



ترمیم بتن بر اساس استاندارد EN 1504

عیب یابی، طراحی، اصول و کاربرد

نویسنده

Michael Raupach, Till Buttner

(تیل بوتنر، مایکل راپاخ)

مترجمان

البرز مجذوب حسینی

عنایت الله محرابی

میرعلی اصغر زینالی

پولاد پوریکتا

سرشناسه : رانوپاخ، مایکل. Raupach, Michael

عنوان و نام پدیدآور : ترمیم بتن بر اساس استاندارد EN 1504: عیب‌یابی، طراحی، اصول و کاربرد/ نویسندگان [مایکل رانوپاخ، تیل بوتنر]؛ مترجمان سید البرز مجذوب‌حسینی... [و دیگران].

مشخصات نشر : تهران: شهرآشوب، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری : ۵۰۲ ص.

شابک : 978-964-7513-81-4

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

یادداشت : عنوان اصلی: Concrete repair to EN 1504: diagnosis, design, principles, and practice, 2014.

یادداشت : مترجمان: سید البرز مجذوب‌حسینی، عنایت‌الله محرابی، میرعلی اصغر زینالی، پولاد پوریکتا.

موضوع : سازه‌های بتنی -- نگهداری و تعمیر. Concrete construction -- Maintenance and repair.

موضوع : بتن -- عیوب. Concrete -- Defects.

شناسه افزوده : بوتنر، تیل. Buttner, Till

شناسه افزوده : مجذوب‌حسینی، سید البرز، ۱۳۵۵-، مترجم

رده‌بندی دنگ : ۱۳۹۵: ۲۴/۲۴۶/۴۶۸۲ TA68

رده‌بندی دیویی : ۶۲۰/۳۴

شماره کتابشناسی ملی : ۱۱۲۲۸۱



انتشارات شهرآشوب

تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، کوچه انوری، پلاک ۸، طبقه سوم

تلفن: ۰۹۱۲۳۸۳۱۶۴۴-۶۶۴۶۴۸۰۷

عنوان	ترمیم بتن بر اساس استاندارد EN 1504: عیب‌یابی، طراحی، اصول و کاربرد
ناشر	انتشارات شهرآشوب
نویسندگان	مایکل رانوپاخ، تیل بوتنر
مترجمان	سید البرز مجذوب‌حسینی، عنایت‌الله محرابی، میرعلی اصغر زینالی، پولاد پوریکتا
نوبت چاپ	اول ۱۳۹۷
تیراژ	۵۰۰ نسخه
قیمت	۲۵۰۰۰ ریال
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۷۵۱۳-۸۱-۴

پیش گفتار

شرکت صنایع شیمی ساختمان آبادگران، فعال در زمینه تولید مواد مهندسی صنعت بتن و شیمیایی ساختمان، با راهبرد تکمیل چرخه دانش - فناوری - تولید و پشتوانه سرمایه انسانی نخبه و کارآمد و تجهیزات پیشرفته پژوهشی و صنعتی، همواره سعی در انجام پژوهش و تولید فایزده ها براساس مطالعات و نیازهای صنعت دارد. این شرکت با هدف رفع غنجه های صنعت، کاربرد فناوری های نوین در صنعتی سازی فرایندهای تولید را سرلوحه خود قرار داده است و پژوهشگران آن به منظور رفع تنگناهای تولید، بهبود کیفیت محصولات، معرفی فراورده های نوین، ارتباط با خطوط تولید انبوه را با طراحی، احداث و بهره برداری از واحدهای پایلوت شیمیایی حفظ نموده اند.

تاکید شرکت بر توسعه متوازن مبتنی بر دانش و پژوهش با ایجاد و تجهیز آزمایشگاه های تخصصی و سالن های تحقیقات نیمه صنعتی با جذب دانش آموختگان نخبه از دانشگاه های برتر داخلی و خارجی و همچنین افزایش تعاملات با پارک های علم و فناوری، دانشگاه ها و مراکز علمی و پژوهشی کشور همراه شده است.

اولویت دانش و پژوهش در این شرکت، ارزیابی و معرفی آن را به عنوان یکی از محدود واحدهای صنعتی دانش بنیان از سوی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و انتخاب واحد تحقیق و توسعه شرکت به عنوان واحد نمونه پژوهشی و تحقیقاتی از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت را در پی داشته است. این توفیقات مدیران مجموعه را بر آن داشت تا با هدف تعمیق و گسترش فعالیت های پژوهشی و فناوری تاسیس واحد مستقل پژوهشی به عنوان "مرکز تحقیقات فناوری شیمیایی آبادگران" با رویکرد پژوهشی "توسعه فناوری شیمیایی آبادگران" و "افزودنی های بتن و سیمان آبادگران" وجهه همت خود را قرار دهند.

این مرکز در راستای تداوم دانش فنی و صنعتی سازی تولید مواد شیمیایی مصرفی در پروژه های عمرانی و صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، شیمیایی فعالیت می کند. ارائه مقالات علمی، ثبت اختراع، تهیه استانداردهای ملی و تألیف کتاب های تخصصی از جمله نمودهای انتشار دانش و نتایج پژوهش های این مرکز می باشند.

پژوهشگران این مرکز با هدف ارتقای سطح دانش تخصصی مهندسان در زمینه عوامل مخرب سازه های بتنی، اصول ترمیم و روش های افزایش دوام بتن اقدام به ترجمه کتاب "ترمیم بتن بر اساس استاندارد EN 1504: عیب یابی، ترمیمی، اصول و کاربرد" نموده اند. این کتاب به ویژه برای شرکت های مهندسی مشاور، پیمانکاران و مهندسان پروژه های عمرانی قابل استفاده است.

گروه پژوهشی توسعه فناوری شیمیایی آبادگران

۱	فصل اول: مقدمه
۳	مقدمه
۱۱	فصل دوم: سازوکار خرابی
۱۳	۲،۱ علت‌های آسیب مطابق با استاندارد EN 1504
۱۳	۲،۲ آسیب‌های بتن
۱۳	۲،۲،۱ اصول کلی
۱۴	۲،۲،۲ تهاجم مکانیکی
۱۷	۲،۲،۳ تهاجم شیمیایی
۱۷	۲،۲،۳،۱ اصول کلی
۱۷	۲،۲،۳،۲ تهاجم انحلالی
۱۸	۲،۲،۳،۳ تهاجم انبساطی
۲۱	۲،۲،۴ تهاجم زیست اسیدی
۲۴	۲،۲،۵ تهاجم فیزیکی
۲۴	۲،۲،۵،۱ اصول کلی
۲۴	۲،۲،۵،۲ سرمازدگی و تهاجم یخ‌زدن - ذوب‌شدن
۲۵	۲،۳ معایب میلگرد
۲۵	۲،۳،۱ اصول کلی
۲۸	۲،۳،۲ پیش‌زمینه الکتروشیمیایی
۳۲	۲،۳،۳ خوردگی ناشی از کربناته شدن بتن
۴۰	۲،۳،۴ خوردگی ناشی از کلرید

۱	۲،۳،۵ سازوکار خوردگی در ترک‌ها.....
۷	۲،۳،۶ خوردگی بتن ناشی از شسته شدن.....
۹	۲،۳،۷ خوردگی ناشی از جریان‌های سرگردان.....
۰	۲،۳،۸ سازوکار خوردگی فولادهای پیش‌تنیده.....

۳ فصل سوم: چگونگی ارزیابی وضعیت یک سازه.....

۵	۳،۱ سازه.....
۶	۳،۲ ارزیابی.....
۶	۳،۲،۱ اصول کلی.....
۹	۳،۲،۲ کیفیت.....
۹	۳،۲،۲،۱ اصول کلی.....
۹	۳،۲،۲،۲ عیب‌ها و خرابی.....
۹	۳،۲،۲،۳ مقاومت فشاری.....
۹	۳،۲،۲،۴ مقاومت سطح.....
۴	۳،۲،۳ پوشش بتن.....
۴	۳،۲،۳،۱ اصول کلی.....
۵	۳،۲،۳،۲ روش‌های مغناطیسی.....
۶	۳،۲،۳،۳ روش‌های القایی.....
۸	۳،۲،۴ جانمایی و قطر میلگرد.....
۰۲	۳،۲،۵ ترک‌ها.....
۰۲	۳،۲،۵،۱ اصول کلی.....
۰۷	۳،۲،۵،۲ نگاشت ترک.....

- ۱۱۲ ۳،۲۵،۳ عمق ترک
- ۱۱۳ ۳،۲۵،۴ حرکت ترک
- ۱۱۶ ۳،۲۶ خطر خوردگی بتن
- ۱۱۶ ۳،۲۶،۱ اصول کلی
- ۱۱۶ ۳،۲۶،۲ تهاجم اسیدها
- ۱۱۷ ۳،۲۶،۳ تهاجم یخزدن - ذوب شدن
- ۱۱۹ ۳،۲۶،۴ راکنش قلیایی - سیلیسی
- ۱۲۱ ۳،۲۶،۵ تشخیص مواد معدنی
- ۱۲۳ ۳،۲۷ خطر خوردگی میلگرها
- ۱۲۳ ۳،۲۷،۱ اصول کلی
- ۱۲۳ ۳،۲۷،۲ عمق کرینا ته شدن
- ۱۲۶ ۳،۲۷،۳ پروفیل کلرید
- ۱۳۱ ۳،۲۷،۴ نگاشت پتانسیل
- ۱۴۵ ۳،۲۷،۵ مقاومت الکتریکی
- ۱۵۲ ۳،۲۸ مقدار آب و جذب آب
- ۱۵۲ ۳،۲۸،۱ اصول کلی
- ۱۵۳ ۳،۲۸،۲ روش خشک
- ۱۵۴ ۳،۲۸،۳ روش CM
- ۱۵۵ ۳،۲۸،۴ تجهیزات غیر مخرب
- ۱۵۶ ۳،۲۸،۵ جذب آب
- ۱۵۶ ۳،۲۸،۶ حس گرها

فصل چهارم: ارزیابی شرایط کنونی و آتی سازه ۶۳

۴،۱ اصول کلی ۶۵

۴،۲ وضعیت و چگونگی انتشار خوردگی در بتن ۶۸

۴،۳ مدت زمان خوردگی میلگرد ۶۹

۴،۳،۱ اصول کلی ۶۹

۴،۳،۲ خوردگی ایجاد شده توسط کربناته شدن ۶۹

۴،۳،۳ خوردگی ایجاد شده توسط کلر ۷۳

۴،۳،۳،۱ اصول کلی ۷۳

۴،۳،۳،۲ مرحله آغازین ۷۳

۴،۳،۳،۳ مقدار کلرید بحرانی ۷۸

۴،۳،۳،۴ مرحله انتشار ۸۳

فصل پنجم: مواد و روش های کلی ترمیم ۹۳

۵،۱ مقدمه ۹۵

۵،۲ آماده سازی سطح بتن ۹۵

۵،۳ جایگزینی بتن آسیب دیده ۱۰۷

۵،۳،۱ مقدمه ۱۰۷

۵،۳،۲ بتن و بتن پاششی ۱۰۷

۵،۳،۳ ملات های سیمانی ۱۰۹

۵،۳،۴ ملات های اصلاح شده با پلیمر PCC یا SPCC ۱۱۰

۵،۳،۵ ملات پلیمری PC ۱۱۳

۵،۳،۶ آستری و ریزدانه ۱۱۶

- ۵.۳.۷ پوشش‌های محافظ در برابر خوردگی..... ۲۱۶
- ۵.۴ پرکردن ترک‌ها..... ۲۱۷
- ۵.۴.۱ اصول کلی..... ۲۱۷
- ۵.۴.۲ اپوکسی..... ۲۱۸
- ۵.۴.۳ پلی یورتان..... ۲۱۹
- ۵.۴.۴ ژل، اکریلیک..... ۲۱۹
- ۵.۴.۵ مواد رخننده سیمانی..... ۲۲۰
- ۵.۴.۶ فناوری اجرا..... ۲۲۰
- ۵.۵ سامانه‌های حفاظت از سطح..... ۲۲۴
- ۵.۵.۱ اصول کلی..... ۲۲۴
- ۵.۵.۲ اشباع سازی آب گریز..... ۲۲۶
- ۵.۵.۳ اشباع سازی..... ۲۲۷
- ۵.۵.۴ سامانه های پوششی بر پایه پلیمرها..... ۲۲۸
- ۵.۵.۵ سامانه های پوششی بر اساس مواد قیری..... ۲۳۷
- فصل ششم: اصول و روش‌های طراحی برپایه EN 1504**..... ۲۳۹
- ۶.۱ اصول کلی..... ۲۴۱
- ۶.۲ اصل ۱: حفاظت در برابر نفوذ..... ۲۴۳
- ۶.۲.۱ اصول کلی..... ۲۴۵
- ۶.۲.۲ روش ۱-۱: اشباع آب‌گریز..... ۲۴۵
- ۶.۲.۳ روش ۲-۱: اشباع سازی..... ۲۴۸
- ۶.۲.۴ روش ۳-۱: پوشش..... ۲۵۲

- ۶،۲،۵ روش ۱-۴: بانداز سطحی ترک‌ها ۲۵۵
- ۶،۲،۶ روش ۱-۵: پرکردن ترک‌ها ۲۵۹
- ۶،۲،۷ روش ۱-۶: تبدیل ترک‌ها به درزها ۲۶۳
- ۶،۲،۸ روش ۱-۷: نصب صفحات خارجی ۲۶۵
- ۶،۲،۹ روش ۱-۸: به‌کارگیری غشاها ۲۷۱
- ۶،۳ اصل ۲: کنترل رطوبت ۲۷۵
- ۶،۳،۱ اصول کلی ۲۷۵
- ۶،۳،۲ روش ۲-۱: شیب آب‌گریز ۲۷۷
- ۶،۳،۳ روش ۲-۲: شیب‌سازی ۲۷۹
- ۶،۳،۴ روش ۲-۳: پوشش ۲۸۲
- ۶،۳،۵ روش ۲-۴: ساخت صفحات خارجی ۲۸۳
- ۶،۳،۶ روش ۲-۵: راهکارهای الکترونیکی ۲۸۶
- ۶،۳،۷ روش ۲-۶: پرکردن ترک‌ها، حفره‌ها یا شکاف‌ها ۲۸۷
- ۶،۴ اصل ۳: بازسازی بتن ۲۸۷
- ۶،۴،۱ اصول کلی ۲۸۷
- ۶،۴،۲ روش ۳-۱: ملات دستی ۲۸۸
- ۶،۴،۳ روش ۳-۲: اجرای دوباره با بتن یا ملات ۲۹۱
- ۶،۴،۴ روش ۳-۳: پاشش بتن یا ملات ۲۹۳
- ۶،۴،۵ روش ۳-۴: جایگزینی المان‌ها ۲۹۳
- ۶،۵ اصل ۴: مقاوم‌سازی سازه ۲۹۴
- ۶،۵،۱ اصول کلی ۲۹۴
- ۶،۵،۲ روش ۴-۱: افزودن یا جایگزینی میلگردهای داخلی یا خارجی ۲۹۵

- ۶،۵،۳ روش ۴-۲: افزودن میلگردهای مهار شده ۲۹۹
- ۶،۵،۴ روش ۴-۳: مسلح‌سازی از طریق صفحه اتصالی ۳۰۱
- ۶،۵،۵ روش ۴-۴: افزودن ملات یا بتن ۳۰۴
- ۶،۵،۶ روش ۴-۵: تزریق ترک‌ها، حفره‌ها یا شکاف‌ها ۳۰۶
- ۶،۵،۷ روش ۴-۶: پرکردن ترک‌ها، حفره‌ها یا شکاف‌ها ۳۰۹
- ۶،۵،۸ روش ۴-۷: پیش‌تنیدگی (پس‌کشیدگی) ۳۱۱
- ۶،۶ اصل ۵: بردن مقاومت فیزیکی ۳۱۲
- ۶،۶،۱ اصول کلی ۳۱۲
- ۶،۶،۲ روش ۵-۱: پوشش‌دهی ۳۱۲
- ۶،۶،۳ روش ۵-۲: اشباع‌سازی ۳۱۴
- ۶،۶،۴ روش ۵-۳: افزودن ملات یا بتن ۳۱۶
- ۶،۷ اصل ۶: افزایش مقاومت در برابر مواد شیمیایی ۳۱۹
- ۶،۷،۱ اصول کلی ۳۱۹
- ۶،۷،۲ روش ۶-۱: پوشش‌دهی ۳۱۹
- ۶،۷،۳ روش ۶-۲: اشباع‌سازی ۳۲۱
- ۶،۷،۴ روش ۶-۳: افزودن ملات یا بتن ۳۲۳
- ۶،۸ اصول و روش‌های مربوط به خوردگی میلگردها ۳۲۵
- ۶،۸،۱ اصول کلی ۳۲۵
- ۶،۹ اصل ۷: حفظ یا بازسازی لایه انفعالی ۳۲۸
- ۶،۹،۱ اصول کلی ۳۲۸
- ۶،۹،۲ روش ۷-۱: افزایش پوشش با افزودن ملات یا بتن ۳۲۸
- ۶،۹،۳ روش ۷-۲: جایگزینی بتن آلوده یا کربناته‌شده ۳۳۲

- ۶،۹،۴ روش ۷-۳: قلیایی کردن دوباره بتن کربناته شده به روش الکتروشیمیایی..... ۳۹
- ۶،۹،۵ روش ۷-۴: قلیایی کردن دوباره بتن کربناته شده به وسیله انتشار..... ۴۸
- ۶،۹،۶ روش ۷-۵: استخراج کلرید به روش الکتروشیمیایی..... ۵۶
- ۶،۹،۷ روش ۷-۶: برگردن ترک‌ها، حفره‌ها یا شکاف‌ها..... ۶۲
- ۶،۹،۸ روش ۷-۷: پوشش..... ۶۳
- ۶،۹،۹ روش ۷-۸: بانداژ سطحی ترک‌ها..... ۶۳
- ۶،۱۰،۰ اصل ۸: افزایش مقاومت..... ۶۴
- ۶،۱۰،۱ اصول کلی..... ۶۴
- ۶،۱۰،۲ روش ۱: اشباع آب‌گریز..... ۶۵
- ۶،۱۰،۳ روش ۸-۲: اشباع کردن..... ۶۸
- ۶،۱۰،۴ روش ۸-۳: پوشش‌دهی..... ۷۱
- ۶،۱۱، اصل ۹: کنترل کاتدی..... ۷۵
- ۶،۱۱،۱ اصول کلی..... ۷۵
- ۶،۱۱،۲ روش ۹-۱: محدودسازی مقدار اکسیژن..... ۷۷
- ۶،۱۲، اصل ۱۰: حفاظت کاتدی..... ۷۹
- ۶،۱۲،۱ اصول کلی..... ۷۹
- ۶،۱۲،۲ روش ۱۰-۱: کاربرد یک پتانسیل الکتریکی..... ۷۹
- ۶،۱۳، اصل ۱۱: حفاظت آنودی..... ۹۲
- ۶،۱۳،۱ اصول کلی..... ۹۲
- ۶،۱۳،۲ روش ۱۱-۱: پوشش فعال میلگرد..... ۹۴
- ۶،۱۳،۳ روش ۱۱-۲: پوشش محافظ میلگرد..... ۹۶
- ۶،۱۳،۴ روش ۱۱-۳: اعمال بازدارنده های خوردگی در و بر روی بتن..... ۹۹

فصل هفتم: اجرا و کنترل کیفیت ۴۰۵

۷،۱ اصول کلی ۴۰۷

۷،۲ اصلاح آب گریز و اشباع ۴۰۸

۷،۳ پارامترهای کنترل کیفیت پیش و پس از اعمال پوشش ها ۴۱۱

۷،۳،۱ زرد ۴۱۱

۷،۳،۲ دمای نقاله ش ۴۱۱

۷،۳،۳ ضخامت پوشش تازه اعمال شده و سخت شده ۴۱۳

۷،۳،۴ ظاهر پوشش ۴۱۸

۷،۳،۵ چسبندگی پوشش ۴۲۴

۷،۴ پوشش ۴۲۸

۷،۵ پرکردن ترک ها ، حفره ها یا شکاف ها ۴۳۰

۷،۶ کاربرد ملات یا بتن ۴۳۱

۷،۷ اضافه کردن یا جایگزین کردن میلگردهای تقویتی ۴۳۵

۷،۸ اضافه کردن مهارهای تقویتی در سوراخ ها ۴۳۶

۷،۹ صفحات تقویتی چسبنده ۴۳۸

۷،۱۰ پوشش میلگرد ۴۳۹

فصل هشتم: نگهداری و ترمیم سازه های بتنی ۴۴۱

۸،۱ اصول کلی ۴۴۳

۸،۲ مسائل کلیدی یک برنامه ریزی نگهداری ۴۴۳

۴۴۲..... ۸،۳ مفاهیم تعمیر و نگهداری

۴۴۸..... ۸،۴ اجرای سامانه‌های پایش برپایه حس‌گر

۴۴۸..... ۸،۴،۱ اصول کلی

۴۴۸..... ۸،۴،۲ پایش رفتار سازه‌ای

۴۵۰..... ۸،۴،۳ پایش شاخص‌های مرتبط بتنی

۴۵۱..... ۸،۴،۴ پایش رفتار خوردگی میلگردها

www.ketab.ir