

طراحی مهندسی سازه مبلمان

www.ketab.ir

تألیف:

دکتر قنبر ابراهیمی

استاد دانشگاه تهران



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۲۸۲۵

شماره مسلسل ۵۵۰۷

ابراهیمی، قنبر، ۱۳۲۵ -
طراحی مهندسی سازه مبلمان / تألیف قنبر ابراهیمی - تهران: دانشگاه تهران، موسسه
انتشارات و چاپ، ۱۳۸۶.
ج، ۲۹۱ ص: مصور، جدول، نمودار - (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۲۸۲۵).
ISBN 964-03-5507-0: ۵۱۰۰۰ ریال
فهرست نویسی براساس اطلاعات قنبر.
پشت جلد به انگلیسی. Ghanbar Ebrahimi. Engineering Design of
Furniture Structure
کتابنامه.
۱. مبلمان - طراحی. دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ.
ط ۲ الف / ۱۹۶ TT ۶۸۴/۱
کتابخانه ملی ایران ۱۰۲۶۴۷۶

شابک ۹۶۴-۰۳-۵۵۰۷-۰ ISBN 964-03-5507-0
عنوان: طراحی مهندسی سازه مبلمان
تألیف: دکتر قنبر ابراهیمی
ناشر: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
تاریخ انتشار: ۱۳۸۶ (چاپ اول)
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است.
«کلیه حقوق برای دانشگاه تهران محفوظ است»
بها: ۵۱۰۰۰ ریال

بنام خدا

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ش	پیشگفتار

فصل اول

۱	مقدمه‌ای از طراحی مهندسی
۲	۱-۱. انواع طراحی
۳	۲-۱. اصول طراحی مهندسی
۴	۱-۲-۱. بارها
۵	۲-۲-۱. سازه آزمایشی
۵	۳-۲-۱. طراحی عضو
۷	۴-۲-۱. طراحی اتصالات
۷	۳-۱. سطح مهندسی مبلمان
۹	ضمیمه

فصل دوم

۱۱	طبقه بندی و ویژگی‌های سیستم‌های ساخت مبلمان
۱۲	۱-۲. سیستم‌های سازه‌ای
۱۲	۱-۱-۲. سازه با اتصال مفصلی
۱۳	۲-۱-۲. صندلی تا شو

۱۴	۲-۲. سازه مثلثی صندلی
۱۵	۱-۲-۲. ساخت قاب
۱۶	۲-۲-۲. قاب صلب تک عضوی
۱۷	۳-۲-۲. قاب صلب دو عضوی
۱۸	۴-۲-۲. قاب‌های صلب سه عضوی
۱۹	۱-۴-۲-۲. قاب سه عضوی صندلی
۱۹	۵-۲-۲. قاب‌های صلب چهار عضوی
۱۹	۱-۵-۲-۲. قاب‌های چهار عضوی صندلی
۲۰	۲-۵-۲-۲. قاب‌های چهار عضوی میز
۲۳	۳-۵-۲-۲. قاب صلب چهار عضوی صندلی
۲۴	۳-۲. سیستم‌های سازه ای نوع صفحه ای
۲۵	۱-۳-۲. ویژگیهای تغییر مکان جعبه ای با دهانه باز
۲۶	۲-۳-۲. مقاومت جعبه
۲۶	۱-۲-۳-۲. صفحه مبنا
۲۶	۲-۲-۳-۲. صفحات کناری
۲۷	۳-۲-۳-۲. صفحه کناری پشت
۲۷	۴-۲-۳-۲. صفحه رو
۲۸	۳-۳-۲. افزایش سفتی جعبه
۲۸	۱-۳-۳-۲. افزایش سفتی صفحات
۲۸	۲-۳-۳-۲. افزایش سفتی رو
۲۹	۴-۳-۲. اثر صلیبیت اتصال
۲۹	۲-۴-۳-۲. رفتار سازه ای اتصالات
۳۰	۴-۲. نیروهای محوری
۳۰	۱-۴-۲. سازه‌های با اتصال مفصلی
۳۰	۲-۴-۲. سازه‌های با نوع قاب
۳۲	۵-۲. نیروی برشی

۳۴	۶-۲. نیروی خمشی.....
۳۴	۱-۶-۲. تیرگیردار.....
۳۵	۲-۶-۲. تیر هر دو سر گیردار.....
۳۵	۳-۶-۲. عکس العمل‌ها.....
	فصل سوم
۳۷	بارها در طراحی سازه مبلمان.....
۳۸	۱-۳. بارهای طراحی.....
۳۸	۲-۳. نیروها.....
۴۱	۳-۳. عکس العمل‌ها.....
۴۶	۴-۳. ملاحظات کلی در طراحی.....
۴۷	۵-۳. نمونه بارگذاریهای تحلیلی.....
۴۷	۱-۵-۳. صندلی‌ها.....
۴۷	۱-۱-۵-۳. بارهای قائم نشیمنگاه.....
۴۹	۲-۱-۵-۳. بارهای پشت.....
۵۰	۳-۱-۵-۳. بار عمودی روی مهار.....
۵۲	۴-۱-۵-۳. بارهای پیچشی روی نشیمنگاه.....
۵۳	۵-۱-۵-۳. بار فشاری پهلوی روی دسته‌ها.....
۵۴	۶-۱-۵-۳. بارهای عمود روی دسته‌ها.....
۵۵	۷-۱-۵-۳. نیروهای جانبی روی پایه جلو و عقب.....
۵۵	۸-۱-۵-۳. نیروهای جلو به عقب روی پایه‌های جلو.....
۵۷	۹-۱-۵-۳. نیروهای جلو به عقب روی پایه‌های عقب.....
۵۷	۶-۳. راحتی‌ها.....
۵۷	۱-۶-۳. بارهای عمود نشیمنگاه.....
۵۸	۲-۶-۳. بارهای افقی پشت.....
۵۸	۳-۶-۳. نیروهای جانبی روی دسته‌ها.....
۵۹	۴-۶-۳. نیروهای عمودی روی دسته‌ها.....

۵۹	۷-۳. کاناپه‌ها
۵۹	۱-۷-۳. بارهای عمودی نشیمنگاه
۶۱	۲-۷-۳. بارهای افقی پشت
۶۳	۳-۷-۳. نیروهای فشاری پهلوی روی دسته‌ها
۶۳	۴-۷-۳. نیروی قائم روی دسته‌ها
۶۳	۵-۷-۳. نیروهای پهلوی روی بال‌ها
۶۳	۸-۳. قفسه‌های کتاب و اشیاء دیگر
۶۳	۱-۸-۳. بارهای عمودی
۶۵	۹-۳. میز و میز کار
۶۵	۱-۹-۳. بارهای عمودی روی میز
۶۵	۲-۹-۳. نیروهای افقی سطح میز
۶۷	۱۰-۳. دراورها
۶۸	۱۱-۳. کابینت فایل
۶۸	۱-۱۱-۳. بار کشو
۶۸	۱۲-۳. لنگر و معادلات لنگر
	فصل چهارم
۷۹	مفاهیم اساسی تحلیل سازه
۷۹	مقدمه
۸۰	۱-۴. انواع سازه باقاب
۸۳	۲-۴. تغییر شکل و جابه‌جایی
۸۸	۳-۴. عمل و تغییر مکان
۹۴	۴-۴. تعادل
۹۵	۵-۴. سازگاری
۹۵	۶-۴. نامعین استاتیکی و کینماتیکی
۱۰۱	۷-۴. اصل جمع آثار قوا
۱۰۵	۸-۴. معادلات نیرو و تغییر مکان

فهرست	خ
۹-۴. ماتریس های نرمی و سفتی	۱۱۳
۱۰-۴. روابط عکس	۱۱۸
۱۱-۴. روش های نرمی و سفتی	۱۲۱
۱-۱۱-۴. روش نرمی	۱۲۲
۲-۱۱-۴. اثر تغییر دما، قید اولیه و جابه جایی تکیه گاه	۱۴۸
۳-۱۱-۴. تغییر مکان اتصال، نیروهای انتهای و عکس العمل ها	۱۴۸
۴-۱۱-۴. روش سفتی	۱۵۷
۱۲-۴. تحلیل سازه مبلمان با روابط استاتیکی	۱۷۳
۱-۱۲-۴. مثالها	۱۷۵
مثال ۱-۱-۱۲-۴	۱۷۵
مثال ۲-۱-۱۲-۴	۱۷۷
مثال ۳-۱-۱۲-۴	۱۸۰
مثال ۴-۱-۱۲-۴	۱۸۲
مثال ۵-۱-۱۲-۴	۱۸۴
مثال ۶-۱-۱۲-۴	۱۸۵
مثال ۷-۱-۱۲-۴	۱۸۶
مثال ۸-۱-۱۲-۴	۱۹۰
۱۳-۴. تحلیل قاب های مرکب با روش تقریبی	۱۹۵
۱-۱۳-۴. فرض خم پذیری	۱۹۵
۲-۱۳-۴. فرض نیمه صلب اتصال	۱۹۷
۳-۱۳-۴. تحلیل قاب پهلوی صندلی	۱۹۷
۱-۳-۱۳-۴. قاب پهلوی بدون مهار	۱۹۷
۲-۳-۱۳-۴. قاب پهلوی با مهار	۲۰۱
۳-۳-۱۳-۴. قاب با قید و مهار هم اندازه	۲۰۴
۴-۳-۱۳-۴. قاب پهلوی دارای سه مهار	۲۰۵
مثال ۹-۱۲-۴	۲۰۷

۲۰۸	۱۴-۴. تحلیل قاب صندلی با اتصالات نیمه صلب
۲۱۰	۱۵-۴. تحلیل قاب کاناپه با اتصالات نیمه صلب
۲۱۲	۱۶-۴. تحلیل قاب پهلوی میز با مهار نازک
۲۱۶	ضمیمه A
۲۴۳	ضمیمه B
۲۵۰	ضمیمه C

فصل پنجم

۲۵۱	طراحی اعضای قاب مبلمان
۲۵۱	۱-۵. محاسبه تنش در اعضا
۲۵۲	۱-۱-۵. تنش محوری
۲۵۲	۲-۱-۶. تنش خمشی
۲۵۵	۳-۱-۵. تنش برشی
۲۵۵	۴-۱-۵. تنش برشی پیچشی
۲۵۸	۲-۵. تنش‌های مجاز
۲۶۳	۱-۲-۵. مقاومت خمشی مجاز
۲۶۳	۲-۲-۵. مقاومت برشی مجاز موازی الیاف
۲۶۴	۳-۲-۵. مقاومت برشی پیچشی مجاز
۲۶۴	۴-۲-۵. مقاومت کششی مجاز موازی الیاف
۲۶۵	۵-۲-۵. مقاومت مجاز فشار عمود بر الیاف
۲۶۵	۶-۲-۵. مقاومت فشاری مجاز موازی الیاف
۲۶۶	۳-۵. مراحل کلی طراحی
۲۷۴	۴-۵. قاب‌های نامعین استاتیکی
۲۷۷	ضمیمه فصل ۵

فصل ششم

۲۸۳	اتصالات در سازه‌های مبلمان - پیشینه
۲۸۴	۱-۶. عوامل موثر در اتصالات

۲۸۴	۱-۱-۶. چگونگی وضعیت تنش در اتصال.....
۲۸۵	۲-۱-۶. توجیه الیاف اعضای اتصال.....
۲۸۷	۳-۱-۶. تغییر ابعاد اتصال در اثر نوسان رطوبت.....
۲۸۷	۴-۱-۶. چگونگی سطح در اتصالی که اعضای آن در یکدیگر..... نفوذ دارند.
۲۸۸	۲-۶. انواع اتصالات پایه.....
۲۸۹	۱-۲-۶. اتصال درگیر.....
۲۸۹	۱-۱-۲-۶. کام و زبانه.....
۲۹۵	۲-۱-۲-۶. اتصال دم چلچله‌ای.....
۲۹۶	۳-۱-۲-۶. اتصال فارسی بر.....
۲۹۷	۴-۱-۲-۶. اتصال با پین (دوبل).....
۲۹۸	۲-۲-۶. اتصال بهم بسته.....
۲۹۹	۱-۲-۲-۶. میخ.....
۳۰۱	۱-۱-۲-۲-۶. نیروی انفصال.....
۳۰۷	۲-۱-۲-۲-۶. نیروی برشی.....
۳۰۹	۳-۱-۲-۲-۶. تنش تکیه‌گاهی (Bearing stress).....
۳۱۰	۴-۱-۲-۲-۶. تغییر شکل خمیری در اتصال دهنده.....
۳۱۴	۵-۱-۲-۲-۶. مکانیسم حد تسلیم.....
۳۲۱	۲-۲-۲-۶. میخ منگنه.....
۳۲۲	۳-۲-۲-۶. پیچ چوب.....
۳۲۳	۱-۳-۲-۲-۶. نیروی انفصالی.....
۳۲۴	۲-۳-۲-۲-۶. نیروی برشی.....
۳۲۵	۴-۲-۲-۶. پیچ سرمهره‌ای.....
۳۲۶	۵-۲-۲-۶. نصب اتصال دهنده با ابزار.....
۳۲۷	۳-۲-۶. اتصال با چسب.....
۳۳۵	ضمیمه فصل ۶.....

فصل هفتم

۳۶۵	طراحی اتصالات در سازه مبلمان
۳۶۷	۱-۷. طراحی اتصال و تنظیم های لازم
۳۶۷	۱-۱-۷. ضرایب تنظیم
۳۶۸	۲-۷. مدل تئوری حد تسلیم
۳۷۵	۱-۲-۷. زاویه جهت بار
۳۷۶	۳-۷. طراحی اتصال دهنده ها
۳۷۷	۱-۳-۷. میخ
۳۷۷	۱-۱-۳-۷. مقادیر اسمی طراحی
۳۷۸	۲-۱-۳-۷. نیروی انفصالی
۳۸۲	۳-۱-۳-۷. فاصله گذاری
۳۸۸	۴-۱-۳-۷. نیروی برشی
۳۹۵	۵-۱-۳-۷. اتصال با دو صفحه برش
۳۹۷	۶-۱-۳-۷. نیروی برشی در مقطع
۳۹۷	۷-۱-۳-۷. تغییرات جرم ویژه چوب اعضا
۳۹۸	۸-۱-۳-۷. میخ کوبی پاشنه ای
۳۹۸	۹-۱-۳-۷. نیروی انفصالی
۳۹۸	۱۰-۱-۳-۷. نیروی برشی
۳۹۸	۱۱-۱-۳-۷. ضرایب تنظیم
۴۰۴	۲-۳-۷. میخ منگنه
۴۰۶	۱-۲-۳-۷. مقاومت کششی
۴۰۸	۲-۲-۳-۷. مقاومت برشی
۴۱۰	۳-۳-۷. پیچ چوب
۴۱۲	۱-۳-۳-۷. کاربرد روی چوب ماسیو
۴۱۴	۱-۱-۳-۳-۷. الف. ظرفیت نیروی انفصال عمود بر الیاف
۴۱۶	۲-۱-۳-۳-۷. الف. ظرفیت انفصال پیچ چوب در مقطع عرضی

۴۲۰	۲-۳-۳-۷. الف. نیروی برشی پیچ در جهت عمود بر الیاف.....
۴۲۴	۲-۳-۳-۷. ب. ظرفیت نیروی انفصال عمود بر الیاف.....
۴۲۸	۲-۳-۳-۷. ج. نیروی برشی.....
۴۳۵	۱-۴-۳-۷. استحکام پیچ چوب در مواد مرکب (تخته خرده چوب و MDF).....
۴۳۶	۱-۴-۳-۷. قدرت کششی در سطح تخته خرده چوب.....
۴۳۸	۲-۴-۳-۷. قدرت کششی پیچ در لبه تخته خرده چوب.....
۴۳۹	۳-۴-۳-۷. ظرفیت کشش پیچ عمود بر سطح MDF.....
۴۳۹	۴-۴-۳-۷. روابط تجربی از منابع دیگر.....
۴۴۰	۵-۳-۷. پیچ سر مهره‌ای.....
۴۴۲	۱-۵-۳-۷. نیروی انفصالی (کششی).....
۴۴۳	۲-۵-۳-۷. نیروی برشی.....
۴۴۷	۶-۳-۷. ظرفیت کشش اتصال با رل پلاستیکی و فلزی.....
۴۴۸	۷-۳-۷. اتصالات با پین چوبی (دوبل).....
۴۴۹	۱-۷-۳-۷. چوب ماسیو.....
۴۴۹	۱-۱-۷-۳-۷. مقاومت اتصال با یک پین.....
۴۴۹	۲-۱-۷-۳-۷. نیروی انفصالی در مقاطع طولی.....
۴۵۲	۱-۲-۱-۷-۳-۷. محدود نمودن نسبت طول نفوذ به قطر.....
۴۵۳	۲-۲-۱-۷-۳-۷. اثر چسب.....
۴۵۳	۳-۲-۱-۷-۳-۷. اثر کپ بودن.....
۴۵۳	۴-۲-۱-۷-۳-۷. اثر سطح پین.....
۴۵۴	۵-۲-۱-۷-۳-۷. تاثیر مقاومت برشی چوب.....
۴۵۵	۳-۱-۷-۳-۷. ظرفیت انفصال پین در مقطع عرضی.....
۴۵۶	۴-۱-۷-۳-۷. ظرفیت انفصال پین در اتصال مقطع عرضی به طولی.....
۴۵۷	۵-۱-۷-۳-۷. ظرفیت انفصال پین در اتصال مقاطع طولی بهم.....
۴۵۷	۶-۱-۷-۳-۷. ظرفیت انفصال پین در اتصال مقاطع عرضی بهم.....
۴۵۸	۲-۷-۳-۷. ظرفیت تحمل لنگر اتصال با پین.....

- ۴۶۰ ۳-۷-۳-۷ مقاومت اتصالات با پین به لنگر برون صفحه‌ای
- ۴۶۱ ۴-۷-۳-۷ مقاومت برشی اتصالات با دو پین در مقطع
- عرضی و طولی
- ۴۶۳ ۸-۳-۷ مقاومت اتصالات با پین روی تخته خرده چوب و MDF
- ۴۶۷ ۹-۳-۷ اتصالات با کام و زبانه
- ۴۶۷ ۱-۹-۳-۷ کام و زبانه گرد
- ۴۶۸ ۱-۹-۳-۷ ظرفیت کشش اتصال
- ۴۶۹ ۲-۱-۹-۳-۷ ظرفیت لنگر اتصال کام و زبانه گرد
- ۴۷۲ ۳-۱-۹-۳-۷ اثر سنبه‌ای
- ۴۷۲ ۴-۱-۹-۳-۷ اثر قطر
- ۴۷۲ ۲-۹-۳-۷ کام و زبانه مستطیلی
- ۴۷۸ ۱-۲-۹-۳-۷ اتصال کام و بانه با پین
- ۴۸۰ ۳-۹-۳-۷ کام و زبانه چند چشمه‌ای
- ۴۸۱ ۴-۹-۳-۷ اتصال انگشتی
- ۴۸۱ ۱-۴-۹-۳-۷ اتصال انگشتی ۹۰ درجه
- ۴۸۲ ۲-۴-۹-۳-۷ اتصال انگشتی مستقیم
- ۴۸۳ ۱۰-۳-۷ مقاوم سازی اتصالات
- ۴۸۳ ۱-۱۰-۳-۷ بلوک گوشه
- ۴۸۴ ۲-۱۰-۳-۷ وصله تخته چند لا
- ۴۸۵ ۱-۲-۱۰-۳-۷ ظرفیت لنگر
- ۴۸۶ ۲-۲-۱۰-۳-۷ ظرفیت کششی
- ۴۸۷ ۳-۱۰-۳-۷ پیچ

پیش گفتار

در ساخت مبلمان مصالح متنوعی به کار می‌روند: چوب تشکیل‌دهنده اجزای قاب مبل، فلز به صورت اتصال دهنده‌ها (میخ، پیچ، وصله و یراق) و فنر تأمین‌کننده نرمی نشیمنگاه و پشتی، چسب، پین چوبی (دوبل)، مواد پرداخت (بتونه، پلی‌استرها) پارچه برای رویه، هریک از این مصالح در صنعت پیشرفته تولید مبلمان دارای معیار کیفیت است و برحسب مورد مصرف طبقه‌بندی دارد و بر استفاده مفید از این مصالح، اقتصاد تولید حاکم می‌باشد. در طرح فیزیکی مبلمان از فناوری ارگونومی تبعیت می‌شود و برای پیش‌بینی استحکام اجزا و اتصالات مبلمان از اصول طراحی مهندسی استفاده می‌گردد.

در دو دهه گذشته تحلیل سازه مبلمان با نرم‌افزار تحلیل سازه رشد چشمگیری پیدا کرده و دستورات اخیر نیز به‌کارگیری فناوری اجزای محدود در مدل‌سازی سازه و اتصالات مبلمان بر غنای دقت محاسبات طراحی مهندسی افزوده است.

اما در کشور ما هنوز بر ساخت و ساز مبلمان روال سنتی و استاد کاری حاکم است. قطعات مبلمان از چوب آلای تهیه می‌شود که بر آنها فناوری درست و درجه‌بندی کیفیت و طبقه‌بندی جایگاه مصرف اعمال نشده است. ساخت اتصالات مبلمان با اتصال‌دهنده فلزی، چسب و پین، پیش‌بینی استحکام ندارد و در طرح فیزیکی سازه مبلمان به‌کارگیری اصول ارگونومی به‌طور فراگیر مطرح و جا افتاده نیست. درحالی این وضع را در صنعت مبلمان داریم که آمار استفاده‌کنندگان از مبلمان چوبی در منازل پیوسته رویه فزونی است و نسل جوان مملکت مبلمان را جزو لازم منزل خود می‌داند. برای استفاده معقول از مواد اولیه در صنعت مبلمان و افزایش کیفیت و عمر مفید مبلمان و توسعه فناوری بومی در این زمینه، لازم است که به‌منظور ترویج دانش ذریع‌ربط روز و به‌کارگیری آن، اقدامی صورت گیرد.

چنانچه صنعت مبلمان کشور ارتقاء یابد، با چوب گونه‌های مستعد پهن‌برگ بومی که از جنگل‌های شمال استحصال می‌شود، و در این صنعت نیز بیشترین بازدهی اقتصادی را دارد، مبلمان ایران در بازار بین‌المللی منطقه و فراتر، شهرت خوبی پیدا خواهد کرد. در راستای این هدف و برای ارائه شناخت از طراحی مهندسی سازه مبلمان به علاقه‌مندان توسعه و ارتقای صنعت مبلمان در کشور، کتاب حاضر تألیف شد. امید است مفید واقع شود.

شکل‌های کتاب را مهندس مجید چهارمحالی با اتوکرد رسم کرد و اسکن شکل‌ها را مهندس مهدی روحانی انجام داد. مهندس علی فتح‌اله زاده در جمع‌آوری مقاله‌ها تلاش کرد. از این دوستان به‌خاطر یاری‌شان سپاسگزاری می‌شود.

از مدیریت و کارکنان مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران صمیمانه تشکر می‌شود.

به یاد دکتر رضا حجازی

استاد و مؤسس آموزش و پژوهش صنایع چوب و کاغذ در ایران

قنبر ابراهیمی