شرکت ایمن ایستا الکتریک

کاربرد کامپوزیتها در ساخت ادوات برقی
بطور اخص تابلو های برق

کامپوزیت چیست ؟

کامپوزیت ترکیب حداقل دو ماده است که یکی فاز تقویت کننده نامیده می شود و به شکل الیاف، ورقه ویا ذرات است و در فاز دیگر که ماتریس خوانده می شود ، محصور است.

کامپوزیت ترکیبی است از دو ماده یا بیشتر (اجزای تقویت کننده – پرکننده هاfiller – ماتریس نگهدارنده کامپوزیت) که دارای شکل (form) یا ترکیب (composition) متفاوتی هستند .

به طور کلی می توان گفت از مواد به صورت کامپوزیت استفاده می شود تا بتوان به خواص برتری نسبت به اجزای تشکیل دهنده دست یافت.

در حالت کلی تقویت کننده ها دارای استحکام بالا و دانسیته پایین هستند. در حالیکه ماتریس معمولا ماده ای با چغرمگی بالاست. اگر کامپوزیت به درستی طراحی و ساخته شود ترکیبی از استحکام تقویت کننده ها و چغرمگی ماتریس حاصل خواهد شد که در مواد رایج قابل دسترسی نیست .

انواع کامپوزیت ها

- دسته بندی کامپوزیت ها براساس اندازهٔ اجزاء
- دسته بندی کامپوزیت ها بر اساس شکل تقویت کننده

دسته بندی کامپوزیت ها براساس اندازهٔ اجزاء

- کامپوزیتهای ماکروسکوپی
- کامپوزیت های میکروسکوپی
- کامپوزیت های هیبرید

کامپوزیتهای ماکروسکوپی

در این گروه اجزاء به اندازه کافی بزرگ هستند که بدون میکروسکوپ قابل دیدن باشند . بتن – بتن مسلح با فولاد و چوب های چند لایه مثال هایی از این دسته موادند . باید توجه نمود که کامپوزیت می تواند ترکیبی از مواد کاملا متفاوت باشد یا اینکه از یک جنس و صرفا با تغییر جهت گیری (Orientation) مواد ساخته شود .

دسته بندی کامپوزیتهای ماکروسکوپی

- کامپوزیت هایی که فقط از الیاف ساخته شده اند
- کامپوزیت های ماتریس فلزی
- کامپوزیت های ماتریس پلیمری

کامپوزیت هایی که فقط از الیاف ساخته شده اند الیاف در این گروه تقریبا شبیه پارچه بافته شده اند .

رایج ترین نوع این مواد کامپوزیت کربن است که برای کاربردهای دما بالا طراحی شده و بسیار گران قیمت است .

کامپوزیت های ماتریس فلزی .

این گروه نیز برای دماهای بالا طراحی شده است کامپوزیت بورون – آلومینیوم مثالی از این گروه است . این گروه نیز قیمت های نسبتا بالایی دارند .

کامپوزیت های ماتریس پلیمری .

این گروه دارای تنوع بسیار بالایی است و انواع بسیار متفاوتی از الیاف و رزین در آن استفاده می شود . این گروه به مراتب ارزان تر از دو گروه قبلی هستند .

کامپوزیت های میکروسکوپی

در این گروه اجزاء به اندازه ای ریز هستند که فقط توسط میکروسکوپ قابل دیدن هستند .

کامپوزیت های هیبرید

این گروه با ترکیب بیش از دو نوع مواد ساخته می شوند . بتن مسلح شده با فولاد از این دسته مواد است . کامپوزیت هیبرید می تواند ترکیبی از تقویت کننده های الیاف و ذرات را داشته باشد . نمونه ای از این دست یک سیستم اپوکسی – گرافیت است که برای افزایش مقاومت به ضربه ذرات لاستیک به آن افزوده شده است . در این سیستم ذرات در واقع به عنوان ترک های کند شده عمل می کند تا علیرغم ضعیف شدن ساختار سرعت رشد ترک کاهش یابد .

دسته بندی کامپوزیت ها بر اساس شکل تقویت کننده

- کامپوزیت تقویت شده با ذرات
- کامپوزیت تقویت شده با الیاف
- کامپوزیت های ساختاری

کامپوزیت های تقویت شده با ذرات

در این دسته از مواد ذرات برای افزایش مدول . کاهش نفوذ پذیری و کاهش شکل پذیری ماتریس به آن افزوده می شوند . مواد به کار رفته در این گروه اکثرا ارزان قیمت بوده و فرایند های ساخت آن نیز نسبتا آسان است . نمونه هایی از این نوع مواد عبارتند از لاستیک خودرو که ترکیب ذرات carbon black و ماتریس پلیمر الاستومر پلی ایزو بوتلین است . نمونه دیگر چدن کروی است که سمانتیت به شکل کروی درآمده تا قابلیت ماشین کاری ماده را بهبود بخشد . نمونه دیگر بتون است که شن و ماسه نقش ذرات را دارند که برای افزایش استحکام کششی ، فشاری و برشی سیمان به آن افزوده شده اند .

کامپوزیت های تقویت شده با الیاف

الیاف تقویت کننده می توانند از جنس فلز ، سرامیک ، شیشه یا پلیمرهای تبدیل شده به گرافیت که بعنوان الیاف کربن شناخته می شود باشند . پیوندهای کوالانسی قوی در طول الیاف باعث داشتن مدول بسیار بالا در این راستا می شود . انجام صحیح فرایندهای روی الیاف بسیار مشکل است و موجب نسبتا گران شدن این دسته از مواد می شود . نمونه ای از این دسته کامپوزیتها بدنه های بسیار گران قیمت دوچرخه های time – trial است که از ترکیب پلیمری ترموست با الیاف کربن ساخته شده است . نمونه دیگر این دسته مواد بدنه اتومبیلهای مسابقه است که از ترکیب پلیمرهای ترموست و الیاف شیشه ساخته می شود .

طول الیاف راستای الیاف نسبت به یکدیگر ، درصد الیاف و توزیع آن تاثیر مستقیم برخواص نهایی دارد . راستا و طول الیاف برحسب اندازه و نوع تنشها و همچنین سطح هزینه قابل قبول طراحی می شود سرعتهای تولید برای کامپوزیتهای الیاف کوتاه بالا است و اشکال پیچیده ای را می توان با آن تولید کرد که با تقویت کننده های پیوسته امکان پذیر نیست .

استحکام کامپوزیت های تقویت شده با الیاف

الیاف دارای مدول بسیار بالایی در راستای طولشان هستند ولی در جهت عمود بر آن بسیار ضعیف می باشند ، لذا اگر همه الیاف هم جهت باشند مدول حاصله بستگی به جهت اندازه گیری دارد .

در حالت الیاف تک جهته روابط زیر برقرار است :

مدول : $Ec = Ef . Vf + Em . Vm$

استحکام کششی برای بارگذاری طولی :

در این حالت تغییر کشش الیاف و ماتریس یکسان خواهد بود. (شرایط کرنش برابر) :

c : کامپوزیت

fiber : f

matrix : m

V : درصد حجمی

S : استحکام

E : مدول

$Sc = Sm . Vm + Sf . Vf$

$Ec = Em . Vm + Ef . Vf$

استحکام کششی برای بارگذاری عرضی :

دراین حالت تنش وارده به الیاف و ماتریس برابر است (شرایط تنش برابر است) :

$$Ec = Em . Ef / (Vm . Ef + Vf . Em)$$

کامپوزیت های ساختاری

خواص این مواد به اجزای تشکیل دهنده و طراحی هندسی آن بستگی دارد .

- ساختار لایه ای
- Sandwich Panel

ساختار لایه ای

دراین گروه ورقه ها یا صفحات تخت (دو بعدی) که دارای استحکام ترجیحی (در راستای خواص) هستند – مثل چوب یا پلاستیک های تقویت شده با الیاف پیوسته – به هم چسبانده می شوند به طوری که جهت بیشترین استحکام در هر لایه تغییر می کند . ساختارهای بسیار پیچیده در وسایل اسکی و Play Wood نمونه هایی از این گروه اند . مزیت این گروه استحکام بالانس شده در صفحه است .

Sandwich Panel

در این گروه ورقه های استحکام بالا یک لایه نسبتا ضخیم کم وزن را احاطه می کند . لایه های طرفین که می تواند از آلیاژهای تیتانیوم ، فولاد و ... باشد قسمت عمده بار و تنش را تحمل می کند . هسته می تواند یک ساختار لانه زنبوری سبک باشد که در برابر تنش های عمودی مقاومت کرده و استحکام برشی را تامین می کند . سقف کف و دیوارها در ساختمان و پوسته های بال بدنه و tail plane در هواپیما نمونه هایی از کاربرد این گروه است .

تعریف مشخصات و تاریخچه SMC&BMC

SMC&BMC مواد کامپوزیت از شاخه ترموست ها هستند که شامل یک فاز تقویت کننده از جنس الیاف شیشه ،کربن و یا دیگر الیاف میباشد. در فاز ماتریس شامل یک رزین ترموست (پلی است غیر اشباع ، اپوکسی، ونیل استر) افزودنی های Low shrink & Low profile ، فیلر، رنگ و سایر افزودنی ها می باشد.

مهمترین تفاوت بین این دو ماده در این است که در SMC مواد به صورت ورقه ای (شبیه لواشک) تولید می شود و جهت قطعاتی که نیاز به استحکام مکانیکی بالاتری دارند استفاده می شود ولی برای قطعات کوچک و با پیچیدگی بالا بوسیله تزریق بهتر می توان این گونه قطعات را تولید کرد، و به همین دلیل مواد BMC که طول الیاف آنها کوچکتر می باشد بسیار مناسب تر هستند

مقایسه مشخصات تابلوهای برق فلزی با تابلوهای برق کامپوزیتی

جهت مقایسه تابلوهای برقی فلزی و کامپوزیت از مقایسه شاخص های زیر کمک گرفته شده که تا حدودی وجوه ممیز این تابلوها را روشن می نماید . لازم به ذکر است دلیل مقایسه بین تابلوهای فلزی و کامپوزیت بدلیل رایج بودن استفاده زیاد از تابلوهای فلزی در ایران بوده است و البته این مقایسه براحتی میتواند جهت تابلوهای با جنس مواد دیگر مانند ترموپلاستیک ها و پلاستیک ها و غیره نیز صورت پذیرد که به دلیل طولانی شدن مبحث اجتناب شده است که در صورت نیاز در اختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت.

۱. هدایت الکتریکی
۲. انتقال حرارت محیط به داخل تابلو ی برق

۳. انتقال حرارت ناشی از تابش نور خورشید به داخل تابلو
۴. مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش
۵. مقاومت در مقابل شعله آتش
۶. مقاومت در مقابل خوردگی و اکسیداسیون(زنگ زدگی)
۷. مقاومت مکانیکی
۸. نیاز به پوشش رنگی
۹. کاربری
۱۰. امکان سر بندی سیم کشی و شینه گذاری مطابق کلیه استاندارد های VDE , IEEE , IEC , DIN
۱۱. امکان تعویض یکی از قطعات سقف ، بدنه و یا درب
۱۲. IP PROTECTION SYSTEM -

۱-هدایت الکتریکی

اصولاً تابلو های کامپوزیتی با توجه به مقاومت الکتریکی کامپوزیتها تقریباً عایق الکتریکی بوده هدایت الکتریکی در تابلو های کامپوزیتی تا ۱۰۰۰ ولت ویا بیشتر بر اساس کاربری ممکن می باشد.

با توجه به جدول مشخصات الکتریکی پیوست مقاومت سطحی و حجمی و دیگر مشخصات آورده شده است که به وضوح عدم قدرت رقابت فلزها با کامپوزیت های تروموست را به رخ می کشد.

واضح است که تابلو های فلزی هادی جریان الکتریسیته هستند.

۲-ضریب انتقال حرارتی(انتقال حرارت محیط به داخل تابلوی برق)

با توجه به ضریب انتقال حرارتی کامپوزیت هانسبت به فلزات که در کامپوزیت ها **($k \approx 16 W/m^2.c^o$)** و در فلزات (آهن) **($k \approx 81 W/m^2.c^o$)**

معلوم می گردد که امکان انتقال حرارت محیط به داخل تابلو در تابلو های کامپوزیتی کم اما در تابلو های فلزی بسیار زیاد است(چیزی در حدود ۵۰۰ برابر).

این نقطه ضعف در زمان آتش سوزی ها به خوبی وجه تمایز تابلوهای کامپوزیت با تابلوهای فلزی را نمایان می سازد.

۳-انتقال حرارت ناشی از تابش نور خورشید به داخل تابلو

باتوجه به توضیحات بخش قبلی میتوان نتیجه گرفت که انتقال حرارت ناشی از تابش نور خورشید به داخل تابلوهای کامپوزیتی کم و لی در تابلوهای فلزی زیاد است. این مشخصه در زمانی که تابلو ها در فضای باز و در محیط بیرونی مورد استفاده قرار می گیرند به صورت واضح قابلیت تابلوهای کامپوزیت را به رخ می کشد.

۴-مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش

اصولا در شرایط یکسان کامپوزیت های معمولی در مقابل اشعه ماوراء بنفش آسیب پذیرند اما بر اساس کاربری به راحتی میتوان مقاومت در مقابل اشعه ماوراء بنفش در هر دو نوع یکسان نمود.

۵-مقاومت در مقابل شعله آتش

در حالت عادی با توجه به اینکه ترموست ها و به خصوص SMC&BMC بر پایه رزین های پلی استر تهیه می شوند در مقابل آتش آسیب پذیر خواهند بود که البته با کمک مواد افزودنی (Additives) و به طور خاص مواد خود اطفاء (Fire retardant) تابلوهای کامپوزیت در مقابل شعله آتش مقاوم هستند . میزان مقاومت و نحوه استاندارد آزمایش ها در جدول ضمیمه آورده شده است.

بدیهی است که تابلو های فلزی در مقابل شعله های آتش مقاومند اما حرارت به سرعت به تجهیزات داخلی تابلو منتقل خواهد شد .

۶-مقاومت در مقابل خوردگی و اکسیداسیون (زنگ زدگی)

– مقاومت در مقابل خوردگی در تابلو های کامپوزیتی در محیطهای اسیدی و قلیائی ، اوره ، کودهای شیمیائی ، فضولات حیوانی ، نمک و آب دریا ، بارانهای اسیدی ، مواد نفتی و آلی ، اسید هیدرو کلرید ریک و سولفوریک و فرمیک تا ۲۰٪ و اسید اسیتیک و مواد شوینده والکل و تترا کلراید کربن و ... بسیار بالا اما در تابلو های فلزی بسیار پایین است .جدول پیوست

بدیهی است که استفاده از پوشش های رنگی می تواند تا حدودی این نقطه ضعف را در تابلوهای فلزی بپوشاند اما پوشش های رنگی بر اساس نوع پوشش مستلزم صرف هزینه و وقت زیادی خواهد بود و در اولین خراش ایجاد شده، تابلو را عملا مستعد خوردگی و زنگ زدگی خواهد نمود.

تابلو های کامپوزیتی بر خلاف تابلو های فلزی در مقابل اکسیداسیون (زنگ زدگی) مقاومند و می توان تا سالهای متمادی بدون هیچ نگهداری خاصی مورد بهره برداری قرار گیرند . جدول پیوست

۷-مقاومت مکانیکی

از نقاط قوت مواد کامپوزیت بالا بودن استحکام ویژه آنها نسبت به فلزات می باشد.(جدول پیوست)

بدیهی است با توجه به این خصوصیت منحصر به فرد کامپوزیتها در صورت طراحی مناسب می توان به مقاومت مکانیکی بالا تری نسبت به تابلو های فلزی دست یافت .

۸-نیاز به پوشش رنگی

تابلو های کامپوزیتی بر خلاف تابلو های فلزی نیاز به پوشش رنگی خاصی ندارند و رنگ ها در مواد اولیه قابل اضافه کردن هستند و بدیهی است که مادام العمر خواهند بود .

۹-کاربری

این تابلو ها قابلیت استفاده در کاربری های متفاوت شامل :

– تابلوهای فرمان
– تابلوهای توزیع برق فشار ضعیف و قوی
– تابلوهای کنترل (آسانسور ، الکترونیکی ، PLC و ...)
– تابلوهای مخابراتی
– کنتور گاز
– غیره

۱۰-امکان سر بندی سیم کشی و شینه گذاری مطابق کلیه استاندارد های VDE , IEEE , IEC, DIN

در تابلو های کامپوزیتی مطابق تابلو های فلزی امکان سر بندی ، سیم کشی و شینه گذاری مطابق استاندارد های VDE ,IEEE IEC , DIN, واستاندارد های مرسوم در ایران وجود دارد .

۱۱-امکان تعویض یکی از قطعات سقف ، بدنه و یا درب

امکان تعویض یکی از قطعات بدنه در تابلو های کامپوزیتی به راحتی امکان پذیر است ، اما در تابلو های فلزی غیر پیچ و مهره ای این مهم به راحتی امکان پذیر نیست .

۱۲- IP PROTECTION SYSTEM

قابلیت ایجاد IP Protection System در هر دو تابلوی کامپوزیتی و فلزی یکسان می باشد .

نتیجه گیری

با توجه به مقایسه بعمل آمده در جدول مشخصات به نظر می رسد در صورتی که به توان به گونه ای عمل کرد که نقاط ضعف تابلو های فلزی با کمک خواص مواد کامپوزیت مرتفع گردد، عملا گام بسیار مهمی جهت ساخت تابلوهای کامپوزیت برداشته خواهد شد .

از نقاط ضعف بسیار عمده تابلوهای فلزی عدم مقاومت در مقابل خوردگی و زنگ زدگی است . این نقطه ضعف زمانی بیشتر مشهود می گردد که تابلوهای فلزی در فضای آزاد (تابلوهای بارانی) ویا در صنایعی که در پروسه تولیدشان از مواد اسیدی و یا قلیایی و یا دارای خاصیت خورندگی استفاده می کنند مورد استفاده قرار گیرند و در صورتی که تابلوها در سالن تولید مستقر باشندقضیه غامض تر خواهد شد .

خوشبختانه این مشکل به طور کامل در تابلوهای کامپوزیت مرتفع گردیده است . لازم به ذکر است که استفاده از تابلوهای با جنس استیل بسیار گران بوده و دارای پروسه تولید و ساخت پیچیده تری نسبت به دیگر تابلوهای فلزی هستند، همچنین استفاده از ورق گالوانیزه نه تنها باعث گران شدن تابلوهای برق خواهد شد بلکه پروسه رنگ آمیزی را نیز پیچیده تر خواهد نمود. **لازم به ذکر است رنگ آمیزی تابلوهای با جنس استیل در حقیقت به معنی پنهان نمودن خواص برتر این ماده پر ارزش(استیل) است ، و این در حالی است که ما بعضاً ناگزیر از رنگ آمیزی تابلوها بدلیل رعایت موارد ایمنی و یا کاربردی تابلوها هستیم.**

یکی از نقاط قوت تابلوهای فلزی قابل بازیافت بودن مواد فلزی است ، که متاسفانه در حال حاضر باعث نقطه ضعف بزرگی در این گونه از تابلوها و جعبه های انشعاب شده است چرا که افراد سودجو را ترغیب به دزدیدن درب و یا بدنه این تابلوها نموده که این مسئله باعث بوجود آمدن **خطرات برق گرفتگی بسیار زیادی مخصوصاً در کودکان شده است که بدلیل تاثیرات بسیار سوء روانی و اجتماعی ناشی از انتشار اخبار آن در حال حاضر گزارش رسمی منتشر نشده است.**

یکی دیگر از نفاط قوت تابلوهای فلزی مقاومت مکانیکی بالای آنها می باشد که مواد کامپوزیت خوشبختانه **دارای استحکام ویژه ی بالاتری نسبت به فلزات می باشند** . در این زمینه بر روی مواد اولیه و محصولات ، آزمایشات تخریبی متعددی شامل تست های خمشی ، کششی و ضربه (Impact test) صورت می پذیردکه که در حال حاضر کلیه ی این آزمایشات درآزمایشگاه شرکت نیپکو انجام می گردد. اطمینان از این استحکام به قدری است که در یکی از آزمایشات **با تزریق 10KAجریان به کابل های اتصال کوتاه شده یِ داخل کابینت تابلو مقاومت تابلو در برابر انفجار شدید ناشی از این آزمایش عملاً بررسی و مشاهده گردیده است.**

تابلوهای کامپوزیت در مقایسه با تابلوهای فلزی مشابه مقاومت بیشتری از خود نشان می دهند بـه گونـه ای کـه عمـلاً امکـان اسـتفاده مجدد از تابلوی کامپوزیتی مورد آزمایش وجود داشته ولی تابلوی فلزی منهدم وعملاً غیر قابل استفاده خواهد بود.

مهمترین نقطه ضعف تابلوهای کامپوزیت مقاومت کم آنها در مقابل آتش سوزی است کـه ایـن نقطـه ضـعف بـا افـزودن مـواد خـود اطفاء(Fire retardant) برطرف گردیده است.لازم به ذکر است که جهت حصول اطمینان از نتیجه کار بر روی نمونـه هـای تولیـدی **آزمایش مقاومت درمقابل شعله آتش مطابق استاندارد(DIN 53438 K1 F1)صورت** می پذیرد.

مهمترین مزیت تابلوهای کامپوزیت نسبت به تابلوهای فلزی، **عدم هدایت جریان الکتریکی** در آنها است که بدون هیچ توضیحی مـی توان به نتایج آن در ایمنی و حفاظت در مقابل برق گرفتگی اشاره کرد. لازم به ذکر است بخش اعظمی از بـرق گرفتگـی هـا ناشـی از اتصال یکی از فازها با بدنه می باشد که بیشتر این موارد در

تابلوهای بارانی که در معابر عمومی نصب می گردند مشاهده می شود که متاسفانه اکثراً در دسترس عموم مردم ، کودکان و افراد غیـر متخصص در امور برق می باشد.

با امید به موفقیت صنعت گران پیشرو در ایران و با آرزوی توفیق الهی .

شرکت ایمن ایستا الکتریک

مدیر عامل –سید محمود رحمتی

EISE
GRP CABLE DISTRIBUTION CABINETS

Electrical properties مشخصات الکتریکی			
Surface Resistance	IEC 60093	10^11 Ω	مقاومت سطحی
Volume Resistance	IEC 60093	10^14 Ω	مقاومت الکتریکی
Disruptive strength	IEC 60243-1	240 KV/Cm	ولتاژ شکست
Mechanical properties مشخصات مکانیکی			
Bending resistance	ISO 14125	130 MPa	مقاومت خمشی
Impact strength	ISO 179	57 KJ/M	مقاومت به ضربه
Crushing strength	ISO 8515	130 MPa	مقاومت برخورد
Tensile strength	524-4	70 MPa	مقاومت کششی
Physical properties مشخصات فیزیکی			
Heat resistance	IEC 216	162° c	مقاومت حرارتی
Thermoforming resistance	ISO 75-2	200° c	مقاومت تغییر حالت در مقابل دما
Electric arc resistance	VDE 0303-5	2.2.2.2	مقاومت اتصال کوتاه
Incandescence resistance	IEC 60707-3 BH 2-30	BH 2-30	تست سیم داغ
flammability	DIN 53438	K1 F1	تست شعله
Water absorption	ISO 62	50/60 mg/4 d	جذب آب

GRP CABLE DISTRIBUTION CABINETS