منطقه تغییر فاز توسعه یافته‌اند. در مورد آخر، کسرهای فازی را به عنوان تابع دما باید شناخت.

این موارد به طریق مرسوم با استفاده از معادله توازن جرمی تعامل فاز Fcc/bcc و bcc/L و Fcc/L محاسبه شده‌اند و قانون دوم فیک انتشار حل شونده در جامد (FCC و bcc) در مقیاس عنصر حجمی قرار داده شده در یک طرف بازوی شاخه‌ها (دندانه‌ها). تصویر ارایه شده مدل MDM در شکل ۷ نشان داده شده است.

فاز جامد $\rightarrow$ فاز جامد + فاز مذاب



(۴) شرایط مرزی شار حرارتی در سمت گرافیتی هماهنگ با شرایط مرزی در سطح قالب مفتول بود.

(۵) مقطع قالب مفتول، با ابعاد ثابت در نظر گرفته شده است و متعاقباً مقادیر چگالی ثابت در محاسبات مورد استفاده قرار گرفته است.

(۶) انتقال گرمای هوای موجود در شکاف در خارج از قالب نادیده گرفته شده است.

(۷) گرادیان دما، در روزنه صفر گذاشته شد. به این معنی که گرمایی از طریق رسانایی (هدایت) در روزنه‌های موجود در مرزها در مدل انتقال پیدا نکرده است. بنابراین مدل بدون در نظر گرفتن گرادیان دما (که برای محاسبات مدل بی معنی خواهد بود) برون‌یابی شده است. در حل رابطه ۹ شرایط مرزی ذکر شده استفاده شده‌اند.

(۸) دمای دیواره قالب با استفاده از مدل قالب (mold model) به شار حرارتی تبدیل شده‌اند و سپس به عنوان شرایط مرزی در مدل مفتول برنجی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

$$-k \frac{\partial T}{\partial r} = q(x) \quad (11)$$

(۹) تقارن حول مرکز (خط مرکزی) به عنوان تقارن هندسی میله است.

$$-k \frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (12)$$

(۱۰) دمای دیواره گرافیتی در مایع مذاب که ثابت بود در دمای ریخته‌گری ضمیمه شده است (اضافه شد).

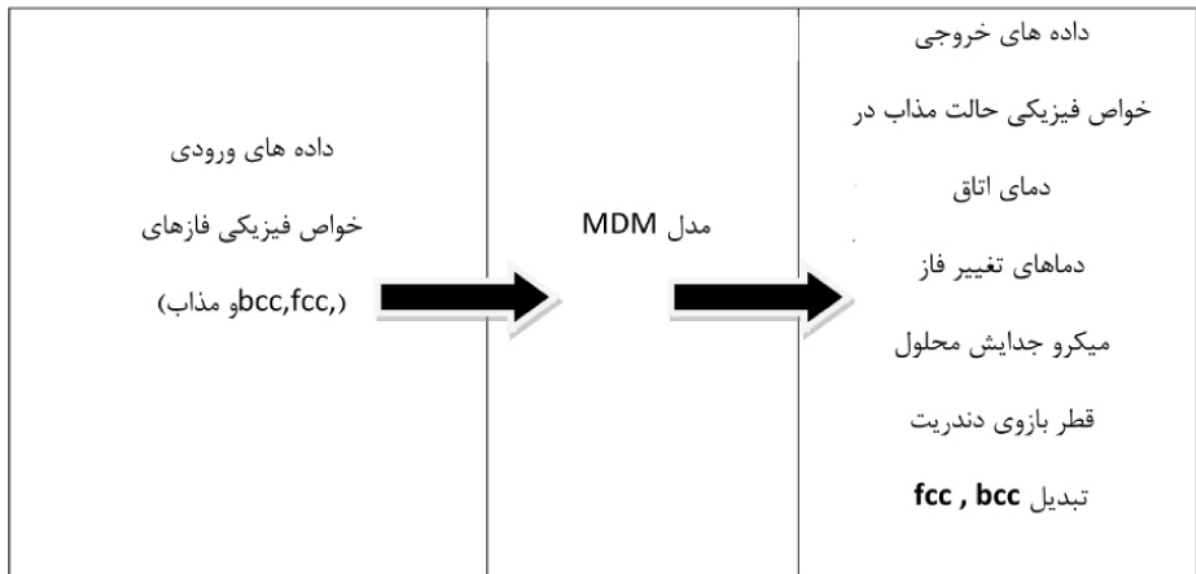
$$T_{wall} = T. \quad (13)$$

(۱۱) شار عبوری از سطح بر خلاف جام محافظ، صفر فرض شده است.

$$-k \frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (14)$$

(۱۲) دمای مایع مذاب ورودی برای دمای ریخته‌گری، ثابت شده بود.

$$T_{inlet} = T. \quad (15)$$



شکل ۷. شماتیک مدل MDM

منبع:

Metallurgical and Materials Transactions B, Volume
30B, February 1999. pp75-98

پی نوشت‌ها

- 1- Outokumpu upcast
- 2- Upcast
- 3- BCC (Body Centural Cubic)
- 4- FCC (Face Centural Cubic)

یک شرکت تولید کننده کابل‌های برقی (فشار ضعیف و متوسط) و
مخابراتی واقع در شهرستان ساوه جهت تکمیل کادر فنی خود نیاز
به افراد زیر با حقوق و مزایای مکفی دارد:

۱- مدیر تولید

۲- مدیر برنامه ریزی (حداقل ۵ سال سابقه کار)

تلفن تماس : ۷۳۸۰۰۱۲ - ۰۹۱۲

نقش گاز زدایی در تولید کابل قدرت با عایق XLPE

نویسندگان: ت. آندروز، آر. ان. همپتون (T. Andrews & R.N. Hampton)
مترجم: ارسلان مهدی قربانی - کارشناس ارشد مهندسی برق (مخابرات)

خلاصه

امروزه کابل‌های زمینی انتقال قدرت، به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عنوان وسایل قابل اطمینان با هزینه پایین شناخته شده هستند. با رشد فزاینده نصب کابل‌های فشار قوی و فوق فشار قوی، چالش‌های اساسی، پیش روی تولید آنها خواهد بود تا بتوان در این شرایط کابل با کیفیت مناسب تولید کرد. تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهند که از دیدگاه عملی می‌توان اثرات ناشی از تمامی محدودیت‌های پیش روی بهره‌وری و افزایش تولید را کاهش داد. از جمله اینکه در بالاترین سطوح ولتاژ به کمک فرآیند حذف ملکول‌های ثانویه^۱ ایجاد شده (روش گاززدایی)^۲ می‌توان چه از لحاظ حجم تولید و چه از لحاظ زمان تولید، شرایط را بهینه و بدون نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر، حجم کابل مورد نیاز را تولید کرد. با این حال نیاز است تا مشکلات و پتانسیل گاز زدایی به صورت کامل درک شود. هدف از این مقاله بررسی چالش‌های اساسی در فرآیند گاز زدایی است و به کمک شیمی و با استفاده از تکنیک‌های اندازه‌گیری و محاسباتی، راه‌حلی را که امروزه استفاده می‌شوند، تشریح و بررسی می‌کند.

قبل از شروع، بهتر است در مورد اصطلاحات مورد استفاده، شفاف‌سازی بیشتری صورت گیرد. فرآیندی که در آن ملکول‌های ثانویه ناشی از کراس‌لینک کردن حذف می‌شوند، عموماً گاز زدایی نامیده می‌شود. اگرچه در این فرآیند عمدتاً گاز متان از عایق دفع می‌شود، اما این تنها تأثیر فرآیند نیست و در آن همه ملکول‌های ثانویه (مانند استوفنون^۳ و کامیل‌الکل^۴ و ...) چه جامد و چه گاز، در فهرست ملکول‌های ثانویه قرار گرفته و همه آنها کاهش می‌یابند. بنابراین هرجا صحبت از گاز زدایی به میان می‌آید، فرآیندی است که هم ملکول‌های ثانویه جامد و هم گاز مد نظر است.

کراس‌لینک کردن XLPE

پلی‌اتیلن، یک پلیمر بلند زنجیره‌ای است که از پلیمریزاسیون گاز اتیلن به دست آمده است. در بین انواع پلی‌اتیلن، پلیمر گرمانرم

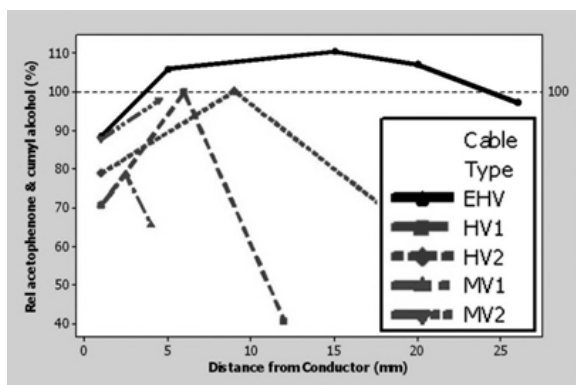
پلی‌اتیلن به عنوان عایق کابل بسیار شناخته شده است و از مهم‌ترین مزایای آن نسبت به عایق‌های کاغذی می‌توان هزینه کمتر، خواص الکتریکی بهتر، فرآیند پذیری، مقاومت آن در برابر مواد شیمیایی و رطوبت و انعطاف‌پذیری در دمای پایین را نام برد. اما دمای کار پلی‌اتیلن در حالت گرمانرم حداکثر ۷۰ درجه است، در نتیجه از لحاظ درجه حرارت در رتبه پایین‌تری نسبت به عایق‌های کاغذی قرار می‌گیرد. با کشف پلی‌اتیلن شبکه‌ای (XLPE) این مشکل و همچنین مشکلات هیدرولیکی کابل‌های پر شده از روغن برطرف شد. عایق XLPE می‌تواند تا دمای ۹۰ درجه را در شرایط کار عادی و تا دمای ۲۵۰ درجه در حالت اتصال کوتاه تحمل کند.

پلیمرهایی که در تولید XLPE در محدوده فشار متوسط تا فوق فشار قوی مورد استفاده قرار می‌گیرند، توسط راکتورهای لوله‌ای با فشار بالا تولید می‌شوند. در این فناوری مدت زمان زیادی مورد نیاز است تا تعادلی را بین مشخصات الکتریکی، فیزیکی، اکستروژن و همچنین خواص کراس‌لینک^۵ به صورت بهینه برقرار کند. کراس‌لینک کردن پلی‌اتیلن اولین بار به وسیله ماده DCP^۶، در سال ۱۹۵۵ در آزمایشگاه تحقیقاتی جنرال الکتریک واقع در نیسکایونا^۷ و توسط گیلبرت^۸ و پریکوپپو^۹ انجام گردید.

در حین عملیات پخت یا ولکانیزاسیون، این ملکول‌های با زنجیره‌های طولانی به یکدیگر متصل می‌شوند و ماده‌ای را تشکیل می‌دهند که از لحاظ مکانیکی بسیار قوی‌تر، از نظر الکتریکی مشابه و از لحاظ قابلیت دمایی بهتر از پلی‌اتیلن است. اصول مکانیسم ایجاد پیوندهای عرضی (کراس‌لینک) که به وسیله حرارت فعال می‌گردد، در شکل ۱ نشان داده شده است.

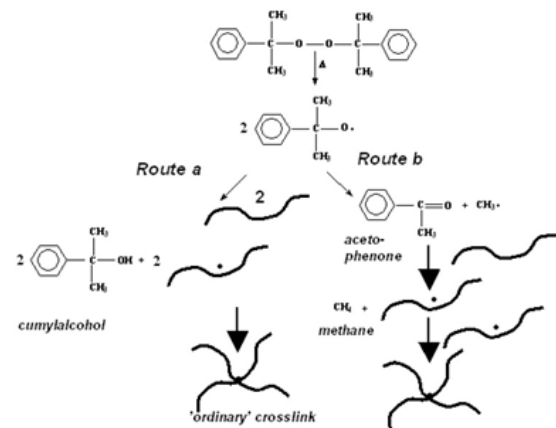
مشخصات ماده عایقی که به صورت عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به این روش می‌تواند کراس‌لینک شود، در جدول ۱ آورده شده است.

باقی می‌ماند. زمانی که کراس‌لینک کردن تکمیل شد، در حالت مطلوب، عایق دارای درصد ثابتی از ملکول‌های ثانویه است که در سرتاسر ضخامت آن به صورت یکنواخت پخش شده‌اند. توزیع ملکول‌های ثانویه پس از کراس‌لینک کردن در طول زمان تغییر خواهد کرد و می‌تواند از کابل خارج شود. این تخلیه از لایه‌های رویین آغاز و پس از آن لایه‌های داخلی را نیز در بر می‌گیرد. این تخلیه در بخش گرم لوله‌های ولکانیزه نیز انجام می‌شود، اما بخش عمده آن در خارج از لوله‌ها صورت می‌گیرد. تمام کابل‌هایی که توسط پراکسید های آلی کراس‌لینک شده‌اند، درصدی از ملکول ثانویه ایجاد شده را در ساختار خود حفظ می‌کنند. مقدار دقیق این توزیع به نوع کابل، فناوری تولید کابل و شرایط فرآیندها بستگی دارد. شکل ۲ توزیع ملکول‌های ثانویه را در عایق کابل با سطح ولتاژهای مختلف و مواد عایقی یکسان نشان می‌دهد.



شکل ۲. توزیع فضایی ملکول‌های ثانویه در کابل، در سطح ولتاژهای مختلف و مواد عایقی یکسان عملیات گاززدایی برای کابل‌ها انجام نشده است و اعداد بر اساس کابل قوی (۱۰۰) نرمالیزه شده‌اند

- شاخصه‌هایی را که می‌توان به وضوح از شکل ۲ دید عبارتند از:
 - قبل از شروع فرآیند گاز زدایی درصدی از ملکول‌های ثانویه ایجاد شده از طریق سطح داخلی یا خارجی به هادی و گاز یا مایع درون لوله‌های ولکانیزه تخلیه می‌شوند.
 - نرخ تخلیه ملکول ثانویه از طریق سطح داخلی و خارجی کابل یکسان نیست و بیشتر از طریق سطح خارجی کابل انجام می‌شود.
 - سطح ملکول‌های ثانویه ذاتاً متفاوت است و حتی زمانی که از مواد عایقی مشابه استفاده می‌شود، غلظت نقطه میانی برای ولتاژهای مختلف، متفاوت است. دلیل این تفاوت را می‌توان ناشی از دو



شکل ۱. شروع کراس‌لینک پروکسید در پلی‌اتیلن

جدول ۱. مشخصات مواد

نوع پلیمر	Hot set (%)	نیرو (Nm)
پلی اتیلن سبک مناسب برای مصارف فشار متوسط تا فوق فشار قوی	۵۰-۶۰	۰/۶۲-۰/۶۷

شکل ۱ نکات مهمی را در مورد کراس‌لینک شدن پراکسید نشان می‌دهد. اول از همه می‌توان دید که یک پیوند اکسیژن-اکسیژن تنها می‌تواند منجر به یک پیوند کراس‌لینک شیمیایی در ساختار شبکه شود. دوم اینکه هر ملکول تجزیه شده پراکسید، خواه کراس‌لینک ایجاد کند یا نه، دو ملکول ثانویه ایجاد می‌کند که اگر تحت فشار خارجی زیاد (عموماً با استفاده از نیتروژن گرم) قرار نگیرد، ملکول ثانویه ایجاد شده در عایق مذاب به شکل حباب باقی خواهد ماند و منجر به تخلیه جزئی و شکست الکتریکی خواهد شد. جدول ۲ خصوصیات نمونه‌ای ملکول‌های ثانویه را نشان می‌دهد. نسبت دقیق ملکول‌های ثانویه به نسبت راه‌های a و b در شکل ۱ جهت ایجاد پیوندهای کراس‌لینک بستگی دارد. بنابراین پروفایل دما/ زمان دقیق بر اساس تجربیات در این فرآیند از اهمیتی حیاتی برخوردار است.

گاز زدایی در عایق XLPE

فشار خارجی اعمالی در حین تولید عایق کابل تضمین می‌کند که ملکول‌های ثانویه در لوله‌های خطوط ولکانیزه ایجاد حفره نمی‌کنند. این فشار تا زمانی که عایق به اندازه کافی خنک شود،

فشار مضاعفی را به سیستم تحمیل کند و احتمال وقوع تخلیه جزئی را افزایش دهد و در بدترین شرایط باعث ایجاد شکست الکتریکی گردد. در تجهیزات مدرن عموماً از کامپوندهای لاستیکی استفاده می‌شود تا فشار مکانیکی اعمالی را تحمل کرده و مانع تخلیه جزئی شوند. شکل ۳ رابطه بین مقدار متان باقیمانده بر روی کابل و فشار اعمالی را در دماهای ۲۳ و ۹۰ درجه نمایش می‌دهد. تجربه نشان داده که فشار گاز ۱ bar، در آزمون‌ها و بهره‌برداری نتایج بسیار قابل قبولی را می‌دهد. پس در این شرایط باید کابل در معرض حرارت قرار بگیرد تا مقدار متان موجود در آن به کمتر از ۵۰-۳۰ ppm کاهش یابد.

کابل‌هایی وجود دارند که در آنها به دلیل نوع طراحی که صورت گرفته نسبت به غلاف سربی، نوارهای آلومینیومی کروگیت و یا نوارهای آلومینیومی آب بندی، به لایه‌های فلزی بسیار نازکی نیاز است. در این شرایط ممکن است فشار گاز، قدرت کافی داشته باشد تا بتواند به لایه فلزی و یا روکش آسیب وارد کند. این آسیب می‌تواند متوجه لایه فلزی یا فقط همپوشانی آن گردد. در هر صورت گاز زدایی می‌تواند این اطمینان را ایجاد کند که در حین استفاده، هیچ آسیبی متوجه کابل نخواهد شد. علاوه بر گاز زدایی، استفاده از روکش HDPE با سختی Shore D < ۵۹ نیز در افزایش سطح تحمل فشار بسیار مؤثر است.

مسئله اعلام کرد. اول اینکه برای کابل‌های با ولتاژ متفاوت، تخلیه ملکول ثانویه در لوله‌های ولکانیزه متفاوت است (در کابل فشار متوسط حدود ۴۵٪ و برای کابل فشار قوی حدود ۶۰٪ است). مسئله دوم نیز پروفایل زمان/دمای تجربی است که منجر به نسبت‌های متفاوتی از مسیر a و b در شکل ۱ می‌شود. ملکول‌های ثانویه تا حدی بر عملکرد کابل و تجهیزات جانبی مورد استفاده تأثیر دارند. این تأثیرات را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- ملاحظات مکانیکی
- ملاحظات عایقی
- آزمون‌های الکتریکی و ملاحظات کاربردی

ملاحظات مکانیکی

در عملیات گاززدایی معمولاً متان مهم‌تر است و این مسئله به دلیل خاصیت اشتعال‌پذیری در حین عملیات نصب و راه‌اندازی و بحث بهداشت و ایمنی آن است. گاز ایجاد شده می‌تواند در طول کابل حرکت کند. وقتی کابل مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، اگر توسط لایه‌های فلزی احاطه شده باشد (مانند کابل‌های HV و EHV و بخصوص کابل MV) گاز می‌تواند در طول کابل به سمت تجهیزات (مانند اتصالات و ترمینال‌ها) حرکت کرده و

جدول ۲. خواص و غلظت ملکول‌های ثانویه مختلف در عایق XLPE (اطلاعات LDPE نیز جهت مقایسه اضافه شده است)

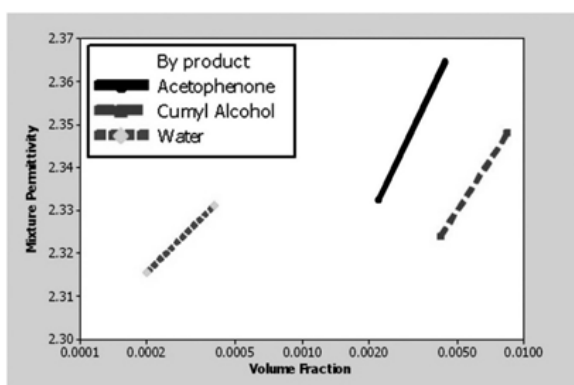
عایق XLPE کابل		مشخصات				اجزاء سازنده
نسبت کل ملکول‌های ثانویه (٪ وزنی)	نسبت کل ملکول‌های ثانویه (٪ حجمی)	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)	ثابت دی الکتریک	هدایت الکتریکی ($\Omega^{-1}cm^{-1}$)	
۰/۰۸	۰/۰۸۴	-۱۶۲	-	-	-	متان
۰/۶	۰/۴۴	۲۰۲	۱۹-۲۰	۱۷	5×10^{-9}	استوفنون
۱/۲	۰/۸۴	۲۱۵-۲۲۰	۲۸-۳۲	۸	1×10^{-10}	کامیل‌الکل
۰/۰۸	-	۱۰۰	۰	۸۰	-	آب
۹۸/۱	۹۸/۶	-	۸۰-۱۰۵	۲/۳	$< 1 \times 10^{-10}$	LDPE

شود. هنگامی که تخریب اتفاق می‌افتد (مقدار آب موجود افزایش می‌یابد)، مشخصات ملکول ثانویه بیشتر شبیه یک رسانا خواهد شد و تلفات آن نیز به صورت غیرعادی افزایش خواهد یافت. علاوه بر این، موقعیت و تمرکز ملکول‌های ثانویه در پلیمر نیز تأثیر چشمگیری در تخریب خواهد داشت. در مواردی مشاهده شده که برای سطح ثابتی از ملکول‌های ثانویه، به دلیل تمرکز آنها در یک منطقه، تلفات دی‌الکتریک ($\tan \delta$) تا سه برابر افزایش داشته است. تمرکز این ملکول‌ها در سطح عایق نیز باعث افزایش بیشتر تلفات می‌شود.

نگاه اولیه به جدول ۲ نشان می‌دهد که وجود آب می‌تواند تأثیر بسیار زیادی در خصوصیات عایقی ایجاد کند که این امر به دلیل ثابت دی‌الکتریک بالای آن است، هرچند که اجازه نمی‌دهد ملکول‌های ثانویه مختلف در یک منطقه متمرکز شوند. جهت درک بهتر اثر ترکیبی ملکول‌های ثانویه می‌توان ثابت دی‌الکتریک هر جزء اضافه شده را با استفاده از روش‌های نیمه تجربی و تئوری رفتار محاسبه کرد. اما با همه این تفصیلات رابطه ساده شماره ۱ جهت درک این قضیه کافیهست.

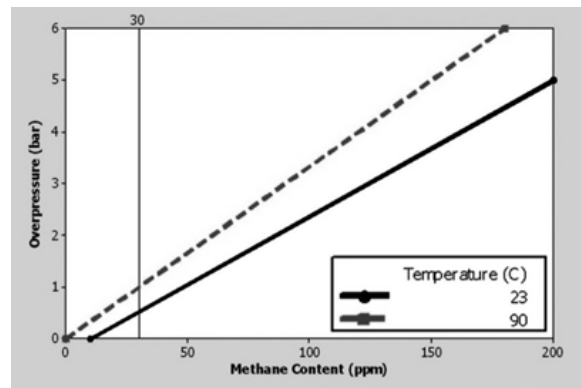
$$\epsilon_{\text{composite}} = (1 - \phi) \times \epsilon_{\text{matrix}} + \phi \times \epsilon_{\text{byproduct}} \quad (1)$$

محاسبات انجام شده (شکل ۴) نشان می‌دهد که استوفنون بیشترین تأثیر را خواهد داشت و این تأثیر به دلیل ثابت دی‌الکتریک و غلظت حجمی آن است.



شکل ۴. تأثیر ملکول‌های ثانویه در محاسبه ثابت دی‌الکتریک

در شکل ۴، حد بالای درصد حجمی بر اساس جدول ۲ و حد



شکل ۳. اثر مقدار گاز باقیمانده بر فشار اعمالی به وسایل جانبی

ملاحظات عایقی

ملکول‌های ثانویه مانند کامیل الکل، آب و استوفنون ساختار قطبی دارند و در نتیجه می‌توانند خصوصیات عایقی و هدایتی ماده را تغییر دهند. میزان این تغییر به غلظت (درصد حجمی)، خصوصیات عایقی ماده و نحوه ترکیب شدن آن با ماده اصلی بستگی دارد. این تأثیر بیشتر در مورد مواد عایقی مطرح می‌شود، اما آنها بر روی مواد نیمه هادی نیز مؤثر هستند و باعث افزایش مقاومت الکتریکی می‌شوند. مواد نیمه هادی نیز قابل کراس‌لینک شدن هستند و ملکول‌های ثانویه دیگری را ایجاد می‌کنند. از آنجا که نیمه هادی بیرونی در سطح رویین عایق در معرض دمای بیشتری قرار دارد، در نتیجه در فرآیند تولید در CV، ملکول‌های ثانویه آن بسیار سریع‌تر دفع می‌شوند.

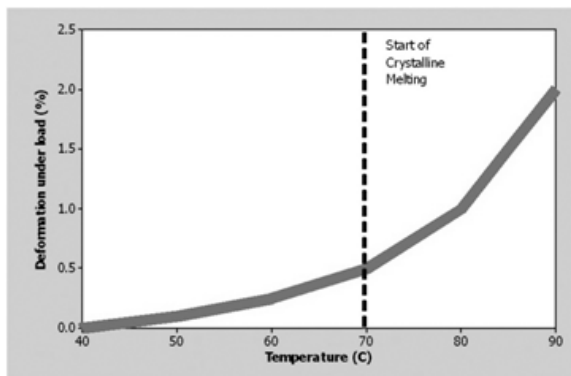
جدول ۳. تأثیر افزایش درصد ملکول‌های ثانویه در مشخصات

مقاومت DC نیمه هادی ($\Omega.m$)	$\tan \delta (\times 10^{-4})$	
۰/۱	۳/۵	پلیمر اصلی
	۱۴۱	با ۲/۳٪ وزنی استوفنون (حدود ۴ برابر مقدار اصلی)
۱۰	۲۹۹	با ۲/۳٪ وزنی کامیل الکل (حدود ۲ برابر مقدار اصلی)

جدول ۳، تأثیرات قابل ملاحظه مشخصات عایقی را پس از تزریق ملکول‌های ثانویه به شبکه کراس‌لینک شده نمایش می‌دهد، هر چند که این غلظت از نمونه‌های واقعی بسیار بیشتر است، اما در مسائل عملی اشباع در دماهای بالا می‌تواند باعث تخریب شیمیایی

است و همچنین گاز اتان جلوگیری کند. برای رساندن سریع‌تر دما به درجه حرارت مورد نیاز می‌توان هادی را گرم کرد. با این حال تجربه نشان می‌دهد که گرم کردن هادی به عنوان یک روش برای گاززدایی تقریباً هیچ تأثیری ندارد.

درجه حرارت مورد نیاز برای گاز زدایی بین ۵۰ تا ۸۰ درجه است و محدوده بین ۶۰ تا ۷۰ درجه برای این منظور مناسب‌تر است. محدوده دمایی ۷۰ تا ۸۰ درجه بیشتر برای کابل‌های MV کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هنگام گاز زدایی بخصوص در دماهای بالاتر باید توجه زیادی شود که در این حین به عایق کابل آسیبی وارد نشود. گسترش حرارت و نرم شدن عایق (شکل ۷) باعث تغییر شکل آن نیز می‌شود و در نتیجه باعث تخت شدن یا تخریب نیمه هادی می‌گردد. این تغییر شکل در حین انجام آزمون‌های الکتریکی معمول نیز می‌تواند منجر به تخریب عایق گردد. همچنین زمان و دمای گاززدایی نامناسب نیز می‌تواند منجر به تخریب عایق گردد، زیرا مشکلات ناشی از گاز زدایی ناقص در حین آزمون‌های معمول قابل تشخیص نیست. بنابراین بسیار مهم است که با افزایش وزن کابل، بویژه کابل‌های فشار قوی و فوق فشار قوی، دمای گاز زدایی کاهش یابد.



شکل ۷. تأثیر دما بر انبساط و نرم شدن عایق XLPE در کابل
EHV تا MV

اندازه‌گیری ملکول‌های ثانویه در عایق XLPE

یکی از مسائل مهم در درک گاززدایی، اندازه‌گیری‌های حالت‌های اولیه کابل و چگونگی رفتار آنها در طول زمان است. به راحتی می‌توان پیشرفت گاززدایی در کابل تکمیل شده را به وسیله روش‌هایی دنبال کرد که این روش‌ها عبارتند از: تغییرات وزن، تبدیل فوریه طیف مادون قرمز (FTIR^{۱۲})، کروماتوگرافی مایع

گفت، در صورتی که حفره‌ای وجود داشته باشد ملکول‌های ثانویه گازی به وسیله افزایش فشار در این حفره باعث افزایش استرس و شروع سریع‌تر درخت الکتریکی می‌شوند. اما ملکول‌های ثانویه مومی شکل تمایل دارند به سمت سطح هر حفره حرکت کنند و در سطح داخلی آن ته نشین شوند که اثر آن به دو شکل است: یکی کاهش اندازه حفره و دیگری تأثیر بر روی هدایت و انتشار از طریق سطح دیواره. در هر صورت باعث افزایش تحمل شکست الکتریکی حفره می‌شوند.

وقتی در عمل عایق XLPE در کابل در دمایی بین ۵۰ تا ۹۰ درجه مورد استفاده قرار می‌گیرد، متأسفانه منجر به دفع این ملکول‌های ثانویه در تجهیزات می‌شود. بنابراین هرگونه تأثیر مثبت ناشی از پر شدن حفره‌ها از بین خواهد رفت (با توجه به اثرات بلند مدت در شکل ۵ و ۶). واضح است که حضور حفره و یا عیوب داخل عایق که حتی با تخلیه جزئی و یا تست ولتاژ قابل تشخیص نیستند، بسیار نگران کننده است. در نتیجه کاهش همه ملکول‌های ثانویه (گاز یا مومی شکل) تا یک حد پایین و ثابت یک مزیت محسوب می‌شود و باعث افزایش قابلیت اطمینان و بهبود شرایط آزمون‌های معمول می‌گردد.

فرآیند گاززدایی

برای اینکه اطمینان حاصل شود که کابل خصوصیات عایقی مناسبی دارد و حفره‌ها خالی از گاز هستند، تولیدکنندگان کابل باید اطمینان یابند که گاززدایی در طول فرآیند تولید به خوبی انجام شده و همه کابل‌های تکمیل شده خصوصیات عایقی مناسبی دارند. بالا بودن ضخامت کابل‌های خطوط انتقال و همچنین نقطه جوش بالای ملکول‌های ثانویه نشان می‌دهد که فرآیند گاز زدایی باید در دمای بالا انجام شود. این روش باید قبل از روکش و یا هرگونه غلاف فلزی انجام گردد، زیرا حضور آن باعث می‌شود تا سرعت گاززدایی به شدت کاهش یابد. شایان ذکر است که فرآیند تولید در کابل‌های MV به اندازه کافی دراز مدت هست تا فرآیند گاز زدایی بتواند در حین فرایندهای تولید انجام شود. این نکته جالب توجه است که گاززدایی از چنان اهمیتی برخوردار است که ICEA اعلام می‌کند که باید بین زمان تکمیل کابل و انجام آزمون حداقل ۵ روز فاصله زمانی وجود داشته باشد.

گاززدایی کابل‌های سنگین عموماً در محفظه‌های گرم انجام می‌شود و به فضا و انرژی قابل توجهی نیاز دارد. این محفظه باید دارای تهویه مناسب باشد تا از تجمع گاز متان که قابل اشتعال

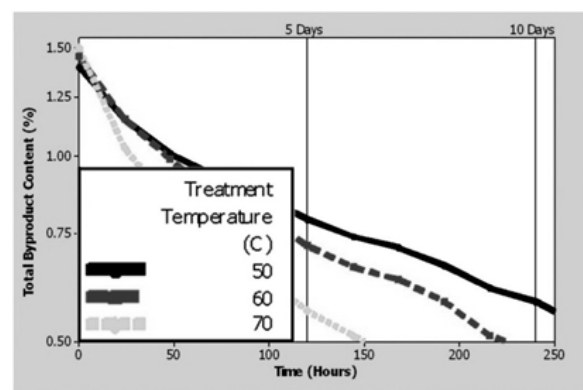
- کاهش وزن کابل تکمیل شده ساده‌ترین و کاربردی‌ترین راه تعیین میزان ملکول‌های ثانویه در عایق XLPE است که در بسیاری از شرایط می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.
 - بهترین روش برای تعیین میزان هر یک از ملکول‌های ثانویه جامد روش HPLC است.
- پرفشار (HPLC^۴) و یا کروماتوگرافی طیف سنجی جرمی گاز (GCMS^۵).
با استفاده از جدول ۴ می‌توان اطلاعات خوبی در زمینه این روش‌های مختلف آزمون به دست آورد. بر اساس تجربیات به دست آمده از بررسی‌های انجام شده بر روی انواع کابل می‌توان گفت:

جدول ۴. روش‌های تست جهت تعیین غلظت ملکول‌های ثانویه

روش	مزایا	معایب
کاهش وزن (دستگاه تحلیلگر ثقل سنجی حرارتی) CENELEC HD 632	سرعت انجام تست قادر به ارائه اطلاعات برای بخش‌های مختلف عایق	نیاز به تجهیزات خاص - تحلیلگر ثقل سنجی حرارتی ^{۱۶} انجام تست بر روی نمونه کوچک عایق (۱۰۰ میلی گرم) استفاده از دماهای غیر عملی عدم تفکیک ملکول‌های ثانویه مختلف دفع ملکول‌های ثانویه در حین آماده سازی
کاهش وزن با استفاده از وزن کابل	ساده بودن تست تست بر روی کل طول کابل استفاده از دماهای عملی گاز زدایی	عدم امکان تفکیک ملکول‌های ثانویه مختلف نیاز به زمان قابل توجه جهت رسیدن به وضعیت پایدار دفع ملکول‌های ثانویه در حین آماده سازی
استخراج با فشار بالا کروماتوگرافی مایع (HPLC)	امکان تحلیل هر یک از ملکول‌های ثانویه به صورت تفکیکی مناسب جهت ملکول‌های ثانویه غیر گاز سرعت انجام تست قادر به ارائه اطلاعات برای بخش‌های مختلف عایق	نیاز به تجهیزات خاص - HPLC انجام تست بر روی نمونه کوچک عایق (۱ گرم) نیاز به مهارت زیاد کالیبراسیون تأثیر تغییرات در راندمان دفع ملکول‌های ثانویه در حین آماده سازی عدم امکان اندازه گیری برای گازها در یک زمان
تبخیر کروماتوگرافی طیف سنجی جرمی گاز (GCMS)	امکان تحلیل هر یک از ملکول‌های ثانویه به صورت تفکیکی مناسب جهت ملکول‌های ثانویه غیر گاز سرعت انجام تست قادر به ارائه اطلاعات برای بخش‌های مختلف عایق	نیاز به تجهیزات خاص - GCMS انجام تست بر روی نمونه کوچک عایق (۱ گرم) دشواری انجام کالیبراسیون همزمان برای تمام اجزاء استفاده از دماهای غیر عملی مؤثر از نوسانات دفع ملکول‌های ثانویه در حین آماده سازی
تخمین حجم گاز بعد از تبخیر	ساده بودن تست تست بر روی کل طول کابل وابستگی مستقیم در صورت استفاده از دماهای عملی	دشواری در بررسی تلفات گاز و تأثیر در غلظت اغلب استفاده از دماهای غیر عملی تجزیه و تغییر نمونه در حین اندازه گیری دفع ملکول‌های ثانویه در حین آماده سازی
تبدیل فوری طیف مادون قرمز (FTIR)	امکان بررسی بسیاری از ملکول‌های ثانویه به صورت همزمان حداقل انتشار امکان و سادگی اسکن مقطع عرضی	تأثیر پذیری شدید از غلظت در سطح دشواری در کالیبراسیون های کیفی

محاسبات گاز زدایی

اندازه‌گیری مستقیم گاززدایی بسیار مهم و ضروری است و همان‌طور که قبلاً بحث شد (شکل ۲)، مواردی مانند مواد مورد استفاده در کابل، نوع طراحی کابل، خط تولید، شرایط فرآیندها و دماها در گاز زدایی بسیار مؤثرند (شکل ۸). با این حال این روش اندازه‌گیری را نمی‌توان برای همه انواع کابل‌های طراحی شده مورد استفاده قرار داد و به همین دلیل استفاده از روشهای محاسباتی برای درک هر چه بهتر گاززدایی مفید خواهد بود.



شکل ۸. تأثیر دما بر تغییرات وزن با زمان در یک کابل فشار متوسط با ضخامت ۵/۵ میلی‌متر

پس‌دهی ملکول ثانویه در XLPE را می‌توان با استفاده از قانون فریک^{۱۷} به زبان ریاضی به صورت زیر بیان کرد که در آن، غلظت (C) بر حسب زمان (t) و مکان (x) بیان می‌شود.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \rho \times D \times \nabla^2 C \quad (1)$$

$$D = D_0 \times \exp\left(\frac{-E_D}{R \times T}\right) \quad (2)$$

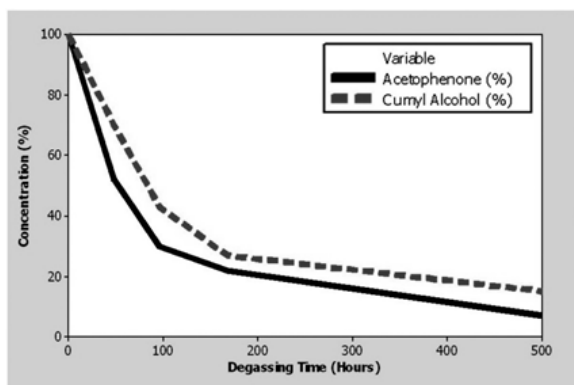
در روابط ۱ و ۲، D ثابت نفوذ در دمای T ، E_D انرژی اکتیواسیون به صورت تابعی از دما، ρ چگالی ماده و R ثابت عمومی گازها و ضریب D_0 ثابت نفوذ اولیه است. افزایش دما (T) باعث افزایش سرعت نفوذ می‌شود و بنابراین کاهش زمان گاززدایی را در پی دارد. هریک از ملکول‌های ثانویه (گاز، مایع و یا مومی شکل) انرژی اکتیواسیون و ثابت نفوذ اولیه متفاوتی دارند و در نتیجه نرخ نفوذ آنها متفاوت است.

معادلات دیفرانسیل در حالت نرمال و شکل هندسی ساده (مانند

صفحه تخت بی‌نهایت) به روش تحلیلی حل می‌شوند، اما برای حل معادلات پیچیده‌تر، از روش‌های عددی با شرایط مرزی استفاده می‌گردد. یکی از رایج‌ترین روش‌های حل معادلات دیفرانسیل، روش مدل سازی عناصر محدود^{۱۸} (FEM) است که با این پایدار و یا کمی پیچیده‌تر برای حالت گذرا استفاده می‌شود. در این مقاله برای بررسی گاز زدایی حالت گذرا در کابل از FEM استاندارد با مدل تک بعدی و تقارن محوری استفاده شد و برای حالات مختلف (سطح ولتاژها و مقاطع متفاوت) و گرادینان دمایی ثابت و ساختار چند لایه این معادلات حل شد.

یکی از مهم‌ترین مسائل در محاسبه توزیع ملکول‌های ثانویه استفاده از شرایط مرزی درست در مدل FEM است که در حالت کلی می‌توان از سه مدل استفاده کرد

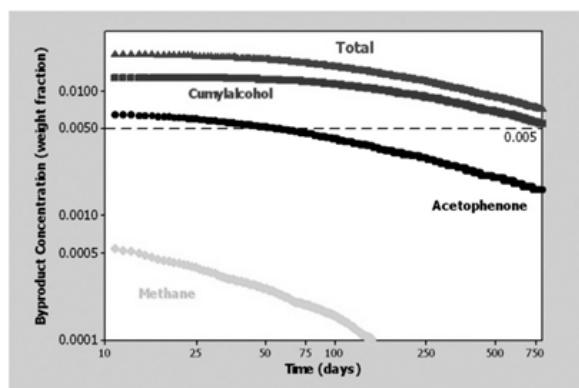
- گاز زدایی به صورت آزادانه در سطح داخلی و خارجی انجام می‌شود.
- گاز زدایی در سطح خارجی به صورت آزادانه انجام می‌شود، ولی در سطح داخلی به دلیل حضور هادی یا هر لایه دیگر به صورت کامل مسدود شده است.
- گاز زدایی در سطح خارجی به صورت آزادانه انجام می‌شود، ولی در سطح داخلی به سختی انجام می‌گردد.



شکل ۹. تأثیر زمان گاز زدایی بر روی مقدار استوفنون و کامیل الکل در اندازه‌گیری توسط HPLC

نتایج آزمایش‌ها در شکل ۲ نشان می‌دهد که در کابل ملکول‌های ثانویه بیشتر از سطح خارجی کابل خارج می‌شوند، بنابراین در بین مدل‌های ذکر شده در بالا، مدل سوم برای این کار مناسب‌تر است، اما از آنجا که تعیین شرایط مرزی در سطح داخلی بر اساس نوع

مشخص به این سطح مطلوب برسیم. این سطح مورد نیاز می‌تواند به نوع کابل و سطح ولتاژ بستگی داشته باشد. بر اساس این مطالعات می‌توان نقطه پایان مفید را کاهش ۵۰ درصدی از ملکول‌های ثانویه در نظر گرفت و در نتیجه ۵۰ درصد دیگر در عایق باقی خواهد ماند. جدول ۵ نشان می‌دهد که چگونه می‌توان از FEM برای محاسبه زمان گاز زدایی استفاده کرد. این شبیه‌سازی‌ها مهندسين را قادر می‌سازد تا بتوانند اثرات دما، غلظت ملکول‌های ثانویه و نوع کابل را در گاز زدایی مطالعه کنند. برای مواد مورد استفاده در کابل‌های برق سطوح ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد ملکول‌های ثانویه در ابتدای امر به عنوان مدلی مناسب انتخاب شده است.



شکل ۱۰. کراس لینک شدن ملکول‌های ثانویه به صورت تابعی از زمان در فاصله ۸۰٪ ضخامت هادی بر اساس محاسبات (کابل فشار متوسط ۲ کیلوولت با ضخامت ۵/۵ میلی‌متر)

شبیه‌سازی‌ها در دمای ۲۰ درجه انجام شد و همچنین فرض شد که از طریق هادی، هیچ تلفاتی برای ملکول‌های ثانویه وجود ندارد

هادی یا نوار مورد استفاده بسیار دشوار است، به همین دلیل برای ساده‌تر شدن انجام محاسبات، از مدل دوم استفاده شد. این انتخاب باعث می‌شود تا نتایج به دست آمده کمی محافظه کارانه باشد.

به این نکته نیز باید توجه شود که نفوذ ملکول‌های ثانویه در نیمه هادی سریع‌تر از عایق اتفاق می‌افتد. در نتیجه این لایه نازک در محاسبات نقش یک ماده جداکننده را داشته و نسبت به حالتی که مشخصات عایق برای تمام ضخامت عایق و نیمه هادی در نظر گرفته شود، مقدار کمی کاهش خواهد داشت.

شکل ۱۰ به عنوان نمونه‌ای از محاسبات FEM که در دمای محیط انجام شده است، نفوذ اجزای مختلف را در فاصله ۸۰٪ از ضخامت عایق (فاصله از هادی) بر حسب تابعی از زمان نشان می‌دهد. شکل ۱۱ نیز یک کابل چند لایه (نیمه هادی داخلی، عایق، نیمه هادی خارجی) را برای دو پروتکل دما/زمان متفاوت نشان می‌دهد. نتایج شبیه‌سازی انجام شده در شکل ۱۰ چند شاخصه مهم را بیان می‌کنند.

- حتی برای کابل‌های با سایز کوچک، زمان مورد نیاز نسبتاً طولانی است.

- سرعت نفوذ ملکول‌های ثانویه مختلف، متفاوت است.

در این محاسبات جریان گردش هوا در اطراف کابل نیز در طول دوره گاز زدایی، ثابت در نظر گرفته شده است و در نتیجه ملکول‌های ثانویه از سطح عایق خارج می‌شوند. به عنوان مثال زمانی که کابل به صورت چند لایه‌ای بر روی قرقره قرار می‌گیرد، مانع گردش هوا می‌گردد و در نتیجه زمان گاز زدایی افزایش می‌یابد.

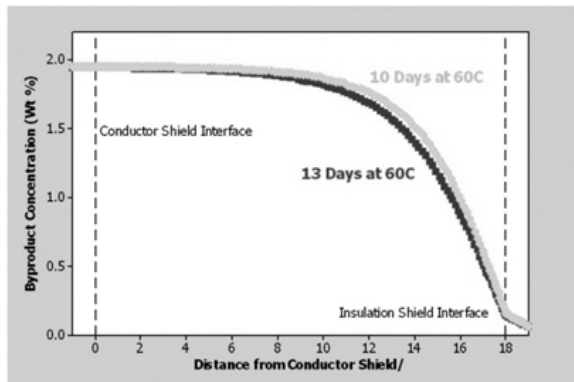
بسیاری از تأثیراتی که در فرآیند گاز زدایی کاهش می‌یابند، به مقدار واقعی ملکول‌های ثانویه در عایق بستگی دارند (شکل ۱۲ و جدول ۵). بنابراین در اغلب نمونه‌های عملی مایلیم تا در زمان

جدول ۵. شبیه‌سازی زمان مورد نیاز جهت دستیابی به غلظت استوفنون ۵۰٪ سطح مرجع اولیه در مرکز عایق برای دو کابل MV و HV

با دماهای مشخص و غلظت مشخص

زمان گاز زدایی مورد نیاز (Day/mm)		زمان گاز زدایی مورد نیاز (Day)			غلظت (%)	دما (°C)
MV	HV	نمونه C 1×240, MV 5.5 mm	نمونه B 1×1000, HV 18 mm	نمونه A 1×400, HV 18 mm		
۱۲	۳۱	۶۵	۵۷۰	۵۴۰	۱۰۰	۲۰
۶	۱۶	۳۳	۲۸۸	۲۷۹	۷۵	۲۰
۱/۰	۲/۵	۵	۴۷	۴۳	۱۰۰	۶۰
۰/۵	۱/۳	۳	۲۳	۲۳	۷۵	۶۰

مطالعه بر روی یک کابل فشار متوسط با استفاده از روش تلفات وزن انجام شد.



شکل ۱۱. توزیع مکانی ملکول‌های ثانویه در عایق XLPE کابل فشار قوی (۱۸ میلی‌متر ضخامت عایق و ۱ میلی‌متر ضخامت نیمه هادی) با استفاده از محاسبات FEM

از آنجا که در این بررسی مقدار نهایی ملکول‌های ثانویه مورد توجه بود و نه نرخ تغییرات، به همین دلیل هادی کابل جدا گردید تا گاززدایی در هر دو سطح داخلی و خارجی انجام شود. شکل ۱۲ نشان می‌دهد که عایق کابل تحت این شرایط در دمای ۷۰ درجه، چگونه ملکول‌های ثانویه خود را در طول زمان از دست می‌دهد. اعداد نیز درصد کم شدن وزن عایق را نشان می‌دهند. این مطالعه برای بررسی بر روی کابل‌هایی است که تولید شده و برای مدت زمانی طولانی با روکش و یا بدون آن انبارش شده‌اند. این بررسی‌ها بر روی کابل MV نشان می‌دهد که درصدی از ملکول‌های ثانویه در طول زمان در شرایط محیطی از بین خواهند رفت، هر چند که حتی پس از چند سال انبارش در شرایط محیطی درصدی از آن باقی خواهد ماند. شکل ۱۳ نیز نشان می‌دهد که چگونه در شرایط محیطی، سطح ملکول‌های ثانویه در طول زمان تغییر می‌کند. مهم‌ترین نتایج به دست آمده از این تحلیل عبارتند از:

- حضور روکش تأثیر بسیار زیادی بر روی کم کردن سرعت دفع ملکول‌های ثانویه دارد. کابلی که جهت این آزمون مورد مطالعه قرار گرفت فقط شامل روکش نهایی بود، حال اگر لایه فلزی یا غلاف دیگری به آن اضافه شود، باز این سرعت کاهش خواهد یافت. این نتیجه اهمیت انجام گاز زدایی قبل از استفاده از هر گونه روکش یا غلاف فلزی را نشان می‌دهد. در نتیجه بین زمان اتمام تولید کابل و آزمایش‌های معمول، یک زمان استراحت مورد

با استفاده از جدول ۵ می‌توان به نکات ارزشمند زیر رسید:
دما تأثیر قابل توجهی در گاززدایی دارد. با افزایش دمای گاززدایی به اندازه ۴۰ درجه مدت زمان مورد نیاز جهت رسیدن به حد مورد نیاز غلظت به شدت کاهش می‌یابد.

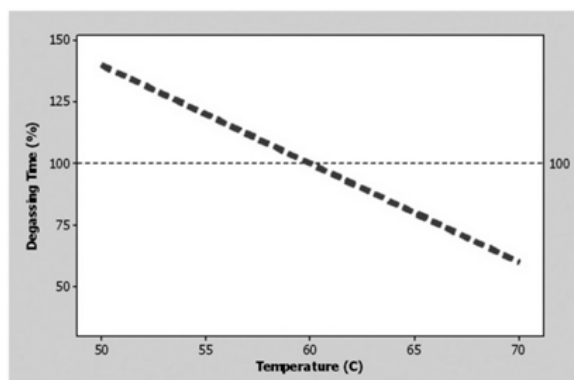
- سطح نهایی از ملکول‌های ثانویه (به عنوان نقطه پایان) نقش بسیار چشمگیری در زمان مورد نیاز گاززدایی دارد و اگر نقطه پایان را ۷۵٪ از غلظت ابتدای فرآیند در نظر بگیریم، زمان مورد نیاز کوتاه‌تر خواهد شد
- سایز هادی در زمان گاززدایی تأثیر دارد، اما بجز در کابل‌های فوق فشار قوی می‌توان این تأثیر را نادیده گرفت.
- مقدار اولیه جهت ملکول‌های ثانویه ایجاد شده در لوله‌های CV تأثیر بسیار شدیدی در زمان مورد نیاز گاز زدایی دارد. به عنوان مثال کاهش ۲۵٪ در این مقدار اولیه زمان مورد نیاز جهت گاززدایی را ۵۰٪ کاهش می‌دهد. مقدار اولیه ملکول‌های ثانویه به مواردی مانند جنس عایق، خط تولید و شرایط انجام فرآیندها (دما و سرعت خط تولید) بستگی دارد.
- نمی‌توان زمان گاززدایی در کابل HV را شاخص قرار داده و سپس از آن برای کابل‌های فشار متوسط و فوق فشار قوی استفاده کرد. این مسئله را می‌توان با توجه به محاسبات انجام شده در کابل HV برای دمای ۶۰ درجه (جدول ۵) با غلظت اولیه ۱۰۰ درصد مشاهده کرد. طبق جدول ۵، دیده می‌شود که مدت زمان مورد نیاز کابل فشار قوی، ۲/۴ الی ۲/۶ روز به ازای هر میلی‌متر ضخامت عایق است، حال اگر این عدد برای کابل MV استفاده شود، ۱۴ روز (۲/۵×۵/۵) زمان مورد نیاز است، در صورتی که طبق محاسبات FEM مدت زمان ۵ روز کافی است. این اختلاف به این دلیل است که افزایش ضخامت عایق باعث می‌گردد تا زمان مورد نیاز بر واحد ضخامت (day/mm) برای گاز زدایی افزایش می‌یابد. شکل ۱۱ تغییرات مکانی ملکول‌های ثانویه را بر حسب زمان نشان داده و این مسئله را تأیید می‌کند. در این شبیه سازی فرض شده است که از طریق هادی هیچگونه دفع ملکول‌های ثانویه وجود ندارد.

تأثیر شرایط محیطی

قبلاً اشاره شده بود که کراس‌لینک کردن ملکول‌های ثانویه باعث می‌شود تا شرایط نفوذ بر حسب زمان در حالت گذرا بهبود یابد. حال جالب است که تأثیر نگهداری و انبارش در شرایط محیطی را بر روی ملکول‌های ثانویه باقیمانده در عایق بررسی کنیم. این

دما و زمان گاز زدایی

همان گونه که قبلاً گفته شد، گاز زدایی فرآیند مهمی است که باعث ثبات خواص الکتریکی می‌شود و تأثیر بسیاری در فرآیند آزمون‌ها دارد و از آنجا که گاز زدایی در دمای محیط فرآیندی، دراز مدت است، پس بهتر است برای کاهش زمان انتظار از فرآیندهای دمای بالا استفاده شود تا این زمان مورد نیاز به حد معقولی کاهش یابد. شرایط دقیق دما و زمان، بستگی به نوع کابل دارد. شکل ۱۴ و ۱۵ این مسئله را برای چند نوع کابل برحسب دما و زمان نشان می‌دهند. این اندازه‌گیری‌های واقعی مطابقت مناسبی با نتایج حاصل از شبیه سازی و محاسبات دارد. اندازه گیری‌های عملی و شبیه سازی نشان می‌دهد که یک نسبت زمان بر ضخامت (day/mm) را فقط برای یک محدوده کوچک ضخامت می‌توان استفاده کرد. همچنین قرقره (باز یا بسته بودن) و تهویه (گردش یا عدم گردش هوا) می‌تواند تأثیرات قابل توجهی در زمان گاز زدایی داشته باشد.



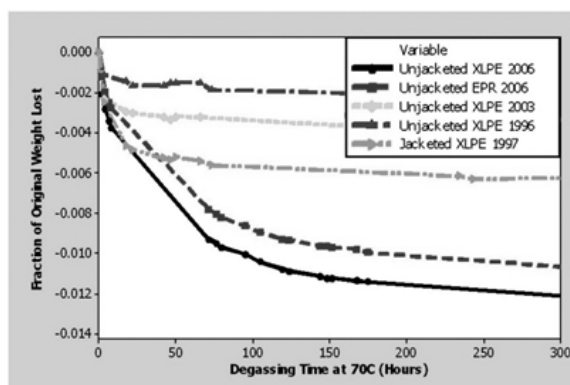
شکل ۱۴. تأثیر دما بر روی زمان گاز زدایی برای کابل‌های با عایق XLPE با سطح ولتاژ متوسط تا فوق فشار قوی (نرمالیزه شده بر اساس دمای ۶۰ درجه)

تأثیر شرایط اکستروژن و فناوری تولید عایق

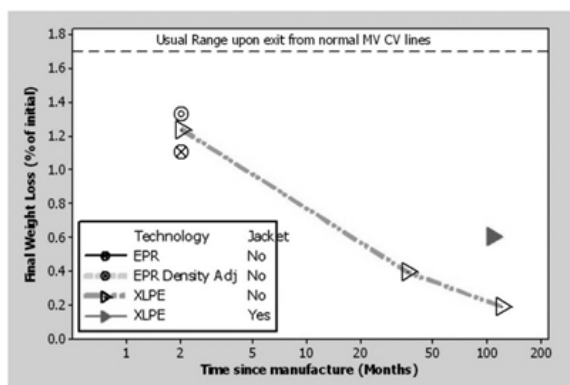
مطالعات بر روی کاهش وزن و همچنین HPLC نشان می‌دهد که قسمتی از ملکول‌های ثانویه در حین فرآیند تولید عایق و داخل لوله‌های CV از آن خارج می‌شوند که در نتیجه تقریباً تمام این خروج ملکول‌های ثانویه در بخش پخت انجام می‌گردد، زیرا پس از ورود به قسمت خنک‌کننده، سریعاً دمای آن کاهش می‌یابد. بنابراین نتیجه‌ای که می‌توان به دست آورد این است که اگر سرعت خط افزایش یابد و یا اینکه طول قسمت پخت کاهش یابد، باعث

نیاز است.

- غلظت ملکول‌های ثانویه با زمان انبارش کاهش می‌یابد، در نتیجه باعث بهبود عملکرد الکتریکی می‌گردد. بنابراین دور از انتظار نیست که حتی بدون اینکه ولتاژ یا استرس حرارتی به کابل اعمال شود، عملکرد کابل بعد از یک زمان انتظار بهبود یابد.
- روش کاهش وزن، روش خوبی برای اندازه‌گیری گاز زدایی است، هر چند که برای مقایسه نیاز است تا اصلاحاتی انجام شود که به صورت واضح در شکل ۱۲ و ۱۳ برای EPR می‌توان دید. دلیل این اصلاحات مورد نیاز دانسیته EPR است که از PE بسیار بیشتر است. در نتیجه مقایسه وزنی می‌تواند تصور نادرستی از میزان ملکول‌های ثانویه ایجاد کند.



شکل ۱۲. کاهش وزن عایق کابل فشار متوسط بعد از گاز زدایی در دمای ۷۰ درجه برای تعدادی کابل با عایق‌های مختلف و تولید سال‌های متفاوت



شکل ۱۳. تأثیر زمان پس از تولید بر روی مقدار ملکول‌های ثانویه باقیمانده در کابل فشار متوسط

عملی و مفیدی برای این منظور هستند. همچنین اطلاعات مربوط به نفوذ که از اندازه‌گیری به دست آمده است به کمک محاسبات FEM می‌تواند بر اساس نوع کابل و ساختار آن، جهت پیش‌بینی زمان مورد نیاز گاززدایی استفاده شود.

پی‌نوشت‌ها:

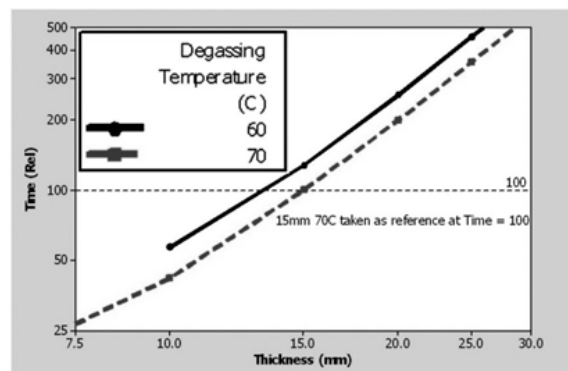
- 1- Byproduct
- 2- Degassing
- 3- Acetophenone
- 4- Cumyl alcohol
- 5- Crosslinking
- 6- DiCumylPeroxide (DCP)
- 7- Niskayuna, NY
- 8- Gilbert
- 9- Precopio
- 10- Rogowski-shaped
- 11- Electrical tree
- 12- Ogura type
- 13- Fourier transform infrared spectroscopy
- 14- High pressure liquid chromatography
- 15- Gas chromatography mass spectrometer
- 16- Thermo gravimetric analyzer
- 17- Fick's Law
- 18- Finite-element modeling

منبع:

IEEE Electrical Insulation Magazine, Nov/Dec. 2006,
Vol. 32, No.6

می‌گردد تا ملکول‌های ثانویه کمتری از عایق خارج شود. همچنین نمی‌توان به سادگی رابطه بین دما و میزان کراس‌لینک شدن را قبل از ورود به بخش خنک کننده اکسترودر به دست آورد، زیرا این مسئله شدیداً وابسته به ساختار و نوع کابل است. به عنوان مثال در یک کابل فشار متوسط، در دمای حدود ۲۲۵ درجه، تا ۸۳٪ از کراس‌لینک شدن می‌تواند در لوله‌های CV انجام شود، در صورتی که این میزان برای کابل فوق فشار قوی و دمای ۱۷۰ درجه تا مقدار ۵۵٪ است. باقی فرآیند کراس‌لینک شدن نیز پس از خنک شدن عایق انجام می‌شود.

این ویژگی گاز زدایی در لوله‌های CV دو نتیجه منطقی به همراه دارد. یکی اینکه اگر ملکول‌های ثانویه کمتری در حین فرآیند تولید دفع شوند، میزان ذخیره این ملکول‌های ثانویه در خط تولید کاهش می‌یابد و این مسئله باعث می‌شود تا تعمیر و نگهداری بخش CV به گونه‌ای چشمگیر ساده‌تر شود، هرچند که این تأثیر مثبت باعث می‌شود تا بعد از تولید کابل، به گاز زدایی بیشتری نیاز باشد تا بتوان میزان ملکول‌های ثانویه را تا یک حد مطلوب کاهش داد. دوم اینکه در اندازه‌های مختلف، از سرعت‌های خطی متفاوت استفاده می‌شود که می‌تواند در فرآیند اکستروژن تعادل بین فرآیند پخت و خنک کاری را بر هم بزند.



شکل ۱۵. تأثیر ضخامت عایق و دما در گاز زدایی

نتیجه‌گیری

گاززدایی در تولید کابل فرآیند مهمی است و با بهبود وضعیت آزمون‌های الکتریکی و خصوصیات عایقی، کمک عمده‌ای به کیفیت کابل قدرت می‌کند. برای اطمینان از اینکه فرآیند گاززدایی توانسته به خوبی انجام شود، بسیار ضروری است که فرآیند، اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی گردد. تلفات وزن و HPLC روش‌های اندازه‌گیری

تعداد ۱۶۲ قرقره ۶۳۰ ایرانی و
خارجی، کاملاً سالم جهت فروش
آلفا کابل: ۲۲-۵۶۲۳۲۰۲۱
(خانم شفیع)

بررسی تولید سیم و کابل آلومینیوم در حوزه شورای همکاری خلیج فارس (GCC)

تحلیلی از: مهندس غلامرضا فلاح نژاد (کارشناس مهندسی متالورژی)

مقدمه

بررسی جغرافیایی شورای همکاری خلیج فارس (GCC) شامل کشورهای عربستان سعودی، کویت، عمان، قطر، بحرین و امارات است. پتانسیل تولید صنایع پایین دستی آلومینیوم مانند صنعت سیم و کابل در هر یک از این کشورها به صورت فردی و جمعی وجود دارد. همچنین بستر وسیعی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری نیز در GCC فراهم خواهد شد. پروژه سه میلیون تنی شرکت المعادن در عربستان، پتاسیل ویژه‌ای در تأمین شمش آلومینیوم در منطقه ایجاد خواهد کرد.

محصولات تولیدی صنایع سیم و کابل آلومینیومی مورد نظر حوزه شورای همکاری خلیج فارس:

"سیم‌های آلومینیوم" یک اصطلاح عمومی است که شامل طیف وسیعی از هادی‌ها و کابل‌های انتقال (خطوط هوایی و توزیع) است که شامل آلیاژهای آلومینیوم و تقویت‌کننده‌های مختلف و مواد استحکام بخش است. طراحی هادی‌ها با سه فاکتور تحت تأثیر قرار می‌گیرد؛ اول هدایت الکتریکی است که وابسته به سطح مقطع آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم در هادی است، دوم استحکام فیزیکی مورد نیاز برای تحمل وزن و کمینه کردن خم شدن (طول بیشتر بین برج‌ها و کاهش هزینه‌های نصب) و نهایتاً مقاومت خوردگی که باعث عمر طولانی در شرایط آب و هوایی سخت می‌شود. شرکت‌های بسیاری در سراسر جهان وجود دارد که محصولات فوق را تولید می‌کنند، اغلب با طرح‌های منحصر به فرد با تغییرات خاص، موارد زیر انواع شناخته شده بین‌المللی را نشان می‌دهد:

AAC- هادی آلومینیومی

این گونه هادی‌ها در خطوط هوایی با ولتاژ کم، متوسط و بالا استفاده می‌شوند. AAC در مناطق شهری به صورت وسیع در جاهایی که محدوده کوتاه است، ولی هدایت به میزان زیاد مورد نیاز است استفاده می‌شود. مقاومت خوردگی زیاد آلومینیوم، هادی‌های AAC را بهترین انتخاب مناطق ساحلی می‌سازد. به هر حال، به دلیلی نسبت استحکام نسبتاً کم به وزن، AAC مورد استفاده را در خطوط انتقالی و توزیع روستایی محدود می‌کند که این امر به دلیل

مسیرهای طولانی مورد استفاده است.

ACSR- هادی‌های آلومینیوم تقویت شده با فولاد

هادی‌های آلومینیوم تقویت شده با فولاد به صورت متحدالمرکز با یک یا تعداد بیشتری لایه سیم‌های آلومینیومی کشیده شده H19-1350 در هسته سیم فولادی گالوانیزه شده به هم بافته می‌شوند. هسته می‌تواند یک سیم تنها و یا یک رشته باشد که به سبب آن وابسته است. هادی‌های ACSR به دلایل اقتصادی، اطمینان و نسبت استحکام به وزن مطلوب شناخته شده هستند. هادی‌های ACSR دارای ترکیب وزن کم و هدایت بالای آلومینیوم با استحکام تسلیم بالای فولاد هستند. در طراحی خط، این می‌تواند تنش‌های بالاتر، خم شدن کمتر، و طول محدوده بیشتر نسبت به سایر هادی‌های هوایی را در پی داشته باشد.

AAAC- هادی‌های آلیاژی آلومینیوم (۱۰۰۰۰ / ۵۰۰۰ / ۶۰۰۰)

همه هادی‌های آلیاژ آلومینیوم از آلیاژ آلومینیوم- منیزیم- سیلیسیم با استحکام بالا ساخته می‌شوند. این هادی‌ها برای رسیدن به نسبت بالاتر استحکام به وزن طراحی شده‌اند و خواص الکتریکی، ویژگی‌های خمش-کشش عالی، مقاومت خوردگی بالاتر در مقایسه با ACSR دارند. در مقایسه با هادی‌های معمولی ACSR، وزن کمتر، استحکام و ظرفیت انتقال جریان، تلفات الکتریکی کمتر و مقاومت خوردگی بالاتر، AAAC را از لحاظ توزیع و خطوط انتقال ولتاژ بالا و متوسط قابل قبول‌تر ساخته است. همچنین سیم آلومینیوم از آلیاژ گروه ۵۰۰۰ در تولید سیم‌های CCA (آلومینیوم پوشش داده نشده با مس) کاربرد فراوان دارد.

ACAR- هادی آلومینیومی تقویت شده

ACAR توسط یکسری رشته متحدالمرکز از سیم آلومینیوم ۱۳۵۰ در یک هسته از آلیاژ آلومینیوم- منیزیم- سیلیکون (AlMgSi) ساخته شده است. طراحی کلی شامل یک هسته رشته‌ای شامل آلیاژ AlMgSi است. سیم‌های رشته‌های آلیاژ AlMgSi در لایه‌هایی

OPGW-سیم نوری زمینی

کابل OPGW شامل یک ساختار لوله‌ای شکل به همراه یک یا تعداد بیشتری فیبر نوری در آن است که با لایه‌هایی از سیم آلومینیومی و فولادی احاطه شده است. کابل OPGW بین دکل‌های الکتریسیته ولتاژ بالا قرار می‌گیرد. فیبرهای نوری داخل کابل‌ها برای انتقال اطلاعات با سرعت زیاد یا برای استفاده الکتریکی برای محافظت و کنترل خطوط انتقال، ارتباطات صدا و داده‌ها استفاده می‌شود یا ممکن است به اشخاص ثالث فروخته و یا اجاره داده شود تا به عنوان یک فیبر با سرعت بالا برای اتصال بین شهرستان‌ها استفاده شود. بنابراین یک جریان درآمد اضافی برای کاربر فراهم می‌کند. تعدادی فیبر نوری داخل یک یا تعداد بیشتری لوله ضدزنگ وارد می‌شوند که بعداً به رشته‌هایی از هادی هوایی تبدیل می‌گردند که به عنوان جزء مرکزی و یا اجزای پیچیده شده دور هسته بکار می‌رود.

رقابت تولیدکنندگان سیم و کابل آلومینیوم در GCC شامل:

۱. کابل خلیج فارس - کویت
۲. کابل عمان - عمان
۳. کابل Doha - قطر
۴. (شرکت کابل بین المللی قطر) QICC - قطر
۵. کابل Midal - بحرین
۶. Ducab - امارات
۷. کابل های ملی - امارات
۸. کارخانه کابل ابوظبی - امارات
۹. Power Plus Cables - امارات
۱۰. کابل Midal&ADBIC - امارات
۱۱. Tekab - امارات
۱۲. کابل ریاض - عربستان سعودی
۱۳. کابل سعودی - عربستان سعودی
۱۴. Alfannar - عربستان سعودی
۱۵. MESC - عربستان سعودی
۱۶. Elsewedy cables KSA - عربستان سعودی
۱۷. کابل Bahra - عربستان سعودی
۱۸. کابل Red sea - عربستان سعودی

تحلیل بازار

بیشتر کشورها در منطقه GCC سطحی از تولید سیم آلومینیوم را در یک مقیاس تعریف شده دارا هستند. بحرین یک استثنا

در بین رشته‌های آلومینیوم ۱۳۵۰ پخش می‌شوند. ACSR دارای خواص مکانیکی و الکتریکی بهتری نسبت به AAC، ACSR یا AAAC است. تعادل بسیار خوبی بین خواص فیزیکی و مکانیکی وجود دارد که وقتی ظرفیت انتقال جریان بالا، استحکام بالا و وزن کم، مهم‌ترین ویژگی‌های طراحی خط باشند، ACAR را بهترین انتخاب می‌سازد. این هادی‌ها به صورت گسترده در خطوط انتقال و توزیع هوایی استفاده می‌شوند.

ACSR/TW- هادی آلومینیومی تقویت شده با فولاد- سیم‌های ذوزنقه‌ای

این هادی یک سیم فشرده و هادی‌های بافته شده به صورت متحدالمرکز است که از سیم‌های 1350-H19 ذوزنقه‌ای شکل با هسته فولادی با استحکام بالا ساخته شده است. دو نوع طراحی وجود دارد: در یکی هادی ACSR/TW طوری طراحی شده که دارای سطح مقطع آلومینیومی مساوی ACSR هستند که قطر هادی کوچک‌تر است که همان سطح ظرفیت انتقال جریان را دارد، اما پارامترهای بارگذاری نیرو کاهش می‌یابد. در طراحی دوم، قطر هادی به اندازه ACSR باقی می‌ماند که با قطر هادی مساوی، مقاومت هادی کاهش یافته و نرخ جریان افزایش می‌یابد.

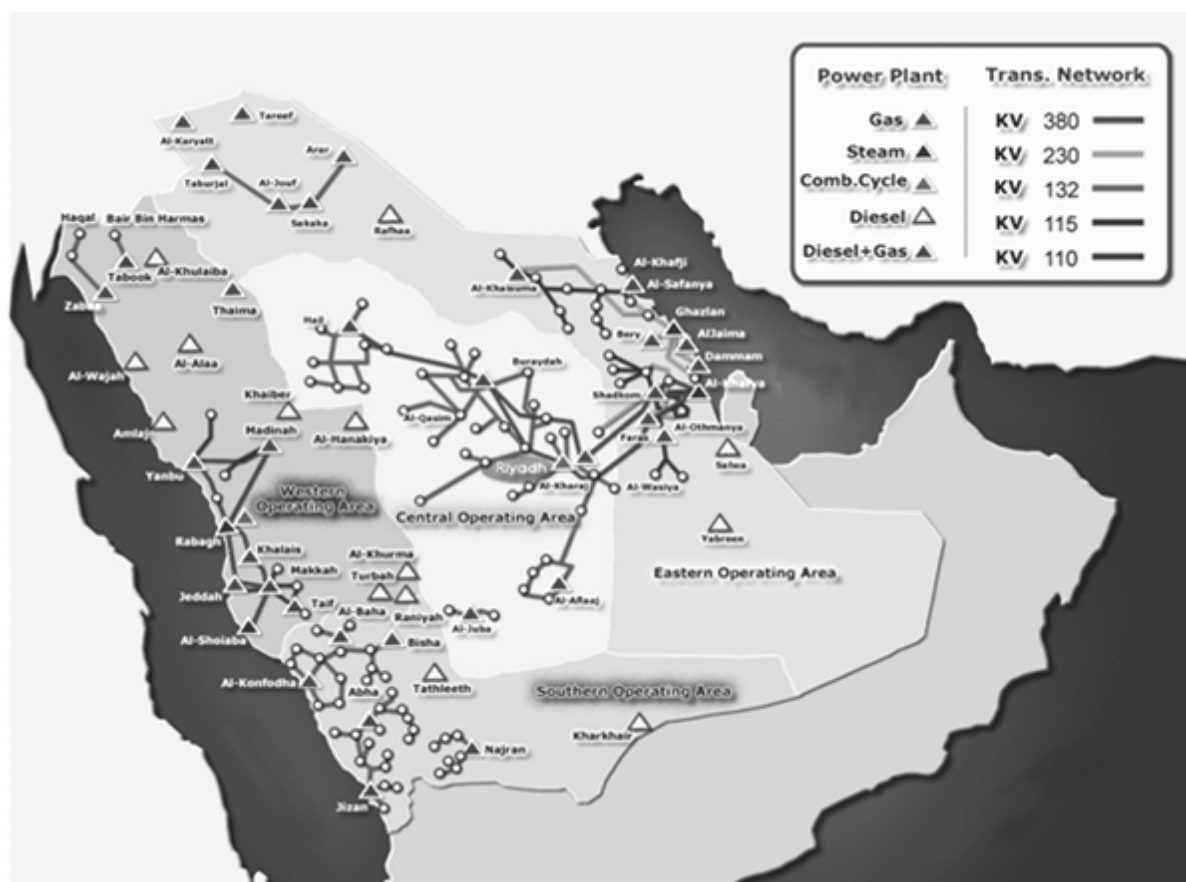
ACCC- هادی آلومینیومی با هسته کامپوزیتی

ACCC (همچنین با نام ACFR شناخته می‌شود) یک هادی رشته‌ای متحدالمرکز با یک یا چندین لایه سیم آلومینیوم 1350-0 ذوزنقه‌ای آنیل شده و کشیده شده در یک هسته مرکزی از کامپوزیت کربن- شیشه با وزن کم است. هادی‌های ACCC از یک هسته از فیبر کربن که ۲۵٪ قوی‌تر و ۶۰٪ سبک‌تر از هسته‌های فولادی قدیمی است تشکیل شده است. این رشته‌های آلومینیومی ذوزنقه‌ای شکل باعث افزایش مقدار آلومینیوم در ACCC به بیش از ۲۸٪ بدون افزایش قطر یا وزن هادی است. ACCC طوری طراحی شده است که در دماهای بالاتر استفاده می‌شود و در محدوده عملیاتی ویژگی‌های خم کاری خوبی دارد. اگر هدایت مجدد^۱ در خط لازم باشد تا ظرفیت انتقال افزایش یابد ACCC بسیار انتخاب خوبی است. این هادی تلفات خط را کاهش و خواص خودمیرایی^۲ خوبی دارد که به دلیل نسبت استحکام به وزن بالای آن است، ACCC می‌تواند در محدوده‌های وسیع بکار رود تا هزینه‌های سازه‌ها در خطوط جدید کاهش یابد.

عبدالله، شهر اقتصادی Hail، شهر اقتصادی مدینه و Jazan) نیاز به برق زیادی دارد، در حالی که در این شهرها تمایل به استفاده از کابل‌های زیرزمینی در توسعه شهرها وجود دارد، ولی رشد مصرف برق در خاورمیانه از جمله عراق و افغانستان که دارای یک شبکه انتقال ضعیف است، به شدت نیاز به گسترش و به روز رسانی دارد

شکل زیر گستردگی شبکه انتقال و توزیع کشور عربستان را نشان می‌دهد:

است که شرکت کابل Midal یک کارخانه تولیدی بزرگ است که اخیراً یک کارخانه بزرگ در ابوظبی با سرمایه‌گذاری مشترک با ADBIC تأسیس می‌کند. شرکت Midal ادعا می‌کند که ۱۰۰٪ تولید آن صادر می‌شود. بحرین یک کشور کوچک است و به بسیاری از مناطق خارج از GCC مانند استرالیا، خاورمیانه، آسیا، آفریقا و آمریکای شمالی و جنوبی کالا صادر می‌کند، درحالی که تولید محلی، بازار GCC را در بر می‌گیرد، منطقه خاورمیانه مصرف‌کننده بزرگ سیم و کابل آلومینیومی است. سرمایه‌گذاری عربستان سعودی در شهرهای اقتصادی بزرگ (شهر اقتصادی ملک



در پایان میزان آلومینیوم مورد نیاز تولیدکنندگان سیم و کابل در خاورمیانه به شرح زیر است:

مبدأ تأمین	میزان تولید سیم و کابل آلومینیوم (تن)	کشور تولیدکننده آلومینیوم	کمپانی تأمین کننده آلومینیوم
مذاب اسملتر	۲۰۰۰۰	بحرین	alba
مذاب اسملتر	۱۷۰۰۰	عربستان + دبی	dubal
مذاب اسملتر	۵۰۰۰	ابوظبی	Emal
مذاب اسملتر	۳۰۰۰	قطر	Qatalum
شمش آلومینیوم با خلوص ۹۹/۷٪	۱۰۰۰۰	ایران	Iralco Hormozal
مذاب اسملتر	۲۵۰۰	عمان	sohar
شمش آلومینیوم با خلوص ۹۹/۷٪	۱۷۰۰۰	ترکیه	Rusal GCC Iralco

پتانسیل تولید سیم و کابل آلومینیوم در خاورمیانه : ۷۴۵۰۰۰ تن

پی نوشت:

1. Re-conductoring
2. Self damping

شرکت بازرگانی آهوان قومی
شرکت کابل شیراز تولید کننده سیم و کابلهای افشان،
سیم و کابلهای تلفن و سیمهای رانژه
تأسیس ۱۳۷۶

کیفیت برتر
قیمت مناسب تر

دارای مهر استاندارد و پروانه بهره برداری

نماینده انحصاری فروش تولیدات کابل شیراز در تهران

تلفن: ۸۸۵۱۰۵۴۸ - ۸۸۵۱۰۵۴۹ - ۲۱
همراه: ۰۹۱۲۱۰۸۰۲۳۱
فاکس: ۸۸۷۵۴۲۱۶ - ۲۱
کد پستی: ۱۵۸۶۸۶۵۶۱۸

خبرهایی از انجمن

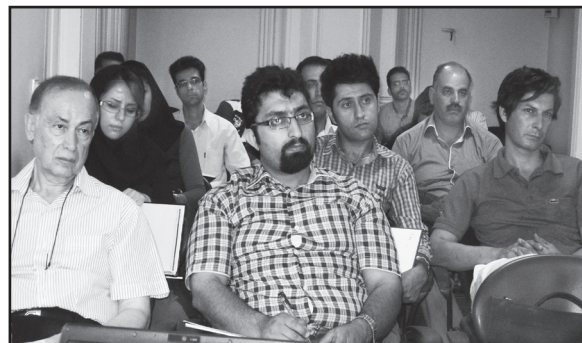
جناب آقای مهندس مستوفی و با حضور ۳۶ نفر از اعضای انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل ایران به مدت یک روز در محل انجمن برگزار شد.

با توجه به فرم نظرسنجی نقطه نظرات اکثریت حاضرین، کلاس را از نظر محتوای آموزشی، تسلط استاد بر موضوع و نحوه آرایه آن و سازماندهی دوره آموزشی مفید ارزیابی کردند.

ساعت ۱۴:۰۰ روز دوشنبه مورخ ۱۳۹۳/۵/۲۷ دور جدید کمیته فنی بررسی سیم و کابل غیر استاندارد، با حضور دبیر انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل، برخی از اعضاء هیات مدیره انجمن، مدیرکل نظارت بر کالاهای فلزی و معدنی سازمان حمایت مصرف کنندگان و تولیدکنندگان، کارشناسان سازمان ملی استاندارد ایران و استاندارد استان تهران، رئیس و نایب رئیس اتحادیه صنف الکتریک در محل انجمن برگزار شد. هریک از حاضرین با بیان نقطه نظرات خود در خصوص معضل تولید و عرضه سیم و کابل غیراستاندارد، راهکارهایی را در کمیته پیشنهاد کردند تا در

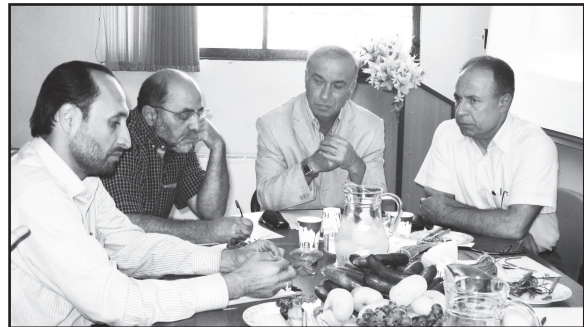
در تاریخ ۱۳۹۳/۴/۳۰ ساعت ۱۰ صبح روز دوشنبه، جلسه‌ای در ساختمان شماره ۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری با حضور نمایندگان انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل، نمایندگان معاونت راهبردی و جمعی از پیمانکاران، برگزار، و در دستور جلسه این نشست "بازنگری فصول سیم و کابل فهرست بهای تأسیسات برقی" مطرح شد. پس از شرح دستور جلسه، بررسی فهرست بهای سیم و کابل و مطرح شدن مشکلات پیمانکاران در این خصوص، مقرر شد تا از کارشناسان معاونت راهبردی، انجمن و پیمانکاران، کار گروهی در محل انجمن تشکیل شده و طی چند جلسه ابتدا فهرست بها را بهنگام سازی نموده و سپس بر اساس مقدار مس و مقدار موادبری محصول، فرمولی تهیه شود که با استفاده از آن دسترسی به حدود قیمت‌ها امکان پذیر گردد.

مطابق با تقویم آرایه شده در ابتدای سال ۱۳۹۳، کلاس آموزشی "روان‌کننده‌ها در صنعت سیم و کابل" در تاریخ ۱۳۹۳/۵/۱۴ توسط



شد. حذف محصولات که مصرف آنها در پروژه‌های احداث، دائمی نبوده، اضافه نمودن سیم و کابل‌های پر مصرف به فهرست بها و اصلاح شرح ردیف‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مقرر گردید جلسات تا نهایی شدن فهرست بها به طور مستمر ادامه یابد.

کلاس آموزشی "طراحی کابل‌های فشار ضعیف بر اساس ISIRI 3569" توسط جناب مهندس پورعبداله در تاریخ ۹۳/۶/۱۱ با حضور ۴۷ نفر از اعضا به مدت یک روز در محل انجمن برگزار شد. با توجه به نظرسنجی به عمل آمده، اکثریت شرکت‌کنندگان کلاس را مفید و بهره‌ور ارزیابی نمودند.



دستور نشست‌های آتی مورد بحث و بررسی قرار گیرد. سپس بر اساس دستور جلسه، رئیس کمیته آقای مهندس شهرام میراخوخلو مدیرکل نظارت بر کالاهای فلزی و معدنی سازمان حمایت، نایب رئیس کمیته آقای مهندس ناصر نباتی نایب رئیس اتحادیه صنف الکتریک، دبیر کمیته آقای نصراله معتضدی عضو هیات مدیره انجمن و هماهنگ کننده جلسات آقای داریوش نادری از انجمن انتخاب و زمان برگزاری جلسات کمیته را یک بار در هر ماه تصویب نمودند.

روز سه‌شنبه مورخ ۱۳۹۳/۶/۴ ساعت ۱۴:۰۰ جلسه‌ای در خصوص فهرست بهای واحد پایه تأسیسات برقی (سیم و کابل) با حضور نماینده معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور و دو تن از کارشناسان صنعت سیم و کابل در محل انجمن برگزار



علاوه بر شرکت‌های نامبرده در فصلنامه‌های قبلی، شرکت‌هایی که موفق به دریافت لوح تقدیر و یا گواهینامه شده‌اند به شرح زیر معرفی می‌شوند:

ردیف	نام شرکت	مدیریت	گواهینامه	لوح افتخار
۱	سیم و کابل سمنان	یحیی رضانی	-----	واحد نمونه استان سمنان در سال ۱۳۹۳
۲	سیم لاکه مرکزی	حسن دالوند	-----	واحد نمونه صنعتی کشور در سال ۱۳۹۳
۳	سیمباف	مجید مهدادی	-----	واحد نمونه استان مرکزی در سال ۱۳۹۳