


مشخصات مصالح در دمای بالا


سایر مصالح

محل ضرب مهرهای تحت کنترل - منسوخ							۰۳
							۰۲
							۰۱
				امیر ساعدی	وحید پاچیده	مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح	۰۰
	تاریخ انتشار	تصویب	تأیید	بررسی	تهیه	شرح	REV

مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح									
صفحه: ۲	DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
شهریور ۹۴								۰۱	

فهرست مطالب

- ۱-چوب ۳
- ۱-۲- نرخ ذغال شدن ۳
- ۱-۳- کاهش الاستیسیته و مقاومت ۴
- ۲-مصالح بنایی ۶
- ۳-آلومینیوم ۷
- ۳-۱- داده های مقاومتی ۷
- ۳-۲- انبساط گرمایی ۹

مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح										
صفحه: ۳		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV		پروژه:
شهریور ۹۴								۰۱		


۱- چوب

شرایط برای چوب در مقایسه با فولاد و بتن، متفاوت است چرا که هنگامی که یک عضو چوبی در معرض آتش قرار می گیرد لایه ی بیرونی آن همه ی مقاومت خود را از دست می دهد ولی در نهایت به صورت لایه ای محافظ اطراف هسته را می گیرد و مانع رسیدن حرارت اضافی به هسته ی عضو می شود. بنابراین هسته ی مرکزی به میزان اندکی تحت تاثیر دما قرار می گیرد و میزان بسیار کمی از مقاومت و الاستیسیته ی آن کم می شود. پس تنها لازم است که سه مشخصه ی چوب را در برخورد با آتش تعیین کنیم. این سه مشخصه عبارتند از: نرخ ذغال شدن، و کاهش مقاومت و الاستیسیته در هسته ی مرکزی.

۱-۲- نرخ ذغال شدن

نتایج حاصل از آزمایش کوره ی استاندارد بسیار تحت تاثیر ویژگی های کوره به ویژه شار گرمایی وارد به نمونه می باشد. این مساله در مورد نرخ ذغال شدن اهمیت بیشتری می یابد چرا که نرخ ذغال شدن نسبت به نرخ مطلق افزایش دما به میزان بیشتری تحت تاثیر شار گرمایی وارد به نمونه می باشد. به عنوان مثال، *Hadvig* (1981) گزارشی مبتنی بر این قضیه دارد که ذغال شدگی در وجه پایینی یک تیر 20% بیشتر از وجوه اطراف آن می باشد. به هر حال مشاهده می شود که وقتی اعضای چوبی تحت منحنی زمان-دمای کوره ی استاندارد قرار می گیرند، نرخ ذغال شدگی در وجه مورد نظری از عضو تا دقیقه ی 90 ثابت می باشد. این نرخ به نوع چوب (یا چگالی چوب) وابسته می باشد.

آزمایش های صورت گرفته روی چوب هایی که تحت منحنی کوره ی استاندارد قرار گرفته اند حاکی از آن است که بعد از دقیقه ی 90 نرخ ذغال شدگی به میزان قابل ملاحظه ای افزایش می یابد تا جایی که به سرعت بخشی از عضو از بین می رود. چنین اثری با در نظر گرفتن این مساله که در بیشتر آزمایش ها اندازه ی عضو بگونه ای است که بعد از 90 دقیقه بخش کوچکی از هسته ی مرکزی باقی می ماند، تشدید می شود. مقادیر نرخ ذغال شدگی برای طیف وسیعی از آزمایش ها در جدول ۱ ارائه شده است. در اینجا لازم به توضیح است که توافقی در مورد داده های مربوط به اهداف طراحی وجود دارد که اجازه می دهد انواع مختلف چوب در تعداد نسبتاً کمی دسته، طبقه بندی شوند. توجه شود که آزمایش های انجام شده روی پانل ها نرخ ذغال شدگی بالاتری را نسبت به آزمایش هایی که روی تیرها و ستون ها صورت گرفته اند بدست می دهند. به هر حال نرخ های ذغال شدگی به بازه ی محدودی از محتوای رطوبتی و همچنین چگالی وابسته است. (*Schaffer* 1976)

مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح									 گروه مهندسیین دانشگاه شاهرود	
صفحه: ۴		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV		پروژه:
شهریور ۹۴								۰۱		

معادلاتی را ارائه داد که طی آنها نرخ ذغال شدگی β_0 (mm/min)، محتوای رطوبتی M (برحسب درصدی از وزن) و وزن مخصوص خشک S برای سه نوع مختلف چوب به هم مربوط می شوند. برای صنوبر داگلاس:

$$\frac{1}{\beta_0} = 0.79[(28.76 + 0.578M)S + 4.187] \quad (1)$$

برای کاج جنوبی:

$$\frac{1}{\beta_0} = 0.79[(5.832 + 0.120M)S + 12.286] \quad (2)$$

برای بلوط سفید:

$$\frac{1}{\beta_0} = 0.79[(20.036 + 0.403M)S + 7.519] \quad (3)$$

۱-۳- کاهش الاستیسیته و مقاومت

داده های اندکی در مورد کاهش مقاومت چوب در مواجهه با آتش موجود است، این مساله تا حدودی به این موضوع مربوط می شود که دما بعد از لایه ی سوخته در هسته به سرعت افت کرده و به دمای معمولی محیط نزدیک می شود. این داده های موجود حاکی از آنند که هم در مقاومت و هم در الاستیسیته کاهش به میزان اندکی رخ می دهد (شکل ۱).

بعلاوه به نظر می رسد که این کاهش در واحد افزایش دما کاملاً مستقل از نوع چوب می باشد چنانچه Sano (1961) نتایج زیر را برای مقاومت (Mpa) در حالتی که فشار موازی با رگه هاست برای دو نوع چوب که در دماهای بین $-60^\circ C$ ، $+60^\circ C$ آزمایش شده اند، گزارش می دهد.

برای صنوبر:

$$\sigma_{par} = 49.3 - 0.424\theta_w \quad (4)$$

برای درخت زبان گنجشک:

$$\sigma_{par} = 57.4 - 0.392\theta_w \quad (5)$$


که در آن θ_w دمای چوب می باشد.

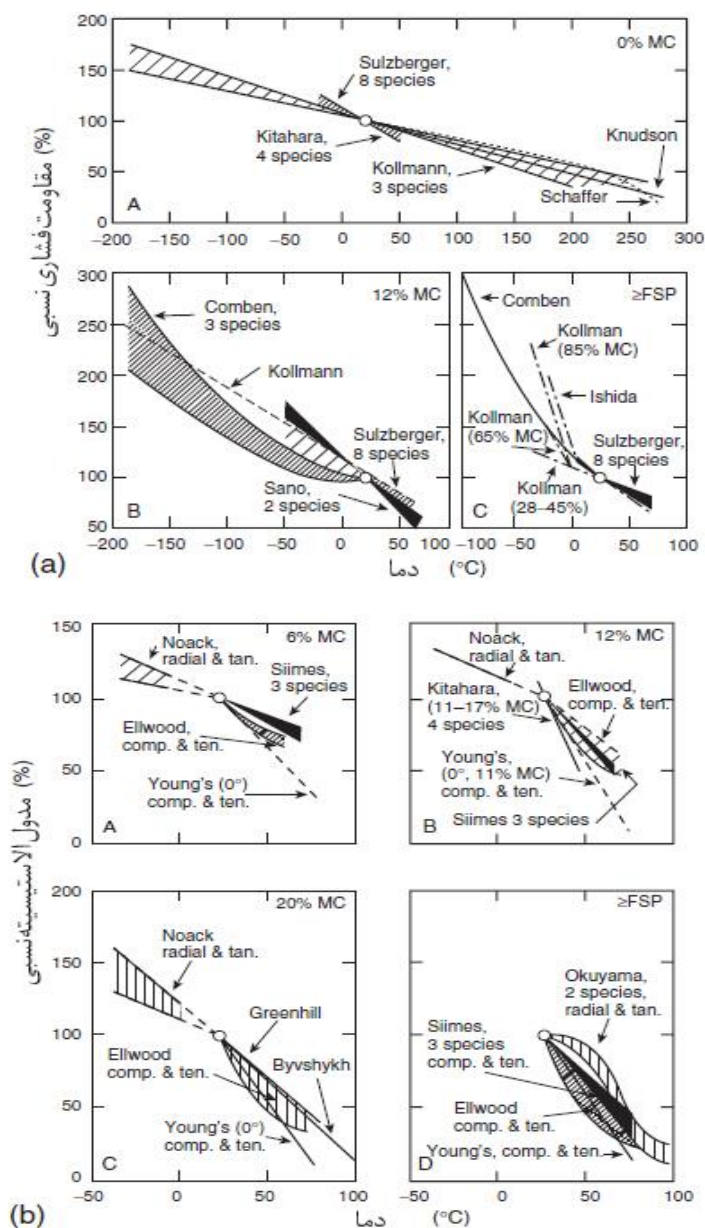
صفحه: ۵	DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
									شهریور ۹۴
									۰۱

جدول ۱: نرخ های ذغال شدگی تجربی چوب

مرجع	نوع نمونه	نوع چوب	نرخ ذغال شدگی
Wardle (1966)	تیر	صنوبر	0.5-0.6
		صنوبر داگلاس	0.6
		صنوبر بلاتیک (متورق)	0.6
		صنوبر	0.55
		صنوبر (Glulam)	0.66
Schaffer (1967)	پانل	صنوبر داگلاس	0.68
		کاج جنوبی	
		بلوط سفید	
Rogowski (1969)	ستون	شوکران	0.55(par)
			0.67(perp)
			0.64(par)
		صنوبر	0.78(perp)
		درخت ماموت	0.71(par)
	سرو	0.74(perp)	
		0.71(par)	
		0.85(perp)	
Tenning (1969)	تیر	Glulam	0.62
		کاج متورق	0.5-0.66
		بلوط	0.4
		درخت ساج	0.35
Odeen (1969)	تیر	صنوبر	0.6-0.62
		بلوط	0.4
		درخت ساج	0.37
Fredlund (1988)	دال	صنوبر	0.265
		کاج	0.339
		نئوپان	0.167

در مرجع *Rogowski*، در مقابل هر نوع چوب، دو عدد گزارش شده است، دلیل آن، این است که آزمایش روی ستون های چوبی متورق صورت گرفته شده و مقادیری که با (*par*) مشخص شده اند آنهایی هستند که آزمایش در جهت موازی با لایه های چوب انجام شده و مقادیری که با (*perp*) مشخص شده اند آنهایی هستند که آزمایش در جهت عمود بر لایه های چوب انجام شده است. توجه شود که آزمایش های دیگری که روی مقاطع متورق صورت می گیرد بین این نرخ در دو جهت تفاوت قائل می شوند.


مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح										
صفحه: ۶		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV		پروژه:
شهریور ۹۴								۰۱		



شکل ۱: تغییرات (a) مقاومت و (b) مدول های یانگ برای چوب در دماهای بالا

۲- مصالح بنایی

آن طور که به نظر می رسد داده های کمی در مورد مقاومت مصالح بنایی در دماهای بالا وجود دارد، گرچه داده هایی در مورد دیگر مشخصات در دست است. داده های مربوط به این مشخصات باقی مانده حاکی از آنند که کاهش مقاومت ملات تقریباً فاکتور کنترل کننده ی عملکرد مقاومتی مصالح بنایی می باشد، البته این مساله هنوز با آزمایش به اثبات نرسیده است.

مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح									
صفحه: ۷	<i>DEP</i>	<i>PRJ</i>	<i>CAT</i>	<i>DIS</i>	<i>TYP</i>	<i>SEQ</i>	<i>REV</i>	پروژه:	
شهریور ۹۴							۰۱		


داده های محدودی درباره ی انبساط گرمایی واحدهای مصالح بنایی که در آن ها از پوک معدنی به عنوان سنگدانه استفاده شده است، موجود می باشد. چنین داده هایی برای سه نوع از واحدهای مصالح بنایی در شکل ۲ ارائه شده اند که در آن اشاره شده است که در موارد خاص ضریب انبساط گرمایی منفی می شود.

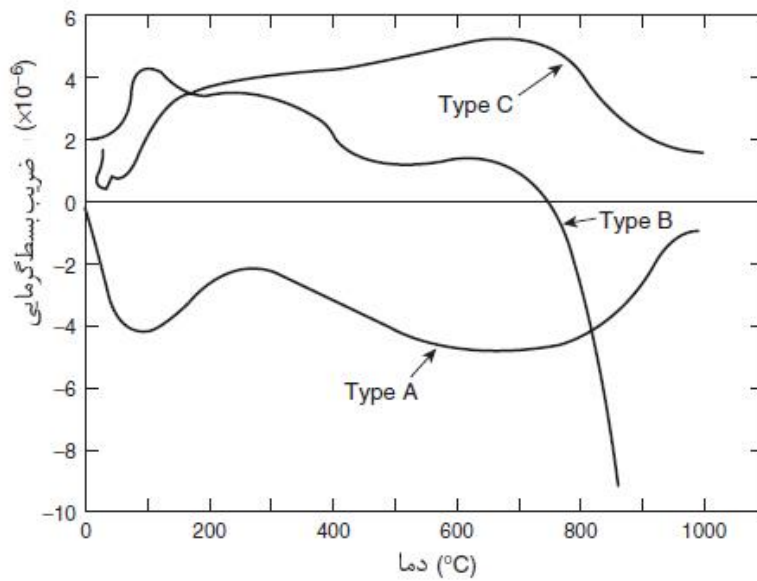
۳- آلومینیوم

۳-۱- داده های مقاومتی

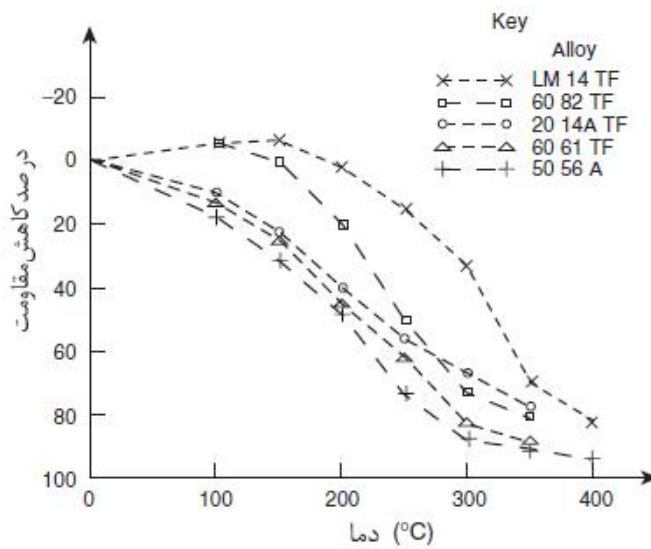
از آنجایی که دما در آلومینیوم قبل از آنکه دچار فروریزش شود نسبتاً کمتر است، نیاز چندانی به داده های مربوط به خزش نمی باشد چرا که اساساً خزش ناچیزی اتفاق می افتد و تا حد قابل قبولی می توان رفتار پایه ی تنش- کرنش را با احتساب حدودی از خزش در جواب های واقعی در نظر گرفت. داده های نوعی درباره ی مقاومت معیار آلومینیوم در شکل ۳ ارائه شده است که در آن مشاهده می شود که کاهش مقاومت به آلیاژ بستگی دارد. بعلاوه لازم به ذکر است که گرچه افزایش آلیاژ باعث افزایش مقاومت در هر دمایی می شود، اما این مساله بطور همزمان می تواند باعث کاهش شکل پذیری و افزایش طول کلی تا شکست شود. بعلاوه لازم به توضیح است که نرخ کرنش نیز عاملی تاثیر گذار در کاهش تنش معیار و مقاومت کشش نهایی می باشد. داده های مقاومتی EN 1999-1-2 در شکل ۴(a) و مدول های یانگ در شکل ۴(b) به تصویر در آمده اند.

وابستگی به آلیاژ، محدوده ای از دما را برای کاهش 30 درصدی مقاومت به وجود می آورد که بین $300^{\circ}C, 150^{\circ}C$ بوده و باعث ایجاد ضریب اطمینان جزئی حدود 1.4 می شود. این بدان معناست که در تمام روش های طراحی باید روی ویژگی های آلیاژ به طور دقیق حساب باز کرد و برخلاف فولاد نمی توان تنها از یک دمای محدود کننده بدون در نظر گرفتن رده ی مقاومتی استفاده کرد. بعلاوه لازم به ذکر است که در مرحله ی سرد شدن، بعضی از آلیاژها بیشتر از آنکه شکست شکل پذیر داشته باشند، رفتار شکننده از خود نشان می دهند.


مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح										
صفحه: ۸		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV		پروژه:
شهریور ۹۴								۰۱		

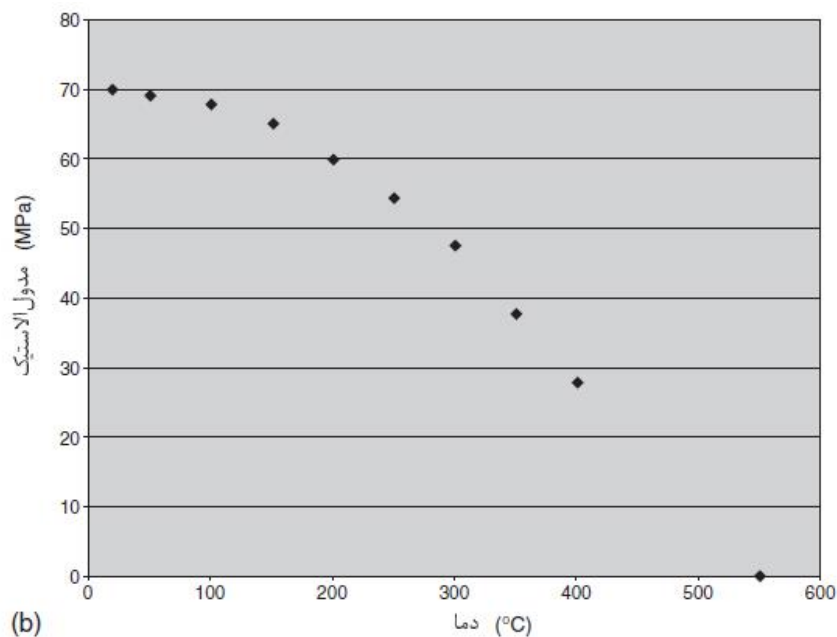
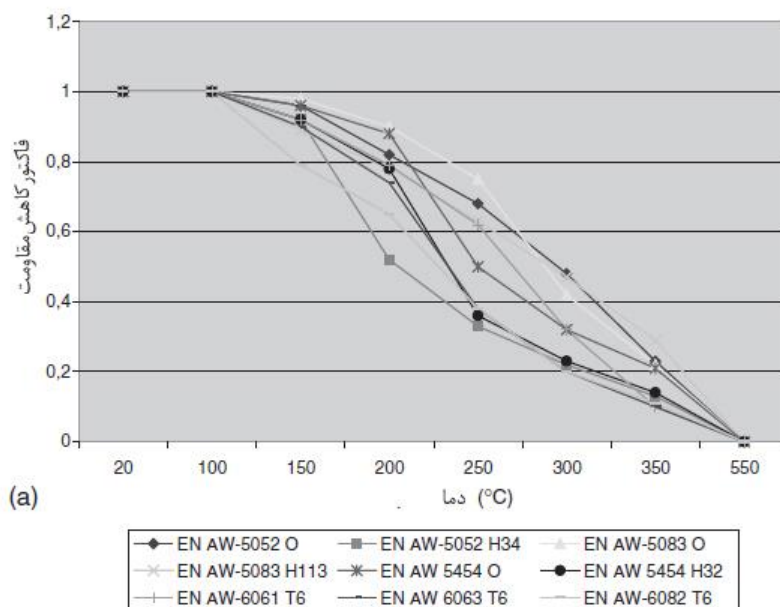


شکل ۲: انبساط گرمایی مصالح بنایی



شکل ۳: تغییرات کاهش مقاومت نرمالیزه شده در انواع آلیاژهای آلومینیوم با دما

مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح										
صفحه: ۹		DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV		پروژه:
شهریور ۹۴								۰۱		




شکل ۴: (a) داده های مقاومتی آلومینیوم بر گرفته از *ENVI999-1-2*, (b) تغییرات مدول الاستیک با دما

۳-۲- انبساط گرمایی

Conserva, Trippodo, Donizelli (1992) عقیده دارند که در محدوده ی دمایی 0.300°C کرنش گرمایی

غیر مقید نسبت به دما خطی بوده و بنابراین می توان از یک ضریب انبساط گرمایی که بین 24 و $26 \mu\text{strain}/^{\circ}\text{C}$ می باشد استفاده کرد. پراکندگی اندکی که در مقادیر مشاهده می شود مربوط به اثر آلیاژی المان ها می باشد.

ENV 1999-1-2 تعریف زیر را برای $0^{\circ}\text{C} \leq \theta_{al} \leq 500^{\circ}\text{C}$ ارائه می دهد.

مشخصات مصالح در دمای بالا - سایر مصالح									
صفحه: ۱۰	DEP	PRJ	CAT	DIS	TYP	SEQ	REV	پروژه:	
شهریور ۹۴							۰۱		

$$\frac{\Delta l}{l} = 0.1 \times 10^{-7} \theta_{al}^2 + 22.5 \times 10^{-6} \theta_{al} - 4.5 \times 10^{-4} \quad (6)$$

یا با دقت کمتر:

$$\frac{\Delta l}{l} = 2.5 \times 10^{-5} (\theta_{al} - 20) \quad (7)$$