

## Free translation for GALVATOR<sup>®</sup> corrosion behavior



### AMIRKABIR UNIVERSITY POLY TECHNIC TEHRAN

#### 1- subject:

refer to the request of GHADIR ENGINEERING COMPANY (GCE Co.) for studying and doing the necessary tests on their product, which is CORROSION RESISTANT STEEL REBAR with the brand of GALVATOR<sup>®</sup>, some samples of their product was delivered to the laboratory of surface coatings of polymer faculty – Amirkabir University to do the necessary tests and study about its corrosion protecting behavior and comparing it with uncovered carbon steel rebars.

## 2- Specimens:

- 8 samples as bellow were tested:
  - 2 straight uncoated ribbed rebar type Carbon Steel with the diameter of 14 mm.
  - 2 bended uncoated ribbed rebar type Carbon Steel with the diameter of 14 mm (the rebars were bended at site).
  - 2 straight ribbed GALVATOR<sup>®</sup> with thickness layer of 50 microns and the diameter of 14 mm.
  - 2 bended ribbed GALVATOR<sup>®</sup> with thickness layer of 50 microns and the diameter of 14 mm (the rebars were bended at site).

## 3- Visual aspect inspection of GALVATOR<sup>®</sup> after bending

By inspecting carefully the bended GALVATOR<sup>®</sup> with magnifying lens, very small cracks were seen radiusly on the bending zone. But there was no detaching and peeling seen on the coating. Also at some places because of bending process the coating was scratched by the bending tools.

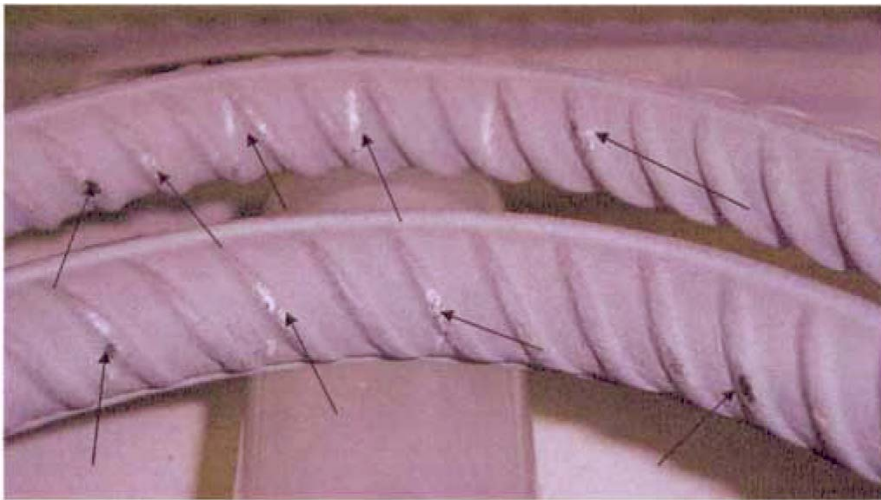


Figure (1)  
Scratched places made by bending tools

#### 4- Salt spray test

The salt spray test was done according to ASTM B 117 Standard and all specimens were continuously under inspection and the following results we obtained:

Visual appearance of rebars:

Time	GALVATOR®	Carbon Steel Rebar	Figure
At beginning of test	-----	-----	2
48 Hours	Forming oxide and hydro-oxide of zinc on the surface of GALVATOR®	Highly rusted *	3
130 Hours	Increasing oxide complexes on the surface	-----	-
300 Hours	No changes on the amount of zinc oxide and no traces of rust	-----	4
500 Hours	No traces of any rust on GALVATOR®	-----	5

After 48 Hours from beginning of the test the carbon steel rebars rusted highly and for preventing the spreading of rust in the salt spray cabinet the carbon steel rebars were taken out.

## 5- Conclusion:

5-1- the protection capacity of GALVATOR<sup>®</sup> is very higher than carbon steel rebars in corrosive environment containing chloride ion. Due, the rusting started on carbon steel rebars only after 2 hours from the beginning of test.

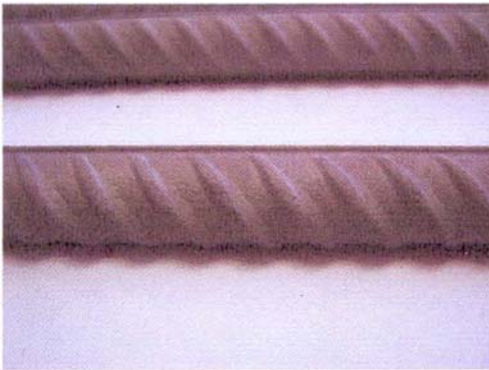
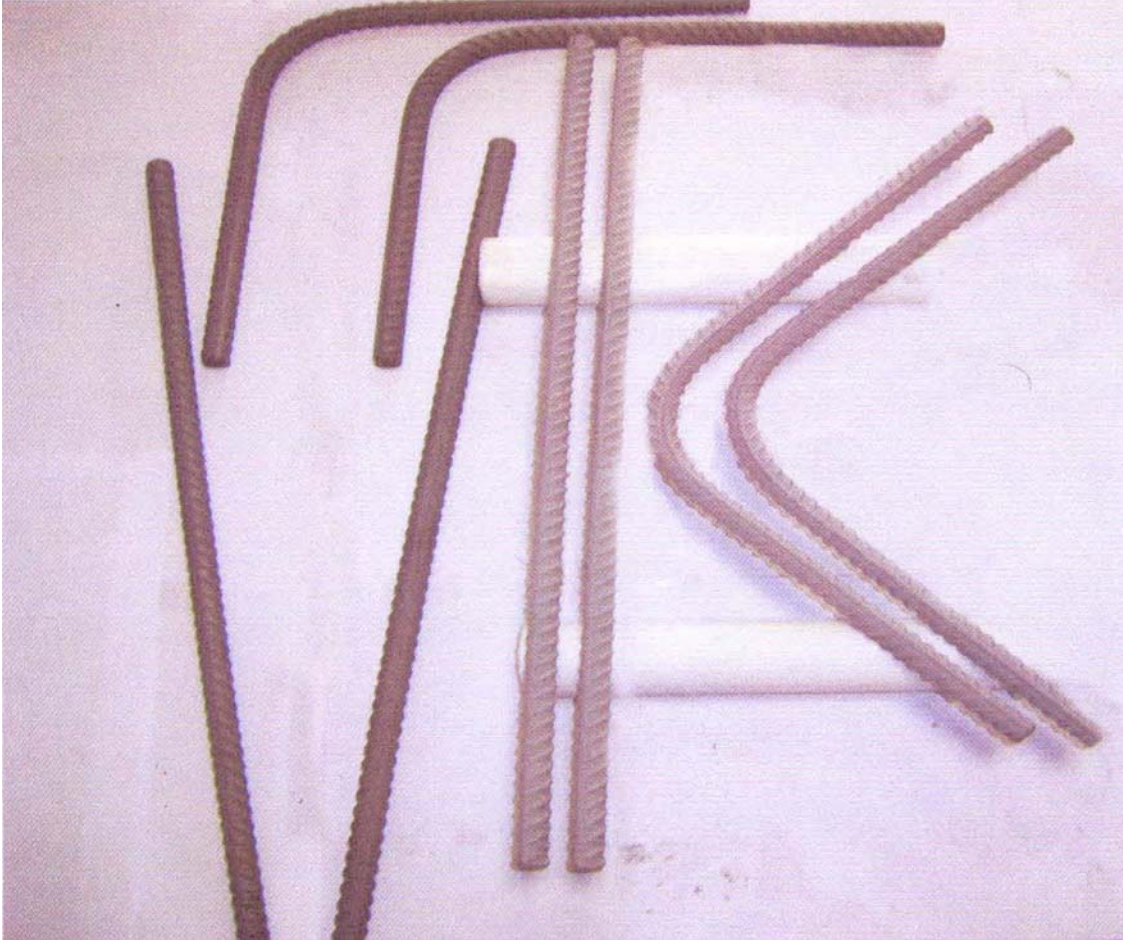
5-2- after 500 hours of salt spray test according to the ASTM D 610 and DIN 53210 standards there was no traces of rust seen on the surface of GALVATOR<sup>®</sup>. This illustrates the good resistance of GALVATOR<sup>®</sup> in corrosive environment.

5-3- in places that the coating was damaged because of bending application, no traces of rust were not seen. This effect is obtained for the cathodic behavior of GALVATOR<sup>®</sup>.

5-4- at the end of the test, no traces of peeling, detaching and blistering were not seen according to ASTM D 714 and DIN 53209 on the surface of the coating. This illustrates the good adhesion of coating with steel substrate.

## 6- expert opinion:

according to results of the test it is observed that the GALVATOR<sup>®</sup> rebars have a good resistance in corrosive environments containing chloride ion. Also for not rusting at the scratched places of the coating it is observed that GALVATOR<sup>®</sup> protects the steel core of rebar by Physical and Cathodic behaviors.



Carbon Steel Rebars



GALVATOR®

Specimens before test





Carbon steel rebars & GALVATOR<sup>®</sup>



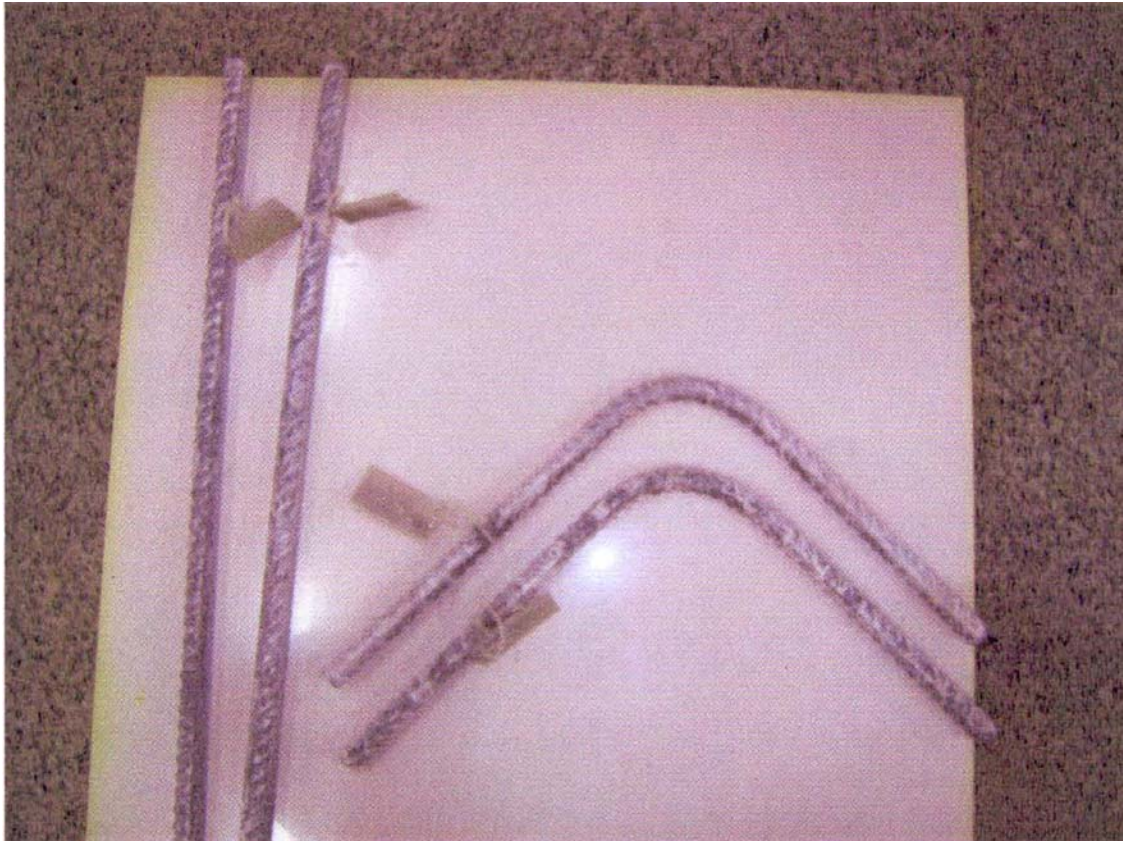
Carbon steel Rebars after 48 hr. salt pray



GALVATOR<sup>®</sup> after 48 hr. salt spray



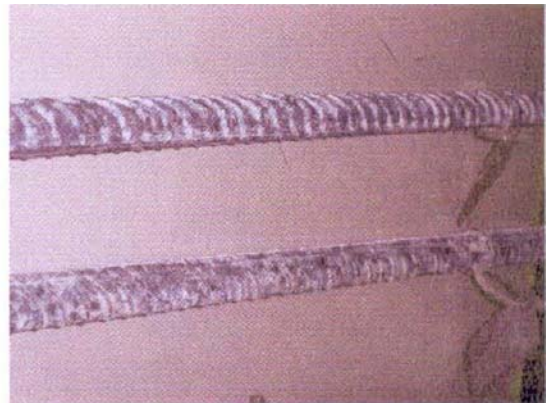
Figure 3  
48 hours after salt spray



GALVATOR© after 300 hours salt spray



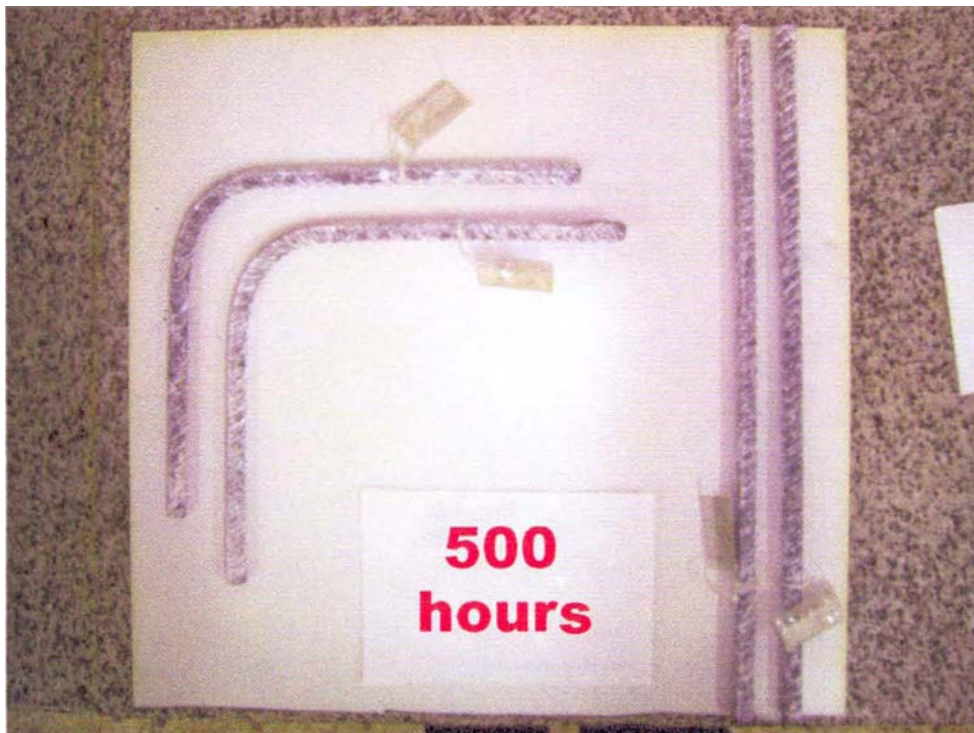
Bended specimens



Straight specimens

Figure 4  
300 hr. after salt spray

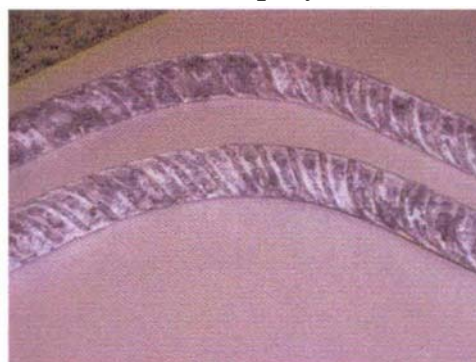




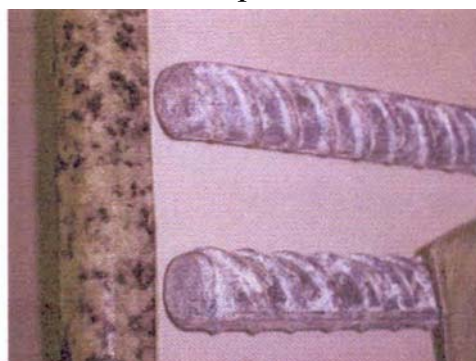
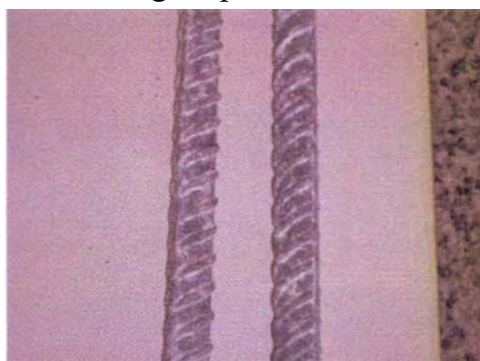
GALVATOR<sup>®</sup> after 500 Hours salt spray



Straight specimens



Bended specimens



GALVATOR<sup>®</sup> after 500 hr. salt spray



تاریخ: ۸۵/۲/۲۴  
 شماره: ۶۲/۳۵۵۲  
 پیوست: ۲



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
 (پلی تکنیک تهران)

۱- موضوع:

عطف به درخواست شرکت مهندسی خوردگی غدیر در ارتباط با بررسی و انجام آزمایش های لازم بر روی محصولات تولیدی آن شرکت که عبارت است از میلگرد حفاظت شده در برابر خوردگی از طریق حفاظت کاتدی با نام تجاری گالواتور (Galvator®)، نمونه هایی از میلگردهای تولیدی آن شرکت جهت انجام آزمایش های لازم و تعیین نحوه عملکرد حفاظتی آنها در مقابل خوردگی و مقایسه آن با میلگردهای بدون پوشش کربن استیل به آزمایشگاه روکشهای سطح دانشکده پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر ارسال گردید.

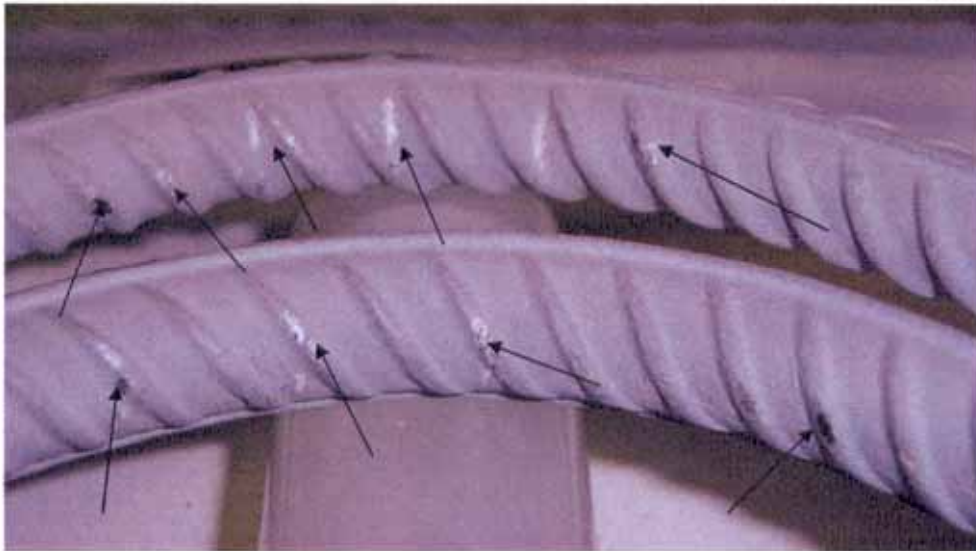
F. AFSHARI  
  
 Polymer Eng. Dept.

## ۲- نمونه ها:

- هشت نمونه بترتیب زیر تحت آزمایش قرار گرفت.
- ۲ عدد میلگرد آجدار بدون پوشش مستقیم از نوع کربن استیل بقطر ۱۴ میلی‌متر.
- ۲ عدد میلگرد آجدار بدون پوشش خم شده در شرایط کارگاهی از نوع کربن استیل بقطر ۱۴ میلی‌متر.
- ۲ عدد گالواتور آجدار مستقیم با ضخامت پوشش ۵۰ میکرون و بقطر ۱۴ میلی‌متر.
- ۲ عدد گالواتور خم شده در شرایط کارگاهی با ضخامت پوشش ۵۰ میکرون و بقطر ۱۴ میلی‌متر.

## ۳- ارزیابی وضعیت ظاهری گالواتور در اثر عملیات خمکاری:

با بررسی دقیق گالواتور خم شده با ذره‌بین مشاهده شد که در محل انحنای خم ترکهای بسیار ریزی بطور شعاعی بر روی میلگرد ایجاد شده است اما اثری از جدا شدن و طبله شدن پوشش بهیچ وجه مشاهده نگردید. ضمناً ملاحظه شد قسمتهایی از پوشش در اثر عملیات خمکاری با آچار زخمی شده است.



تصویر شماره (۱)  
محل‌های آسیب دیده بعلت عملیات خمکاری

#### ۴- آزمایش خوردگی تسریع شده مه نمکی (Salt Spray Test):

این آزمایش مطابق استاندارد ASTM B 117 انجام پذیرفت. نمونه‌ها بطور پیوسته تحت نظارت قرار گرفتند و نتایج زیر بدست آمد:

وضعیت ظاهری میلگردها:

شماره تصویر	میلگرد کربن استیل	(گالواتور® Galvator)	زمان
۲	-----	-----	شروع آزمایش
۳	*زنگ زدگی شدید میلگرد	آغاز تشکیل اکسید و هیدروکسید روی بر روی سطح گالواتور	۴۸ ساعت
-	-----	تجمع بیشتر کمپلکس‌های اکسید روی بر روی سطح گالواتور	۱۳۰ ساعت
۴	-----	عدم تغییر در میزان اکسید روی بدون اثری از زنگ زدگی	۳۰۰ ساعت
۵	-----	عاری بودن گالواتور از هرگونه زنگ زدگی	۵۰۰ ساعت

\* پس از گذشت ۴۸ ساعت از آغاز آزمایش میلگردهای کربن استیل بشدت مورد زنگ زدگی قرار گرفتند و بعلت جلوگیری از پخش شدن زنگ در دستگاه و آلوده ساختن سایر نمونه‌ها از دستگاه خارج گردیدند.





## ۵- نتیجه گیری:

۱-۵- توان حفاظتی گالواتور در مقایسه با میلگردهای کربن استیل در محیط خورنده حاوی یون کلر بسیار بیشتر ارزیابی گردید. بطوری که آغاز زنگ زدگی در میلگردهای کربن استیل تنها ۲ ساعت پس از آغاز آزمایش بوده است.

۲-۵- پس از گذشت بیش از ۵۰۰ ساعت از گذشت آزمایش هیچگونه اثری از زنگ زدگی (مطابق استانداردهای ASTM D 610 و DIN 53210) بر روی گالواتور مشاهده نگردید. این امر بیانگر عملکرد مطلوب این میلگرد در محیط خورنده می باشد.

۳-۵- در محل هایی که پوشش در اثر خم کاری زخمی شده بود هیچگونه اثری از زنگ زدگی ملاحظه نشد. این ویژگی بعلافت قابلیت حفاظت کاتدی گالواتور تامین گردیده است.

۴-۵- پس از پایان آزمایش هیچگونه اثری از پلیسه شدن، طبله زدن و یا تاول زدگی مطابق استانداردهای (ASTM D 714 و DIN 53209) بر روی پوشش مشاهده نگردید. این بیانگر چسبندگی مطلوب پوشش با سطح فلز می باشد.

## ۵. نظر کارشناس:

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش ملاحظه می شود که میلگردهای گالواتور در محیط خورنده حاوی یون کلر ( $Cl^-$ ) دارای مقاومت مناسب می باشد. ضمناً به دلیل عدم زنگ زدگی در قسمتهای زخمی شده پوشش، مشخص می گردد که گالواتور از هر دو طریق حفاظت فیزیکی و حفاظت کاتدی هسته مرکزی فولادی را در برابر خوردگی محافظت می نماید.





میلگردهای کربن استیل



گالواتور (Galvator®)

تصویر شماره (۲)  
وضعیت ظاهری نمونه ها قبل از شروع آزمایش



گالواتور در مقایسه با میلگردهای حفاظت نشده



میلگردهای کربن استیل پس از گذشت ۴۸ ساعت



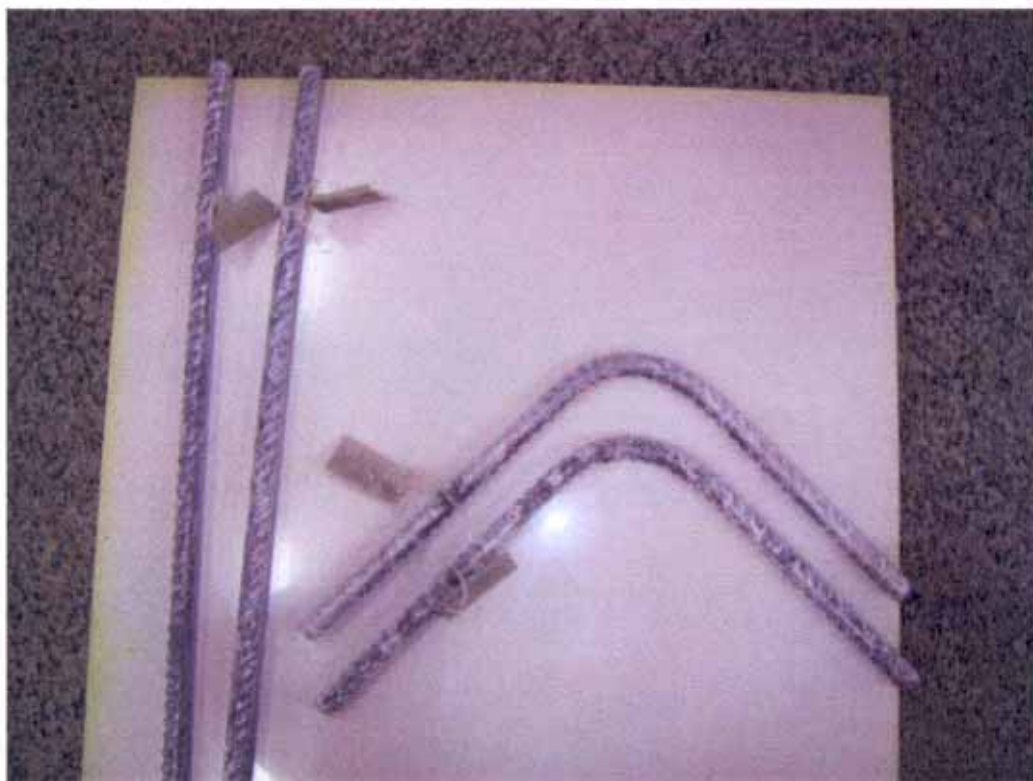
میلگرد گالواتور پس از گذشت ۴۸ ساعت از زمان آزمایش

تصویر شماره (۳)

۴۸ ساعت از گذشت آزمایش



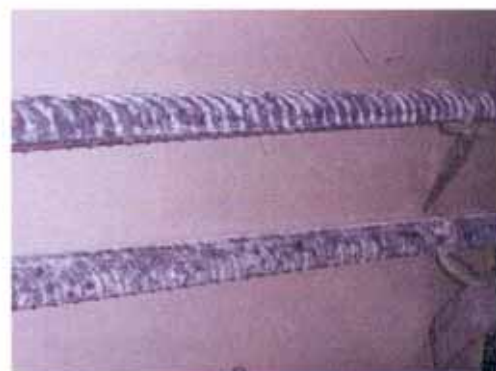




نمونه های گالواتور پس از گذشت ۳۰۰ ساعت.



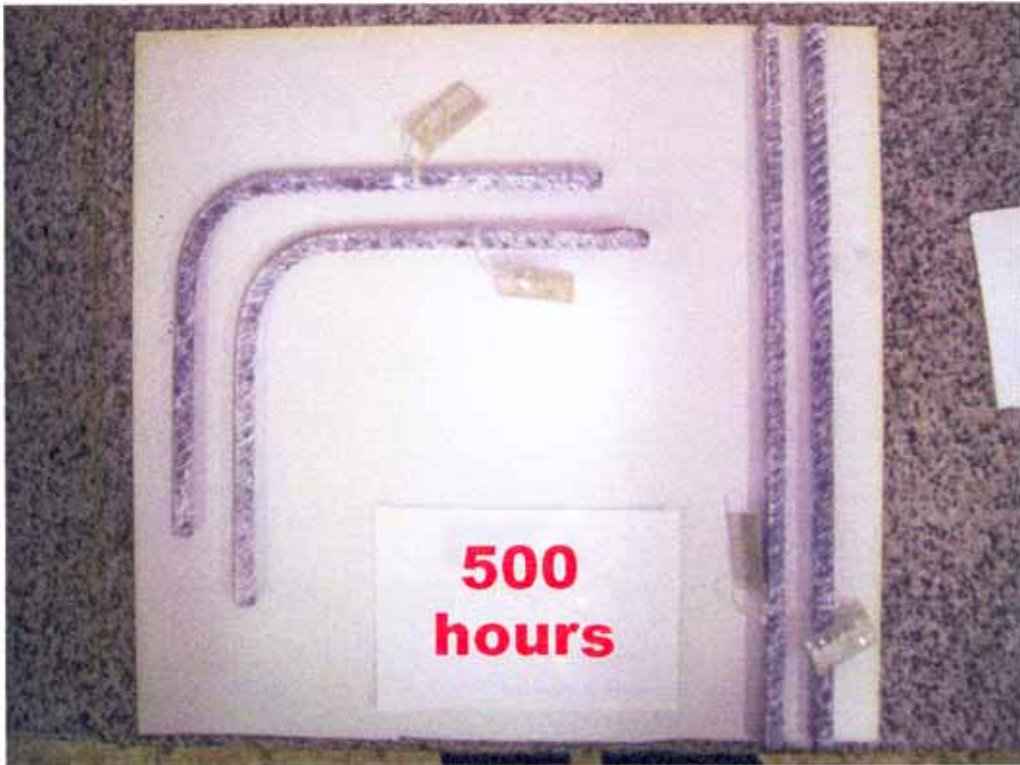
نمونه های خم شده



نمونه های مستقیم

تصویر شماره (۴)  
۳۰۰ ساعت از گذشت آزمایش





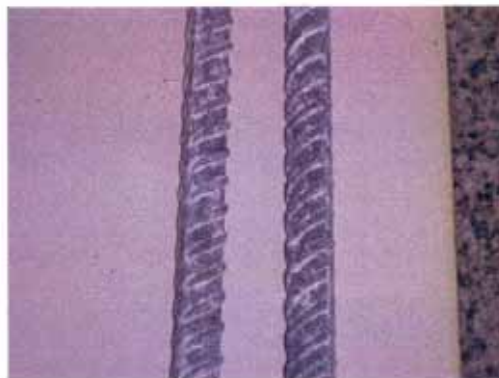
نمونه های گالوانور پس از گذشت ۵۰۰ ساعت



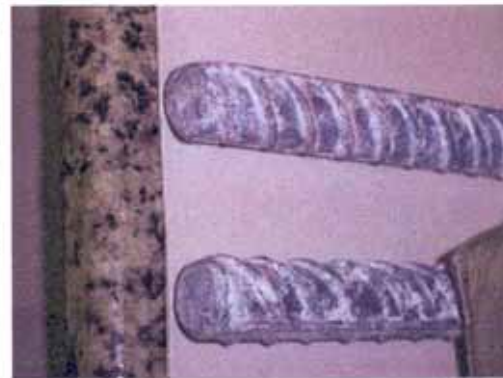
نمونه های مستقیم



نمونه های خم شده



نمونه ها از نزدیک



انتهای نمونه ها

تصویر شماره (۵)

۵۰۰ ساعت از گذشت زمان آزمایش

