بسم‌الله الرحمن الرحیم

فهرست مطالب　　صفحه

- سرمقاله ۱
- کلام استاد ۲
- معرفی شرکت معدنی

شرکت معدنی آهن آچین ۵

- آیا می‌دانید که؟

کامپوزیتها ۶

- مقالهٔ علمی

آلیاژهای حافظه‌دار ۸

مروری بر نقش مهندسی معدن در پروژه کارون ۳ ..... ۱۳

اصول و روشهای طراحی و نگهداری تونلها ۱۵

احیای مستقیم سنگ آهن به روش میدرکس ۱۹

مرزهای دانش ۲۳

شبکهٔ تنش نجم- سراج ۲۴

مقدمه‌ای راجع به هندسهٔ فراکتال ۲۹

- آوای معدنیه ۳۴
- پرسش و پاسخ ۳۶
- سمینارها ۳۷
- پایان نامه‌ها ۳۸
- اخبار ۳۹
- خبرهای تازه ۴۰

■ سردبیر: رضا افشاری

■ شورای مدیران: کرامت قنبری تیلمی - جواد کریمی کوهپر - علی اکبر علیخانی - حسنعلی سراج

■ طراح و برنامه‌ریز: ندا آزرمی‌پور

■ واحد اجرایی: سید محمود هاشمی‌پور

■ حروفچینی: تایپ دانشجو (دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

■ تکثیر: هیوا

همکاران این شماره:

حسین مهاجر دامغانی - فرامرز اکبری - زینب رحمانی - مهرنوش نبوی - نوشین حمیدی - و جمعی از دانشجویان ۷۵

بسمه تعالی

کلام اول

منابع معدنی و به تبع آن صنایع وابسته از جمله صنعت فولاد در همه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه از دو جهت نقش اساسی و کلیدی ایفا می کنند:

۱- امنیت ملی و درازمدت

۲- ثبات سلامت و رفاه پایدار اقتصادی

ذخایر معدنی به هیچ عنوان جانشین و جایگزینی که بتواند جنبه جبرانی آنرا در برگیرند ندارند و نخواهند داشت و **صنعت فولاد** هم گرچه ممکن است در کوتاه مدت به کناری گذاشته شود، اما قطعاً جانشین درازمدتی برای این مواد به دلیل هزینه های سرسام آور دست یافتن به مواد جایگزین، پیدا نخواهد شد، بنابراین لزوم در پیش گرفتن سیاست گذاری های خردمندانه تر، کارآمدتر و فراگیرتر در این دو صنعت برای دست یافتن به دو فاکتور ارزشمند فوق که نه تنها شکوفایی اقتصادی بلکه ثبات سیاسی جامعه بشری را در پی خواهد داشت امری غیرقابل اجتناب بوده و عدم نگرش واقع بینانه خسران جبران ناپذیری را در بر خواهد داشت که ای بسا آب از سرچشمه ببندد...

امیدواریم با تقدیم درک کارا و ارزشمند علی رغم ناهمواریهای گذر از معدنکاری «سنتی» به معدنکاری «مدرن» را هموار نموده و این مهم را وظیفه تمام متولیان، پژوهشگران و دانشجویان این صنعت و علاقمندان آینده جامعه دانسته تا با شور و شعف بنیادی جهشی بزرگ و فراگیر در این صنعت که همواره سایه ای از متخصصان و سرفصلهای مشاوره ای و اجرایی خارجی بر آن گسترده بوده است ایجاد نمائیم تا در سایه توسعه هماهنگ بعد از آن در ایرانی آزاد و آباد قافی ا... نشویم. ان شاءا...

کلام دوم

شماره دوم نشریه پیمانا با شماره اول پس از ماهها تلاش صادقانه اما قاصر گیر آماده شده و حاصل کار پیش روی شماست و از اینکه توانستیم با شما دانشجویان عزیز رابطه ای برقرار کنیم و به دادوستد علم و دانش خلش و کوشش، گفته ها و ناگفته ها و ارائه یک کار مشترک بپردازیم خوشحالیم و سپاس یزدان پاک را بجای می آوریم و معتقدیم تا هستیم باید با شما باشیم تا بتوانیم آسانتر به هدف آشکار خود از انتشار نشریه که همانا کمک به گسترش صنعت معدنکاری و فولاد است دست یابیم، ان شاءا...

گفتگو با دکتر جمشید آقازاده

«معاونت پژوهشی و مدیر گروه متالورژی دانشکده معدن و متالورژی»
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

■ با عرض سلام. جهت آشنایی بیشتر دانشجویان مختصری از زندگی و فعالیت‌های علمی خود را شرح دهید.

□ با تشکر از گردانندگان نشریه که واقعاً شایسته است گفته باشم که یک کار مفید و ارزنده‌ای را شروع نموده‌اید امیدوارم موفق باشید. اینجانب جمشید آقازاده هستم در سال ۱۳۳۰ در تهران متولد شده‌ام در دبستان مستوفی دوره ابتدائی خود را گذرانده‌ام. دوره دبیرستان را در دبیرستان البرز بوده و در رشته ریاضی دیپلم گرفتم. در دانشگاه صنعتی شریف در رشته متالورژی قبول شدم و به عنوان شاگرد ممتاز به خارج اعزام شدم و در دانشگاه منچستر انگلستان فوق لیسانس و دکترا گرفتم. بعد از بازگشت از انگلستان به مدت دو سال با جهاد همکاری کردم و سپس در دانشکده فنی دانشگاه تهران مشغول به تدریس شدم و بعد به علت پاره‌ای از اختلافات تأسیس رشته متالورژی در این دانشکده مطرح شد و ما به اینجا آمدیم در این پانزده سال حدود ۴ یا ۵ درس در کارشناسی و ۸ یا ۹ درس در کارشناسی ارشد داشته‌ام و حدود ۳۰ مقاله علمی که ۱۰ مقاله آن به زبان خارجی به چاپ رسانده‌ام و تاکنون تعداد ۲۰ تا ۳۰ دانشجوی کارشناسی ارشد پذیرفتم. تعدادی آزمایشگاه راه‌اندازی کردم و از همان آغاز هم در کمیته مواد وزارت علوم عضو بودم و مسئولیت برنامه‌ریزی چند تا از رشته‌های متالورژی به عهدهٔ من بود.

■ اگر بخواهید رشته متالورژی را معرفی کنید چه تعریفی را بیان می‌کنید؟

□ خلاصه‌ترین و مفیدترین تعریف این است که بگوییم متالورژی علم و فن‌آوری استخراج، فرآوری و ساخت مواد به طور عام می‌باشد. منظور از فرآوری تغلیظ مواد معدنی بعد از استخراج سنگ معدن می‌باشد و منظور از استخراج متالورژی استحصال فلز از مواد تغلیظ شده می‌باشد که توأم با فرآیندهایی مانند احیاء و بعد آلیاژسازی، تصفیه و ... است. بخش بعدی که اصطلاحاً به آن متالورژی صنعتی می‌گوئیم مربوط به فعالیت‌هایی از قبیل ریخته‌گری، متالورژی پودر و مسائلی در رابطهٔ با ساخت می‌باشد.

■ چرا در برخی از کشورها و همین‌طور در کشور خودمان به این رشته گاهی «مواد» و گاهی «متالورژی» می‌گویند؟

□ رشته متالورژی چندین دهه است که در دانشگاههای اروپا و آمریکا تأسیس شده و مانند رشته‌های معدن و مکانیک قدمت تاریخی ندارد. این رشته قبلاً در داخل رشته‌های دیگر بوده است و بعدها نیاز جوامع به مواد باعث شده که این رشته به صورت مستقل به عنوان یک شاخه مهندسی مطرح شود. از آنجائیکه تعداد بسیار زیادی از مواد مهندسی، فلزی بوده و کلمه متال «Metal» از آن گرفته شده است یعنی رشته‌ای که در مورد علم و تکنولوژی و تولید مواد فلزی بحث می‌کند و در حقیقت زیر مجموعه مهندسی مواد می‌باشد.

■ فعالیت‌های مهم معاونت پژوهشی در چه زمینه‌ای است؟

□ حوزه معاونت پژوهشی چند محور را مد نظر دارد. اولین محور ارتقاء کیفیت پژوهشی دانشکده می‌باشد و این محور پشتیبانی از فعالیتهای پژوهشی دانشجویان و بویژه در سطح کارشناسی ارشد می‌باشد. ادارهٔ آزمایشگاههای دانشکده از نظر هماهنگی فعالیت‌های آزمایشگاهی جهت انجام دادن پروژه‌ها به عهده معاونت پژوهشی می‌باشد. عقد قراردادهای صنعتی با مراکز صنعتی، وزارتخانه‌ها و ارگانها و شرکتهای خارج از دانشگاه زیر نظر معاونت پژوهشی انجام می‌شود. طرحهای مستقل پژوهشی و کنترل آن، سفرهای علمی اساتید، ارائه مقاله در سمینارها، پشتیبانی مالی از آنها، حمایت مالی از مقالات چاپ شده اساتید محترم تدارک اطلاعاتی جدید برای دانشجویان بویژه کارشناسی ارشد از مسئولیت‌های مهم معاونت پژوهشی می‌باشد.

■ چرا رشته متالورژی در کنار رشته معدن تأسیس شده چه رابطه‌ای بین اینو وجود دارد؟

□ نه تنها در کشور ما بلکه در بسیاری از دانشگاههای خارجی مانند دانشگاه داکوتا

و امپریال کالج و تعدادی دیگر نیز متالورژی در کنار معدن تأسیس شده است. علت این است که یک رابطه تنگاتنگی بین این دو رشته وجود دارد به این معنی و مفهوم که مواد بعد از استخراج از معادن باید فرآوری شود یعنی فرآوری مرز مشترکی بین متالورژی و معدن می‌باشد. از طرفی فلزات بسیاری زیادی در منابع زیر زمینی وجود دارد که نه فقط در صنعت داخلی کاربرد روزانه دارند بلکه می‌شود آنها را صادر نمود و کمک مهمی به منابع ارزی کشورند البته در بسیاری از کشورها چون شکل انرژی ندارند و مصرف کننده مواد اولیه هستند نه تولید کننده آن از تمایل به جدائی این دو رشته وجود دارد ولی در کشور ما که نیاز به استخراج و تولید مواد داریم با توجه به منابع اولیه فراوان و انرژی ارزان بهترین راه تأسیس رشته متالورژی در کنار معدن می‌باشد.

■ به عنوان یکی از اعضای هیئت علمی، کیفیت دانشکده را به لحاظ آموزشی در چه سطحی می‌بینید؟

□ کیفیت آموزشی دانشکده از دو جنبه سنجیده می‌شود یکی خاص و دیگری عام منظور این است که کیفیت در سطح دانشکده و کیفیت در سطح دانشگاههای کشور که مورد اول از مورد دوم نشأت می‌گیرد. در مورد دانشکده باید بگویم با وجود اینکه من تخصصی در رشته معدن ندارم ولی تعداد قبول شدگان و فارغ‌التحصیلان این دانشکده و موفقیت دانشجویان کارشناسی ارشد نشانه این است که کیفیت آموزشی در این رشته در حد مطلوبی است و نسبت به دانشکده‌های دیگر کمتر نبوده است البته ما انتظار پیشرفت بیشتری داریم.

در مورد رشته متالورژی با اینکه رشته‌ای نو است و تازه در اول راه هستیم اما شروع خوبی داشته و امیدواریم بتوانیم همانند رشته معدن از نظر آموزشی به سطح مناسبی برسیم در رابطه با معنای عام باید گفت که در ارتقاء کیفیت آموزشی عوامل مهمی از جمله مسائل رفاهی، فضاهای آموزشی، امکانات رفاهی دانشجویان و اساتید و ... تأثیر دارد و همچنین در جامعه ما هنوز با مسایل آموزشی به صورت سنتی برخورد می‌شود به این معنا که استاد سر کلاس می‌رود و چند جلسه درس می‌دهد، دانشجو نیز صحبتهای استاد را گوش می‌دهد و بعد هم جزوه‌ای را مطالعه می‌کند و امتحانات فشرده‌ای را پشت سر می‌گذراند، ما باید ببینیم که کارآیی این شیوه چقدر است؟ تجربه نشان داده است که این شیوه آموزشی محرومیت‌های خاص خود را دارد و لازم است روحیه تحقیق در دانشجویان در دوران آموزشی تقویت جدی شود امروزه برخلاف قدیم که قدرت جوامع بر اساس قدرت نظامی و اقتصادی سنجیده می‌شد، بیشتر بر مبنای اطلاعات سنجیده می‌شود. باید بتوانیم اطلاعات را به روز در اختیار دانشجویان قرار دهیم و تحولی عظیم در آموزش دانشگاهی ایجاد کنیم تا آموزش همراه با تحقیق و پژوهش باشد.

■ معاونت پژوهشی دانشکده آیا زمینه‌ای برای فعالیت دانشجویان در امور پژوهشی فراهم نموده است؟

□ به یقین از اهداف مهمی که دانشکده دنبال می‌کند مسایل پژوهشی می‌باشد. البته یک سری فعالیتهایی از قبیل پروژه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد وجود دارد ولی کافی نیست و ما در حال حاضر طرحی را مبنی بر استفاده از نیروی دانشجویان در ساخت تجهیزات آزمایشگاهی در نظر داریم و در این زمینه با تعدادی از دانشجویان نیز صحبت‌هایی شده است که خوشبختانه با استقبال هم مواجه گشته است چرا که این فعالیت‌ها باعث می‌شود که پتانسیل موجود در دانشجویان بالفعل شود و بتوانند در سطح بالاتری نسبت به فارغ‌التحصیلان رشته‌های دیگر قرار گیرند که البته لازمه آن ایجاد بستر مناسب پژوهشی می‌باشد و باید از دانشجویان دعوت و از آنها حمایت کافی شود.

■ با توجه به سطح علمی در آموزشی دانشکده توسعه دوره‌های کارشناسی ارشد جدی است یا شوخی؟

□ سؤال خوبی است و این مسئله هم در سطح وزارتخانه و هم در دانشگاه‌ها مطرح شده است و نظرات گوناگونی ارائه شده است که دو جنبه مثبت و منفی دارد اول اینکه عده‌ای معتقد هستند که ما از پتانسیل لازم آموزشی و پژوهشی مناسب مانند فضاهای آموزشی، کارگاهی و آزمایشگاههای مجهز و کابل برخوردار نیستیم و ممکن است که به کیفیت دوره دکتری صدمه جدی وارد شود و در سطح بین المللی ممکن است این کار مشکل ایجاد نماید، ولی از آنجائیکه سطح آموزشی ما

در دوره کارشناسی واقعاً قوی می‌باشد و در جهان به رسمیت شناخته شده است و در مقطع کارشناسی ارشد هم مشکل خاصی نداریم نظریه دیگری هم وجود دارد مبنی بر اینکه اگر ما فقط در مقطع کارشناسی فعالیت کنیم نیازهای واقعی دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مشخص نمی‌شود و ناشناخته باقی خواهد ماند و ما قادر نخواهیم بود تا امکانات لازم این دوره‌ها را مشخص کنیم و از طرف دیگر تأسیس این دوره‌ها سطح علمی اساتید را بالاتر می‌برد و مطالعات آنها بیشتر می‌شود و ما در زمینه کارشناسی هم شکل کمتری خواهیم داشت - از آنجائیکه رشته‌های کاربردی و محوری هستند جامعه صنعتی ما به آنها نیاز اساسی دارد و لذا ما باید برای رفع نیازهای جامعه به ایجاد این دوره‌ها همت بگماریم.

■ آیا دلتان می‌خواست رشته دیگری را انتخاب می‌کردید؟

□ مسلماً نه! بنده فکر می‌کنم افرادی که در مقاطع بالا تحصیل می‌کنند به رشته خود بسیار علاقه‌مند می‌باشند چون برای رسیدن به مدارج علمی بالا باید سختی‌های زیادی را تحمل نمود و فقط عشق و علاقه واقعی می‌تواند به انسان کمک کند تا در این راه قدم بردارد.

■ نظر جنابعالی نسبت به فعالیت‌های دانشجویان در سطح دانشکده و حتی در آینده چگونه است؟

□ من بارها به همکارانم گفته‌ام که دانشجو در یک مقطع حساس سنی می‌باشد و سرشار از انرژی و پتانسیل است و از یک مرحله بلوغ فیزیکی گذشته و می‌خواهد وارد مرحله بلوغ اجتماعی شود اما دانشجو دارای یک مشخصه صنفی در جامعه نیست البته او باید بداند که بعد از اتمام تحصیل می‌تواند به شغل‌های مختلفی روی آورد، وزراء، وکلای جامعه و ... هر یک زمانی دانشجو بوده‌اند. البته بعضی از دانشجویان واقعاً دارای نگرش بسیار بالائی هستند و به آینده می‌اندیشند و هدف مشخص و واضحی دارند و در مقابل آنها عده‌ای دیگر هستند که نمی‌دانند چه آینده‌ای در انتظار آنهاست از طرفی هم مسایل آموزشی ناخواسته به آنها فشار می‌آورد. پس باید با آنها برخورد مناسب شده و به مدارا رفتار گردد مثلاً از نظر روانشناسی برخورد من با اطرافیان و همکارانم باید با رفتار من با دانشجو متفاوت باشد زیرا اطرافیان مثلاً استاد دانشگاه، کارمند و غیره از نظر صنفی جایگاه مشخصی دارند. ولی دانشجو هنوز در جایگاه مشخصی در رابطه با جامعه قرار نگرفته است. پس ما باید یک بستر آموزشی مناسبی ایجاد کنیم و با دانشجو با ملایمت رفتار کنیم تا رابطه بین استاد و دانشجو یک رابطه توأم با صمیمیت باشد به او شخصیت داده شود تا بتواند ابراز عقیده نماید. و به قول حضرت امام (ره) دانشگاه محل آدم سازی است یعنی ما از دانشجو نخواهیم که هر چه به او می‌گوئیم همان را به خود ما ارائه نماید از او بخواهیم نظر دهد، مشکلات را ببیند و با آنها بجنگد در این صورت است که ما می‌توانیم جامعه‌ای سالم و دانشجویانی با روحیه قوی داشته باشیم.

■ چه تفاوتی میان دانشجویان زمان خودتان و این زمان، مشاهده می‌کنید؟

□ اصولاً مسایل گذشته در تاریخ ثبت شده و معمولاً مشکلات روزمره اجازه نمی‌دهد انسان به گذشته فکر کند ولی به نظر من بعد از انقلاب یک تحول عظیم در مسایل فرهنگی و به تبع آن مسایل آموزشی پژوهشی بوجود آمده است و مسایل مطرح در سطح دانشجویی بسیار غنی‌تر و واقعی‌تر به نظر می‌رسد البته بعد از انقلاب به علت بروز جنگ تحمیلی و محاصره اقتصادی و همچنین افزایش جمعیت به موازات بالا رفتن سطح توقعات کمبودهایی از نقطه نظر مسایل مالی در دانشگاهها مشاهده می‌شود اما از دیدگاه فرهنگی دانشجویان امروزی در فضای مملو از شعائر اسلامی رشد می‌کنند و این ریشه در خودباوری و بازگشت به هویت اصیل دانشجویان دارد دانشجویان امروزی بسیار هویت‌دار هستند و مشکلات و نیازهای واقعی جامعه را به خوبی مشاهده و درک می‌نمایند البته مشکلات مالی و کمبود امکانات آموزشی قابل برطرف شدن می‌باشند. انشاءا... با توسعهٔ روند کنونی در آینده قادر خواهیم بود دانشجویانی بسیار موفق و با بینش قوی داشته باشیم و به یقین قادر خواهیم بود کشوری مستقل و آباد برمبنای فرهنگ اسلامی بسازیم انشاءا...

■ با تشکر از جنابعالی که وقت خود را در اختیار نشریه قرار دادید.

□ من هم از شما متشکرم.

شرکت معدنی آهن آجین
شرکت تعاونی معدنی آذین

شرکت معدنی آهن آجین در خرداد ماه سال ۱۳۷۳ با هدف کلی اکتشاف، استخراج و بهره‌برداری از معادن، خریداری و فرآوری مواد معدنی و مشارکت در شرکتها و طرحهای معدنی و فرآوری با سرمایه اولیه یک میلیارد ریال و با کادری مجرب و با سابقه در تمام سطوح کاری از کارگر ساده تا مهندس با بیش از سی سال تجربه علمی و عملی تشکیل شده و کار خود را با بهره‌برداری از معادن آهن باباعلی (همدان)، شهرک (بیجار) و گلالی (قروه) و گرانیت خلیفه لو (خرمدره) و فلورین شماره ۲ (طبس) آغاز نمود و ضمن بهره‌برداری در معادن آهن باباعلی و فلورین طبس اقدام به پی جوئی آهن در استانهای غربی کشور به اکتشاف کانسارهای آهن در این استانها بخصوص استانهای کردستان و همدان و اکتشافات فلورین در اطراف طبس و اکتشاف سنگهای تزئینی در استان زنجان و همدان پرداخت همچنین با توجه به توانائیهای بالقوه‌ای که از نظر کادر فنی و مالی و ماشین آلات دارد باطله‌برداری در مجتمع مس میدوک، باطله‌برداری و راهسازی در معدن طلای زرشوران و ساخت اسکله آب شیرین کن پروژه آلومینیوم المهدی در استان هرمزگان را بفعالیتهای خود افزود و عهده‌دار استخراج و تولید و حمل مواد اولیه کارخانجات سیمان و گچ در چند منطقه شده است علاوه بر این فعالیتها آمادگی انجام و اجرای عملیات و طرحهای بیشتر و بزرگتری را دارد.

سهامداران این شرکت را کلیه کارکنان آن به نسبت ۴۱ درصد و شرکتهای صنعتی و معدنی ایرانی، کارخانجات معدنی باریت سلفچگان و شرکت مجتمع معادن سنگ چینی نیریز به نسبت ۵۹ درصد تشکیل می‌دهند و در این مدت شرکت توانسته است در شرکتهای باریت فلات ایران، فولاد زاگرس، معدنی رز کوارتز، نسوز اکباتان، معدنی آذر شهر، فولاد غرب سرمایه‌گذاری نماید.

شرکت تعاونی معدنی آذین نیز بنا به ضرورتهائی در آبان ماه سال ۱۳۷۴ با سرمایه اولیه سیصد میلیون ریال تشکیل شد و سهامداران آنرا کارکنان شرکت معدنی آهن آجین به نسبت ۵۱٪ و شرکتهای صنعتی و معدنی ایرانی، کارخانجات معدنی سلفچگان و شرکت مجتمع معادن سنگ چینی نیریز به نسبت ۴۹ درصد تشکیل می‌دهند و بدین ترتیب وابستگی آن با شرکت معدنی آهن آجین مشهود است و از امکانات فنی و مالی و ماشین آلات آن شرکت در انجام کارها بهره‌مند می‌شود.

بهره‌برداری از معادن آهن باباعلی، شهرک، گلالی و فلورین طبس و گرانیت خرمدره بعهده این شرکت گذاشته شده و بعلاوه این شرکت برای حفاری، استخراج و بهره برداری در چند معدن و پروژه قراردادهائی را منعقد نموده است و آمادگی پذیرش طراحی و اجرای طرحهای بزرگتری را نیز دارد.

تمامی معادن تحت پوشش این شرکت به غیر از معدن فلورین که از سال جاری به طریقه زیر زمینی (underground) استخراج می‌شود به روش روباز (Open Pit) استخراج می‌شوند. روش استخراج معادن سنگ ساختمانی به طریقه پارس و گوه «چال موازی» می‌باشد.

این شرکت با مراکز علمی بویژه با دانشگاه صنعتی امیرکبیر در پروژه‌های مختلف ارتباط نزدیکی دارد.

کامپوزیتها (قسمت اول)

گردآورنده: جعفر صالحی
استاد راهنما: دکتر آقازاده

دست‌آوردهای فن‌آوری عصر حاضر در واقع، بستگی به پیشرفتهایی دارد که در زمینه مواد حاصل شده است. توسعه آتی آنها نیز در گرو دست‌یابی به مواد جدید با خواص برتر می‌باشد. در این میان توسعه و ساخت مواد کامپوزیتی یکی از قدمهای مهمی است که در راه تکامل مواد مهندسی برداشته شده است با ترکیب کردن فیزیکی دو یا چند ماده. علاوه بر اینکه موادی سبکتر و محکمتر از مصالح سنتی از قبیل فلزات، سرامیکها، چوبها و پلی‌مرهای معمولی به دست می‌آید، می‌توان برای هر کاربرد مشخصی، خواص مورد نظری را ایجاد کرد. انجام این کار حتی با طراحی دقیق مواد سنتی امکانپذیر نیست.

کامپوزیتها با مواد مرکب، از جمله مواد مهندسی و ساختمانی جدیدی هستند که در توسعه و کاربرد آنها متخصصین فراوانی از رشته‌های مختلف مانند: مواد با متالورژی، سرامیک، پلی‌مر، شیمی، مکانیک، کامپیوتر و ریاضی، سهم به سزایی داشته‌اند.

● نکات تاریخی و اهمیت کامپوزیتها:

استفاده از مواد کامپوزیتی ایده‌ای جدید نیست. بشر از دیر زمان به اهمیت ترکیب فیزیکی موادی که در دسترس وی بوده، پی برده است. چینی‌ها و مصریان قدیم از جمله تمدنهای باستانی بوده‌اند که برای اولین بار، از مخلوط کاه و گل و شن برای بناسازی استفاده کرده‌اند مصریان با چسباندن لایه‌های نازک چوب و پارچه به یکدیگر و با استفاده از قیر، قایقهای خود را در برابر متورم شدن در آب تقویت می‌کردند. کامپوزیتها در طبیعت نیز به وفور یافت می‌شوند. چوب ماده‌ای است آلی و متشکل از الیاف سلولزی که لیگنین یا بخش ضعیف آن را تقویت می‌کنند. فومها، یا اسفنجهای طبیعی دریایی، معدنی و گیاهی (ساقه درخت آفتابگردان) و استخوانهای تشکیل دهنده اسکلت جانداران، مثالهای دیگری از کامپوزیتهای طبیعی‌اند. مواد غذایی و داروئی مخلوط پلی‌مرها با مواد افزودنی و الیاف، آلیاژ فلزات، چسبها، رنگها، سیمان، بتون، آسفالت و آجر نیز از دیگر مواد کامپوزیتی‌اند. استفاده از کامپوزیتهای مدرن در حقیقت از اوائل دهه ۱۹۴۰ شروع شد که برای اولین بار از الیاف شیشه‌ای جهت تقویت پلاستیکهای مصرفی در ساخت پوشش پلاستیکی آنتن رادار هواپیما استفاده شد. در پی آن اولین قایق فایبرگلاس ـ پلاستیک در سال ۱۹۴۲ ساخته شد و طی جنگ جهانی دوم و بلافاصله پس از کاربرد پلاستیکهای تقویت شده با الیاف در هواپیماسازی، کامپوزیتها موارد استفاده بیشتری یافتند و از سال ۱۹۵۶ صنایع فضایی نیز استفاده وسیع از آنها را آغاز کرد.

امروزه علاوه بر صنایع هوافضایی، مواد کامپوزیتی در صنایع دیگر از قبیل صنایع شیمیائی، الکتریکی، اتومبیل سازی، اسلحه‌سازی، وسایل ورزشی و غیره نیز اهمیت پیدا کرده است.

● تعاریف:

واژه کامپوزیت، Composite، از کلمه انگلیسی «to compose» به معنای ترکیب کردن، ساختن و مخلوط کردن، مشتق شده است. کامپوزیت از ترکیب و اختلاط چند ماده حاصل می‌شود. در اینجا منظور ترکیب و اختلاط فیزیکی است نه شیمیائی، به طوریکه اجزاء تشکیل دهنده ماهیت شیمیائی و طبیعی خود را کاملاً حفظ می‌کنند. گر چه در برخی از کامپوزیتهای پیشرفته، برای بهبود خواص، انجام اصطلاحات شیمیائی جزئی سطحی در مورد مواد تشکیل دهنده، الزامی است با این تعریف، چون تقریباً اکثر مواد طبیعی و مصنوعی را می‌توان کامپوزیت به حساب آورد. بنابر این برای ادامه بحث و محدود کردن موضوع، در این مقاله تعریف عملی‌تر و اختصاصی‌تر از کامپوزیتها ارائه می‌شود.

● کامپوزیتها موادی هستند:

۱) جامد (ترکیبات مایع از نظر خواص مکانیکی فاقد ارزش‌اند)

۲) مصنوعی (کامپوزیتهای طبیعی مانند چوب و استخوان حذف می‌شوند)

۳) متشکل از دو یا چند جزء (یا فاز) که از

نظر شیمیائی یا فیزیکی کاملاً متفاوت‌اند و به صورت منظم یا پراکنده کنار هم قرار گرفته‌اند و لایه مشترکی بین آنها وجود دارد. خواص مکانیکی یکی از فازها نسبت به فاز یا فازهای دیگر خیلی بهتر است.

۴) دارای خواص و ویژگیهائی هستند که هیچ یک از فازهای تشکیل دهنده به تنهایی نمی‌توانند آنها را داشته باشند. کامپوزیتهائی که در آنها فاز ضعیف یا ماتریس (Matrix) توسط الیاف گوناگون تقویت شده باشد، مهمترین دسته کامپوزیتها را تشکیل می‌دهند، وبه کامپوزیتهای رشته‌ای (fibercomposites) معروف‌اند. چنانچه به جای الیاف از پودر (معمولاً معدنی) استفاده شود، این مواد را کامپوزیتهای ذره‌ای یا پودری (Particulate composites) می‌نامند. الیاف و پودر تقویت کننده را فاز تقویت کننده (rohforcing phase) می‌گویند و گاهی ماتریس را فاز پیوسته (Continuous Phase) و فاز تقویت کننده را فاز غیر پیوسته (Discontinuouse Phase) نیز می‌خوانند. ممکن است هر دو فاز الیاف و پودر با هم در ماتریس وجود داشته باشند.

بهبود خواص ماتریس در کامپوزیتهای رشته‌ای معمولاً خیلی بیشتر از کامپوزیتهای ذره‌ای صورت می‌گیرد و به این دلیل موضوع کامپوزیتهای رشته‌ای بیشتر مورد بحث قرار می‌گیرد.

*** ماتریسها:**

همانطور که در قبلاً اشاره شد، پیشرفت نهایی در هر تکنولوژی به مواد موجود وابسته است. کلیه مواد از جمله فلزات، سرامیکها، پلی‌مرها و غیره بدون استثناء دارای ضعفها، عیوب و ناهماهنگیهای اتمی درون مولکولی هستند. وجود این عوامل آنها را از نظر خواص مکانیکی و سایر خواص، در رده‌ای پائین‌تر از آنچه که تئوری پیش‌بینی می‌کند، قرار می‌دهد با بررسی ساختار و خواص مواد و مطالعه تأثیر عیوب و ضعفها بر آنها می‌توان روشهایی برای اصلاح و بهبود این مواد پیدا کرد.

صرفنظر از تقویت شدن ماتریسها توسط الیاف، ماتریسها خود نیز نقش چسباندن الیاف به یکدیگر جهت انتقال تنشهای وارده به فاز الیاف، محافظت الیاف در برابر عوامل مکانیکی و جوّی و همچنین رطوبت را نیز به عهده دارند. فلزات و سرامیکها و پلی‌مرها به ویژه پلاستیکها از جمله پر مصرف‌ترین مصالح موجودند و به این جهت مهمترین ماتریسهای مورد استفاده در کامپوزیتها را تشکیل می‌دهند.

*** ماتریسهای فلزی:**

فلزات از مهمترین و متنوع‌ترین مواد مهندسی‌اند. این مواد فوق‌العاده محکم و مقاومت زیادی در برابر ضربه از خود نشان می‌دهند و به آسانی می‌توانند تغییر شکل پلاستیکی پیدا کنند. فلزات را می‌توان با استفاده از روشهای مختلف تقویت کرد و استحکام بخشید که اکثر این روشها موجب محدود شدن حرکت نابجائی‌های موجود در ساختار بلوری آنها می‌شود.

آلیاژهای حافظه‌دار در بهینه‌سازی طراحی عملگرهای مکانیکی جدید

ترجمه: علی گلزار

آلیاژهای حافظه‌دار Ni-Ti در وسایل اکتیواسیون حرارتی مزایای فراوانی را بدست می‌دهند.

Dieter Stoeckel

Raychem Corp.

Menlo Park, Calif

عملگرهای حرارتی وسایلی هستند که انرژی حرارتی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. این ابزار، تغییرات دمای محیط را حس کرده و اغلب با خم شدن (همچون ترموستات دو فلزی) یا با جابه‌جایی خطی یک پیستون (مطابق چیزی که در عملگردهای مومی اتفاق می‌افتد.) نسبت به این تغییرات واکنش می‌دهند. قابلیت بی‌نظیر آلیاژهای فلزی خاص، در بخاطر آوردن شکل قبلی خود، بعد از اینکه تغییر فرم یافتند. هر چند مکانیزم متناوبی را برای تحریک کردن فراهم می‌کند که در بسیاری از موارد مزایای متنوعی بیش از عملگرهای دو فلزی و مومی بدست می‌دهد.

اثر حافظه‌داری (خودشکلی):

«حافظه‌دار» عبارتی است که برای توصیف قابلیت بعضی از فلزات و پلاستیکهای تغییر فرم پلاستیک یافته، برای دوباره بدست آوردن شکل اصلی خودشان توسط گرم کردن، بکار می‌رود.

اثر حافظه‌داری در بسیاری از آلیاژهای فلزی مشاهده شده است. معیار لازم، وقوع تغییر حالت مارتنزیتی ترمو الاستیک، یعنی تغییر فاز کریستالی که توسط دو فلزی یا نقص در چیدن اتفاق می‌افتد، می‌باشد. از میان آلیاژهای حافظه‌دار فراوان، فقط آلیاژهای با پایه مس و Ni-Ti از نظر تجاری به همراه خواص مهندسی مفید، با دوام شناخته شده‌اند.

آلیاژهای حافظه‌دار Ni-Ti (تقریباً موجود قابل دسترسی است. همچنین آلیاژهای مس ارزانتر از آلیاژهای Ni-Ti می‌باشند. گرم کردن آلیاژهای Ni-Ti تا بالای دمای تغییر حالت مشکل اصلی آن را باز می‌گرداند.

خواص آلیاژهای حافظه‌دار

	Ni-Ti	Cu-Al-Ni	Cu-Zn-Al
دانسیته $\frac{g}{cm}$	6.5	8.0	7.2
هدایت الکتریکی $10^6 xs/m$	1-1.5	8-13	7.9
UTS و Mpa	900-1500	400-700	700-800
کل اضافه طول	30-50	10-15	4-6
بالاترین دمای A_s و O_c	120	120	170
کرنش قابل برگشت ٪	8	4	5

دو سیستم تجاری آلیاژ مس Cu-Zn-Al و Cu-Al-Ni می‌باشند.

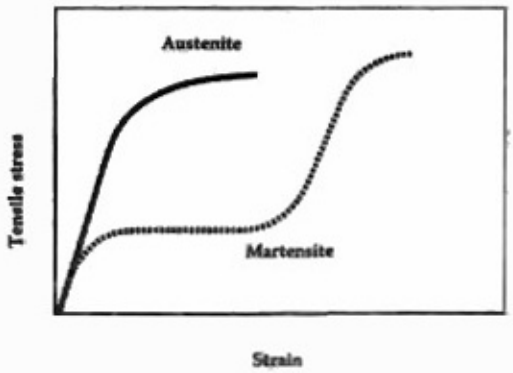
معمولاً آلیاژهای مس از آلیاژهای Ni-Ti شکننده‌تر می‌باشند. به ویژه اگر اندازه دانه به طور صحیح کنترل نشود. بنابر این کار کردن با آن باید به صورت گرم انجام شود.

بعلاوه آلیاژهای مس معمولاً برای نگاه داشتن حالت آستنیتی به کوئنچ کردن در دماهای متوسط نیاز دارند که آنها را کمتر از آلیاژهای Ni-Ti پایدار می‌سازد. یک ضریب فنی آلیاژ Cu-Al-Ni این است که اساساً دماهای تغییر حالت بالاتری در مقایسه با آلیاژهای Ni-Ti (٪55 Ni و ٪45 Ti) معمولاً خیلی نرم هستند و می‌توانند به راحتی تغیر فرم یابند. بعلاوه استحکام آلیاژهای حافظه‌دار موجود کرنش، مقاومت خوردگی، مقاومت ویژه الکتریکی و استحکام دمای بالای آن اساساً از آلیاژهای حافظه‌دار پایه مس بیشتر می‌باشد.

امروزه آلیاژهای Ni-Ti به طور فنی و در بسیاری از موارد به طور اقتصادی بهترین مواد حافظه‌دار برای اهداف مهندسی در نظر گرفته می‌شوند.

چند تحقیق پیشرفته، آلیاژهای حافظه‌دار امیدبخش دیگری را آشکار ساخته است.

بـعضی از امـیدبخش‌تـرین آنـها آلیاژهای آهن از قبیل Fe-Si-Mn می‌باشند که عاقبت خواص مشابه آلیاژهای Ni-Ti ولی با قیمت کمتر را فراهم می‌کنند.



شکل (۱)- آلیاژهای حافظه‌دار Ni-Ti در حالت آستنیتی منحنی تنش، کرنش به شکل معمولی نشان می‌دهند ولی در حالت مارتنزیتی، دو نقطه تسلیم با تنش بین آنها نشان می‌دهند.

در دماهای زیـر دمـای تـغییر حـالت فـازی، ایـن آلیـاژهای Ni-Ti مـارتنزیتی می‌باشند.

در این حالت، آنها بسیار نرم بوده و می‌توانند به آسانی مس نرم تـغییر فـرم یابند.

گرم کردن تا بالای دمای تغییر حالت، شکل اصلی را بازگردانـده و مـاده را بـه مـقاومترین حـالت آن، حـالت آسـتنیتی، تبدیل می‌کند.

و در صورتی که منحنی تنش ـ کرنش آلیاژهای Ni-Ti در حالت آستنیتی مـانند ماده مهندسی معمولی باشد بـرای حـالت مارتنزیتی بعید است.

با عـبور از نـقطهٔ تسلیم اول، چـند درصد کرنش با کمی افزایش تنش بدست می‌آید. بعد از اینکه ایـن مـنطقهٔ مسـطح گذشت، با تغییر فرم بـیشتر بـه سـرعت افـزایش مـی‌یابد. تـغییر فـرم در نـاحیهٔ مسطح غیر دائمی بوده و می‌تواند با گرم بازگردانده شود.

تغییر فرم بیش از نقطهٔ تسلیم دوم نمی‌تواند باز گردانده شود.

مـاده بـطور پـلاستیکی در مسـیری معمولی تغییر فرم می‌یابد.

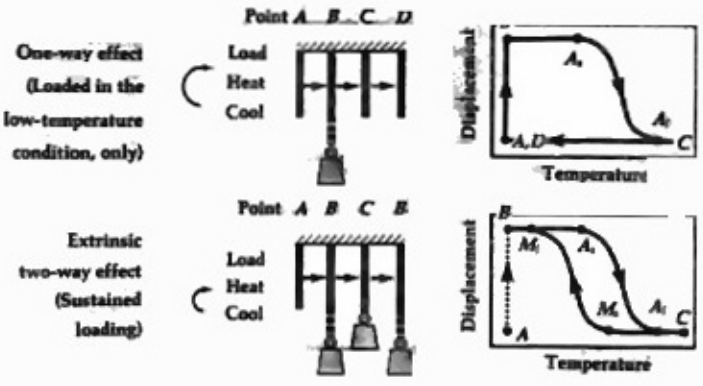
با رسم تنش مسطح یا نقطهٔ تسـلیم اول بر حسب دما، منحنی S شکلی بوجود می‌آید. نقطه تسلیم با اولین افزایش در دما بأهسـتگی افـزایش مـی‌یابد، سـپس بـا افزایش بیشتری در دما با سرعت بیشتری بالا می‌رود دوباره با افـزایش دیگـری در دما بآهستگی افزایش می‌یابد.

در صـورتی کـه مـدول کشسـانی بـرحسب مـاده رسـم شـود، مـنحنی‌های مشابهی بدست می‌آیند. منحنی‌هایی از این قبیل، اساس طراحی عملگرهای حـرارتـی حـافظه‌دار مـی‌باشند. اثـر حـافظه‌داری بوسیلهٔ یک سیم Ni-Ti مستقیم که از یک طرف ثابت شـده است، بسـادگی روشـن می‌شود.

کشیدن سیم بیش از نقطه تسلیم آن در دمـای اتـاق، اضـافه طـولی را پس از باربرداری باعث می‌شود.

سـیم در حـالت کشـیده شـده بـاقی می‌ماند تا وقتی که تا بالای دمای تـغییر حالت آلیاژ گرم شود. سپس سیم به طول اولیه خودش منقبض خواهد شد، اگر هیچ باری بکار نرود (بازیابی آزاد).

سردکردن بعدی تا زیر دمـای تـغییر حالت، سبب تغییر شکل مـاکـروسکوپی



شکل (۲)- آلیاژهای حافظه‌دار می‌توانند اثر حرارتی یک طرفه (بالا) یا اثر دو طرفه خارجی (پایین) را بر حسب سیکل بارگذاری (که در اینجا بصورت بار کششی برند سیم که از یک طرف ثابت شده است نشان داده شده) نشان می‌دهند.

نمی‌شود. این اثر، اثر یک طرفه نامیده می‌شود.

با گرم کردن، تغییر حالت به آستینت در دمای شروع آستنیت (A_s) آغاز شده و در دمای پایین آستنیت (A_f) کامل می‌شود. با سرد کردن، تغییر حالت به مارتنزیت در دمای شروع مارتنزیت (M_s) آغاز شده و در دمای پایین مارتنزیت (M_f) کامل می‌شود.

اثر یک طرفه می‌تواند به دفعات تکرار شود. یک نیروی تغییر شکل دهنده برای هر سیکل لازم می‌باشد.

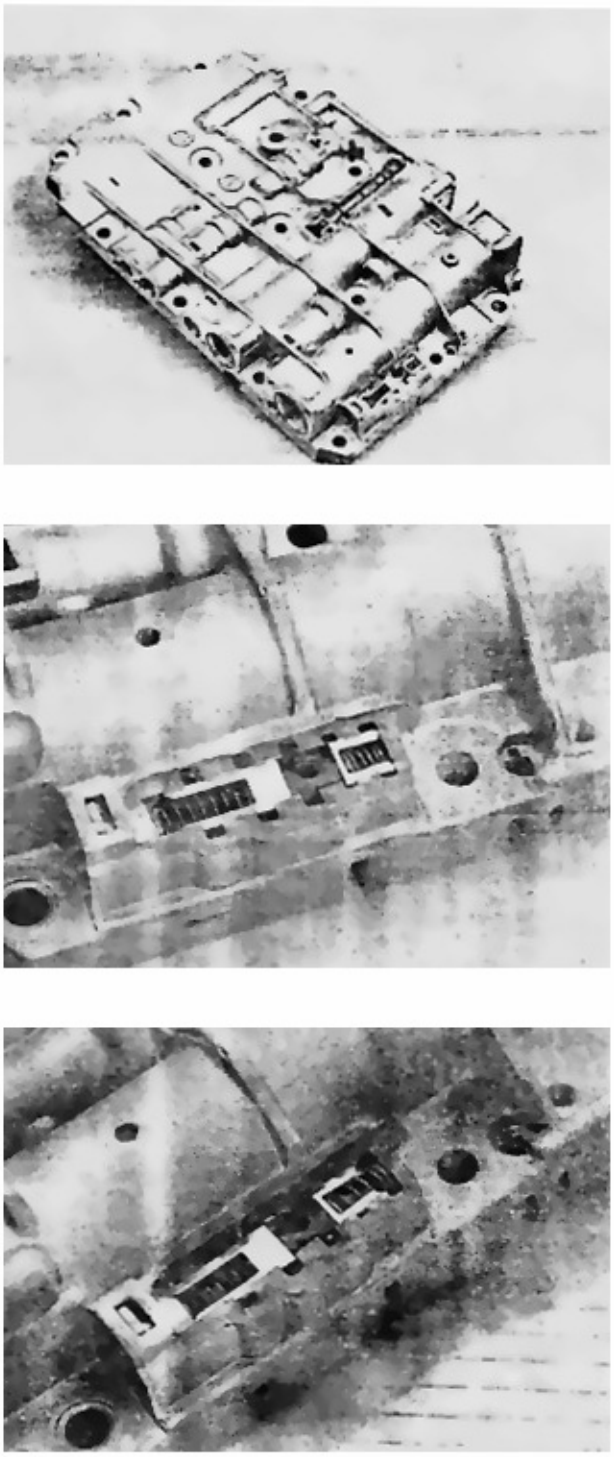
اگر این نیرو به طور ثابت بکار رود، مثلاً بار کششی ثابتی که به سیم وصل شده است رفتار دو طرفه‌ای انجام می‌شود.

نیروی بکاررفته باید به اندازه کافی برای کشیدن سیم در حالت مارتنزیتی بالا باشد. به عبارت دیگر، آن نیرو باید به قدر کفایت کوچک باشد تا سبب تغییر فرم بیش از حد سیم در حالت آستنیتی نشود.

این اثر، اثر دو طرفه خارجی نامیده می‌شود. تغییر حالت فازی توسط گرم کردن در دماهای بالاتری از تغییر حالت در موقع سرد کردن رخ می‌دهد و این اثر (که پسماند دمایی نامیده می‌شود) یک ویژگی مهم اثر حافظه‌داری می‌باشد.

حلقهٔ پیمانه توسط دماهای تغییر حالت A_s، A_f، M_s و M_f توصیف می‌شود.

آلیاژهای Ni-Ti استاندارد پسماندی از ۳۰ تا $50^{\circ}C$ (۵۵ تا $90^{\circ}F$) را نشان می‌دهند. هر چند با اصلاحاتی در آلیاژ امکان آن هست که پسماند را به حدود $15^{\circ}C$ ($30^{\circ}F$) کاهش داده یا آن را به بالای $100^{\circ}C$ ($180^{\circ}F$) توسعه داد. دماهای تغیر حالت می‌توانند بین تقریباً -100 و $100^{\circ}C$ (-150 و $210^{\circ}F$) تغییر کنند. آلیاژهای حافظه‌دار تحت شرایط خاص اثر دو طرفه واقعی را نشان می‌دهند که آنها را به یادآوری دو شکل مختلف (شکل دمای بالایی و پایینی) حتی



شکل (۳)- صفحه تنظیم کننده ماشینهای مرسدس ۱۹۸۹. دو شیر حساس به حرارت را کنار می‌برد که فنرهای نازکی از آلیاژ Ni-Ti در آن قرار گرفته‌اند و در بالا یک برش مقطعی وجود دارد که شمعهای بشرهای موجود در آن در حالات ابتدایی، میانی (شکل زیرین) نشان داده شده است.

آن به خوبی اثر یک طرفه درک نشده است. چون هیچ عملیات خاصی لازم نمی‌باشد. کاربرد سیکلی اثر یک طرفه با نیروی دوباره اعمال شده خارجی در بسیاری موارد راه حل اقتصادی‌تری می‌باشد.

عملگرهای حافظه‌دار در عمل:

از اثر حافظه‌داری در آلیاژهای Ni-Ti برای عملگرهای حرارتی مزایای متعددی از جمله نیروهای بالا، جا به جایی‌های بزرگ، اندازه کوچک، روشهای عمل کردن متفاوت (خطی، سهمی، پیچشی و ترکیبی)، کار زیاد در واحد حجم و وزن، را بدست می‌دهد و حرکت در دامنه دمایی بسیار کوچکی تکمیل می‌شود. چون عملگرهای حافظه‌دار حرکت و یا نیرویی را روی یک دامنه دمایی بسیار کوچک تولید می‌کنند که می‌تواند از قبل توسط ترکیب آلیاژ معین شود. کار خروجی می‌تواند بیشتر از ۱۰۰ مرتبه بزرگتر از ترموستات‌های دو فاز می‌باشد.

عملگرهای حافظه‌دار معمولاً فقط شامل تکه ساده‌ای از فلز مثلاً یک فنر مارپیچی بوده و به سیستمهای مکانیکی پیچیده نیاز ندارند. بنابراین اغلب آنها داخل فضاهایی تنگ در طرحهای داده شده جفت می‌شوند در صورتی که ترموستات‌های دو فلزی یا عملگرهای مومی دوباره به طراحی عمده‌ای از محصول نیاز خواهند داشت. بعنوان مثال، فنرهای مارپیچ می‌توانند در مسیر سیال کنترل کنندهٔ جریان یا شیرهای کنترل کنندهٔ فشار روغن بدون محدود کردن جریان قرار گیرند. بنابراین پاسخ سریعی به تغییرات دما می‌دهند.

عملگرهای حافظه‌دار با موفقیت در سطوح تعدیل، تحریک و حفاظت حرارتی بکار رفته‌اند.

تعدیل حرارتی:

بسیاری از خواص مواد به دما وابسته می‌باشند بعنوان مثال، روغن در دماهای پایین بسیار گرانروتر از مقدار آن در دماهای بالا می‌باشد.

اغلب تمامی مواد با افزایش دما افزایش حجم می‌دهند، هرچند ویسکوزیته و انبساط حرارتی خواص فیزیکی هستند که برای یک ماده خاص مشخص می‌باشند.

بنابراین با سرعتهای متفاوتی برای مواد مختلف تغییر می‌کنند.

به علت تغییر ویسکوزیته روغن، کار سیستمهای هیدرولیکی قویاً به دما بستگی دارد. این دلیلی برای جا به جایی تند انتقالات اتوماتیک طی هوای سرد، مخصوصاً در ماشینهایی که با قدرت دیزل کار می‌کنند می‌باشد.

این مسأله می‌تواند با کاهش فشار جابه‌جایی تا وقتی که موتور و تمام سیستمهای دیگر تا دمای کار گرم شوند، برطرف شود.

جازدن فنرهای حافظه‌دار Ni-Ti داخل شیرهای تنظیم کننده انتقالات اتوماتیک این شیرها را به حرارات حساس می‌کند. چون فنرهای حافظه‌دار نیروهای متفاوتی در دماهای بالا و پایین اعمال می‌کنند. فنر شیرهای Ni-Ti به طور اتوماتیک به تغییرات دمای سیال عبوری پاسخ می‌دهد. وقتی که دمای موتور کم باشد، فنر حافظه‌دار نرم بوده و به فنر فولادی حساس (که در این دمای پایین سخت می‌باشد) اجازه می‌دهد تا پیستونی که فشار را کاهش داده و به کاهش تندی جابه‌جایی کمک می‌کند را حرکت دهد. در دماهای بالا، فنر Ni-Ti مشابه قویتر از فنر فولادی شده و پیستون را در جهت مخالف، برای بهینه ساختن فشار جابه‌جایی هل می‌دهد. این مفهوم جدید که توسعه مشترکی از کمپانی Ray chem corp (U.S.A) و مرسدس بنز AG (آلمان غربی) می‌باشد، اخیراً در ماشینهای مرسدس مدل ۱۹۸۹ معمول شده است.

عملگرهای Ni-Ti همچنین می‌توانند کار شوکگیرها را بهبود دهند. چون شوکگیرهای معمولی تمایل دارند که در دماهای پایین بسیار سخت باشند، حرکت راحتی را فراهم نمی‌کنند. این منظور با ویسکوزیته بالای روغن در شوکگیر که معمولاً برای دامنه دمایی ۰ تا ۱۰۰°C (۳۲ تا ۲۱۲°F) برابر می‌شود، تأمین می‌گردد. یک واشر حافظه‌دار در سوپاپهای جذب‌کنندهٔ شوک که در دماهای پایین فشار را تغییر می‌دهد. می‌تواند ویسکوزیته روغن را تعدیل کند.

عملگرهای حافظه‌دار با موفقیت برای تعدیل حرکت و حفاظت حرارتی بکار رفته‌اند.

کاربرد دیگر شامل فیلترهای روغن موتورهای جت می‌باشد که باید هنگام بدکارکردن اخطار دهد.

اخطارکننده‌ها معمولاً به فشار اضافی روغن وقتی که فیلتر بسته شود، پاسخ می‌دهند. هرچند، فشار اضافی روغن نیز می‌تواند بوسیله ویسکوزیته زیاد روغن

می‌دهند. هرچند، فشار اضافی روغن نیز می‌تواند بوسیله ویسکوزیته زیاد روغن در هوای بسیار سرد، بدست آمده باشد.

با بکار بردن فنرهای Ni-Ti در فشار سنج‌های تعدیل کننده ویسکوزیته که توسط Lebozec و cautier (فرانسه) توسعه یافت می‌توان از این آژیرهای نادرست جلوگیری کرد. واشرهای Ni-Ti وقتی که حرکت کم و نیروهای زیاد نیاز باشد بکار می‌روند مثلاً برای میزان کردن انبساط‌های حرارتی متفاوت مواد غیرمشابه در دیگ‌بکس‌های با محور فولادی و قاب‌های آلومینیمی، بعنوان مثال صدای بسیار زیادی توسط کاهش در پیش بارگذاری مجموعه با افزایش دما بوجود می‌آید. واشرهای نوع شیکلامی یا موجی Ni-Ti می‌توانند نیرویی متجاوز از ۱۰۰۰ N (۲۲۵lb) به همراه تقریباً (۰/۰۲in) ۰/۵mm خمیدگی تولید کنند و بنابراین وقتی که به دمای کار می‌رسد پیش بارگذاری در گیربکس را باز می‌گرداند شکل مشابهی توسط کمپانی موتور تویوتا (ژاپن) در ماشینهای اسپرنیتر کاریب به کار گرفته شد.

تحریک حرارتی:

عملگرهای حافظه‌دار برای انجام کارها بطور اتوماتیک بکار می‌روند که در دمای بخصوصی انجام می‌پذیرند.

شاید اولین عملگر حرارتی قابل ملاحظه، باز کنندهٔ پنجره گلخانه بود که از فنری شامل (Cu-Zn-Al) تشکیل شده بود این وسیله برای باز کردن پنجره‌ها در دمای داخل آن برای مراقبت بهینه از تجهیزات خیلی گرم می‌شد و برای بستن پنجره‌ها وقتی که دما افت می‌کرد استفاده می‌شد.

اگر چه موفقیت‌های تجاری زیادی نداشته است، ولی مفاهیم عملگر حرارتی را نشان می‌دهد.

نمونه‌های دیگر از کاربرد عملگرهای حرارتی، بادگیرهای وضعیت هوا می‌باشند که برای تغییر جهت جریان هوا به بالا یا پائین، برحسب دما، بکار می‌روند و نیز شیرهای کنترل کننده دمای دم کردن قهوه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گونه عملگرهای حافظه‌دار در کاربردهای اتومبیل‌سازی نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

برای بهبود بازده سوخت و بازده عملگرهای کاتالیزوری باید موتور و وسایل دیگر انتقال ماشین‌ها را با بالاترین سرعت ممکن به دمای مورد نظر رساند.

این عمل می‌تواند از راه بسیار کم هزینه‌ای با بکار بردن یک سوپاپ تنظیم کننده حافظه‌دار برای کنترل rpms‌ها بطور اتوماتیک مورد استفاده قرار گیرد در دماهای پائینتر تغییر rpm‌ها جهت گرم شدن بمراتب سریعتر است و بمحض اینکه دمای کار فراهم شد سوپاپ تنظیم کنندهٔ حافظه‌دار rpms تغییر یافته و به حالت عادی باز می‌گردد.

مشابه شیر کنترل فشار متغیر، سوپاپهای تنظیم کنندهٔ دور، طرح مشترکی است از مرسدس بنز AC و Raychem Corp این شیر اولین بار در ماشینهای مرسدس 1989 بکار گرفته شد.

حفاظت حرارتی:

حفاظت حرارتی یا حفاظت در دمای بالا میدان دیگری است که عملگرهای حافظه‌دار بوسیله روشهای متناوب بوجود می‌آورند.

در بسیاری از موارد در صورتیکه دمای یک دستگاه از مقدار مشخصی تجاوز کند. مانند آتش نشانی و بازرسی حفاظت حرارتی بصورت یکطرفه خواهد بود.

در این کاربردهای لحظه‌ای، اثر حافظه‌ای (به جهت وسعت آن) تا حداکثر 8% کرنش قابل بازگشت است و نیز بیشتر از 600 Mpa (87×10^{3}PSi) تنش کاری بکار می‌رود.

قابلیت عناصر حافظه‌دار برای تغییر شکل از راههای متنوع اجازه می‌دهد که طراحی‌های ترکیبی جالبی در فضاهای تنگ انجام پذیرد.

وسیلهٔ محافظ حرارتی که در عملگر حافظه‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرد و اخیراً در U.S فروخته می‌شود یک شیر antiscald می‌باشد که بطور اتوماتیک جریان آب را قطع می‌کند. در صورتیکه آب خیلی گرم شده باشد.

مروری بر نقش مهندسی معدن در پروژه سد کارون ۴

جواد کریمی کوهپر (کارشناسی)

مقدمه:

در شماره قبل نشریه سیمای کلی نقش مهندسی معدن در پروژه‌های سدسازی (کارون ۴) ارائه شد. در این شماره بدانیم تا به ذکر جزئیات مرحله «تحکیم و نگهداری» بپردازیم.

تحکیم و نگهداری در تونل انحراف:

تحکیم در این قسمت به سه طریق انجام میگیرد:

۱ـ بوسیله شات کریت Shut Crete

۲ـ وایر مش Wair mesh

۳ـ بوسیله آنکریابولت Anchor-Rock bolt

۱ـ شات کریت Shot crete:

منظور از اجرای شات کریت عبارتست از: تهیه مصالح موردنیاز، عملیات مخلوط کردن، پاشیدن، اندود و کنترل کیفیت آن. معمولاً اجرای شات کریت به دو روش تر و خشک باتوجه به شرایط محیط، امکانات موجود و مسائل فنی انجام می‌شود، که هر دو روش یاد شده در این پروژه بکار گرفته می‌شود. در شات کریت به روش خشک، شن و ماسه، سیمان بصورت خشک مخلوط شده و توسط ماشین شات کریت و از طریق رابط به افشانک (Nozzle) فرستاده می‌شوند. در داخل نازل و قبل از پرتاب شدن به خارج به مخلوط یاد شده آب افزوده و سپس به جداره تونل پاشیده می‌شود. در روش تر، بتون در خارج دستگاه ساخته شده و سپس آنرا در ماشین شات کریت ریخته و تحت فشار از طریق شیلنگهای فشار قوی و بالاخره افشانک (Nozzle) به جداره تونل می‌پاشند.

اجزای متشکله یک متر مکعب ($1m^3$) شات کریت مصرفی که بر مبنای آزمایشات متعدد در آزمایشگاه کارگاه تعیین گردیده، بقرار ذیل می‌باشد:

سیمان	۴۲۰ Kg	
آب	۱۷۲ Kg	
ماسه	۳۸۰ Kg	ابعاد ^{mm}(۵ـ۰)
شن	۳۴۶ Kg	ابعاد ^{mm}(۵ـ۹/۵)

مصالح موردنیاز برای شات کریت در کارخانه تولید مصالح تولید شده و کنترل کیفیت آن بطور منظم انجام میگیرد. اختلاط مصالح بوسیله نچینگ کاباک صورت میگیرد.

۱ـ۱ شن و ماسه

مشخصات شن و ماسه شات کریت از نظر سختی، دوام، عدم آلودگی به مواد آلی، محدودیت وجود مواد ریزدانه پولکی شکل و پیوستگی دانه‌بندی به شن و ماسه بتون معمولی شبیه می‌باشد. ولی برخلاف شن و ماسه بتون معمولی که بایستی از مصالح سنگی شکسته شده تهیه شود، در شات کریت شن و ماسه طبیعی یا گرد گوشه ارجح می‌باشد. استفاده از شن و ماسه شکسته باعث خوردگی و استهلاک سریع ماشین آلات و لوله‌های مخصوص حمل مصالح شات کریت خواهد شد. ضمناً در صورت استفاده از این نوع شن و ماسه، ریزش و اتلاف بتون حین اجرا بیشتر خواهد شد.

۱ـ۲ دامنه بدنی بتونی شات کریت:

دارای اهمیت زیادی بوده و در چگونگی پمپ کردن جریان بتون در لوله‌ها، چسبیدن بتون به جداره، میزان ریزش و اتلاف حین اجرا و مقاومت نهایی اندود و در نتیجه در هزینه شات کریت نقش عمده‌ای را دارد.

ـ آماده کردن جداره قبل از اندود.

آماده کردن سطح قبل از پاشیدن اندود باعث چسبندگی بهتر اندود به سطح و کاهش میزان ریزش مصالح می‌گردد پس از انفجار برای حفر تونل سنگهائی در جداره به صورت لق شده باقی خواهد ماند که در صورت عدم برداشتن آنها ممکن است در حین عملیات شات کریت و یا پس از آن و در اثر اضافه بار ناشی از وزن اندود سقوط کنند که باعث نقص و سوراخ شدن اندود و احتمالاً لق شدن سنگهای مجاور خواهد شد. ضمناً ممکن است خطراتی را برای پرسنل بوجود آورد. برای تمیز کردن جداره و برداشتن سنگهای لق شده روشهای مختلفی وجود دارد که معمولی‌ترین آنها، استفاده از جریان هوای فشرده و آب و یا بوسیله چنگال بیل مکانیکی یا پاکت لودرهاست. در صورتیکه هدف از آماده کردن سطح فقط انداختن سنگهای لق

باشد. می‌توان این عمل را بوسیله یک میله نیز انجام داد.

۱ـ۳ ریزش و اتلاف مصالح:

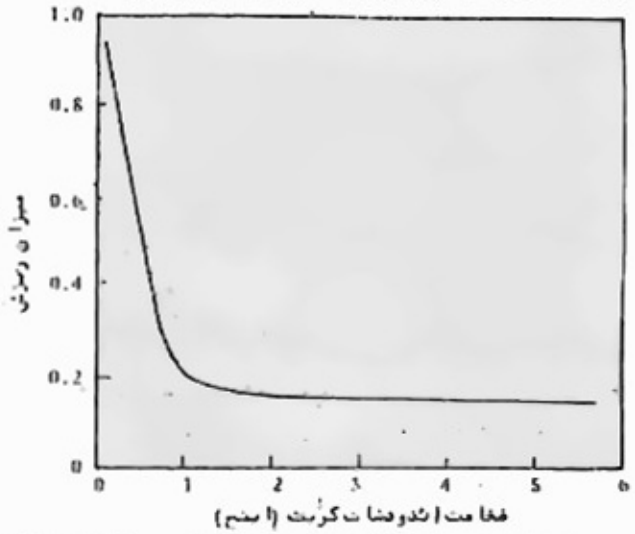
در حین اجرای شات کریت مقداری از مصالح به جداره نچسبیده و به زمین می‌ریزند. این ریزش مصالح، یکی از نقاط ضعف شات کریت می‌باشد که نه فقط برداشتن و پاک کردن مصالح ریخته شده مستلزم صرف وقت و کندی کار می‌شود، بلکه هدر رفتن درصد قابل توجهی از مصالح را نیز در بردارد. ریزش بنابه تعریف عبارتست از نسبت وزن مصالح ریخته شده در واحد زمان به وزن کلی مصالح پاشیده شده در همان زمان و یکی از شاخصهای مورد استفاده در صنعت شات کریت است.

نتیجه مشاهدات در کارهای اجرائی و در آزمایشگاه این کارگاه نشان داده است که میزان ریزش در ابتدای اجرای عملیات شات کریت در روی سطح سوخت بسیار زیاد است. ولی با گذاشت زمان و ضخیم‌تر شدن لایه شات کریت میزان ریزش به تدریج کم می‌شود. (شکل ۱)

۱ـ۴ اثر عوامل اجرائی:

عوامل اجرایی شات کریت شامل ماشین‌آلات و پرسنل اجرائی می‌باشد. ماشین‌های بکار رفته در این پروژه پمپهای شات کریت الیوا ۲۵۰ و ۲۶۰ (Aliva - 250) و (Aliva 260) میباشد. این ماشین‌ها بایستی جریان دائم و یکنواختی در نازل ایجاد کنند. عدم وجود جریان مداوم و یکنواخت ملات و قطع و وصل مکرر باعث افزایش میزان ریزش خواهد شد.

مهمترین عامل موثر در میزان ریزش، روی سطح می‌شود.



شکل (۱)ـ تغییرات میزان ریزش در ضخامتهای مختلف اندودشات کریت.

عامل انسانی در اجرای شات کریت و به خصوص اپراتور نازل می‌باشد. نحوهٔ حرکت نازل در حین پاشیدن، فاصله آن از جداره و زاویه آن نسبت به جداره از دیگر عوامل موثر در میزان ریزش هستند. در شکل (۲) ریزش بر حسب فاصلهٔ نازل از جداره نشان داده شده است. بطوریکه دیده می‌شود، کمترین میزان اتلاف برای پاشیدن به فاصله حدود یک متر از دیوار حاصل می‌شود.

نازل بایستی طوری نگهداری شود که جریان مصالح عمود بر سطح باشد تا از پرتاب شدن دانه‌ها به اطراف کاسته شود. نحوهٔ حرکت نازل در حین اجرا نیز در شکل (۳) نشان داده شده است.

در شات کریت به روش خشک آب در نازل به مخلوط مصالح افزوده می‌شود و میزان آن توسط اپراتور تنظیم می‌شود کم و زیاد کردن به موقع میزان آب از عواملی است که در میزان ریزش اثر عمده خواهد داشت. خشک بودن بیش از حد مصالح نیز باعث روان شدن اندود در

در این پروژه دو لایه شات کریت پاشیده می‌شود که ضخامت لایه‌ها روی هم ۱۵cm می‌باشد.

۲ـ نصب وایر مش

پس از پاشیدن اولین لایه شات کریت، نوبت به نصب وایرمش میرسد. هدف از نصب وایرمش، عبارتست از:

۱ـ توزیع یکنواخت بار ناشی از وزن سنگها در تمام سطوح تونل در یک مقطع.

۲ـ باعث کمتر نگهداشتن دیواره تونل و شات کریت لایه دوم می‌باشد.

وایرمش‌ها صفحات مشبکی از جنس فولاد از نوع میله گرد با قطر ۹mm می‌باشند که بصورت شبکه منظم به هم جوش خورده‌اند. ابعاد هر قطعه (Panel) یک وایرمش 2×2.5^{m} می‌باشد که در صورت لزوم می‌توان این قطعات را به ابعاد کوچکتری تقسیم نمود. در حین نصب دو پانل در کنار هم، آنها را روی هم (over lap) قرار می‌دهند تا همدیگر را به خوبی مهار کنند. مقدار پوشش آنها (over lap) ۳۰cm می‌باشد. نصب

وایرمش روی دیواره یا سقف در این روشن منطقی طراحی براین اساس

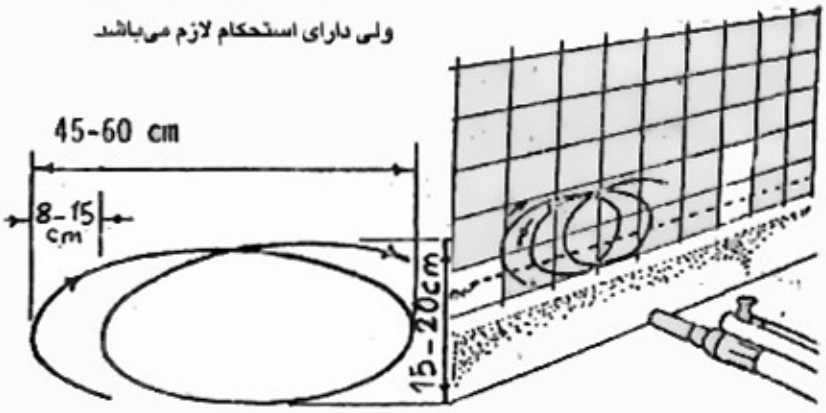
شکل (۲)ـ تأیید فاصله نازل از جداره در میزان ریزش اندود.

پروژه به دو روش صورت می‌گیرد.

۲ـ۱ـ توسط سنجاق

۲ـ۲ـ توسط سیم مهار

در روش اول ابتدا بوسیله ماشین‌های حفاری چال‌هایی به عمق ۴۰-۵۰ cm حفر می‌شود. سپس میله‌گرد به قطر ۹ میلی‌متر را خم کرده و بصورت سنجاق درمی‌آورند و بعد از نگهداشتن وایرمش به دیواره بوسیله سنجاق به دیوار و سقف وایرمش سقف وایرمش را بهم می‌دوزند. برای اینکه سنجاقها محکم شوند در چالها یکسری گوه‌های چوبی فرو می‌کنند. تا کاملاً سنجاق محکم گردد. عیب این روش این است که چوبها بعد از مدتی خاصیت



شکل (۳)ـ نحوه حرکت نازل در حین پاشیده اندود شات کریت

خود را از دست داده و پوسیده می‌شوند که این امر باعث آزاد شدن وایرمش می‌شود.

در مرحله (۱) هنوز جبههٔ کار به مقطع x-x

در روش دوم ابتدا یکسری سیم به قطر ۲ تا ۳ میلی‌متر را توسط سنجاق به دوباره و سقف تونل میچسبانند و بعد از خشک شدن سیم مهار، بوسیله آنها وایرمش‌ها را مهار می‌کنند.

عیب این روش وقت‌گیر بودن آن است. ولی دارای استحکام لازم می‌باشد.

«ادامه دارد»

اصول و روشهای طراحی و نگهداری تونلهای سنگی

میکائیل بهادری (کارشناسی ارشد)

مقدمه:

در مقاله شماره قبل کلیاتی از روند پیدایش علم مکانیک سنگ و کاربردهای این رشته در طراحی فضاهای زیرزمینی و روباز بیان گردید. در این مقاله سعی می‌گردد روشهای طراحی فضاهای زیرزمینی بصورت اجمالی بیان گردد.

اصول طراحی سیستم نگهداری:

است که عمدهٔ نگهداری توسط سنگهای اطراف تونل انجام شود یعنی اینکه بیشتر فشار نگهداری را خود سنگهای اطراف تونل تحمل نماید و سیستم نگهداری فقط قسمت کوچکی از فشار را تحمل کند فرض کنید مطابق شکل(۱) یک مقطع از تونلی با رفتار وابسته به فاصلهٔ جبههٔ کار و مستقل از زمان داشته باشیم.

نرسیده است اگر تنش خارجی را به P و تنش داخلی ناشی از نگهداری خود تونل و سیستم نگهداری را Pi نمایش دهیم در این مرحله $P_i=P_o$ است یعنی خود سنگ تمام تنش را تحمل می‌کند و مقدار جابجایی دیواره‌های تونل صفر است در مرحلهٔ (۲) تونل پیشروی نموده و به مقطع x-x می‌رسد و فشار داخلی P_i است و این فشار

سینهٔ کار) تحمل می‌گردد و بهمان علت مقدار جابجایی تونل محدود است برای جلوگیری از جابجایی (نقاط B و C) باید فشار نگهداری به دیواره‌ها اعمال شود البته واضح است که جابجایی دیواره‌های جانبی تونل کمتر از سقف تونل است زیرا اثر وزن در سقف جابجایی بیشتر تونل را موجب می‌شود این اثر (وزن سنگ) در دیواره‌ها صفر و در کف معکوس عمل می‌کند پس سه منحنی برای سقف دیواره‌ها و کف تونل خواهیم داشت که به ترتیب جابجایی در آن‌ها کمتر است در مرحلهٔ (۳) تونل حفر شده و وسایل نگهداری هم نصب شده‌اند در این قسمت وسایل نگهداری هیچ باری را تحمل نمی‌کند (نقطهٔ D) زیرا جابجائیها بلافاصله بعد از حفر صورت گرفته و بعد از نصب جابجایی صفر است و جابجایی تونل در حد نقاط C,B مانده است.

در مرحلهٔ (۴) جبههٔ کار به اندازهٔ تقریباً ۱/۵ برابر قطر تونل پیشروی کرده و مقاومتی که جبههٔ کار در برابر جابجائیهای شعاعی از خود نشان می‌دهد به صفر رسیده است در نتیجه این امر باعث افزایش بیشتر تغییر شکل دیواره و سقف تونل می‌شود که توسط منحنیهای CEG و BFH نمایش داده شده است.

رفتار وسایل نگهداری مانند یک فنر فرض می‌شود که در صورت اعمال تغییر شکل در آنها نیروی مخالف متناسب با تغییر شکل ایجاد می‌کند. در نتیجه رفتار وسایل نگهداری بصورت خط مستقیم و صعودی خواهد بود در صورتیکه قدرت وسایل نگهداری کافی باشد این منحنی خط منحنی رفتار تونل را در نقاطی مثل E و F قطع می‌کند در نتیجه جابجائیها در همان حد متوقف شده وتونل به حالت پایداری می‌ماند ولی اگر وسیلهٔ نگهداری لازم در تونل نصب نشود جابجائیها ادامه می‌یابد و اگر جابجائیها در حدی متوقف نشوند (منحنی سقف) سقف تونل ریزش خواهد کرد.

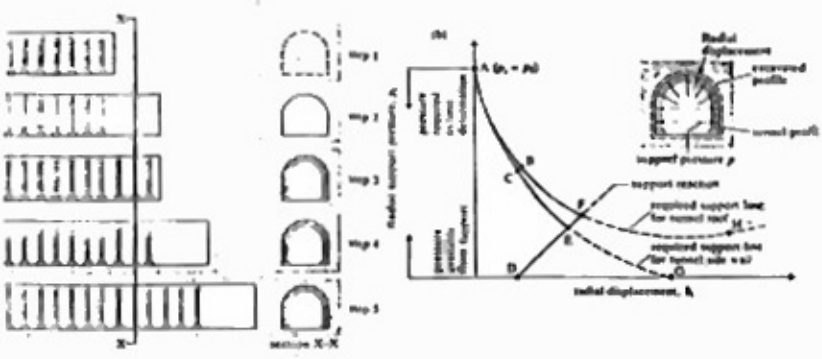
وجود یک نقطهٔ مینیمم در منحنی سقف بدین علت است که با افزایش جابجایی فشار داخلی کاهش می‌یابد و در حد معینی سنگهای تونل سست شده و به وزن خر شده تبدیل می‌شوند و وزن خرد این سنگ به فشار تونل افزوده می‌شود و لذا منحنی از این به بعد صعودی می‌شود می‌توان روند محاسبات لازم برای رسم منحنی مشخصهٔ زمین ـ نگهدار را که بر اساس روش همگرایی ـ محدودیت است در مرجع شماره (۵) ملاحظه کرد.

روشهای تحلیل پایداری:

طراحی حفاریها در سنگ نیاز به توجهات زیاد، از جمله شرایط ویژهٔ ژئوتکنیکی دارد.

دراین خصوص یک فلسفه طراحی عالی توسط: هوک (۱۹۸۱) هوک و براون (۱۹۸۱) هوک ولوند (۱۹۷۴) پیشنهاد گردید:

هدف اصلی هر طراحی حفاری زیرزمینی بایستی آن باشد که از خود سنگ بعنوان مادهٔ سازه‌ای اصلی استفاده بکند. ایجاد اغتشاش کم ممکن است در طول مدت حفاری و اضافه شدن آن به مقدار کمی در روش نگهداری بتنی و فولادی وجود داشته باشد در حالت اولیه آنها. وقتی که با تنشهای فشاری مواجه می‌شوند، سنگهای خیلی سخت از بتن قوی‌تر هستند و بعضی از سنگها رفتار یکسان با فولاد دارند بنابراین غیراقتصادی‌است اینکه ماده‌ای که ممکن است ترجیحاً مناسب باشد با مادهٔ دیگر که بهتر نیست تعویض گردد. یک طراحی مهندسی خوب یک طراحی متعادل است در اینکه تمامی فاکتورهایی که دخیل هستند و حتی آنهایی که نمی‌توان بصورت کمی بیان کرد، بحساب آورده شوند وظیفهٔ مهندس طراح محاسبهٔ دقیق نیست، بلکه قضاوت صحیح است. روشهای طراحی که برای ارزیابی و تحلیل پایداری معادن و



شکل (۱)- مقطع تونل همراه با منحنی رفتار تونل و نگهداری [۷و۸]

تونلها، می‌توانند بکار بروند. کلاً بصورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند. الف) روشهای عددی (تحلیلی) ب) روشهای مشاهده‌ای ج) روشهای تجربی.

الف) روشهای تحلیلی:

این روشها، تنشها و تغییر شکلها را در اطراف فضاها، تحلیل می‌کنند. این روشها شامل تکنیکهایی همچون استفاده از جوابهای فرم بسته، روشهای عددی (المان محدود، تفاضل محدود و المان مرزی) مشابه‌سازی‌های فیاسی (الکتریکی و فتوالاستیک) و مدل فیزیکی هستند.

ب) روشهای مشاهده‌ای:

با این روشها بر روی رفتارنگاری حرکت زمین، در طول مدت حفاری برای آشکار کردن ناپایداری قابل اندازه‌گیری بر روی تحلیل تأثیر متقابل زمین ـ نگهدار، تکیه دارند. این روش شامل روش تونلسازی اطریشی جدید NATM و روش همگرایی ـ محدودیت است. روشهای مشاهده‌ای، اگرچه بصورت روشهای مجزا و جدا مورد بررسی قرار می‌گیرند، اما این روشها، فقط راهی برای کنترل کردن نتایج و پیشگویی‌های روشهای دیگر هستند توضیحات بیشتر در این خصوص در بخش بعدی آورده می‌شود.

ج) روشهای تجربی:

این روشها پایداری معادن و تونلها را توسط استفاده از تحلیل آماری، از مشاهدات زیرزمینی، ارزیابی می‌کنند. طبقه‌بندی‌های مهندسی سنگ، بهترین روش تجربی شناخته شده، برای ارزیابی پایداری فضاهای زیرزمینی در سنگ هستند (هون و براون ۱۹۸۰، گورمن ۱۹۸۰).

در طراحی بشتر تونلهایی که اکنون ساخته می‌شوند، از چند سیستم طبقه‌بندی استفاده می‌کنند مهمترین این طبقه‌بندی‌ها عبارتند از: طبقه‌بندی توده سنگ (RMR) که توسط بنیاوسکی در سال ۱۹۷۳ ارائه گردید و شاخص کیفی توده سنگ (Q) که توسط بارتن و همکاران در سال ۱۹۷۷ برای هریک از این روشها، باتوجه به مشخصه‌های توده سنگ، امتیازی را در نظر می‌گیرند. برای مثال، در طبقه‌بندی ژئومکانیکی عدد RMR از جمع‌بندی امتیازهای متعلقه بدست می‌آید که با رجوع به جداول مربوط، می‌توان سیستم نگهداری را طراحی کرد. در مورد اندیس کیفی توده سنگ، Q نیز که از ضریب امتیازهای متعلقه بدست می‌آید با رجوع به جداول مربوطه می‌توان سیستم نگهداری را طراحی کرد. برای توضیحات بیشتر به مرجع شمارهٔ (۳و۲) رجوع شود.

اساس و پایهٔ روشهای مشاهده‌ای:

طراحی حفاریها معدنکاری زیرزمینی و تونلسازی، توسط روشهای مشاهده‌ای، شامل تغییر اطلاعات رفتار نگاری، در طول مدت ساخت و اجرا می‌باشد. بنابراین، اساساً یک روش طراحی مشاهده‌ای، یک روش «طراحی همراه با جلو رفتن» می‌باشد یک مثال از روش طراحی مشاهده‌ای روش تونلسازی جدید اطریشی (NATM) می‌باشد که توسط Rabcewicz در سال ۱۹۷۴ به مرحله ظهور رسید و بطور قابل ملاحظه در دنیای تونلسازی، موردتوجه قرار گرفته و دارای خیلی از نتایج امیدبخش می‌باشد هدف اصلی اندازه‌گیری‌های رفتار نگاری برجا، برای تعیین شرایط پایداری در یک حفاری زیرزمینی توسط تهیهٔ اطلاعات کمی، براساس رفتار توده سنگ و نگهدار است هوک و براون عقیده دارند، طراحی حفاریهای زیرزمینی، اساساً طراحی سیستم‌های نگهداری است از تکنیکهای قابل استفادهٔ گوناگون رفتارنگاری، اندازه‌گیری‌های تغییر مکان در حفاریهای زیرزمینی می‌باشد که خیلی مفید هستند. اندازه‌گیری‌های تغییر مکان توسط وسایلی از قبیل اکستنسومترهای چندنقطه‌ای و همگرایی سنج‌ها، قابل اندازه‌گیری هستند اکستنسومترها، تغییر مکان‌های ایجاد شده در توده سنگ اطراف فضای زیرزمینی را ارائه داده و می‌توان طی روابطی که بعداً بیان می‌گردد، تغییر مکان نقاط انتهایی اکستنسومترهای چند نقطه‌ای را بدست آورد. همگرایی سنج‌ها، تغییر مکان نسبی، دو نقطه بر روی سطح حفاری را عرضه می‌دارد که می‌توان در تفسیر اعداد حاصل از اکستنسومترها استفاده کرد.

مورد دیگری که در رفتارنگاری حائز اهمیت است، اندازه‌گیری فشار وارد بر پوشش تونل می‌باشد، که می‌توان توسط دستگاههایی مثل جکهای کم ضخامت، که از مایعی پر شده‌اند، بدست آید.

نحوهٔ محاسبات مربوط به قرائت‌های وسایل اکستنسومتر و همگرایی سنج:

بعد از نصب هریک از این وسایل، از فضاهای زیرزمینی یک مبدأ قرائت برای

فضاهای زیرزمینی یک مبدأ قرائت برای هریک از این وسایل در نظر گرفته می‌شود، بطوریکه قرائتهای بعدی نسبت به قرائت اولیه سنجیده می‌گردد.

معمولاً در اکستنسومترها، از میله‌های چند نقطه‌ای استفاده می‌شود که محاسبات مربوط برای هریک از این میله‌ها در نظر گرفته می‌شود اگر فرضاً در نظر بگیریم، از اکستنسومتر سه نقطه‌ای، به طولهای ۳، ۶، ۱۲ متری استفاده شده است، و قرائتهای هرکدام از این میله‌ها برابر با R_3 و R_6 و R_{12}باشد، روابط زیر را برای بدست آوردن تغییر مکان مطلق هریک از انتهای میله‌ها، خواهیم داشت.

$C = R_{12}$ با فرض ثابت $C - U_{12} = R_{12}$

U

$C - U_6 = R_6 \longrightarrow U_6 = R_{12} - R_6$ انتهای

$C - U_3 = R_3$ طویلترین $U_3 = R_{12} - R_3$

$(U_{12}=0)$ میله

که مقادیر R_{12} U_6، U_3 به ترتیب تغیر مکانهای مطلق، سقف انتهاهای میله‌های ۶ متری و ۳ متری می‌باشند. بعد از این مرحله، نوبت به رسم منحنیهای تغییر مکان برحسب زمان می‌رسد، که یکسری تفاسیری بر روی این منحنیها انجام خواهد گرفت که در بخش مقایسه اندازه‌گیریها بیان می‌گردد. در مورد همگرایی سنج نیز یکسری محاسباتی وجود دارد که تغییر مکان نسبی بین دو نقطهٔ اندازه‌گیری شده را بدست می‌دهد. عدد حاصل از این وسیله می‌توان در تفسیر اعداد حاصل از اکستنسومتر کمک کند. بطوریکه فرض ثابت بودن انتهای طویلترین میله «اکستنسومتر بررسی گردد. اگر عدد حاصل از همگرایی، ΔC و اعداد حاصل از اکستنسومترهای نصف شده در راست و چپ تونل به ترتیب U_R و U_L می‌باشند، تحت شرایط زیر انتهای طویلترین میلهٔ اکستنسومترها، ثابت است در غیر این صورت، این فرض ملغی می‌گردد.

شرط ثابت بودن $\Delta C = U_L + U_R$

شرط ثابت نبودن $\Delta C > U_L + U_R$

تفاسیر اندازه‌گیری‌های حاصل از ابزار آلات رفتارنگاری:

برای تفسیر اطلاعات دریافت شده از اندازه‌گیری‌ها احتیاج به یکسری معیار می‌باشد. چندین معیار ممکنست برای تعیین تغییر مکان‌هایی که مشخص کنندهٔ خواه رفتار پایدار یا رفتار بالقوه ناپایدار هستند، استفاده شود.

۱) اندازهٔ تغییر مکان باتوجه به تغییر مکان پیش‌بینی شده از تئوری الاستیک

۲) نرخ تغییر مکان

۳) ظرفیت تغییر مکان سیستم نگهداری و توده سنگ.

۱) اندازه‌گیری تغییر مکان باتوجه به تغییر مکان حاصل از تئوری الاستیک:

اگر تغییر مکانهای مشاهده شده باتوجه به تغییر مکان‌های پیش‌بینی شده ازتئوری الاستیک (راه حل الاستیک المان محدود) بزرگ باشند ممکن است شرایط ناپایداری سنگ، موجود باشد.

۲) نرخ تغییر مکان:

بهترین روش، ارزیابی سرعتهای تغییر مکان و مقایسهٔ آن با سرعتهای مشاهده شدهٔ قبلی در بخش‌های یکسان تونل است که خوب نگهداری شده‌اند تجربه نشان داده که سرعت‌های تغییر مکان بر طبق ۰/۰۰۱ میلی‌متر در روز، شرایط پایدار، سرعتهای ۰/۰۵ میلی‌متر در روز برای فضاهای وسیع و بزرگ، خطرناک و سرعتهای بالای ۱ میلیمتر در روز، ایجاب روشهای نگهداری اضافی را می‌کند.

۳) ظرفیت نگهداری

تغییر مکانهای مشاهده شده بایستی از تغییر مکانهایی که شکست سیستم نگهداری را باعث خواهند شد تجاوز نمایند.

نتیجه‌گیری:

همانگونه که بیان گردید روشهای تحلیل پایداری کلاً به سه روش عددی، مشاهده‌ای و تجربی تقسیم می‌شوند، که روشهای مشاهده‌ای باتوجه به پیشرفت تولید ابزارآلات رفتارنگاری و سهولت در اندازه‌گیری پارامترهای مورد نیاز برای بررسی پایداری فضاهای زیرزمینی در امر تونلسازی، از اهمیت بیشتری برخوردار است، بطوریکه با نتایج بدست آمده ازاین رفتارنگاری وضعیت پایداری فضای زیرزمینی در حال اجرا را بررسی کرده و همچنین می‌توان توسط یکسری روابط که مربوط به روش تحلیلی برگشتی است پارامترهای فرضی طراحی را بدست آورد امید است در شماره‌های بعدی این نشریه، مسائل مربوط به تحلیل برگشتی بررسی بیان گردد.

منابع:

۱- بهادری میکائیل (۱۳۷۵)، پروژهٔ کارشناسی ارشد (مکانیک سنگ)، تحلیل پایداری تونل انحراف در پروژه و سد

2) Bieniawsk: (1974), RockMechanics design in Mining and tunnelling

3) Bieniawsk: (1989). Rock mass Classification.

4) Brady & Brown (1992) Rock Mechanics for underground Mining.

5) Hoek & Brown (1989) underground Excavations in Rock.

6) Kyongwonlee, Measurement of rock displacement and Interpretation for the determination of a relaxedzon around a tunnel in a Coal mine.

7) Wittke (1990) Rock Mechanics,Theory and Application.

8) Ladany (1979) Use of the Longterm Strength Concept in the determination of ground pressure on tunnel Linnings. Proc. 3rd. Cong. Rock Mech.

احیای مستقیم سنگ آهن به روش میدرکس

گرد آورنده: علی حسین صالحی

استاد راهنما: مهندس کشاورز

مقدمه:

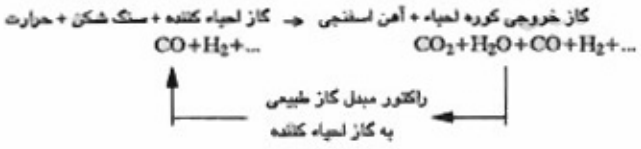
از بین روشهای صنعتی احیای مستقیم کانه‌های آهن، تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس توسعهٔ چشمگیری داشته است. باز دهی مداوم آهن اسفنجی بصورت سرد یکی از ویژگیهای روش میدرکس می‌باشد. واحدهای متعددی به این روش در دههٔ اخیر در کشورهای مختلف تأسیس و شروع بکار کرده‌اند. ابداع روش میدرکس بوسیلهٔ D.Beggs, W.T.Marton صورت گرفته و تحقیقات لازم برای توسعهٔ آن از سال 1965 در شرکت میدلند - روس شروع گردید. در سال 1967 میلادی اولین واحد احیای مستقیم آزمایش با ظرفیت تولیدی برابر 1.5 تن آهن اسفنجی در ساعت در تولد دو (Toledo) واقع در اوهایو (Ohio) ساخته شده و سپس واحد دیگری به ظرفیت سالیانه 150 هزار تن در پرتلند (Portland) آمریکا تأسیس گردید، که در سال 1969 شروع بکار کرد. در ژانویهٔ 1974 میلادی، اجازهٔ ساخت واگذار شده است.

در اغلب روشهای صنعتی تولید آهن اسفنجی از گاز طبیعی بعنوان عامل احیاء کننده و گرمازا استفاده می‌شود.

یک واحد میدرکس از دو قسمت اصلی تشکیل می‌شود:

۱ـ تجهیزات لازم برای تبدیل گاز طبیعی به گاز احیاء کننده (گاز شکن‌ها).

۲ـ تجهیزات لازم برای احیای اکسیدهای آهن توسط گاز احیاء کننده روند اکسایش جزئی گاز طبیعی برای تولید گاز احیاء کننده و نیز احیای اکسیدهای آهن به روش میدرکس در نمودار زیر نشان داده شده است:



تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس مداوم (Continous) است.

در زیر باختصار تجهیزات واحدهای میدرکس تشریح می‌گردد:

۱ـ تجهیزات انتقال بار به کورهٔ احیاء و تخلیه آهن اسفنجی از کوره به روش میدرکس:

در سیستم میدرکس، بارگنده یا سنگ آهن خرد شده پیش از ورود به سیلوهای روزانه، سرند می‌شوند. دانه‌بندی بار برای کوره از این قرار است:

- بار درشت‌تر از 50 میلیمتر
- بار بین 6 تا 50 میلیمتر
- بار بین 3 تا 6 میلیمتر
- بار زیر 3 میلیمتر

بار با دانه‌بندی 6 تا 50 میلیمتر و 3 تا 6 میلیمتر به نسبت معینی در کورهٔ احیاء تغذیه می‌شود. همچنین آهن اسفنجی تولید شده در کورهٔ احیاء پیش از ورود به سیلوها و مصرف مستقیم سرند می‌شود و نرمهٔ آن در بعضی از واحدها به خشته تبدیل شده و در برخی مستقیماً در کوره‌های قوس الکتریکی به مصرف می‌رسد. در یک واحد میدرکس بار بوسیلهٔ نوار نقاله از سیلوهای روزانه به مخزن تغذیه قیف مانندی که در بالای کوره قرار 75 گرفته، تخلیه می‌شود. این مخزن در واحدهای میدرکس مجتمع فولاد اهواز متر مکعب گنجایش دارد. سطح مواد در مخزن بالای کوره از طریق میله‌ای رادیواکتیو تعیین می‌شود. این میله از طرفی با سطح بار و از طرف دیگر با سیستم کنترل در تماس می‌باشد و سطح بار بطور اتوماتیک اندازه‌گیری می‌شود. در صورتی که گندله در این مخزن در چهار سطح زیر باشد، سیستم کنترل علائم هشدار دهندهٔ ذیل را مخابره می‌کند:

۱ـ بالاترین سطح بار: اخطار داده می‌شود.

۲ـ پر: دستور توقف نوار نقاله تغذیه کنندهٔ بار به مخزن صادر می‌گردد.

۳ـ خالی: دستور کار نوار نقالهٔ تغذیه کنندهٔ بار به مخزن صادر می‌گردد.

۴ـ پائین‌ترین سطح: تخلیه کوره متوقف و اخطار لازم داده می‌شود. توزیع یکنواخت گندله در کورهٔ احیاء برای جریان یکنواخت گاز احیاء برای جریان یکنواخت گاز احیاء کننده در بین گندله‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است با احیای بار گندله در کوره، درجه فلزی آن بالا می‌رود. درجهٔ فلزی آهن اسفنجی تولید شده در کوره‌های میدرکس حدود 92 درصد و اکسید آهن احیاء نشده در آهن اسفنجی بصورت وستیت می‌باشد. در شروع راه‌اندازی کورهٔ احیا بار به میزان کافی احیا نمی‌گردد. لذا درجهٔ فلزی آهن اسفنجی تولید شده کافی نیست به این علت بار مجدداً به کوره برگشت داده می‌شود.

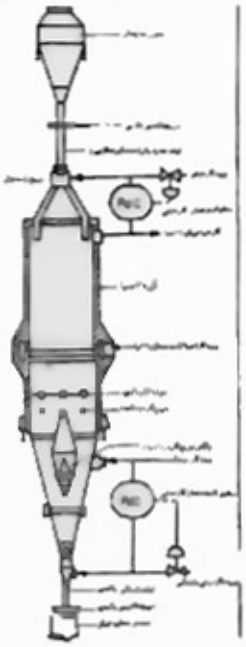
۲ـ تجهیزات کوره احیاء به روش میدرکس:

همانطور که اشاره شد واحدهای صنعتی احیای مستقیم که به روش میدرکس آهن اسفنجی تولید می‌کنند در دههٔ گذشته بسرعت تکامل یافته‌اند. در این بخش کوشش می‌شود باختصار تجهیزات کوره‌های تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس که مشابه آنها در مجتمع فولاد اهواز مستقر هستند و یا در مبارکه مستقر خواهند شد بررسی شود.

۱ـ۲ـ کوره احیا به روش میدرکس:

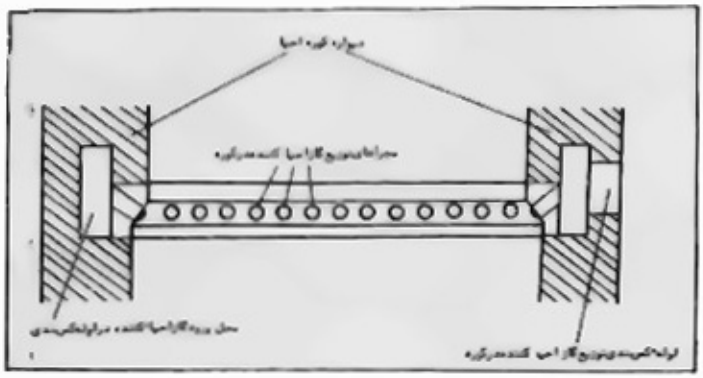
طرح مقطع طولی یک کورهٔ تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس در شکل (۱) دیده می‌شود. کورهٔ احیا در روش میدرکس از یک قسمت فوقانی و یک قسمت تحتانی تشکیل شده است. قسمت فوقانی کوره که منطقهٔ اصلی احیاء می‌باشد. استوانه‌ای به قطر 4.8 تا 5 متر و ارتفاع 9 متر است که حجم آن حدود ۲۲۰ متر مکعب می‌باشد. اما کل ارتفاع کوره 12 تا 14 متر می‌باشد.

بار بصورت سنگ آهن خرد شده یا گندله سنگ آهن از بالای کوره به طرف پائین جریان داشته و در مدتی حدود 5 تا 6



شکل (۱)ـ مقطع طولی یک کورهٔ احیاء به روش میدرکس

ساعت در منطقهٔ احیاء بوسیلهٔ گاز احیاء کننده به آهن اسفنجی تبدیل می‌گردد. گاز



شکل ۲ـ طرح لولهٔ کمربندی توزیع گاز احیاء کننده در کورهٔ احیاء

احیاء کننده از بالای کلوخه شکنهای فوقانی از طریق لولهٔ کمربندی وارد کوره شده و در خلاف جهت نزول بار، جریان می‌یابد. گاز کم کم سرد و پس از حذف رطوبت گندله، آن را احیاء و خود تا اندازه‌ای اکسید می‌شود.

طرح لوله کمربندی برای توزیع گاز احیاء کننده در کوره در شکل (۲) در صفحه بعد نشان داده شده است.

۱-۱-۲- درجهٔ حرارت و فشار در کورهٔ احیا:

احیای اکسیدهای آهن به روش میدرکس بطور کلی براساس واکنش زیر انجام می‌شود:

$$Fe_2O_3+3H_2=2Fe+3H_2O$$

$$Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO$$

جدارهٔ داخلی کوره توسط نسوزهای مقاوم در برابر سایش و مواد عایق پوشانده شده است تا از تلفات حرارتی کوره به حدود $100^{\circ}C$ می‌رسد. دمای احیاء در کورهٔ میدرکس بوسیلهٔ حرارت گاز احیاء کننده تنظیم می‌گردد. درجهٔ حرارت از طریق دماسنجهایی که در سه ناحیهٔ کوره مستقر هستند، اندازه‌گیری و دمای کوره بطور خودکار حدود $760^{\circ}C$ تنظیم می‌شود. در قسمت بالای کوره یعنی جایی که گندله‌های سرد وارد کوره می‌شوند، درجه حرارت بشدت کاهش می‌یابد بطوریکه دمای گاز خروجی کوره حدود $45^{\circ}C$ است. فشار گاز در داخل کوره در حین تولید بالاتر از فشار محیط و بالغ بر 1.8 بار است. برای جلوگیری از مخلوط شدن گاز سرد کننده.

آهن اسفنجی و گاز احیاء کننده فشار گاز سرد کننده در محل خروج توسط یک سیستم کنترل و برابر فشار گاز احیاء کننده ورودی به کوره می‌گردد.

۲-۱-۲- توزیع گاز سرد کننده آهن اسفنجی در کورهٔ احیاء.

درجه تخلخل آهن اسفنجی زیاد است لذا امکان اکسایش مجدد آهن اسفنجی گرم، در هوا وجود دارد. به این علت آهن اسفنجی در قسمت تحتانی کوره توسط گاز سرد کننده‌ای خنک می‌گردد تا از فعالیت آن کاسته شود. در این قسمت امکان تولید دوده و تشکیل سمانتیت در سطح آهن اسفنجی وجود دارد.

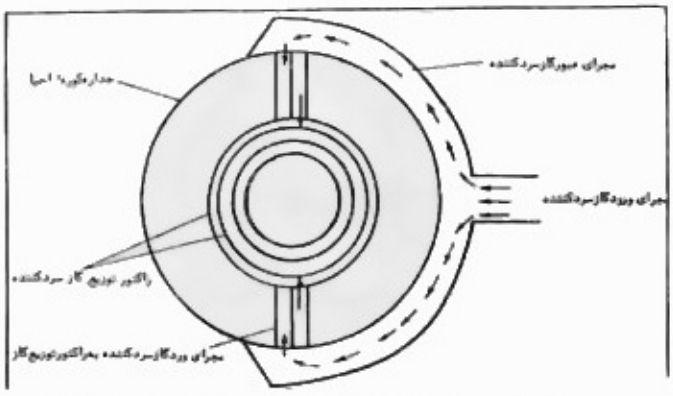
$$3Fe+CO+H_2O=Fe_3C+H_2O$$

برای تولید آهن اسفنجی با کربن پایین باید گاز احیاء کننده فاقد متان بوده و ترکیب آن مناسب باشد. قسمت تحتانی کوره احیاء در واحد میدرکس به شکل مخروط ناقص ساخته شده است. در این قسمت آهن اسفنجی با گاز خنک کننده‌ای سرد می‌شود و با دمای حدود $30^{\circ}C$ تا 50 از کوره خارج می‌شود. در شکل 3 مقطع افقی راکتور توزیع گاز خنک کننده و در شکل (4) مقطع طولی آن نشان داده است. همانطور که شکلهای (3) و (4) نشان می‌دهند، توزیع کنندهٔ گاز سرد در کوره از یک سری لوله‌هایی با قطرهای متفاوت که درون یکدیگر قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. در شکل (3) نحوهٔ توزیع گاز خنک کننده آلوده دیده می‌شود. همانطور که پیش از این اشاره شد از طریق تنظیم فشار بین منطقهٔ احیاء و منطقهٔ سرد کنندهٔ آهن اسفنجی تدابیری اتخاذ شده تا از مخلوط شدن گاز احیاء کننده و گاز سرد کننده خنثی جلوگیری بعمل آید.

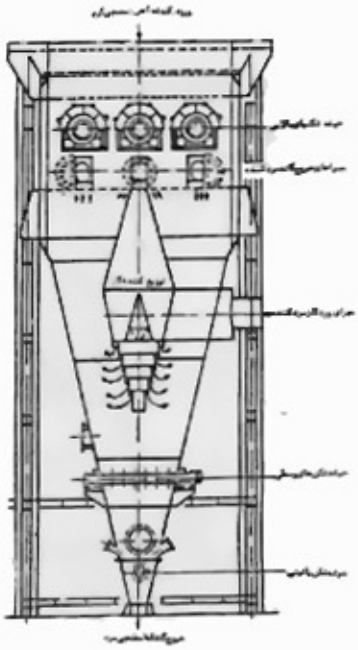
همچنین در پایین کوره نیز روشی اتخاذ گردیده تا گاز سرد کننده به خارج کوره نفوذ نکند. به این منظور فشار گاز خنثی بطور دائم کنترل می‌گردد.

برای سرد شدن یکنواخت گندله‌ها، فشار گاز سرد کننده بخوبی تنظیم می‌گردد که گندله‌های میان کوره بطرف دیوارهٔ کوره هدایت گردند تا فرصت کافی برای خنک شدن داشته باشند.

گاز خنک کننده که توسط آهن اسفنجی تا حدود $400^{\circ}C$ گرم شده است، پس از خروج از کوره با آب شسته می‌شود تا دمای آن به حدود ۴۰ درجه برسد این گاز مجدداً توسط کمپرسوری متراکم شده و به توزیع کننده گاز



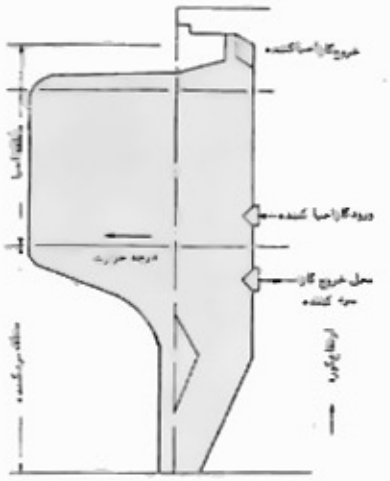
شکل (۳) مقطع افقی توزیع کنندهٔ گاز سرد در کورهٔ احیاء به روش میدرکس



شکل (۴)ـ طرح قسمت تحتانی کوره احیا بروش میدرکس

برگردانده می‌شود.

تغییر درجه حرارت بار در منطقه سرد کنندهٔ آهن اسفنجی در کورهٔ میدرکس بصورت شماتیک در شکل (۵) نشان داده شده است. زمان مکث آهن اسفنجی در قسمت سرد کننده دور تا حدود ۵ ساعت می‌باشد.



شکل (۵)ـ شمای تغییر درجه حرارت با کوره در منطقه احیا و منطقه سرد کننده بروش میدرکس.

۳ـ۱ـ۲ـ خوشرنگهای کوره احیاء:

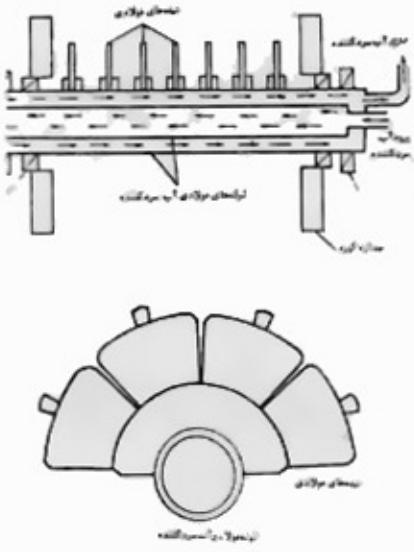
به علت تماس و فشار مکانیکی گندله‌های آهن اسفنجی به یکدیگر در درون کوره احیاء چسبیدن آنها به یکدیگر و تشکیل خوشه‌های آهن الفمی ممکن است. لذا برای خرد کردن خوشه‌های آهن اسفنجی احتمالاً تشکیل شده و نیز تنظیم یکنواخت جریان بار در کوره، در قسمت تحتانی کوره در سه محل بترتیب زیر هفت خوشه سکن نصب شده است:

۱) سه خوشه سکن فوقانی

۲) سه خوشه سکن وسطی

۳) یک خوشه سکن پایینی

در شکل (۱) و (۳) محل نصب خوشه سکنها و در شکل (۶) طرح مقطع کلی از خوشه شکنهای بالایی دیده می‌شود.

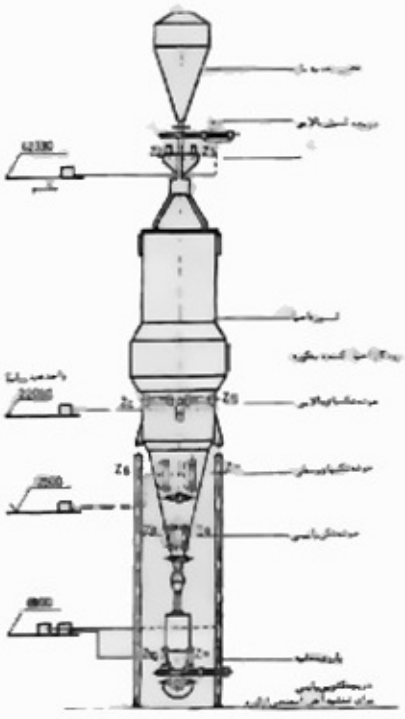


شکل (۶) مقطع طولی (بالا) و مقطع افقی (پائین) یکی از سه خوشه شکن بالایی کوره.

خوشه شکنها از لوله‌های فولادی ساخته شده و بر روی آنها تیغه‌های فولادی جوش داده شده است. کلوخهٔ سکنهای بالائی بعلت درجه حرارت زیاد در کوره بوسط آب سرد می‌گردند در صورتیکه خوشه سکنهای وسطی و پائینی نیازی به سرد شدن ندارند. مکانیزم حرکت خوشه سکنها، هیدرولیکی و زاویهٔ چرخش آنها بطور دوره‌ای ۲۲/۵ درجه به راست و ۲۲/۵ درجه به چپ می‌باشد برای اینکه خوشهٔ سکنها بیش از حد لازم آهن اسفنجی را خرد کنند و سایش آنها و گندله‌ها حداقل باشد سرعت چرخش آنها با سرعت جریان مواد در کوره هماهنگ می‌گردد. کلوخه شکنها نه تنها خوشه‌های آهن اسفنجی را خرد می‌کنند بلکه سرعت جریان بار در کوره را تنظیم می‌کنند.

تکیه‌گاه خوشه شکنها در خارج از کوره می‌باشد اما نسبت به کوره آب بندی شده‌اند.

۲ـ۲ـ پاروی تخلیه آهن اسفنجی در کوره میدرکس:



شکل (۷)ـ طرح مقطع طولی یک کوره احیا بروش میدرکس

سرعت تخلیه آهن اسفنجی از کوره توسط پارویی که در پایین‌ترین قسمت کوره احیاء نصب شده است و حرکت رفت و برگشتی دارد، تنظیم می‌گردد هر چه سرعت حرکت پا رو بیشتر باشد سرعت تخلیه مواد از کوره سریعتر خواهد بود. سرعت حرکت پارو با چرخش خوشه‌شکنهای وسطی و پائینی هماهنگ است. در شکل (۷) طرح یک کوره احیای مستقیم به روش میدرکس نشان داده شده است.

در این طرح محل نصب پاروی تخلیه آهن اسفنجی از کوره نیز دیده می‌شود. گندله‌ها توسط این پاروها روی نوار نقاله تراز ولی برای توزین محصول نصب شده است. مقایسهٔ شکلهای (۱) و (۷) تغییر در طراحی کوره‌های میدرکس را بوضوع نشان می‌دهد.

مرجع: آهن اسفنجی جلد دوم

تألیف: دکتر ناصر توحیدی

مرزهای دانش

(معدن جاودانی الماس)

محمد رهگشای

فضا، حاوی غبارهای کیهانی است که به علت تجمع آنها، بعضی از نواحی کیهان تیره و تارتر از نقاط دیگر به نظر می‌رسد. می‌دانیم که غبارهای مذکور از سیلیکاتها، بلورهای آب و نیز ترکیبات کربن‌دار تشکیل شده‌اند در سالهای اخیر مطالعات آقای A.Allamandola و همکارانش (Astrophys. J. 399,134/1992) نشان داده که این ترکیبات شامل الماس هم می‌باشد.

دانشمندان اکتشاف فضا، اخیراً ضمن مطالعه طیفهای مادون قرمز حاصل از ابرهای کیهان متوجه ثبت یک باند جذبی ناشناخته شدند که می‌تواند مربوط به وجود اتمهای کربن چسبیده به هیدروژن در این ابرها و غبارها باشد. این پدیده به دو صورت توجیه می‌شود:

۱) ذرات گرد و غبار کیهانی حاوی ترکیبات ارگانیکی هستند.

۲) و یا اینکه بخشی از این ذرات از الماسی که بوسیله یک غشاء هیدرونی پوشیده شده‌اند، تشکیل یافته است.

دانشمندان توجیه دوم را برگزیده‌اند زیرا مطالعات اسپکتروسکپی تکمیلی، پیوندی از نوع C-H را نشان نمی‌دهد (Recherche,251,1993) با قبول این فرضیه، متوجه می‌شویم که مقدار الماس موجود در فضا از نظر کمی حائز اهمیت فوق‌العاده است. زیرا اندازه‌گیریهای شدت منحنی‌های طیفی نشان می‌دهد که تا ۵ درصد گردوغبار کیهانی در اطراف ستاره‌های در حال زایش از این نوع

می‌باشند.

لازم به یادآوری است که بعضی از متئوریتهای کربناته‌ای که وارد آتمسفر زمین شده‌اند، حاوی تا چند درصد الماس بوده‌اند (مراجعه شود به مقاله (et al:326, 160/1987R.lewis)

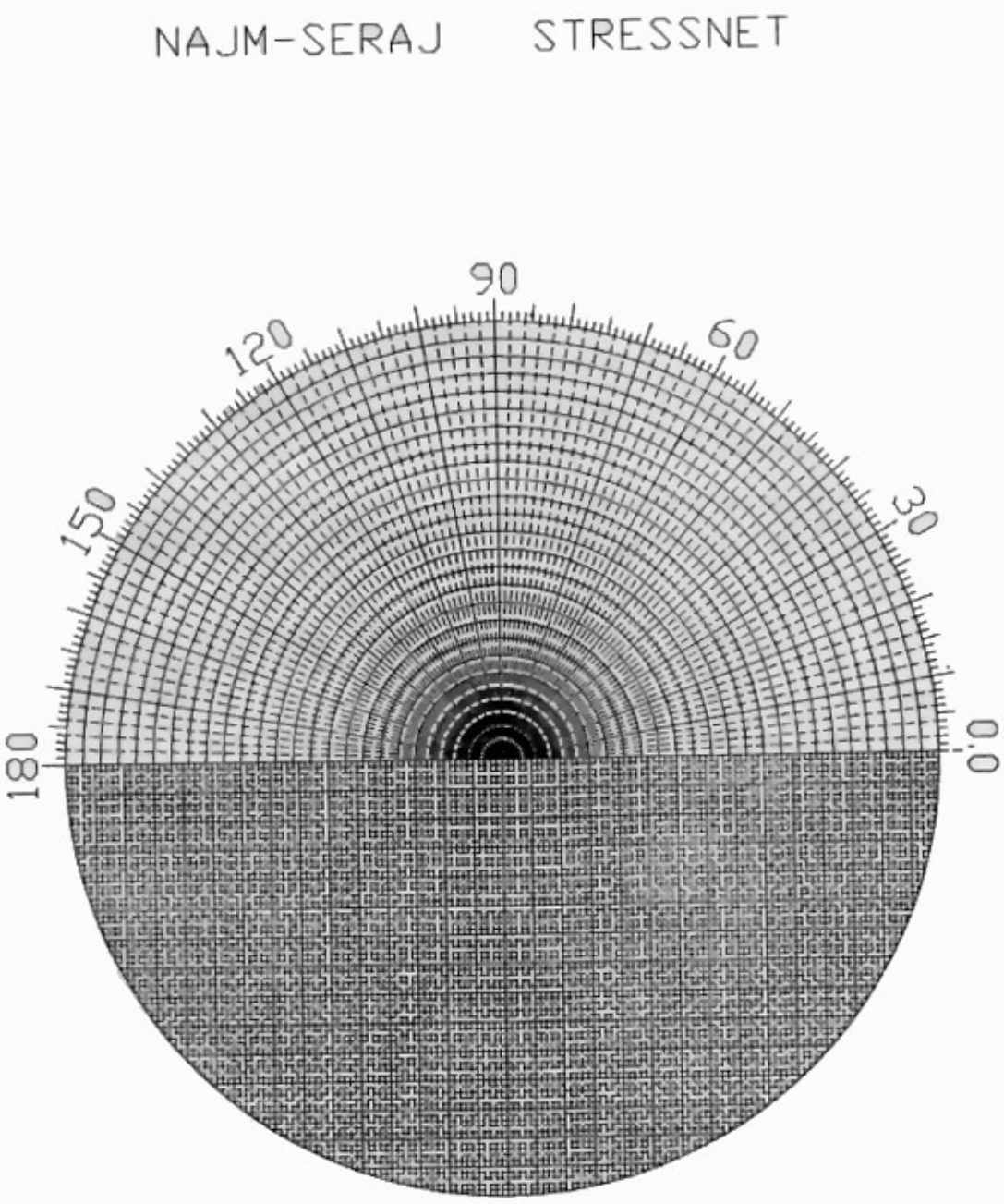
اگر چه تاکنون دانشمندان معتقد بودند که این الماس‌ها از دگرگونی گرافیت‌هایی که تحت اثر شوک (Choc Metamorphism) متحول شده‌اند بوجود آمده‌اند، ولی امروز شاید بتوان گفت که این الماس‌ها، بقایای گرد و غبار کیهانی متعلق به سیستم منظومه شمسی می‌باشند.

حل مسائل تنش و یا کرنش بوسیلهٔ شبکهٔ تنش نجم- سراج

حسنعلی سراج
استاد راهنما: دکتر نجم

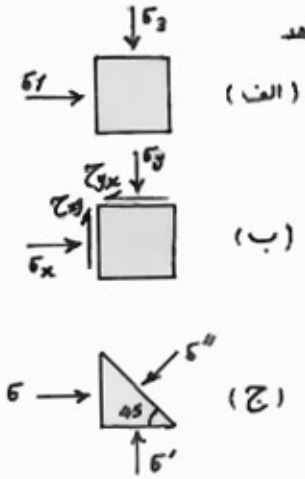
چکیده:

دایرهٔ موهر یک ترسیمی مؤثر برای حل مسائل مربوط به تنش و یا کرنش در علم مقاومت مصالح و مکانیک سنگ می‌باشد. اطلاعات لازم برای رسم دایر موهر محدود به چند حالت بخصوص است و در غیر اینصورت فعلاً رسم دایره غیر ممکن می‌باشد. استرس نت ارائه شده قادر است حتی در شرایط غیر متعارف و با یک سری اطلاعات محدود بوسیله رسم دایره موهر وضعیت کامل تنش و یا کرنش را مشخص سازد.



الف) مقدمه:

معمولاً اطلاعات لازم برای رسم دایره موهر، تنشهای اصلی σ_1 و σ_2 و یا مجموعه تنشهای عمودی و برشی می‌باشد و در یک حالت خاص اگر تنشهای قائم بر دو صفحه عمود بر هم و یک صفحه با زاویه 45° نسبت به این دو صفحه معلوم باشد، با پیش فرض حل کردن مسئله قادر به رسم دایره موهر خواهیم بود. (شکل 1) اطلاعات لازم برای رسم دایره در شرایط متعارف را نشان می‌دهد.



بعنوان مثال اگر در حالت (ج) زاویه 45° تغییر کند دیگر روش معینی برای رسم دایره موهر وجود نخواهد داشت. استرس نت (شبکه تنش) ارائه شده قادر است در این حالت و بعضی از موارد غیر قابل حل دیگر در شرایط متعارف، دایره را رسم می‌کند.

شبکه تنش نجم - سراج

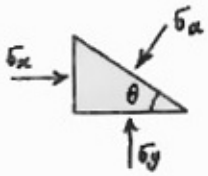
شبکه تنش از دو قسمت مجزا تشکیل شده است که در مجموع برای رسم دایره موهر بکار می‌رود.

(۱) قسمت بالایی که از دوایر هم مرکز و خطوط شعاعی با فواصل مساوی واحد رسم شده است.

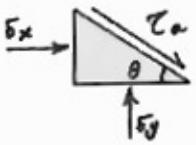
(۲) قسمت زیرین که از یک کاغذ شطرنجی تشکیل شده و برای تعیین مقیاس اندازه‌گیری تنش و یا کرنش بکار می‌رود.

این شبکه برای حل مسائلی که در حالتهای عادی با استفاده از فرمولهای موجود و روابط دایره موهر قابل حل نبوده و می‌بایست در بهترین شرایط به روش سعی و خطا حل شوند کاربرد دارد. موارد زیر از جمله این مسائل می‌باشند.

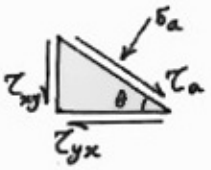
- المانی از تنش مطابق شکل زیر داریم که تنشهای قائم آن معلوم و تنشهای برشی آن مجهول می‌باشند.



- المانی مطابق شکل داریم ولی این بار در صفحه شیب‌دار تنش قائم مجهول است و تنش برشی معلوم می‌باشد.



- شکل زیر تنشهای برشی و یکی از تنشهای قائم معلوم می‌باشند.



توجه: کلیه مسائلی که با دایره موهر قابل حل می‌باشند با این روش نیز حل می‌شوند.

ب - روش کار:

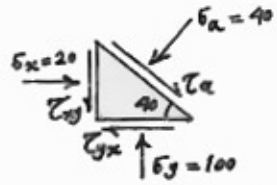
روش کار برای حل هر یک از مسائل ذکر شده با یکدیگر کمی تفاوت دارد، ولی همگی آنها نهایتاً منجر به رسم دایره موهر مربوط به آن المان می‌شوند. برای حل هر یک از آنها نیاز به شکلهای زیادی داریم بنابراین فقط یک مثال شبیه به مسئله اول که خود منجر به طرح این شبکه شده است اکتفا می‌کنیم.

مثال: المانی مطابق شکل زیر در نظر می‌گیریم (داده‌ها روی شکل نوشته شده است) مطلوبست:

۱) محاسبه تنشهای برشی τ_{xy}، τ، τ

۲) تنشهای قائم و برشی ماکزیمم و مینیمم $\tau_{max}/\sigma_{min}/\sigma_{max}$

۳) زاویه‌ای که صفحه y با صفحاتی که دارای تنش قائم و برشی ماکزیمم می‌باشند می‌سازد را بدست آورید.

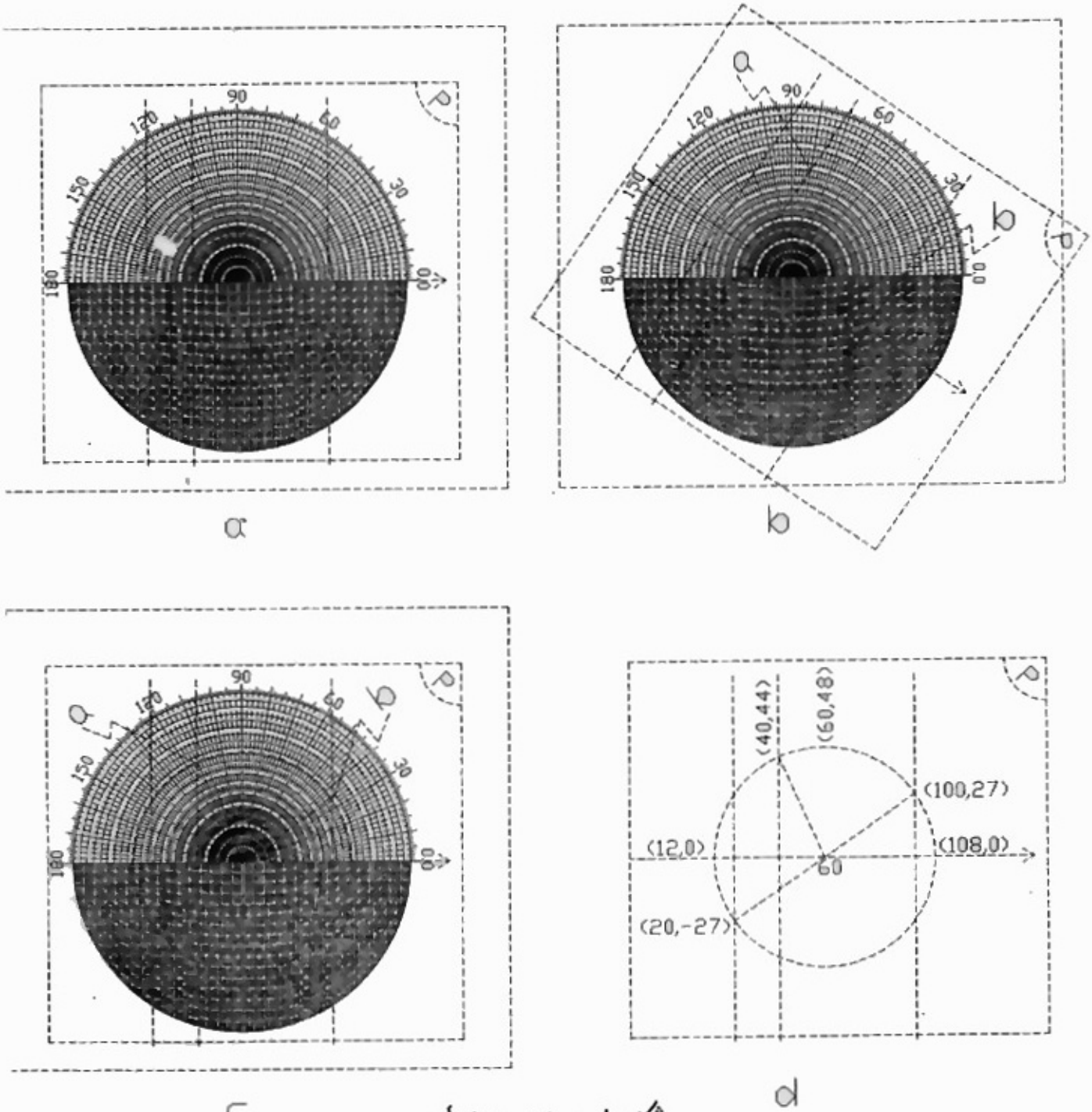


حل: یک قطعه کاغذ شفاف (کالک) به اندازه‌ای که تمامی شبکه را بپوشاند روی آن قرار می‌دهیم و آنرا توسط سوزن یا پونس به مرکز شبکه طوری محکم می‌کنیم که قادر به چرخش باشد حال محور σ را رسم می‌کنیم. روی خط (0-180) که تنشهای برشی روی این خط صفر است و بالاتر از آن مثبت و پائین‌تر از آن منفی می‌باشند. با توجه به معلوم بودن، σ_x و σ_y تنش متوسط یا σ_c را به دست می‌آوریم:

$$\sigma_c = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = \frac{20+100}{2} = 60$$

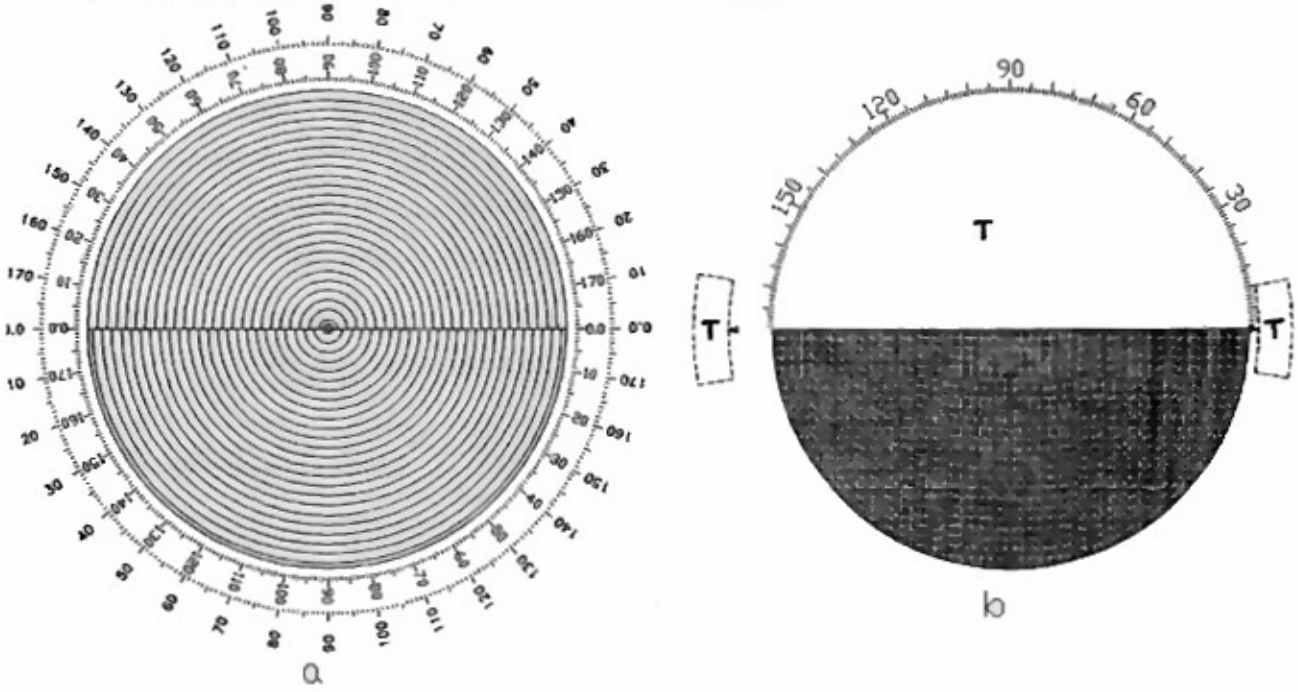
(مرکز) پس تنش در مرکز برابر 60 می‌باشد (برحسب هر واحدی).

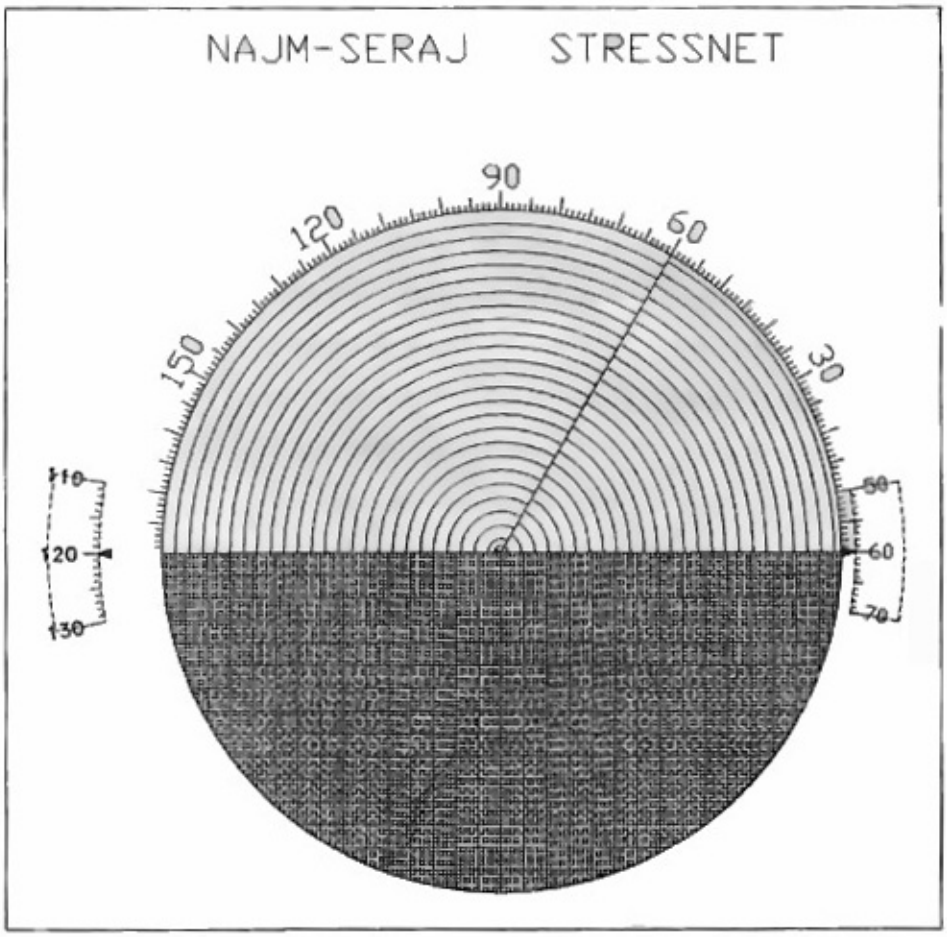
حال با توجه به مسئله، هر واحد قسمت شطرنجی را برابر 5 واحد تنش در نظر می‌گیریم (این مسئله اختیاری است. قسمت شطرنجی را طوری انتخاب می‌کنیم که مسئله در شبکه خوب جای بگیرد. آنقدر بزرگ که دایره رسم شده کوچک شود و نهایتاً خطا افزایش یابد و



شکل ۱ : مراحل حل مسئله

نه آنقدر کوچک که دایره در شبکه جا نشود. σ_c دقیقترین و بهترین حالت را در نظر می‌گیریم) حالا اگر نسبت به مرکز 40 واحد تنش اضافه کنیم (هشت واحد شبکه) و در آنجا خطی بر محور σ عمود کنیم، این خط، خطی است که صفحه y یا مختصات (τ_{xy} و ۱۰۰) روی آن قرار دارد و به همین ترتیب خط مربوط به صفحات دیگر را نیز رسم می‌کنیم.





شکل 2 :
شبکه تنش دقیق

(شکل ۱ـa) کاغذ کالک را آنقدر می‌چرخانیم تا خط مربوط به صفحه y، خط صفر درجه (محور پایه) شبکه را قطع کند و خط مربوط به صفحه a، خط 2θ یا 80 درجه را قطع کند و باز هم کاغذ کالک را در هر دو جهت می‌چرخانیم تا این دو نقطه برخورد روی یکی از قوسهای شبکه قرار بگیرند و آن نقطه را علامت می‌زنیم. (نقطه a و b در شکل 1-b) و سپس قوس دایره را رسم می‌کنیم (به شعاع همان قوس) و از نقاط بدست آمده به مرکز وصل می‌کنیم و با استفاده از قسمت زیرین شبکه (قسمت شطرنجی) فاصله هر یک از نقاط را به صورت عمودی (قائم) تا محور σ بدست می‌آوریم که با توجه به واحد در نظر گرفته شده این طولها برابر تنشهای برشی هر یک از صفحات می‌باشد که برای صفحات a,x,y به ترتیب 8.8,-5.2,5.2 واحد شبکه بدست آمده‌اند که به ترتیب برابرند با 27 و 27- و 44 واحد تنش و به همین صورت تنشهای قائم و برشی ماکزیمم و مینیمم را بدست می‌آوریم که با توجه به شکل (C-1) عبارتند از:

$\sigma_{max} = \sigma_c + (9.3\times5) = 60+48 = 108$

$\sigma_{min} = \sigma_c - (9.3\times5) = 60-48 = 12$

$\tau_{min}^{max} = \pm(9.3\times5) = \pm48$

زاویه‌ای که صفحه y با صفحه‌ای که دارای تنش قائم ماکزیمم است، می‌سازد از روی شبکه با استفاده از قسمت بالا برابر 35° بدست می‌آید که برابر با 17.5° می‌باشد. و زاویه‌ای که همین صفحه با صفحه‌ای که دارای تنش برشی ماکزیمم است، می‌سازد. از روی شبکه 55°- بدست می‌آید که برابر 27.5- می‌باشد. به همین صورت می‌توانیم بقیه زوایا را تند اندازه‌گیری کنیم سپس طبق شکل (C-1) بدست می‌آید:

$\tau_{min}^{max} = \pm48$ $\quad \sigma_{max} = 108$

$\tau_{yx} = 27$ $\quad \sigma_c = 60$

$\tau_{xy} = -27$ $\quad \sigma_{min} = 12$

$\tau_a = 44$

$\theta_1 = 17.5^\circ$

$\theta_2 = -27.5^\circ$

ج) شبکه تنش دقیق:

در شبکه قبلی اگر توجه کرده باشید می‌بینید که خطوط شعاعی نسبت به یکدیگر 2 درجه فاصله دارند و بین آنها با خطا اندازه‌گیری می‌شوند و چون این خطوط در نزدیکی مرکز خیلی بهم چسبیده‌اند اگر یکی از صفحات به مرکز نزدیک باشد، خطای آن زیاد است. از طرفی قوسهای شبکه هم به فاصله 2mm نسبت بهم رسم شده‌اند که اگر نقاط برخورد بین دو قوس بیفتند باز هم خطا زیاد خواهد شد برای همین شبکه را دو تکه‌ای کرده‌ایم طبق شکل (b,a-2).

کار شبکه دقیق به این صورت است که اول قسمتهایی از شبکه (شکل 2-b) را که با T (Trim) مشخص کرده‌ایم می‌بریم و شکل (a-2) را طوری زیر آن نصب می‌کنیم که با یکدیگر بصورت هم مرکز قرار گیرند و این شکل بصورت دیسک قادر به چرخش در زیر آن باشد و حالا هر زاویه‌ای که نیاز داشته باشیم با چرخش شبکه زیری تنظیم می‌کنیم مثل شکل (C-2) که زاویه 60 درجه را نشان می‌دهد. سپس با این کار خطوط اضافی هم پاک شده و دقت زاویه‌ای شبکه 1 درجه و حتی تا نیم درجه افزایش یافته. اگر توجه کنید شبکه زیری از دو نیم صفحه تشکیل شده است که هر یک از قوسهای یک نیم صفحه بین دو قوس از نیم صفحه دیگر قرار دارد. (این برای زمانست که نقاط برخورد بین دو قوس قرار می‌گیرند). شبکه زیری را 180 درجه می‌چرخانیم و از قوسهای نیم صفحه دیگر استفاده می‌کنیم تا نقاط برخورد روی یک قوس قرار بگیرند. این کار سبب دقت در اندازه‌گیری طولی شده است.

مقدمه‌ای راجع به هندسهٔ فراکتال

گردآورنده: بهزاد تخمه‌چی (کارشناسی ارشد)

آشنایی:

در طبیعت پدیده‌هایی نظیر دانه کانی‌ها، پارچه‌ها، جزیره‌ها، کوه‌ها و... وجود دارد که بعلت نامنظم بودن شکلشان، آنها را با هندسه رایج (اقلیدس) دقیقاً نمی‌توان توصیف و اندازه‌گیری کرد. در این زمینه در سال ۱۹۶۷ ریاضیدانی از یک مؤسسه تحقیقاتی وابسته به شرکت IBM بنام ماند لبروت پرسشی کهنه را نمونه‌وار مطرح ساخت، که مدتها پاسخ شایسته‌ای برای آن یافت نمی‌شد. این پرسش به ظاهر ساده چنین بود: طول ساحل انگلیس چقدر است؟

در مراجعه به منابع اطلاعاتی مختلف، با شگفتی درمی‌یابیم که مقادیر کاملاً متفاوتی بعنوان طول این ساحل ذکر می‌شود. مشکل از آنجا ناشی می‌شود که این مقادیر هریک حاصل اندازه‌گیریهایی هستند که با مقیاس ویژه‌ای انجام شده‌اند. به عبارت دیگر بسته به اینکه چه واحد یا طولی بعنوان مقیاس در نظر گرفته شود، مقدار متفاوتی بدست می‌آید (جدول ۱). چنانکه روشن است همواره با کوچکتر شدن واحد اندازه‌گیری طولی که از این اندازه‌گیریها حاصل می‌شود بزرگتر می‌شود در نهایت از آنجا که محدودیتی برای کوچکتر شدن واحد وجود ندارد با بینهایت شدن طول این خط روبرو خواهیم شد.

ماند لبروت در جستجوی پاسخی برای این پرسش نظریات تازه‌ای را مطرح ساخت که به تحولی فراگیری در درک و تصوری که از بُعد وجود داشت انجامید و منجر به پیدایش هندسهٔ فراکتال شد. وی تأکید نمود که باتوجه به متغیر بودن مقدار طول نامبرده، دیگر بکار بردن چنین شکلهای بی‌قاعده‌ای بیهوده است وی همه پدیده‌هایی را که با تعاریف معمول مانند خط، صفحه یا پیکر هندسی نمی‌توان توصیف کرد، از جمله این اشکال دانست.

طول ساحل (km)	واحد طول (مقیاس) (km)
۲۶۰۰	۵۰۰
۳۸۰۰	۱۰۰
۵۷۷۰	۵۴
۸۶۴۰	۱۷

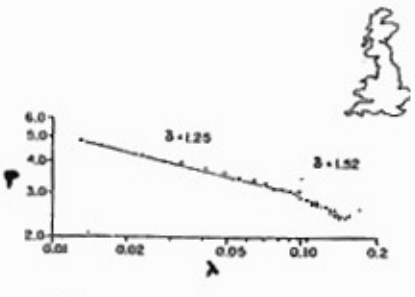
همانطور که می‌دانیم در هندسه رایج (اقلیدس) فقط ابعاد عدد صحیح وجود دارد، خط دارای یک بعد، صفحه دارای دو بعد و فضا دارای سه بعد است اما چنانچه نشان داده خواهد شد در هندسه فراکتالی با ابعاد غیر عدد صحیح روبرو خواهیم بود.

بُعد فراکتال و محاسبهٔ آن:

به روشهای مختلفی می‌توان بُعد فراکتال را محاسبه کرد که ساده‌ترین آن چنین می‌باشد بعنوان مثال برای اندازه‌گیری بُعد فراکتال ساحل انگلیس، به کمک واحد طولهای مختلف، مسیر را اندازه‌گیری می‌کنیم که شکل (۱) دو واحد

شکل (۱)- بر روی یک نقشهٔ مورد نظر با گامهای مختلف پیموده شده.

طول ۱۰۰Km و ۵۰Km را به عنوان نمونه نشان همانطور که در شکل دیده می‌شود برای هر واحد طول یک محیط خاص خودش بدست می‌آید. برای روشن شدن مطلب روی یک کاغذ لگاریتمی، طول واحد را بر روی محور Xها و محیط اندازه‌گیری شده با آن واحد طول را بر روی Yها در نظر می‌گیردم از اتصال نقاط مختلف

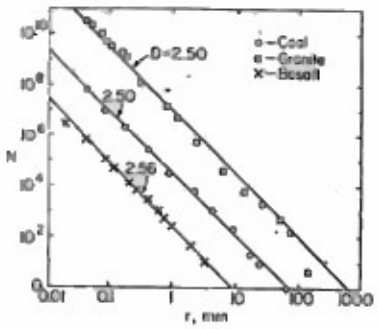


شکل (۲)- نحوهٔ بدست آوردن شیب فراکتال

بدست آمده خطی با ضریب (D-) ایجاد می‌شود که مقدار D را بعد فراکتال می‌نامند در شکل (۲) دیده می‌شود که هر چند خط خمیده‌تر و دارای محیط بیشتری باشد بعد آن به دو نزدیک می‌شود. بعنوان مثال اگر تصاویری از کوههای پرستیغ هیمالیا که از نظر زمین‌شناسی جوانند و کوههای فرسایش یافته آفریقای جنوبی که از نظر زمین‌شناسی پیر هستند با یکدیگر مقایسه شوند، دیده می‌شود که از دیدگاه هندسه فراکتال تخریب و فرسایش بعد فراکتال را کاهش می‌دهند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از بعد فراکتال می‌توان سن نسبی واحدهای زمین‌شناسی را حدس زد اما باتوجه به عوامل مختلف مؤثر در فرسایش و تخریب، هنوز رابطهٔ قطعی در این باره ارائه نشده است.

- هندسه فراکتال در زمین‌شناسی و معدن:

بسیاری از ساختارهای زمین‌شناسی از آمار فراکتالی پیروی می‌کنند برای نمونه می‌توان از زمین لرزه‌ها، گسل‌ها،



شکل (۳)- محاسبهٔ بعد فراکتال در مورد سنگهای خرد شده.

کانسارها، فورانهای آتشفشانی و حوضه‌های نفتی نام برد.

برای روشن شدن مطلب به ذکر دو مثال زیر می‌پردازیم:

در کانه‌آرایی ثابت شده که قطعات بزرگتر ایجاد می‌شوند. بعد فراکتالی برابر ۲/۵ دارند در شکل (۳) تعداد قطعات خرد شده (N) را روی محور قائم و حجم آنها (V) را روی محور افقی تعیین کرده‌ایم همانطور که در نمودار دیده می‌شود بعد فراکتال بصورت تقریبی برابر با ۲/۵ می‌باشد از این مسئله برای بررسی نحوه توزیع قطعات تولید شده، بهنگام خرد شدن سنگهای گوناگون و نتیجتاً بهینه‌سازی عملیات کانه‌آرایی کمک گرفته می‌شود. همچنین در این رابطه مدلهایی برای نمایش نحوه تخریب قطعات سنگی (مثلاً گسل‌ها) انتشار یافته است. از این مدلها همچنین برای نمایش نحوه عمل صفحات تکتونیکی پوسته زمین هنگام برخورد با یکدیگر استفاده می‌شود.

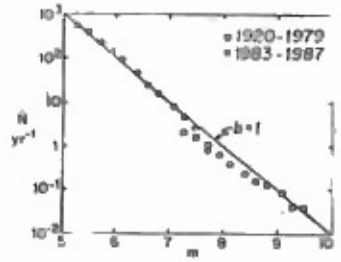
بعنوان دومین مثال، بررسی زلزله‌ها را با استفاده از هندسه فراکتال ذکر می‌کنیم.

تاکنون مطالعات آماری گوناگونی برای توضیح رابطه میان کثرت و بزرگی زمین لرزه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است که در این بین رابطه لگاریتمی - خطی، گوتنبرگ - ریشتر بیش از همه مورد تایید قرار گرفته است.

$\log N = -bM + a$ در این رابطه N = تعداد زمین‌لرزه‌های با بزرگی بیش از m (در زمان و مکان مشخص) و a و b مقادیر ثابت می‌باشند.

طبق بررسیهای انجام شده: $D = \frac{2}{b}$ و یا بعبارت دیگر بُعد فراکتال دو برابر مقدار b است بنابراین با بکارگیری معادله بالا روشن شده است که رابطه کثرت - بزرگی، گوتنبرگ - ریشتر در شرایط گوناگون کاربردهای بسیاری دارد.

شکل (۴) این رابطه را نشان می‌دهد.



شکل (۴)- تعداد زلزله‌های روی داده در جهان N و با بزرگی بیش از m.

شبیه‌سازی سطوح زمین‌شناسی و هندسه فراکتال:

در شبیه سازی سطوح زمین‌شناسی با هندسه فراکتال تکنیک اصلی که مورد بحث قرار می‌گیرد حرکت براونی می‌باشد. اساساً باید توجه داشت که کریگینگ بهترین تخمین از یک سطح را ارائه می‌دهد. سطوحی که توسط او تولید می‌شود، یکنواخت و پیوسته هستند. اما منظور از مدل‌سازی فراکتال، تولید مدلی ناهموار از یک سطح می‌باشد.

بُعد یک سطح ناهموار از درجه ناهمواری آن سطح بدست می‌آید و بُعد فراکتال نیز مستقیماً از سطح به دست می‌آید بنابراین هنگامی که سطحی توسط کریگینگ تولید می‌شود. مینیمم و واریانس خطی تا اریب برای سطح را تخمین می‌زند. اما سطحی که توسط حرکت براونی ایجاد می‌شود نتیجه معتبر و آماری می‌دهد که بصورت حد واسط

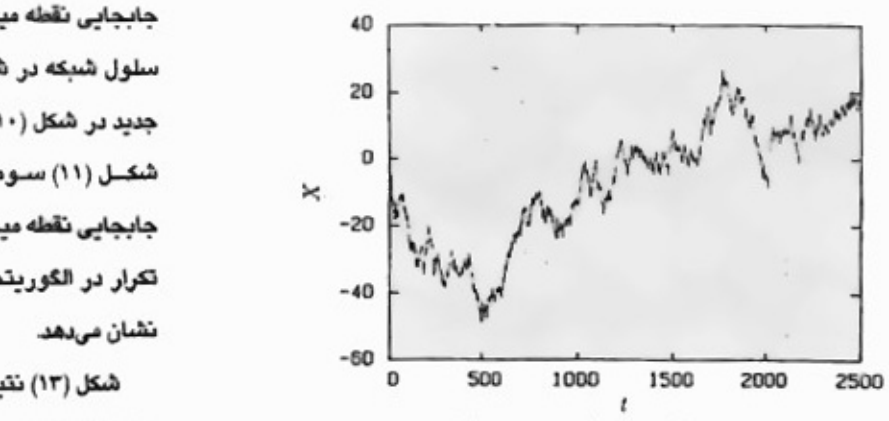
مطالعات هندسی و ترسیمی تغییرات سطح مطرح می‌شود.

با توجه به مقدمات بالا مختصری راجع به حرکت براونی توضیح داده، پس شبیه‌سازی سطوح زمین‌سنایی با حرکت براونی را بطورکلی بررسی می‌کنیم.

ـ حرکت براونی:

در سال ۱۸۲۷ پروفسور براون گیاه‌شناس معروف کشف کرد که گروه‌های ریز شناور در آب در زیر میکرسکوپ جابجا می‌شوند و در مسیرهای نامنظم حرکت می‌کنند. این حرکت، حرکت براونی نامیده شد. از همان زمان این حرکت در فیزیک آماری موردتوجه قرار گرفت حرکت براونی یک بعدی، اغلب حرکت تصادفی نامیده می‌شود و بصورت (+) X نشان داده می‌شود در اینجا X تابعی از متغیر حقیقی t (زمان) می‌باشد یک سری زمانی از متغیرهای تصادفی تظیر این، مثالی از فرایندهای اتفاقی را بوجود خواهد آورد. برای هر زمان t ذرات داده شده یک قدم به جلو و یک قدم بصورت تصادفی (بین صفر و یک) به بالا یا پایین حرکت می‌کنند.

شکل (۵) مثالی از حرکت براونی را نشان می‌دهد.



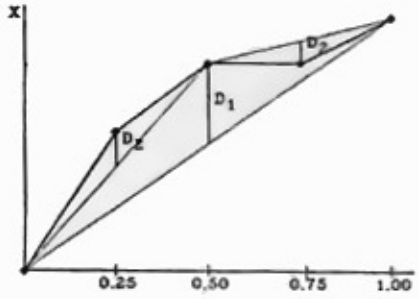
شکل (۵)ـ مثالی از حرکت براونی مطلق

هنگام کار با هندسه ساختارهای زمین‌شناسی دومدل عمومی تغییر نما، خطی و کروی هستند. از زمانی که مدل تغییر نمای خطی عمومیت پیدا کرده، از نقطه نظر زمین آماری، حرکت براونی مدل مفید و مهم جهت مطالعه آماری ساختارهای زمین‌شناسی می‌باشد.

چند الگوریتم برای تولید توپولوژی عمومی با اثر یک بعدی و بر پایه حرکت براونی وجود دارد که در این مختصر آورده نمی‌شود. تنها قابل ذکر است که کلی از این الگوریتمها، الگوریتم جابجایی نقطه میانی است. در این الگوریتم نقطه میانی قطعه اول بصورت متوسط دو نقطه انتهایی بعلاوه یک جبرانی تصادفی محاسبه می‌شود. اندازه جبرانی متناسب با اندازه قطعه انتخاب می‌شود. این فرایند بر روی قطعه‌های جدیدی که شکل گرفته‌اند تکرار می‌شود تا نهایتاً در آنچه که میل داریم دست پیدا کنیم.

ـ شبیه سازی سطوح زمین‌شناسی حرکت براونی:

در شبیه سازی سطوح زمین‌شناسی با حرکت براونی، با هر نوع لگاریتمی که

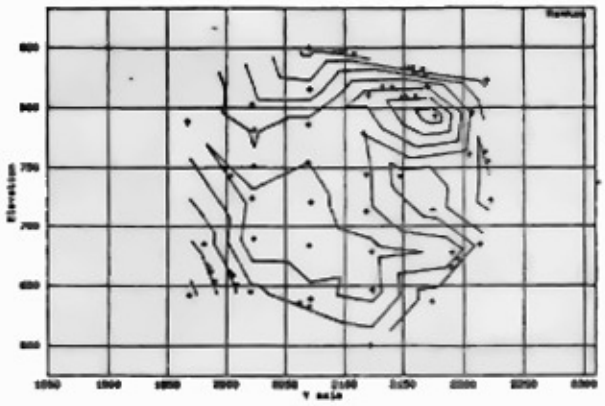


شکل (۶)ـ جابجایی نقطهٔ میانی برای حرکت براونی یک بعدی.

کار کنیم، نیاز به یک سری ورودیهایی از اعداد تصادفی با توزیع طبیعی داریم. لذا در این قسمت جهت تشریح مطلب به عنوان مثال، سطح پائین یک توده معدنی که در اثر حفاری گرفته شده است را در نظر می‌گیریم. جهت شبیه‌سازی از الگوریتم جابجایی نقطه میانی کمک خواهیم گرفت. نکته مهم اینست که الگوریتم جابجایی نقطه میانی نیاز به نقاط داده‌ای روی یک شبکه منظم مربعی دارد لذا داده‌های معمولی شکل (۷) را با استفاده از کریگینگ درونیابی می‌کنیم که شبکه منظم شکل (۸) حاصل می‌شود.

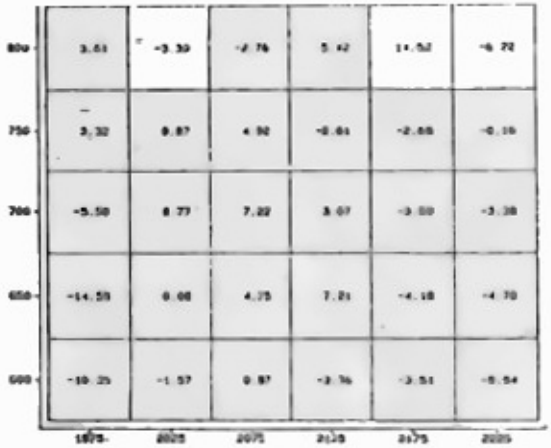
شکل (۹) درونیابی داده‌های شکل (۸) را بصورت یک شبکه پرسپکتیو نشان می‌دهد شکل (۱۰) اولین تکرار در الگوریتم جابجایی نقطه میانی را نشان می‌دهد. هر سلول شبکه در شکل (۹)با چهار سلول جدید در شکل (۱۰) جایگزین شده است. شکل (۱۱) سومین تکرار در الگوریتم جابجایی نقطه میانی و شکل (۱۲) سومین تکرار در الگوریتم شبیه‌سازی فراکتال را نشان می‌دهد.

شکل (۱۳) نتیجه کریگینگ اطلاعات شبیه‌سازی فراکتال را نشان می‌دهد.



نقشه هم تراز مالاسنگ مربوط به مدل رگرسیون مرتبه یک، اطلاعات کمر پائین لوله های بین اتاقهای ۶۰۰ و ۸۰۰ متر

شکلهای ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ در صفحه



شکل (۸)- داده‌های شکل ۷ که در یک شبکهٔ منظم انتریوله شده است.

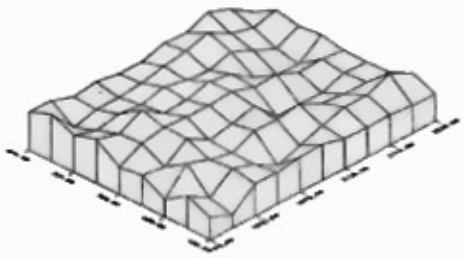
بعد نشان داده شده‌اند. بنابراین در این اشکال ملاحظه می‌شود که کریگینگ بهترین تخمین از یک سطح را نتیجه

می‌دهد به این معنی که واریانس تخمین از

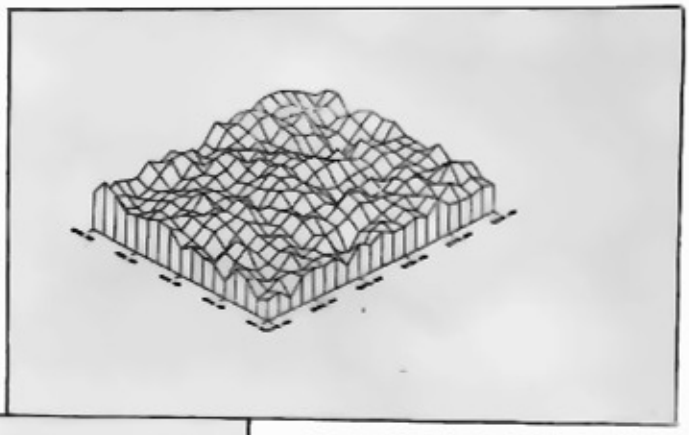
یک مقادیر ناریب را خواهیم داشت. اما نکته این است که اگر به فرض نقشه‌برداری در یک مرفولوژی آهکی

(سخت) با پستی و بلندی زیادی انجام گیرد آیا باز هم کریگنیک واقعیت طبیعت را ارئه خواهد کرد. بعقیده من در صورتی که بر روی یک سطح ملایم و با پستی و بلندی کم عملیات نقشه‌برداری صورت گیرد، کریگنیگ بهترین نتجیه را خواهد داد. اما اگر بر روی یک سطح تیز و با پستی و بلندی زیاد مثلاً عملیات نقشه‌برداری صورت گیرد، جهت پردازش داده‌ها، بهتر است که از الگوریتمهای مختلف شبیه‌سازی سطوح زمین‌شناسی با هندسه فراکتال و از جمله الگوریتمهای جابجایی نقطه میانی و یا شبیه‌سازی فراکتال استفاده شود. اما باید توجه خواننده براین نکته جلب شود که هنوز هم نیاز به مطالعات گسترده‌تری برای یافتن مدلهای فراکتال مناسب برای شبیه‌سازی مدلهای فراکتال مناسب برای شبیه‌سازی ساختارهای سطوح زمین‌شناسی داریم.

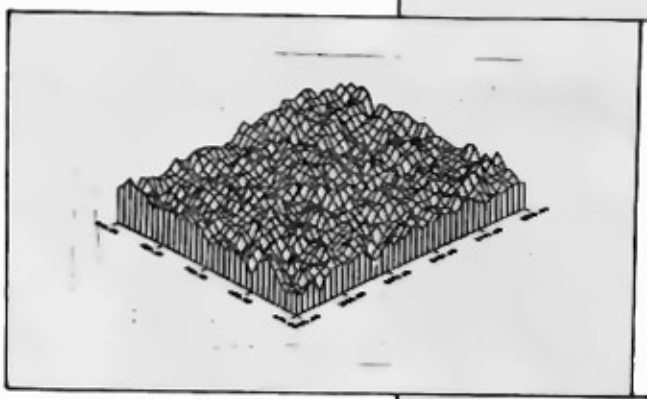
در خاتمه یادآوری می‌شود که از هندسه فراکتال جهت تخمین ذخایر معدنی نیز می‌توان کمک گرفت که در این مقاله بعلت مختصر بودن فرصت پرداختن به آن نمی‌باشد و انشاا... سعی می‌شود که در شماره‌های آینده به آن پرداخته شود.



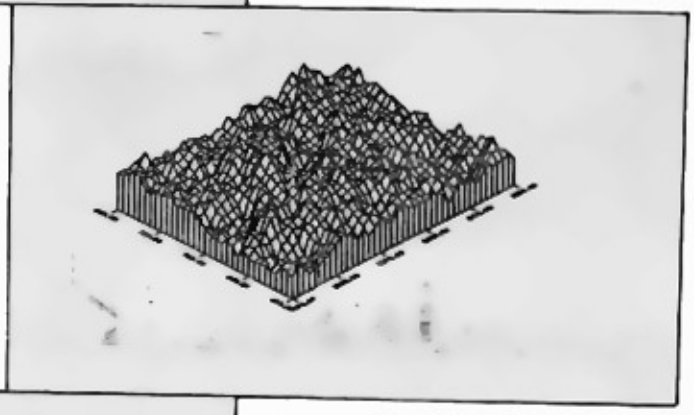
شکل (۹)- اولین تکرار الگوریتم جابجایی نقطهٔ میانی روی داده‌های کمر پائین.



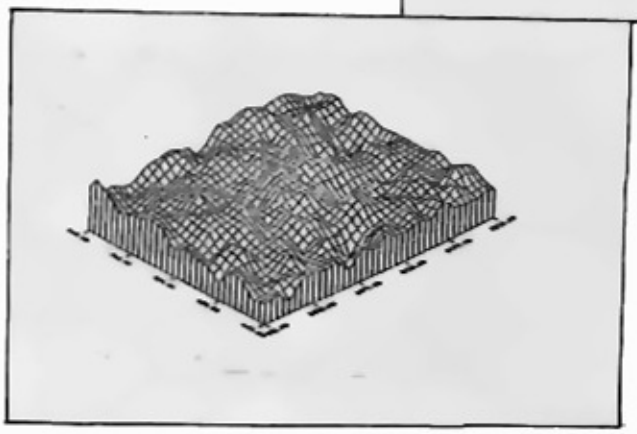
شکل (۱۰)ـ دومین تکرار الگوریتم جابجایی نقطهٔ میانی روی دادههای کمر پائین.



شکل (۱۱)ـ سومین تکرار الگوریتم جابجایی نقطهٔ میانی روی دادههای کمر پائین.



شکل (۱۲)ـ سومین شبیهسازی فراکتال از دادههای کمر پایین.



شکل (۱۳)ـ سطح کمر پائین به روش کرگینگ بر روی اطلاعات شبیهسازی فراکتال (شکل ۷) تخمین زده شده است.

آوای مجسمه سنگی

رضا افشاری

درس «ارزیابی» که تمام شد بی‌آنکه بتوانم خود را در این دنیای بزرگ ارزیابی کنم پکر و گرفته پا از دانشگاه بیرون گذاشتم تا نفسی تازه کنم سرم به شدت درد می‌کرد و مغزم حسابی سوت می‌کشید. دویل، میان بر، شفت، پروفیل و...

هی ا ز جلوی چشمانم رژه می‌رفتند، به خوابگاه که رسیدم بی‌معطلی خود را روی تخت ولو کردم و سعی کردم کارهای فردا را مرور کنم. فردا صبح اوّل وقت درس «اصول استخراج» داشتم اصولی که زیاد هم بر عقلم منطبق نبود در همین فکرها بودم که کم کم لشگر خواب بر پلک‌هایم مستولی شد و تاریکی همه جا را فراگرفت و دیگر چیزی نفهمیدم...

از اینکه زودتر از دیگران خودم را بالای قله رسانده بودم از خوشحالی نزدیک بود پرواز کنم فریاد بلندی کشیدم و عرق خاک‌آلود پیشانیم را با پشت دستهای خاک‌آلودم پاک کردم و روی تخته سنگ رسوبی بزرگی نشستم تا قدری استراحت کنم. از آن بالا طبیعت جور دیگری بود تپه ماهورها، دشت صاف، دره‌ها، رودخانه‌ای که سینه دشت را می‌شکافت تا به اصل خویش برگردد و... زیبائی خاصی به زاگرس چین خورده داده بود. به پائین که نگاه کردم بچه‌ها را دیدم که شل و ول خود را بالا می‌کشیدند طبق قراری که باهم گذاشته بودیم بی‌آنکه منتظر آنها باشم به تنهایی از سوی دیگر قله سرازیر شدم خورشید خانم آهسته آهسته می‌رفت تا در پشت کوهها پنهان شود باد سردی می‌وزید. قدری که راه رفتم از شنیدن صدای ناله‌ای حسابی جا خوردم، به اطراف که نگاه کردم جز خودم و لایه‌های رسوبی که آرام خوابیده بودند چیزی نبود. گوش‌هایم را که خوب تیز کردم یقین حاصل کردم که واقعاً کسی یا چیزی در این کوه ناله می‌کند. صدای ناله از همان نزدیکی‌ها بود کمی قدم‌هایم را تندتر کردم و از چیزی که در سایه درخت بلوط بزرگی دیدم نزدیک بود از ترس قلبم بترکد.

به مجسمه سنگی نگاه کردم لبخندی زد و همانطوری که اشک چشمانش را پاک می‌کرد با صدای بلندی گفت: خسته نباشی غریبه!

کمی جابجا شدم و با صدای ضعیفی که خودم هم آنرا نشنیدم گفتم: سرت سلامت!

با اشاره به من حالی کرد که در کنارش بنشینم. به او که نزدیک شدم ترسم تا اندازه‌ای ریخته بود. مثل فرنگی‌ها بی‌معطلی گفت:

سنگ آهکم و سفیدی صورتم رگه‌های کوچک کلسیت است. آب دهانم را قورت دادم و به صدای آرامی گفتم: امیر کبیری هستم. مهندسی اکتشاف می‌خوانم.

لبخند ملیحی تحویلم داد و گفت:

گویا «درد مشترک» داریم.

گفتم مگه چطور؟!

گره پیشانی‌اش را باز کرد و با خنده معنی‌داری گفت:

«هر دو ول معطلیم»

با اینکه حرفش ، حرف دلم بود، اما قیافه ناراحتی به خود گرفتم. به من نگاهی کرد و با صدایی که طنینش از غم جانکاهی حکایت می‌کرد گفت. به دل نگیر. شوخی کردم تا ترست بریزد.

به ساعت که نگاه کردم حدود یک ساعت آنجا معطل شده بو ، همین که بلند شدم تا راه بیفتم، به آرامی دستم را گرفت و با صدای حزن آلودی گفت:

شب را بمان، با تو حرف‌ها دارم نه تنها از خودم که از تبارم. از اینکه شب را در آنجا در کنار سنگ بیتوته می‌کردم از خوشحالی در پوست خود نمی‌گنجیدم. در کنارش نشستم‌به افق دوردستی خیره شده بود. یهو سرش را برگرداند و گفت:

حکایت سنگ، معدن، زمین، داستان درد و رنج است من آنرا می‌گویم تا شاید باشد گوش شنوایی!

«... دل زمین را شکافتیم. درزها و شکاف‌ها، خلل و فرج‌ها را درهم نوردیدیم و با کوله‌باری از درد و رنج ناشی از تحمل فشار و حرارت از فراز قله‌های رفیع، از گذشته‌های پیر آمدیم.

از همان روزهای اوّل آفرینش با انسانها آشنا شدیم. پناهگاه انسانها بودیم تا در سرما نلرزند و در گرما در سایه ما استراحت کنند واز اینکه بشر اوّلیه در کنارمان آرام می‌گرفت و تصاویری را به یادگار در سینه‌مان

حکاکی می‌کرد به خود می‌بالیدیم. ما انیس و مونس یکدیگر شده بودیم چرخ‌های گردون دون هی می‌چرخید و عقل انسانها را به کار می‌انداخت تا با سایر اعضاء تبارم چون کرومیت، گالن، اسفالریت، پیریت و... آشنا شوند.

ما که با جرقه دو پاره از تنمان به زندگی انسانها روشنایی بخشیده بودیم انتظار داشتیم که قدرمان را بدانند اما ای کاش این آشنایی‌ها نبود...»

توقعمان زیاده جویی نبود می‌گفتیم ما را به اهلش بسپارید با ما به مدارا رفتار کنید، نیروی علم و عمل به کار گیرید، برای شما و آینده شما بهره‌ها داریم، با ما بسازید تا ساخته شوید و...

اما زهی خیال عبث!

به یاد دارم چند سال پیش در جلسه‌ای که کف سالن آنرا زینت بخشیده بودم مردی که خود را از متولیان امور زیر زمین معرفی می‌کرد گفت: «مگر سنگ هم علم می‌خواهد، مهندسی‌اش بی‌معنی است...» و این درد الان ماست و رنج فردای شما!

چهره‌اش که نگاه کردم. اشک روی گونه‌هایش به سیاهی می‌زد. با صدای ضعیفی گفتم: اما ما مهندسین اکتشاف...

حرفم تمام نشده بود ک نگاه تندی به من کرد و سپس دیدگانش را به افق دیگری نشانه گرفت. عرق سردی بر پیشانیم نشست و تنها سکوت بود که یاری‌ام داد. ادامه داد:

«فشار خروارها خاک را پر پشتمان تحمل کردیم و با پتک سنگین زمان ساختیم اما دیگر تحمل پتک هر تازه از راه رسیده‌ای که نمی‌داند پولش را چگونه خرج نماید را نداریم. ما خود را مقدس می‌دانیم چون قلم تقدیر یزدان پاک خلقمان کرده است تا سنگ فرش گذرگاه شما باشیم و مأوایتان را زیبائی بخشیم. کبر و غرورتان از چیست؟!

اکتشافمان علم روز می‌خواهد نه پول تنها!

ضابطه‌های جدید و مترقی طلب می‌کند. دوران استخراج سنتی گذشته است. ما را با مواد ناریه هیچ الفت و مناسبتی نیست. همانگونه که شما طالب آتش دوزخ نیستید!

ما را هزار پاره نکنید. لاشه‌هایمان را زیادتر نکنید. مراحل فراوریمان را کاملتر کنید و خلاصه از ما خوب استفاده کنید.

هی قرار داد نبندید که مهرش خشک نشده باطل کنید. پیکر عریانمان را در بیابانها به نمایش نگذارید که ما دوستدار کارخانه و فراوری هستیم.

مگر نمی‌دانید که خالق ما را در بستر طبیعت، در عمق دریاها، در دل کویرهای خشک، در جای جای صخره‌ها به زیبائی آرایش کرده است تا شما با بهره‌گیری از علم جدید و تکنیک نو به استخراجمان بپردازید نه اینکه به آتش بازی پیکر بلورینمان را پاره پاره کنید.

این خود ناشکری نعمت خالق است.

ما سنگ‌ها، ما معادن و خلاصه کل زمین در اختیار شمائیم بشرطها و شروطها:

آموزش را جدی بگیرید، نظارت و پیگیری فراموشتان نشود! برنامه‌های دقیق درازمدت پی‌ریزی کنید، کارهای کار کارشناسی را از یاد نبرید، از لحظه لحظه بودنمان استفاده کنید و خلاصه ما گوهریم و طبیعت خدا سرشار از این گوهرها و...»

آن شب آن مجسمه سنگی به نمایندگی از تبار سنگی‌اش تا صبح از مشکلات معدنکاری سخن‌ها گفت و از درد و رنج فراوانی که سنگ‌ها دارند حکایت‌ها کرد و از اینکه این همه بی‌مهری برآنها روا داشته می‌شود گلایه‌ها نمود.

لشکر پیروز خورشید اولین اشعه‌های درخشانش را از پشت قله نمایان کرد و من از سنگ یار دیرین انسانها خداحافظی کردم در حالی که با خود عهد بسته بودم که با سنگ‌ها باشم اما هیچ وقت سنگی نباشم.

با صدایی از خواب بیدار شدم. دوست هم اتاقی‌ام بود که می‌گفت، مگر شام نمی‌خوری؟ بلند شدم و لباس‌هایم را پوشیدم و به سمت دانشگاه روانه شدم. در حالی که حرف‌های مجسمه سنگی در گوشم طنین‌انداز بود که می‌گفت:

«اکتشافم علم می‌خواهد...»

روز ۱۶ فروردین ۷۶ بود که بعد از ۱۵ روز آرامش خاطر از خانه به قصد دانشگاه خارج شدم متأسفانه اصلاً احساس خوبی نداشتم. در راه به خودم گفتم عجب کاری کردی مگه مجبور بودی رشته‌ای را که دوست نداری انتخاب کنی که حالا، با گرانی و سختی به سر کلاس بروی و به درس گوش بدهی اصلاً تو رو چه به مهندسی ـ اونهم دانشگاه پلی تکنیک. وقتی به دم در دانشکده رسیدم از خودم پرسیدم آیا بقیه هم مثل من از کلاس و درس فرارند یا نه؟ تصمیم گرفتم سؤالات زیر را با همکاری دوستان از برخی دانشجویان دانشکده بپرسم و از نظرات آنها مطلع شوم.

۱) معیار انتخاب این رشته بر چه مبنایی استوار بود؟

۲) آیا از این که در این رشته تحصیل می‌کنید راضی هستید؟

۳) چه فعالیتهایی را در حین تحصیل انجام می‌دهید؟

• معدن استخراج ۷۱

ـ ای بابا دست رو دلم نذار.

ـ علاقه بی علاقه.

ـ دنیای من فوتباله.

• معدن استخراج ۷۰

ـ با زمینه قبلی علاقمند به این رشته بودم.

ـ تنها رشته‌ای که خوشم می‌آمد همین رشته بود.

ـ فعالیت خاصی ندارم.

• معدن استخراج ۷۳

ـ هیچ علاقه‌ای نداشتم فقط می‌خواستم مهندس شوم.

ـ هیچ علاقه‌ای ندارم.

ـ کار آزاد می‌کنم.

• معدن استخراج ۷۴

ـ اشتباه شده بود.

ـ خیر.

ـ ورزشی، هنری.

• معدن استخراج ۷۵

ـ تصادفی.

ـ جالب است ولی آینده شغلی ندارد.

ـ ورزش.

• معدن استخراج ۷۲

ـ در هنرستان رشته معدن می‌خواندم الویت نهم بود.

ـ ناحدودی.

ـ در شهرستان کشاورزی می‌کنم.

• معدن استخراج ۷۳

ـ دنبال رشته‌ای جالب بودم.

ـ خیلی زیاد.

ـ فعالیتهای صنفی و طراحی.

• معدن اکتشاف ۷۲

ـ می‌خواستم با علم به حقیقت برسم به فضیلت هم دست نیافتم.

ـ چون در نهایت مهندس می‌شوم بلی.

ـ در نشریات مختلف فعالیت می‌کنم.

• معدن اکتشاف ۷۵

ـ با تحقیق از دانشجویان این رشته.

ـ با علاقه آمدم با علاقه هم خواهم رفت.

ـ در خوابگاه تا حدی فعالیت می‌کنم.

• معدن اکتشاف ۷۱

ـ می‌خواستم بورسیه شوم اجباری.

ـ خیر.

ـ هیچی.

• معدن اکتشاف ۷۲

ـ همینطوری برحسب اتفاق.

ـ اگر اساتید درسهای بیشتری دهند.

ـ کار می‌کنم، عکاسی و ورزش.

• معدن اکتشاف ۷۴

ـ مهندس شدن.

ـ تنها رشته‌ای که علاقه نداشتم.

ـ کار آزاد می‌کنم.

• معدن اکتشاف ۷۳

ـ اشتباه کد رشته.

ـ خیر.

ـ فعالیتهای صنفی و ورزشی.

• معدن اکتشاف ۷۳

ـ علاقه.

ـ خیر.

ـ موسیقی.

• معدن اکتشاف ۷۲

ـ نیازی که مملکت داشت.

ـ بلی، راضی هستم.

ـ کارهای آزاد در شرکت می‌کنم.

• متالورژی صنعتی ۷۳

ـ فقط می‌خواستم مهندس شوم همین و بس.

ـ چون بالاخره مهندس می‌شوم بلی.

ـ کارهای مورد علاقه‌ام، کار آزاد.

• متالورژی استخراجی ۷۳

ـ مشورت با دوستان.

ـ از رشته بلی از این دانشکده خیر.

ـ کارهای فرهنگی در خوابگاه و کانونهای دانشجویی.

• متالورژی صنعتی ۷۳

ـ شانسی بود.

ـ خوشم نیامد چکار کنم.

ـ نقاشی و هنرهای دستی.

• متالورژی استخراجی ۷۵

ـ ورود به دانشگاه.

ـ بلی.

ـ هیچی.

• متالورژی استخراجی ۷۳

ـ تشویق اطرافیانم.

ـ بلی خیلی زیاد.

ـ خطاطی.

• متالورژی صنعتی ۷۴

ـ کاربرد این رشته در صنعت.

ـ بلی.

ـ ورزش می‌کنم.

• متالورژی ۷۴

ـ می‌خواستم مهندس بشم.

ـ علاقه بی علاقه.

ـ در مغازه به پدرم کمک می‌کنم.

• متالورژی استخراجی ۷۴

ـ اصلاً خودم انتخاب نکردم.

ـ آری.

ـ تا حلا فقط درس بوده.

• متالورژی استخراجی ۷۳

ـ با مشورت با دیگران.

ـ به هیچ وجه.

ـ فعالیتهای هنری و ورزشی.

• متالورژی صنعتی ۷۳

ـ بدون علاقه.

ـ بله.

ـ هیچی.

سؤلات از ۷۰ نفر پرسیده شد:

در رشته معدن ۳۵٪ راضی، ۳۵٪ ناراضی و ۳۰٪ ممتنع و

در رشتهٔ متالورژی ۶۶٪ راضی، ۲۰٪ ناراضی و ۱۴٪ ممتنع بودند.

پس نتیجه می‌گیریم راست گفته‌اند که:

عشق به علم عشق به درک نظام هستی است ولی بعضیها عاشق نمی‌شوند.

(دکتر محمود حسابی)

سمینارها

اولین کنگره سالانه انجمن مهندسین متالوژی ایران ۲۶ـ۲۴ مهر ۱۳۷۶ دانشگاه علم و صنعت ایران - عنوان: علم و مهندسی مواد، آموزش و پژوهش، مواد و تکنولوژیهای نو، تولید پایدار.

اولین سمینار آمار بردهای کربورسیلیسیم صنعت ۷ خرداد ۱۳۷۶ دانشکده فنی دانشگاه تهران

عنوان: کربور سیلیسیم برای صنایع متالورژی و ریخته‌گری، کربور سیلیسیم برای فرآورده‌های دیگر دراز و قطعات مهندسی، کربور سیلیسیم برای تولید انواع ساینده‌ها، کربور سیلیسیم برای ایجاد سطوح غیر لغزنده و مقاوم در معابر پر تردد.

برگزارکننده: مجمع تولید کربورسیلیسیم و اکسیدآلومینیم

پایان نامه‌ها

بررسی علل شکست محورهای راه‌آهن و دلایل اسقاط شدن محورهای ساخت داخل

فرهاد طالبی طادی ورودی ۷۳ ـ استاد راهنما: دکتر آقازاده

خلاصه: باتوجه به اینکه مجمع فولاد اسفراین تولید محور بروش فرج شعاعی را آغاز نموده است در این پروژه دلایل متالوژیکی عدم دستیابی به استانداردهای کنترل کیفی مورد بررسی قرار گرفته تأثیر عوامل متالوژیکی مانند گازهای محلول ناخالصیها بر شکست و اسقاط محورها مورد بررسی قرار گرفته است همچنین بکمک تحلیل تنش با استفاده از روش اجزاء محدود، توزیع تنش در محور در شرایط استاتیکی مشخص گردید. سپس اثر آخالهای هندسی بر افزایش تنش در مراکز تمرکز تنش و سپس اندازه حداکثر آخالها باتوجه به معیار فاکترو شدت تنش مورد تحلیل قرار گرفت.

اثر بارگذاری تصادفی بر عمر خستگی فولاد ساختمانی

فاطمه میرزایی ورودی ۷۳ - استاد راهنما: آقازاده

خلاصه: در این پروژه عمر خستگی فولاد کم کربن در بارگذاری با دامنه متغیر مورد بررسی قرار گرفته است از محتوا و نتایج این پروژه دیده می‌شود که بهترین روش برای محاسبه عمر خستگی قطعات در بارگذاری تصادفی استفاده از قانون جمع صدمات مایز و اطلاعات مربوط به منحنی‌های دامنه ثابت عمر خستگی می‌باشد. برای شمارش سیکل‌ها نیز روش جریان بارانی به ویژه جریان باران اصلاح شده معقول‌ترین نتیجه را می‌دهد.

خستگی در فولادها با پوشش نفوذی

محسن فانی اصفهانی ورودی ۷۳ - استاد راهنما: دکتر جمشید آقازاده، دکتر موسوی

خلاصه: در این پروژه اثر فزاینده سخت کردن سطحی به روش کرومانرینگ جامد به مقاومت خستگی فولاد به ازای L۲ (۱۰۲۲۱۰) مورد بررسی قرار گرفت نتایج تحقیقات نشان داد ضمن اینکه سختی و سایش به هنگام پوشش بالا می‌رود و اما مقاومت خستگی این فولادها بر اثر پوششهای کرومایزینگ کاهش می‌یابد. مطالعات مربوط به تنشهای باقیمانده، به روشی ابتکاری در این پروژه نشان داده است که عامل اصلی در کاهش مقاومت خستگی ایجاد تنشهای باقیمانده کششی در لایه پوشش می‌باشد.

تهیه پوشش بورایدی در حمام مذاب برای فولادهای کربن متوسط و آلیاژی و مقایسهٔ خواص آنها

مجید اسدی کنی ورودی ۷۳ - استاد راهنما: دکتر موسوی

برای بهبود خواص سطحی فولادها که بتواند مقاومت به سایش، اکسیداسیون و تا حدودی خوردگی خوبی از خود نشان دهد عملیات مختلف بر روی فولادها انجام می‌شود که یکی از این روشها عملیات برونایزینگ می‌باشد در این روش فولادهای ساده کربنی را در حمامهای فارابی حاوی بوراکس و افزودنیهای دیگر بمدت حداقل ۵ ساعت و و در دمای نسبتاً بالا تا حد دمای آستینته فولاد قرار می‌دهیم که در نتیجه این عمل بر سطح فولاد لایه‌ای از جنس بُریدهای آهن در حدود ۷۰ الی ۲۵۰ میکرون بوجود می‌آید که این لایه خود فیزیکی و شیمیایی خوبی داشته و در نهایت می‌توانیم از یک فولاد ارزانقیمت ابزارهایی باکیفیت بالا بدست آوریم.

دانشکده در سالی که گذشت!

• پذیرش دانشجو در مقطع دکترای مهندسی معدن

برای اولین بار در سطح کشور دانشکده مهندسی معدن و متالوژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر با تکیه بر سطح علمی و آموزشی خود موفق به راه اندازی دوره دکترای مهندسی معدن «گرایش استخراج» شد و از بین دانشجویان کارشناسی ارشد استخراج در این مقطع دانشجو خواهد پذیرفت.

• نشریه بلور ضمن تبریک این عمل ارزشمند علمی به دانشجویان بر خود لازم می‌داند از تمامی کسانیکه در انجام این حرکت علمی بزرگ نقشی ایفاء نموده‌اند و بویژه مدیریت محترم دانشکده و اساتید بزرگوار تقدیر نماید. اگر چه این کار قدری دیر جامهٔ عمل پوشید اما پاسخی به یک نیاز اساسی جامعه در خصوص تربیت متخصصین صنعت معدنکاری بود.

• برگزاری همایش فرهنگی ـ هنری

اولین همایش فرهنگی ـ هنری دانشجویان دانشکده در روزهای پایانی سال ۷۵ با استقبال خوب دانشجویان برگزار شد در آغاز این همایش دکتر موسوی معاونت آموزشی دانشکده ضمن تبیین جایگاه ممتاز و ارزشمند فرهنگ و کارهای هنری، پرداختن به کارهای هنری در کنار برنامه‌های علمی را به دانشجویان یادآوری نمودند. در ادامه دبیر شورای صنفی ـ آموزشی و یکی از اعضای هیئت مؤسس نشریه مطالبی ارائه نمودند سپس تعدادی از دانشجویان دانشکده به قرائت اشعار خود پرداختند و چند میان پرده کوتاه نیز اجراء شد و به اعضای تیم فوتبال دانشکده نیز هدایایی اهداء گردید. پایان بخش برنامه‌های همایش اجرای موسیقی سنتی توسط دانشجویان هنرمند دانشکده بود برگزارکنندگان این همایش حسین عرفانی، آرش رفیعی مهرآبادی، رضا افشاری، مهدی سلیمی ـ علیرضا حیدری ـ یوسفی خواه (اجرائی) و آرش باروتیان، فریبرز زینالی (گروه موسیقی) بودند.

• معرفی کتاب:

کتاب «آتشکاری در معادن» تالیف استاد گرانقدر جناب آقای مهندس استوار از طرف وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی به عنوان یکی از کتب برگزیده فنی مهندسی در سال ۱۳۷۵ انتخاب شد و مورد تقدیر قرار گرفت. در قسمتی از تقدیرنامه وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی آمده است:

«... تلاش موفق شما در تالیف کتاب «آتشکاری در معادن» نشان بارزی از عنایت شما به فعالیت‌های فخیم فرهنگی و عمل به وظیفه خطیر همه عالمان و اهل قلم متعهد است...»

لازم به ذکر است که جلد اوّل این کتاب در سال ۱۳۷۱ به عنوان «کتاب برگزیده دانشگاه‌های کشور» از طرف وزارت فرهنگ و آموزش عالی مورد تقدیر قرار گرفته بود.

• نشریه بلور برای این استاد گرانقدر و همه کسانی که در راه گسترش رشته مهندسی معدن و متالوژی تلاش می‌نمایند آرزوی توفیق و بهروزی دارد.

• شبکه نجم - سراج

ابتکار یک دانشجوی مهندسی معدن دانشکده در طراحی یک شبکه تحت عنوان «شبکهٔ تنش نجم ـ سراج» در محافل علمی ژاپن مورد توجه قرا گرفت. چگونگی طراحی و کاربرد این شبکه طی مقاله‌ای در سمینار بین‌المللی مکانیک سنگ در زمینه تنش سنگ (RB Kumamoto,97) که از ۷ـ۱۰ اکتبر ۱۹۹۷ (۱۵ـ۱۸ مهرماه ۷۶) در دانشگاه کوماموتو ژاپن برگزار می‌شود ارائه خواهد شد این شبکه که توسط حسنعلی سراج طراحی شده است قادر خواهد بود مسایل مربوط به تانسور تنش یا کرنش را که با استفاده از دایره موهر و یا به شیوه‌های معمولی قابل حل نیست پاسخ دهد.

* * *

بهره‌برداری همزمان از ۴ کارخانه بزرگ تولید روی در زنجان بندرعباس و یزد آغاز شد

* تولید نهائی این چهار واحد به ۶۰ هزار تن می‌رسد.
* با راه‌اندازی این ۴ کارخانه تمامی نیازهای صنایع آلومینیوم، فولاد، باطری، ریخته‌گری، بهداشتی، کشاورزی، غذائی، الکترونیکی، اتومبیل‌سازی و گالوانیزه در کشور تامین خواهد شد.
* بزرگترین معدن روی خاورمیانه در استان زنجان با ذخیره ۶ میلیون تن مورد بازدید رئیس جمهور قرار گرفت.
* رئیس جمهور در سفر امروز به استان زنجان پست ۶۳ کیلو ولت دندی، شهرک صنعتی ماهنشان و ایستگاه پمپاژ و شبکه آبیاری برون قشلاق را افتتاح کرد.

۱۵۰ هزار تن ورق فولادی مازاد بر نیاز کشور به خارج صادر می‌شود

سرویس اقتصادی -
تا پایان سال جاری تولید فولاد با رشدی معادل ۱۲ درصد به ۷ میلیون تن افزایش می‌یابد.
این مطلب از سوی مدیرعامل شرکت ملی فولاد ایران در جلسه کمیته تنظیم بازار فلزات اعلام شد.
به گزارش اداره کل اطلاعات و اخبار ریاست جمهوری در این جلسه که به ریاست محمدهاشمی معاون رئیس جمهور در امور اجرایی تشکیل شد، مقرر گردید تولید انواع ورق بالای ۳ میلیمتر در فولاد مبارکه که بیش از نیاز داخلی و ظرفیت ذخیره سازی انبارهای موجود است. به میزان ۱۵۰ هزار تن به خارج از کشور صادر شود.
براساس این گزارش در ادامه این جلسه مدیرعامل شرکت ملی صنایع مس ایران در گزارشی از چگونگی تولید و توزیع محصولات مس در کشور گفت: در سال گذشته بیش از ۱۰۲ هزار تن فلز مس در کشور تولید شد که از این مقدار ۷۳ هزار تن در داخل کشور توزیع و ۲۴ هزار تن نیز به خارج از کشور صادر شد. همچنین قیمت این محصول در مقایسه با سال ۷۴ بین ۳ تا ۸ درصد کاهش داشت.
بنابراین گزارش، مدیرعامل شرکت آلومینیوم ایران در گزارشی اعلام کرد:
در فروردین ماه سال جاری میزان تولید فلز آلومینیوم در کشور به ۸ هزار تن رسید که این مقدار ۲۶ درصد نسبت به متوسط تولید ماهانه سال ۷۵ رشد داشته است.

تولید مجتمع فولاد مبارکه امسال به سه میلیون و ۲۰۰ هزار تن افزایش می‌یابد

سرویس شهرستانها: با اجرای نخستین مرحله از طرح توسعه مجتمع فولاد مبارکه، میزان تولید این مجتمع، امسال به سه میلیون و ۲۰۰ هزار تن افزایش می‌یابد و با تکمیل مراحل دیگر طرح توسعه، ظرفیت تولید آن به ۶ میلیون تن خواهد رسید. به گزارش خبرنگار همشهری از اصفهان، روابط عمومی مجتمع فولاد مبارکه روز گذشته همچنین اعلام کرد: این مجتمع با تولید دو میلیون و ۳۲۲ هزار تن فولاد تخت و یک میلیون و ۹۹۰ هزار تن انواع محصولات ورقهای گرم نورد شده، سال گذشته رکورددار تولید فولاد در تاریخ صنعت فولاد کشور بود.
مجتمع فولاد مبارکه همچنین سال گذشته در واحد گندله‌سازی با تولید سه میلیون و ۱۴ هزار تن، در واحد احیای مستقیم با تولید دو میلیون و ۳۷۹ هزار تن در واحد اسیدشویی با ۷۱۲ هزار تن و در واحد نورد سرد با ۶۱۸ هزار تن به رکوردهای جدید دست یافت.

تولید آلومینیم با پوشش «پی.وی.سی» در کشور

ساوه - خبرگزاری جمهوری اسلامی: با راه‌اندازی دستگاه «لامینه گر» در شرکت آلومینیم پارس ساوه تولید آلومینیم با پوشش لایه «پی.وی.سی» برای نخستین بار در ایران آغاز شد.
به گفته رئیس پروژه راه‌اندازی خط تولید لامینه گر، شرکت آلومینیم پارس محصولات تولیدی این خط در صنایع مختلف اعم از هواپیمائی، کشتی سازی، خودرو سازی و لوازم الکترونیکی کاربرد دارد.
علیرضا صفارنیا افزود: پوشش این لایه بر روی ورق‌های آلومینیم که غیرقابل جداسازی است عمدتا برای نماسازی در این صنایع استفاده می‌شود.
وی گفت: با راه‌اندازی این دستگاه امکان تولید سالانه سه هزار تن از این نوع آلومینیم از ضخامت پنج دهم تا ۱/۵ میلیمتر و عرض یکهزارو ۵۰۰ میلیمتر در رنگها و طرحهای مختلف در کشور فراهم شد.
صفارنیا افزود: این دستگاه که با خروج کارشناسان خارجی پس از پیروزی انقلاب اسلامی بدون استفاده مانده بود با تلاش کارکنان این شرکت در خط تولید قرار گرفت.
دستگاه لامینه شرکت آلومینیم پارس بخشی از خط رنگ سالن تولید رنگ و ورق این شرکت است که طول دستگاههای نصب شده آن به ۱۵۰ متر می‌رسد.