

دلایل خاتون زدن یا شکسته شدن خاتون



عباس خبریانی

آذر ماه ۸۸

- برای بررسی دلایل خاتون زدن بهتر است ابتدا با روش ساخت خاتون به اختصار آشنا شویم.



مراحل ساخت خاتون

- خاتون از دو روش فرجینگ و ریخته گری آجام می شود که در مورد ماشین آلات سنگین بهترین روش ریخته گری و در مورد خودرو فرجینگ می باشد. در ذیل توضیحات فرآیندی تولید محصول بیان گردیده است :
- برش میلگرد بطول ۱۶۱ میلیمتر توسط اره نواری فلز بری افقی برش داده می شود.
- عملیات پیش گرم : میلگردهای برش خورده جهت انجام عملیات فرجینگ داخل کوره پیش گرم رکوپراتیو به مدت ۱ ساعت در درجه حرارت ۸۵۰-۱۰۵۰ درجه سانتی گراد قرار می گیرد.
- فرجینگ، جهت شکل دادن قطعه در قالبهای ۴ مرحله ای قرار گرفته و توسط پرس فرجینگ ۶۴ کیلوژول عملیات فرجینگ صورت می گیرد.

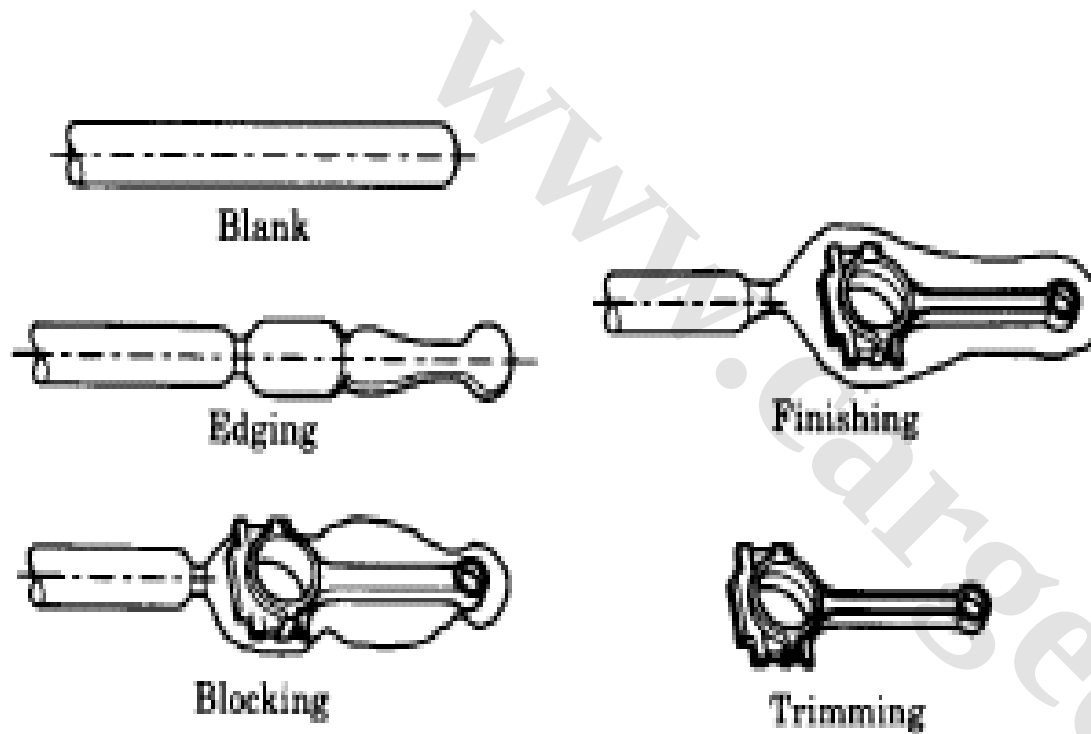


FIGURE 6.27 Stages in forging a connecting rod for an internal combustion engine. Note the amount of flash that is necessary to fill the die cavities properly.

- خان کشی سوراخ گزن بین که این عملیات توسط ماشین خان کشی صورت میگیرد تا سطح سوراخ گزن بین دارای راستا و انطباق صحیح باشد.
- فرزکاری نشیمنگاه پیچها و سطوح جدایش دو گپه که این عملیات توسط فرز افقی و عمودی و تیغه فرز بولکی و کف تراشی صورت میگیرد.
- جهت جدا کردن پوسته های بوجود آمده در اثر عملیات حرارتی و بدست آمدن دقت ابعادی در مرحله مهرش توسط پرس سیمی پوسته های قطعه جدا گردیده و تحت بازرسی پس از عملیات فرجینگ قرار میگیرد.
- پلیسه گیری : جهت بریدن و جدا کردن لایه اضافی توسط پرس هیدرولیک ۴۰۰ تن این عملیات صورت میگیرد.
- جهت ایجاد مارکها و علائمها روی قطعه و دقت ابعادی قطعه توسط پرس ۶۰۰ تن هیدرولیک عملیات مهرش صورت میگیرد.

- عملیات حرارتی (تنش زدایی - سختکاری - برپسازی) جهت آزاد شدن تنش های باقی مانده از مراحل قبلی این عملیات در کوره الکتریکی مافلی به مدت ۱ ساعت در درجه حرارت ۷۰۰ درجه سانتیگراد صورت می گیرد و عملیات حرارتی برپسازی جهت بهبود بخشیدن خواص مکانیکی قطعه از جمله سختی داخل کوره مافلی به مدت ۲۰ تا ۴۰ دقیقه این عملیات در درجه حرارت ۱۰۰۰ برای سخت کاری و ۷۰۰ درجه سانتی گراد برای باز پخت صورت می گیرد.
- برای مطمئن شدن از سالم بودن قطعه و نداشتن ترک توسط دستگاه مغناطیسی MAGNAFLUX تحت بازرسی قرار می گیرد.
- پرداختکاری جهت پرداخت سطح قطعه این عملیات توسط دستگاه شات بلاست و ساجه های فولادی صورت می گیرد.
- خان کشی سطوح جانبی، که این عملیات توسط دستگاه خان کشی با تیغه های مسطح صورت می گیرد.
- جدا کردن کپه های بالا و پایینی شاتون، که این عملیات توسط اره نواری صورت می گیرد.

- خان کشی سوراخ تکیه گاه یاتاقان میل لنگ که توسط دستگاه خان کشی صورت می گیرد.
- جهت عملیات سوراخکاری وینچ زنی این عملیات ، توسط دریل ۲۰ MSB صورت می گیرد.
- جهت اطمینان از نحوه سوراخکاری و قطر سوراخها توسط دستگاه اندازه گیر بنوماتیکی این عملیات صورت می گیرد.
- جهت ماشینکاری جای زباله یاتاقان از ماشین فرز افقی شکاف تراش یاتاقان استفاده می گردد.
- توسط پرس دستی بوش گزن بین داخل شاتون قرار می گیرد و سپس شاتون تحت بازرسی قرار می گیرد.
- سپس هر ۴ عدد از شاتونهای ایجاد شده داخل جعبه های مقوایی قرار گرفته و سپس هر ۱۰۰ بسته از این جعبه ها داخل پاکت چوبی قرار می گیرند و در قفسه های انبار نگهداری میشوند.





(a)



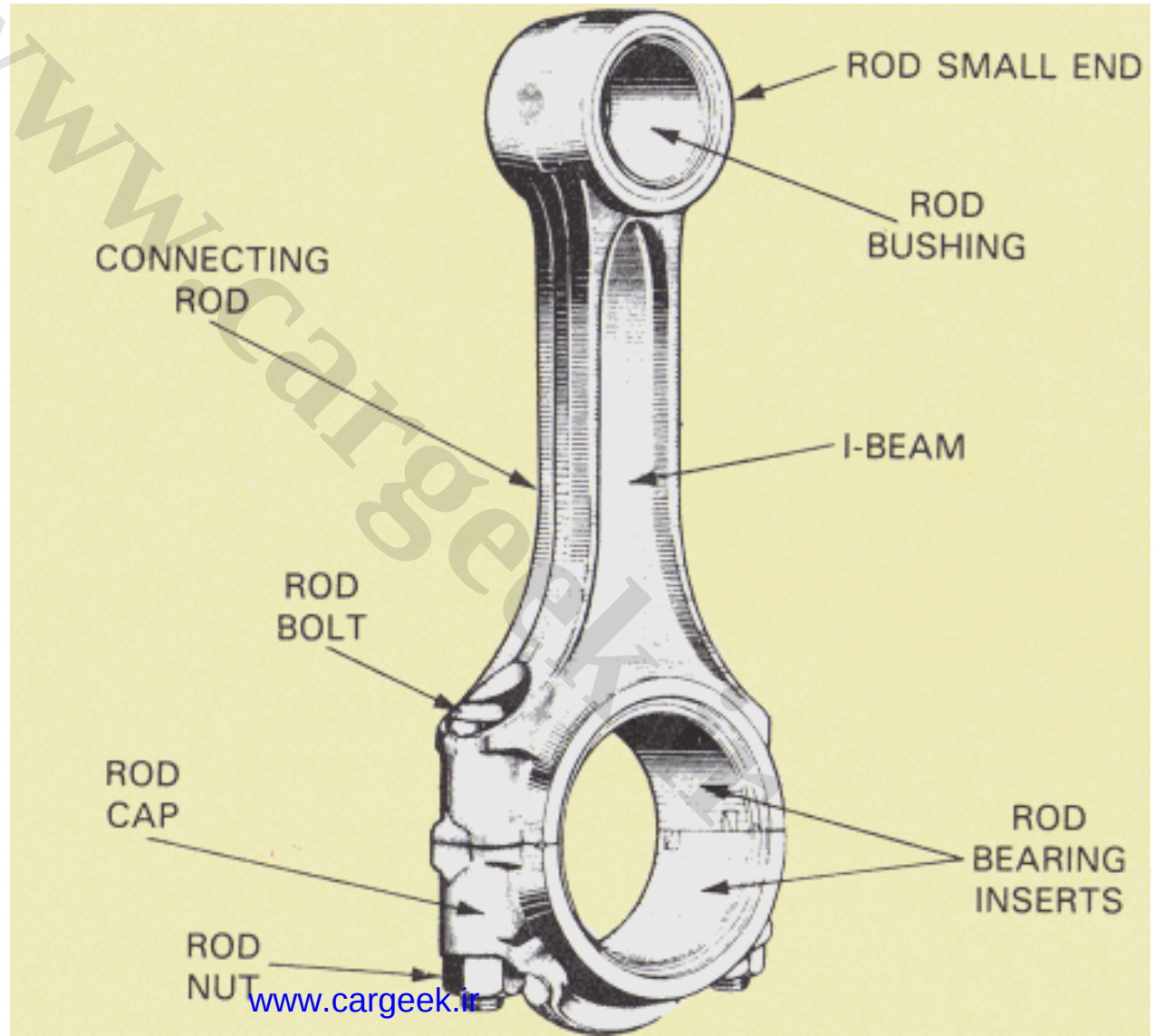
(b)



(c)

As-received connecting rods (a) forged steel, (b) powder metal, and (c) C-70 steel.

شاتون:

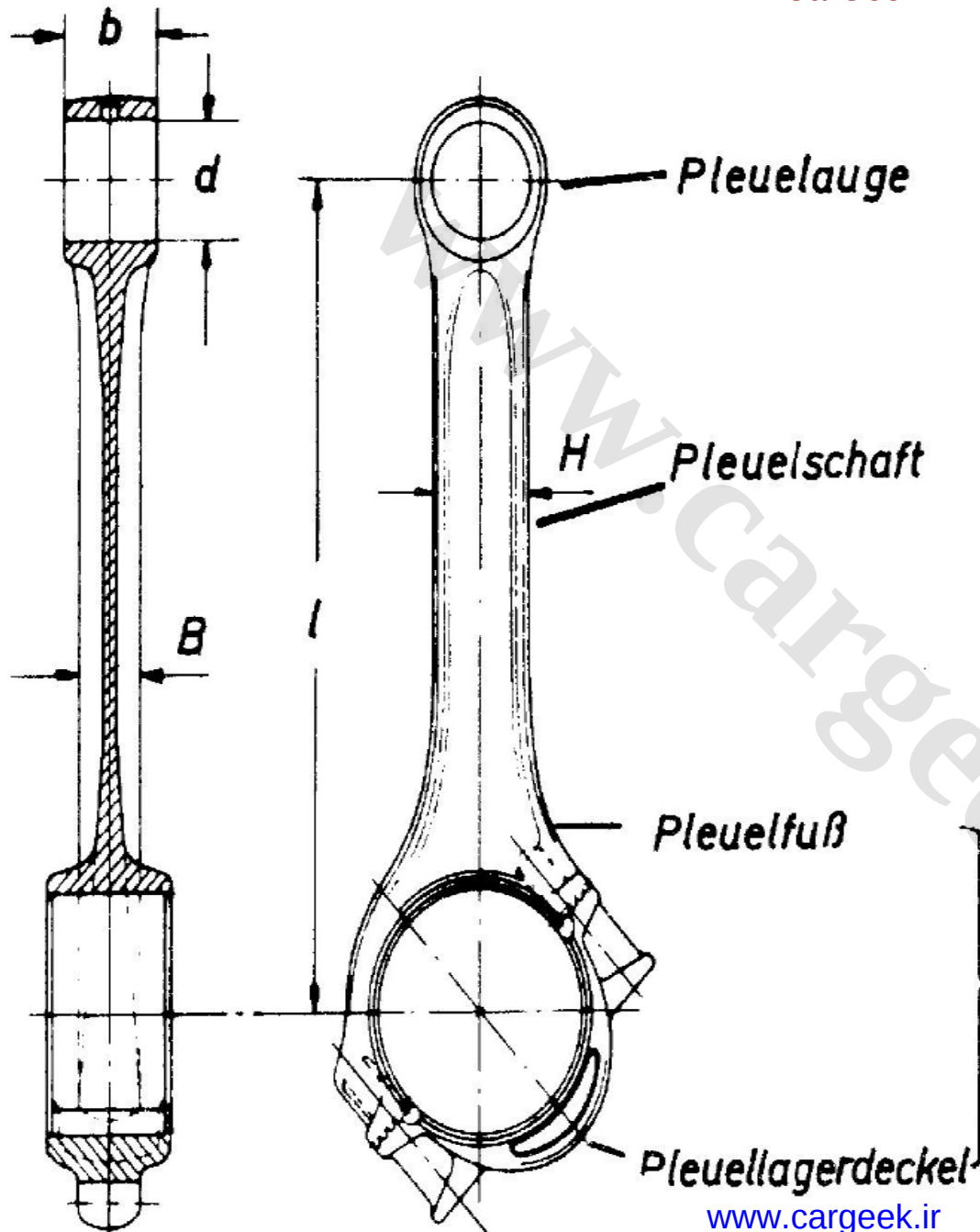


خاتون:

- در هر بار گردش میل لنگ خاتون در خود فرو رفته و پس کش می آید. حرکت میل لنگ می خواهد باقه خاتون را از وسط قطع کند. از سوی دیگر این اجزا همیشه باید در برابر حرارت زیادی که به انتهای آنها تحمیل می شود، مقاومت کنند. علی رغم چنین شرایطی عمر خاتون ها طولانی است.
- خاتون های آلومینیومی در مسابقات درگ کاربرد دارد و عمر کوتاهی دارند.
- برای مسابقات طولانی و یا مصارفی چون قایق ها ، خاتونهای از جنس فولاد خاص استفاده می شود.
- خاتونهای Carrillo و Crowers از خاتون های ممتاز به شمار می روند که گران قیمت و دارای مقطعی به شکل H می باشند در صورتی که خاتون های اصلی موتور دارای مقطع I شکل می باشند.

- به منظور بالانس خوب موتور، شاتونها به صورت يك مجموعه برای هر موتور بسته بندی می شوند، چون شاتونهاى هر موتور باید هم وزن باشند. در غیر اینصورت موتور دچار ارتعاشات قابل ملاحظه ای خواهد شد.
- از ابتدا که تولید کننده، موتور را تولید می کند ، شاتونها و کپه لها با هم جفت شده و روی هر جفت از آنها يك شماره حک می شود تا هنگامیکه موتور باز شد، احتیالها بسته نشوند. اگر کپه لها جابجا شوند باعث یاتاقان بندی ضعیف و نهایتاً خرابی یاتاقانها خواهد شد.





$$H/B \approx 1,5$$

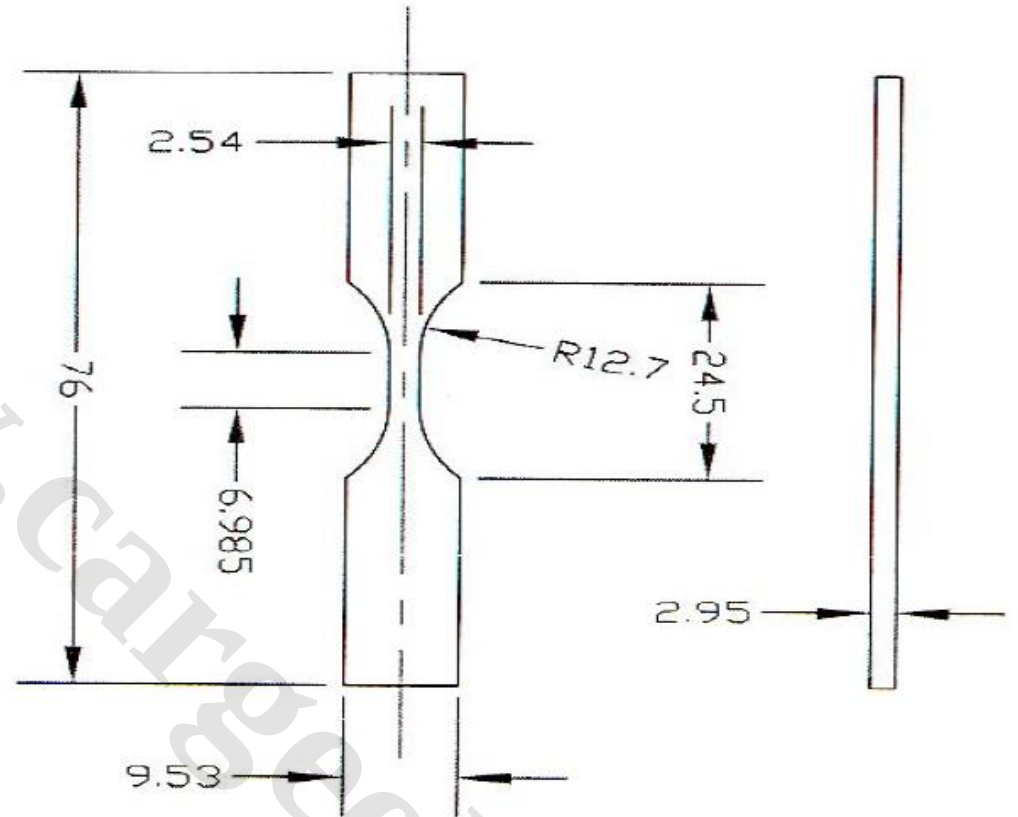
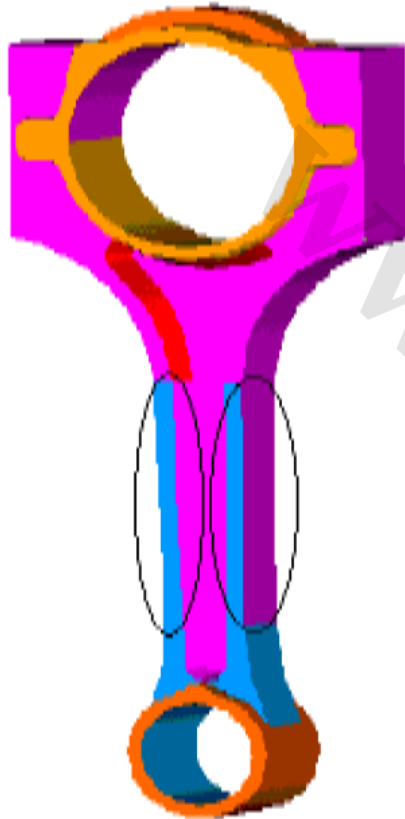
$$d = (0,25-0,45) D$$

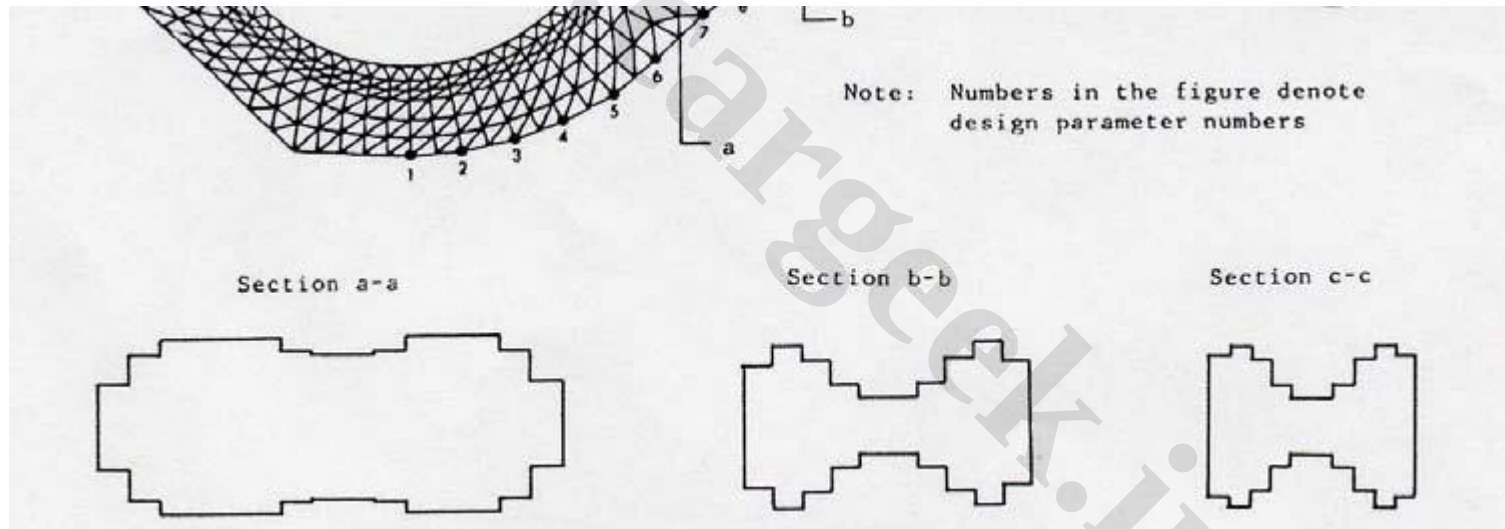
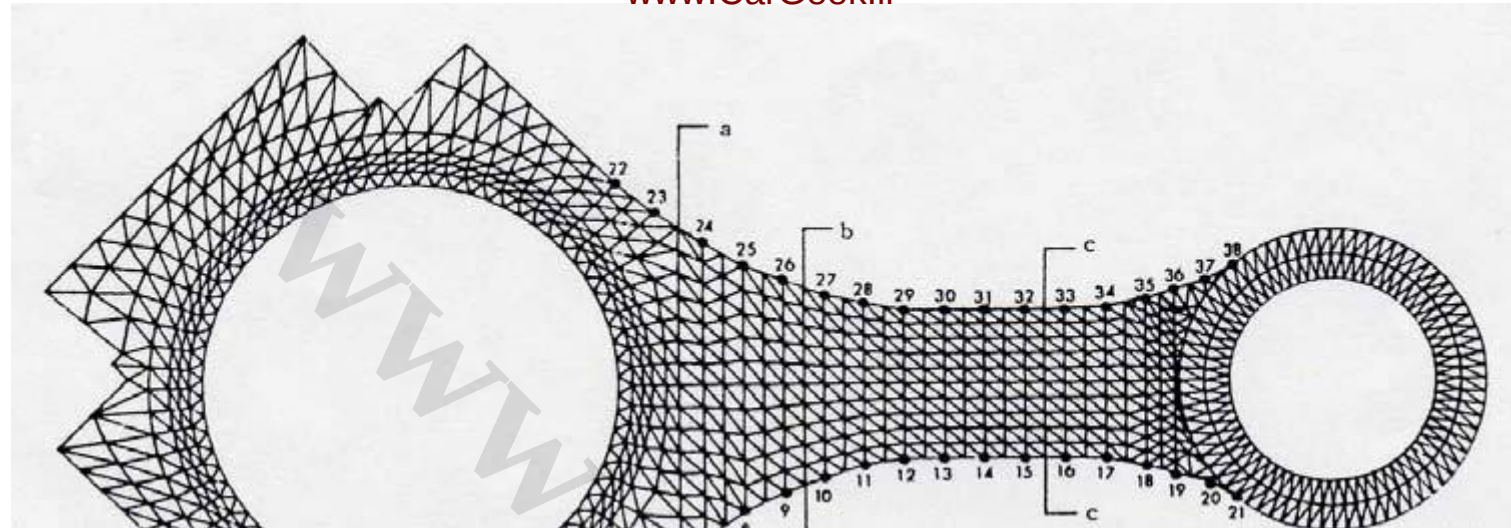
$$b/d = 1 - 1,5$$

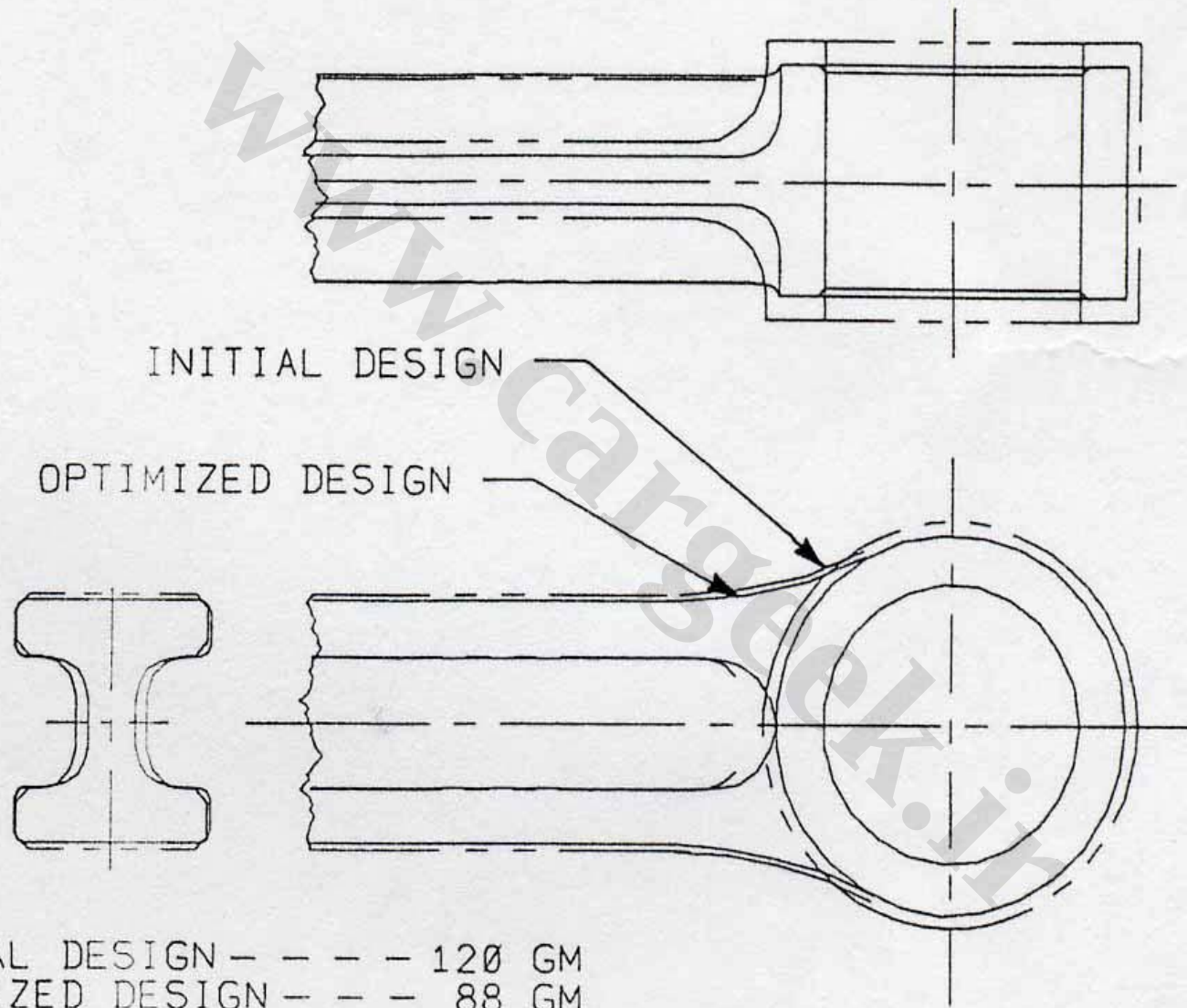
$$l = (3,5-4,5) r$$

D Zylinderdurchmesser

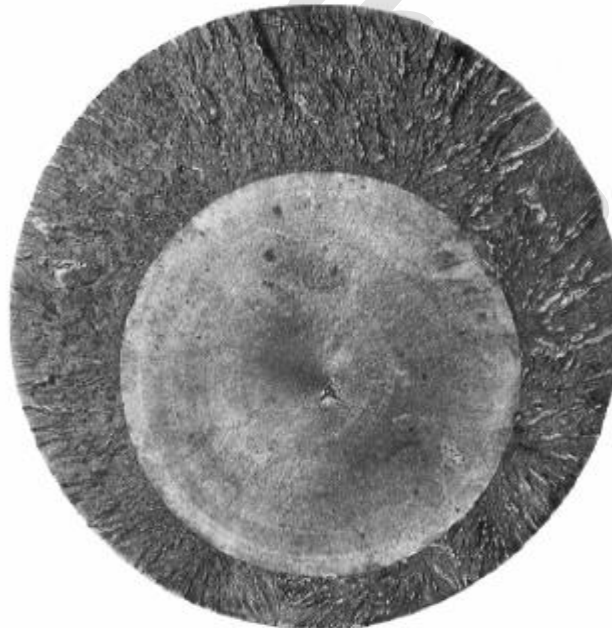
r Kurbelradius





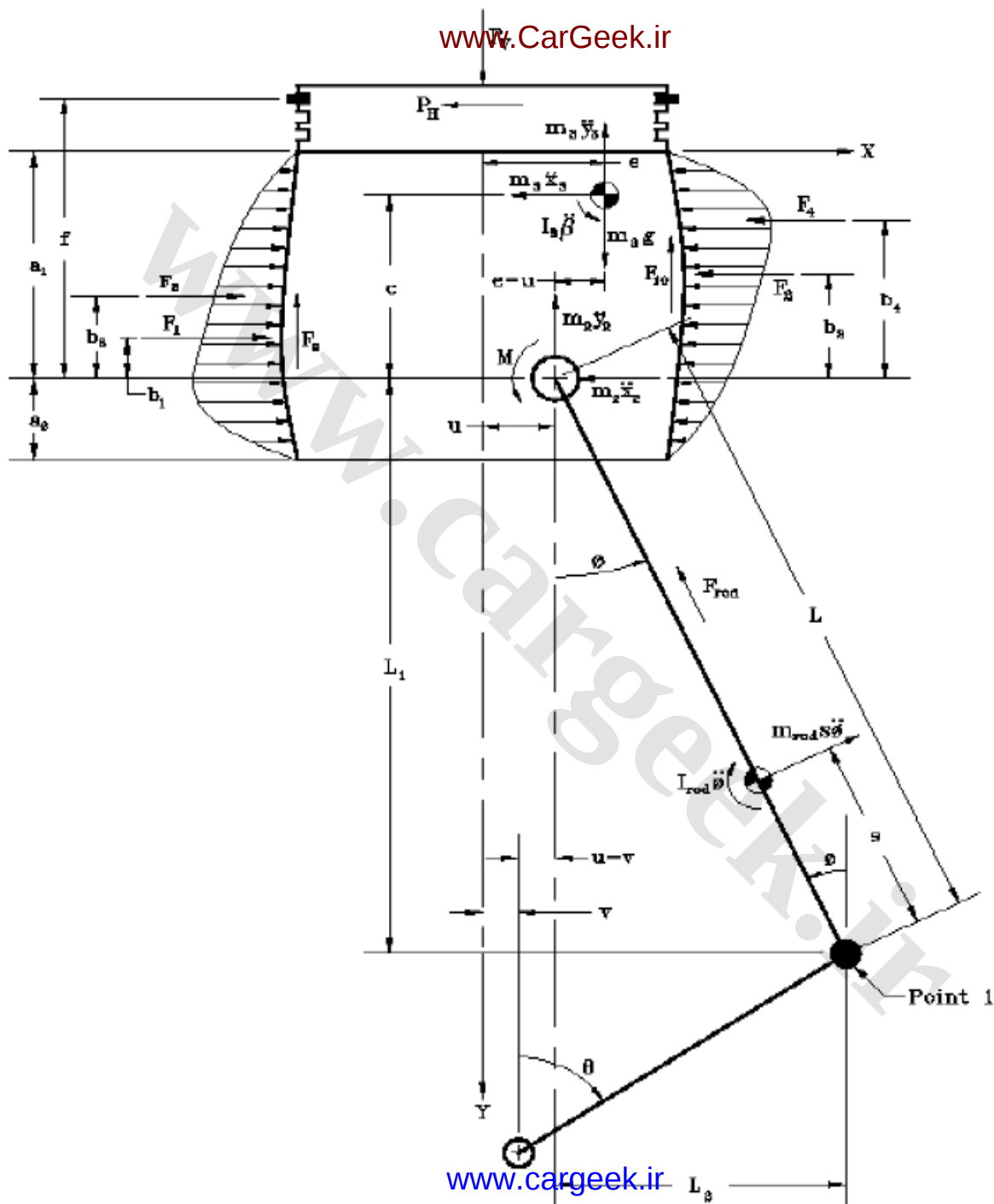


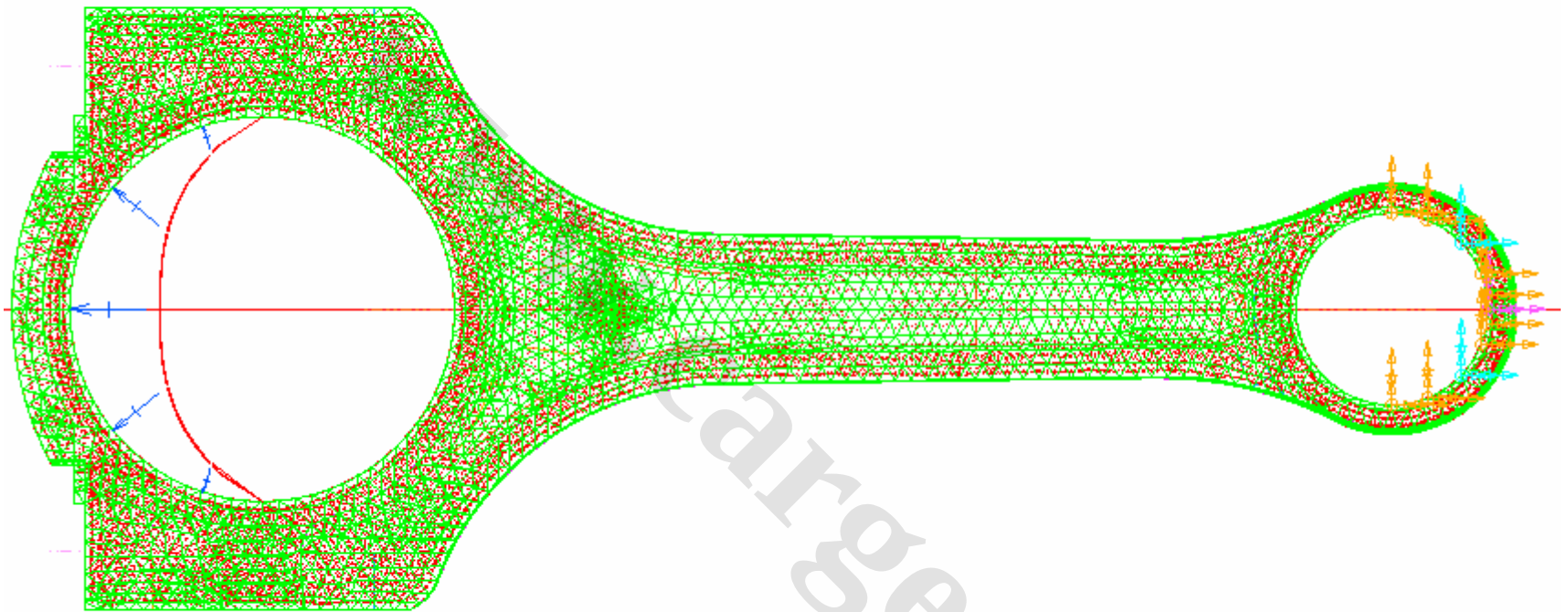
PERCENTAGE WEIGHT REDUCTION = 26

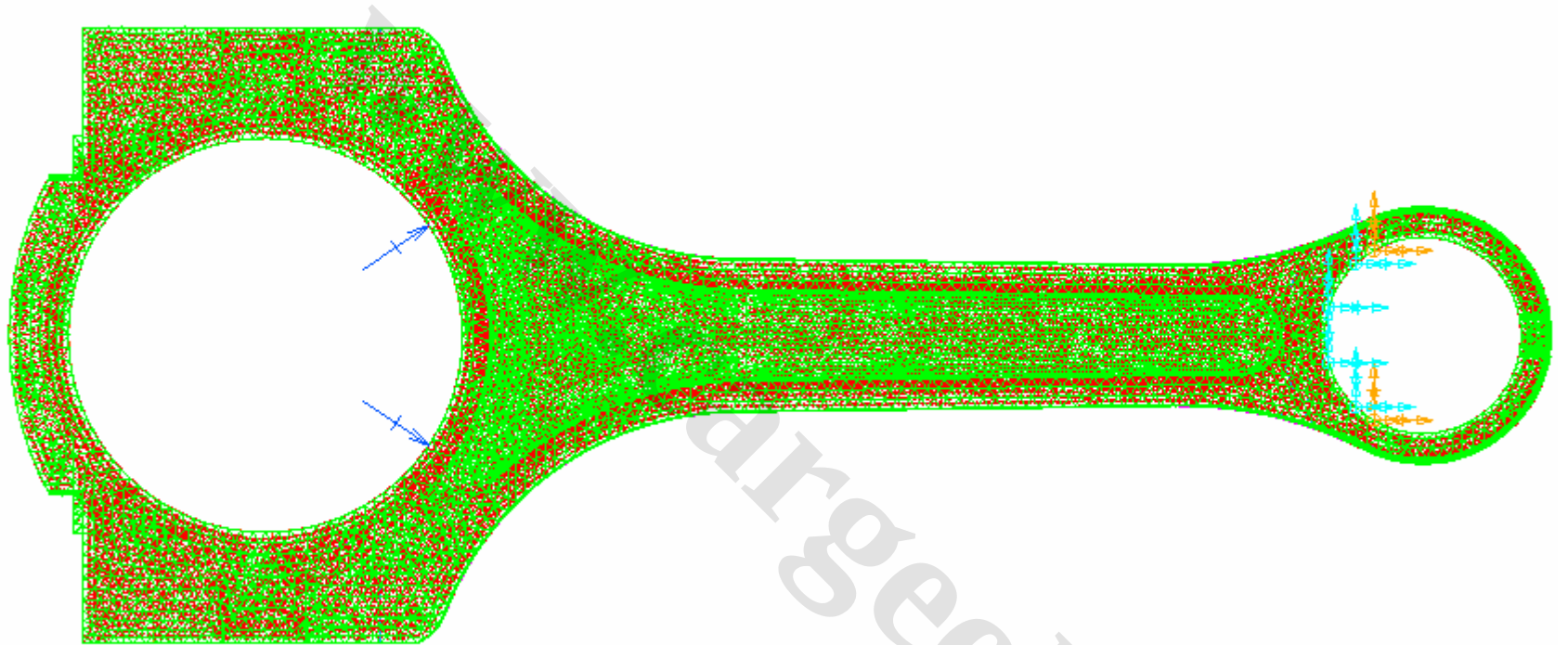


نیروهای موجود بر روی شاتون

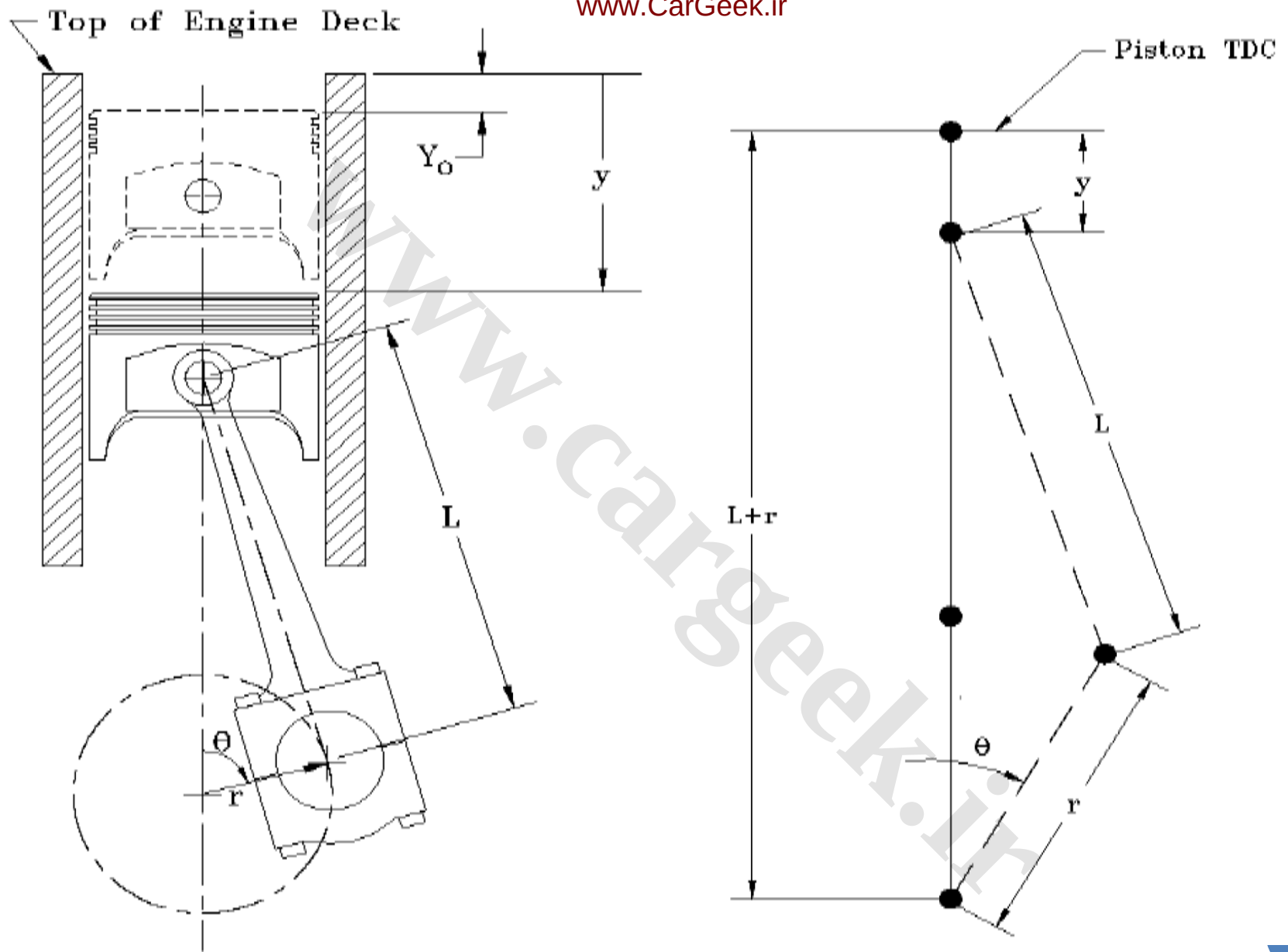
- شاتون و قطعات وابسته آن تحت نیروهای مختلفی قرار می گیرند که اساساً ناشی از فشار احتراق و اینرسی پیستون می باشند.
- چون مکانیک نمی تواند طراحی موتور را تغییر دهد، درک صحیح نیروها و فشارهای وارد بر این قطعات در تعیین خرابی و تشخیص عیب به او کمک می کند.
- بزرگترین باری که روی شاتون و یاتاقانهای آن وارد می شود، هنگامی است که پیستون در کورس قدرت بوده و به سمت پایین در حرکت باشد و نیرو روی نیمه پایینی بوش گزینین و نیمه بالایی یاتاقان شاتون (یاتاقان متحرک) وارد می شود.
- نیروهای خیلی کمی در همان جهت در زمان کورس های تراکم و تخلیه اعمال می شود.
- هنگام کورس مکش جهت نیروهای اعمالی عکس می شود یعنی نیمه بالایی بوش گزینین و نیمه پایینی یاتاقان شاتون تحت نیرو می باشد.

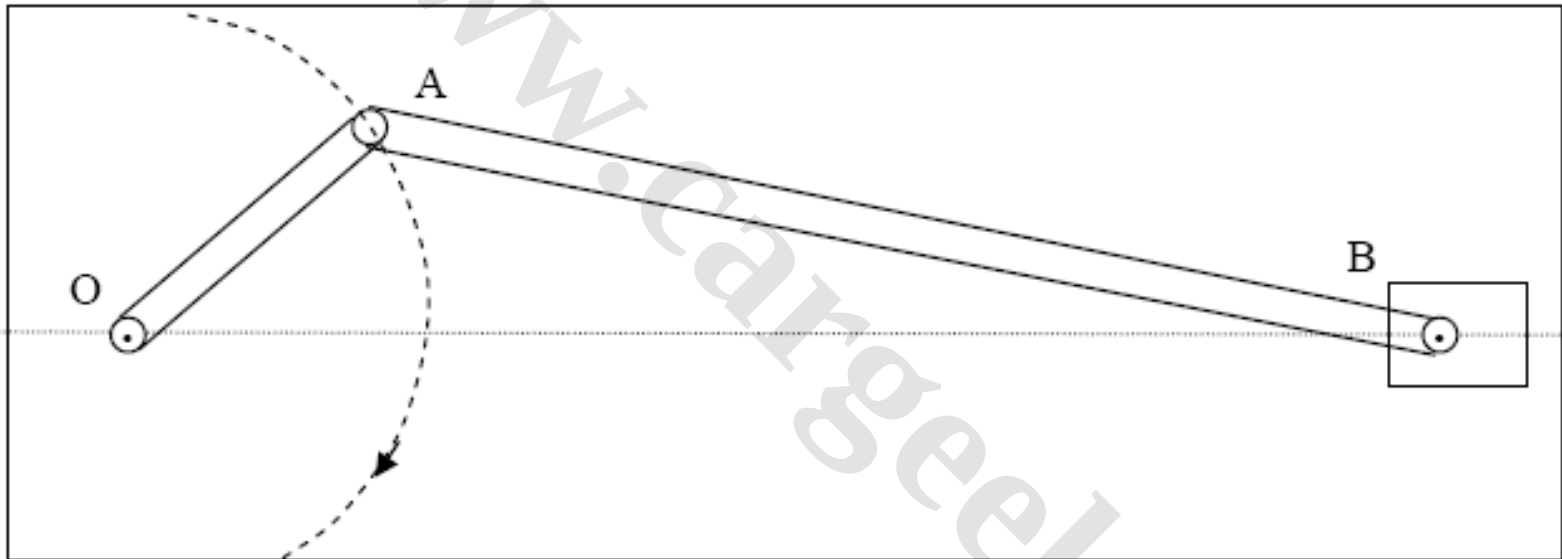


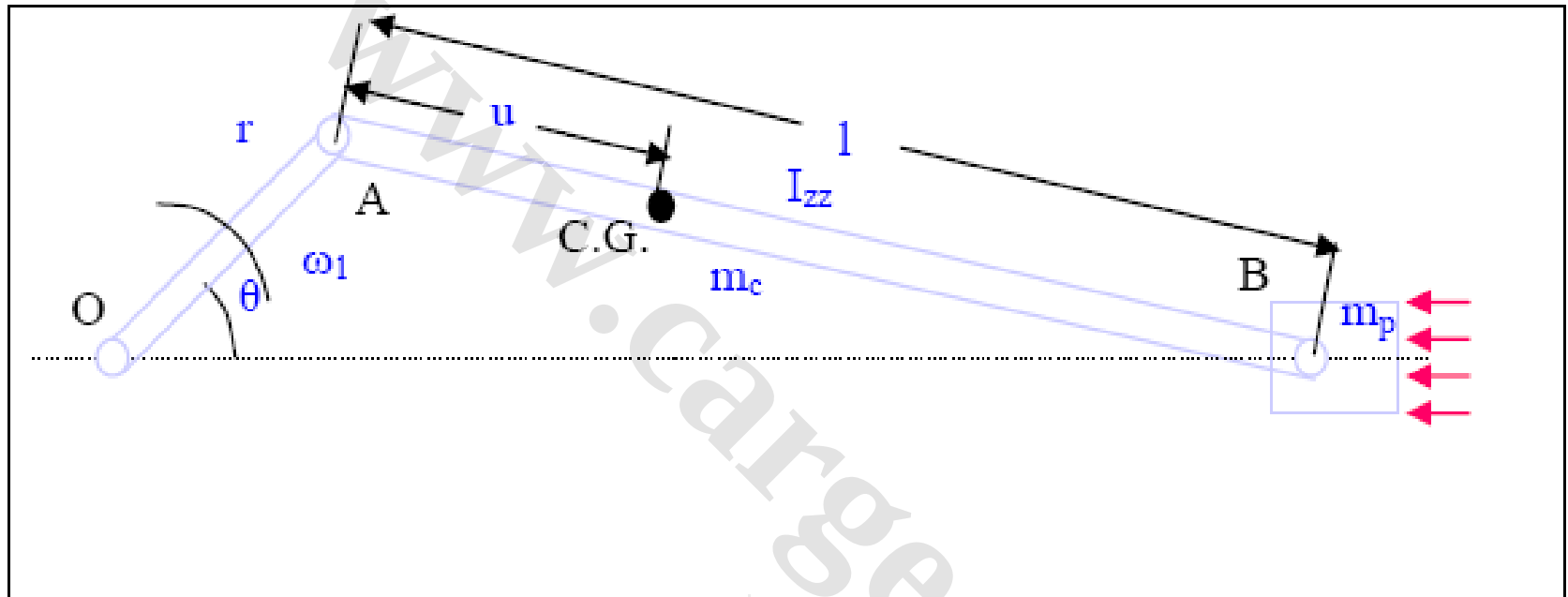




- نیروهای اینرسی نیز بر پیستون تاثیر گذار می باشد. این نیروها هنگامی ظاهر می شوند که پیستون در نقاط مرگ بالا و پایین قرار می گیرد و می خواهد جهت حرکت خود را عوض کند.
- نیروی اینرسی پیستون تمایل به ادامه حرکت آن در همان جهت قبلی دارد و بنابراین نیرویی روی شاتون و یاتاقانها اعمال می کند. این نیروها در تمام کورس اعمال می شود ولی بیشترین نیروی اینرسی در قسمت بالای کورس تخلیه ظاهر می گردد، زیرا نیروی حاصل از فشار گازهای تخلیه که روی پیستون اثر می گذارد در مقابل نیروی اینرسی پیستون قابل صرف نظر کردن است.
- این قسمتها بر روی دیگر قطعات پیستون و شاتون اعمال بار نموده که سبب کشیدگی شاتون می شود.







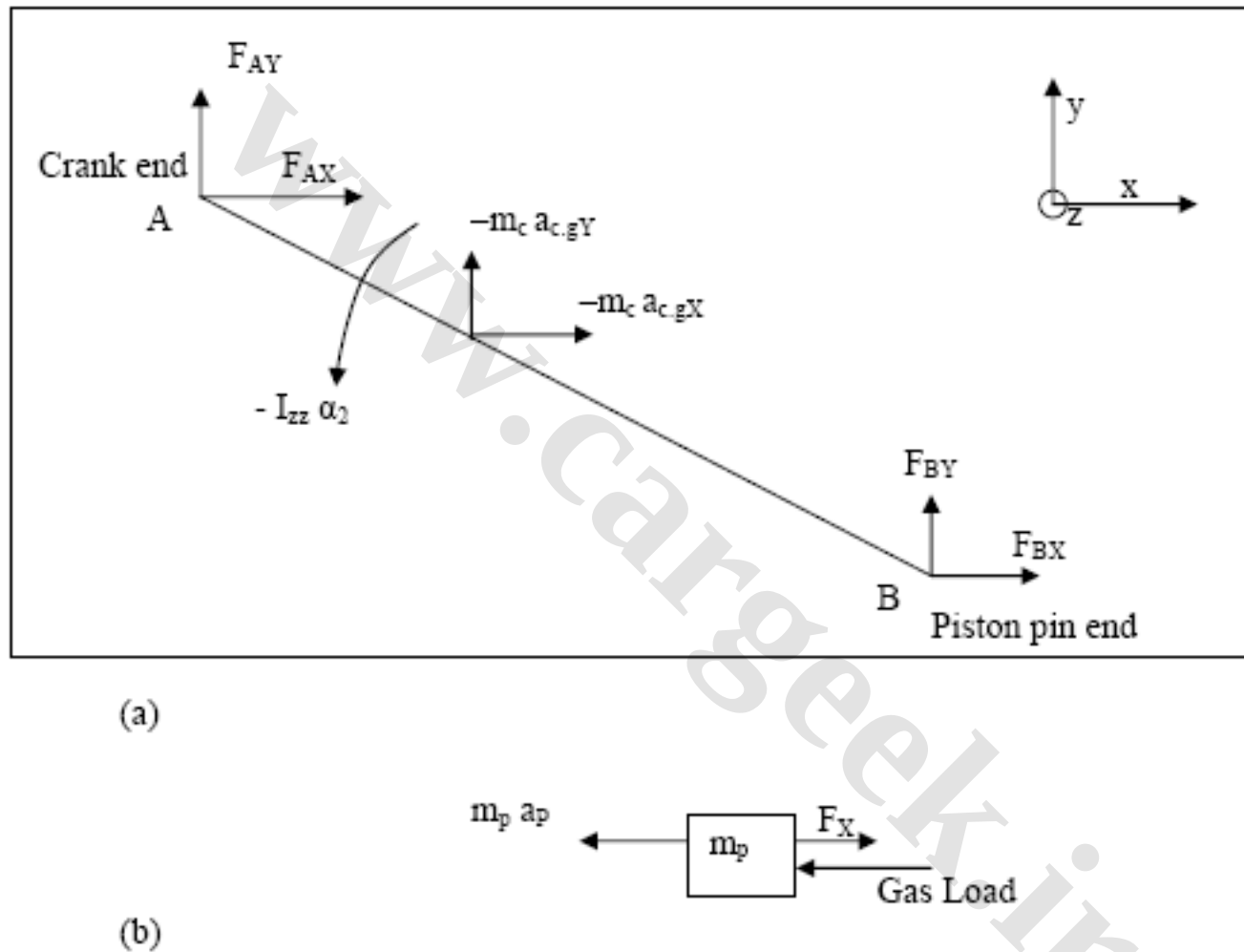
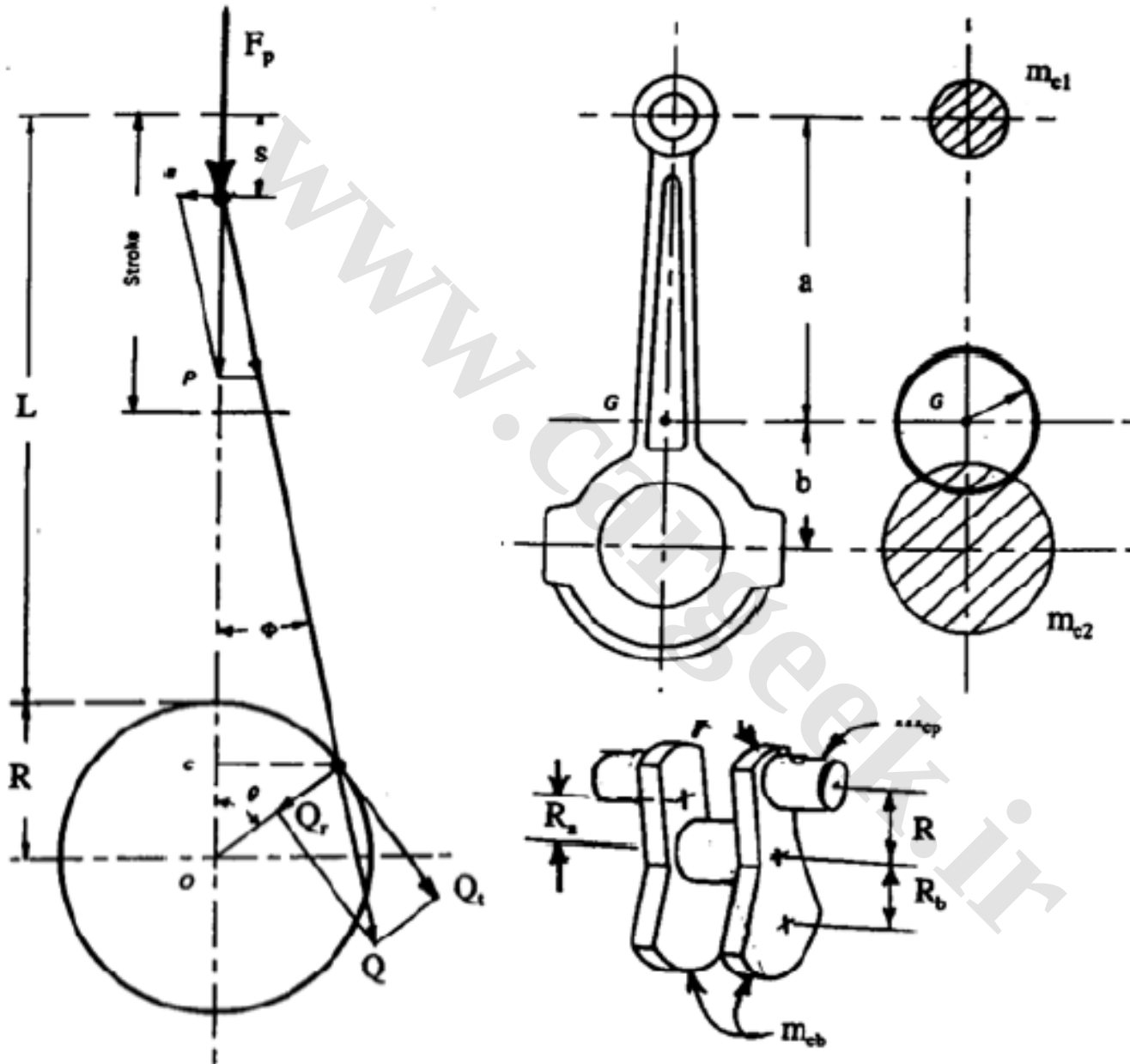
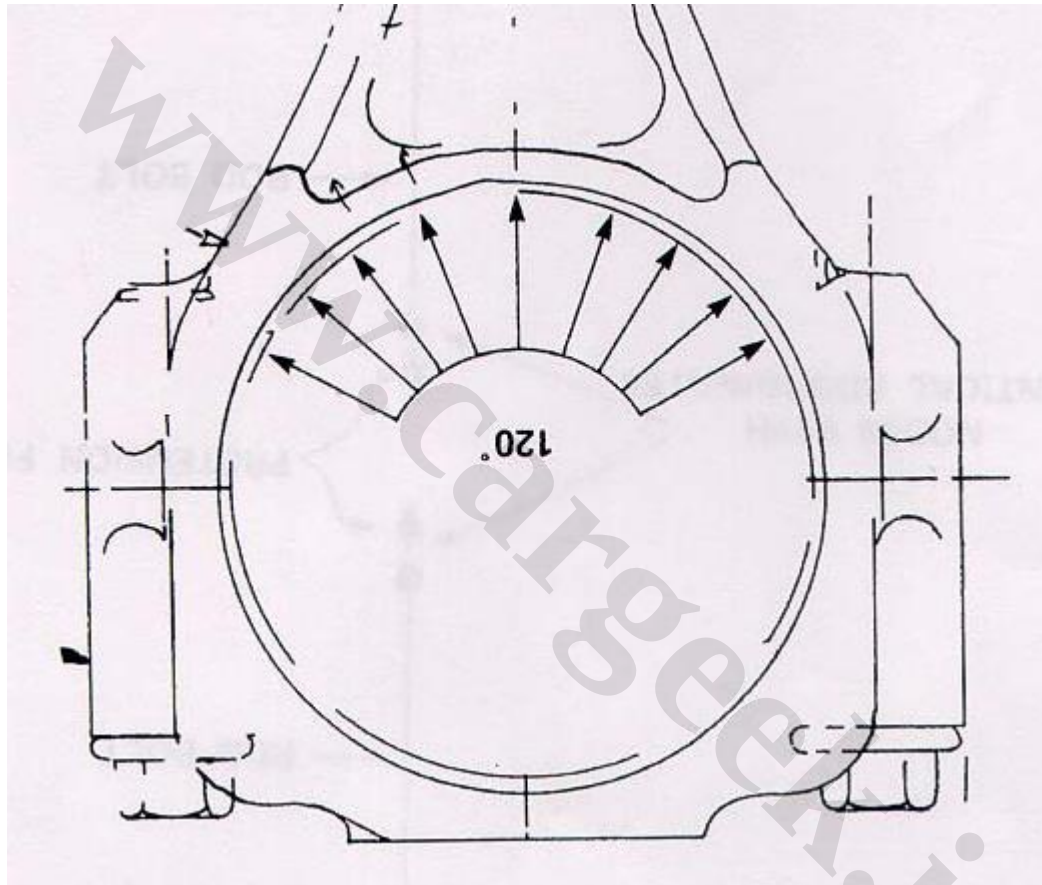
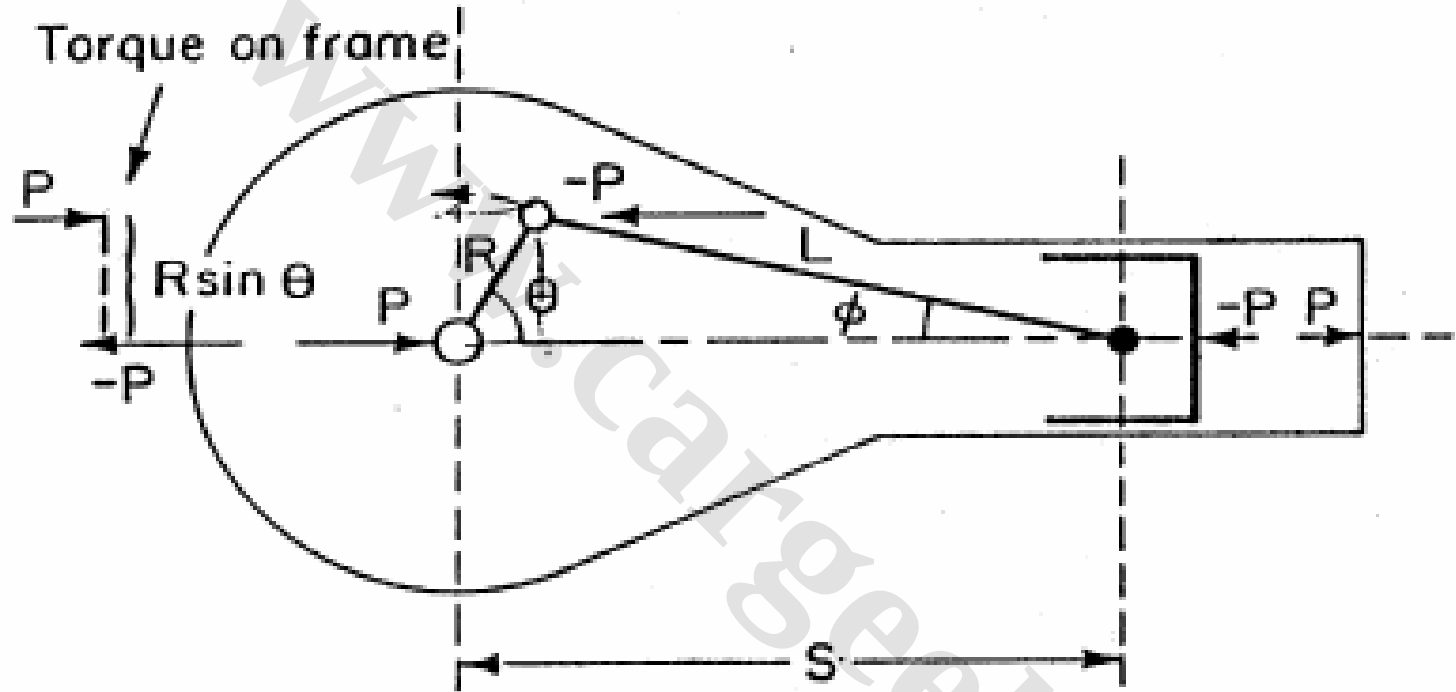


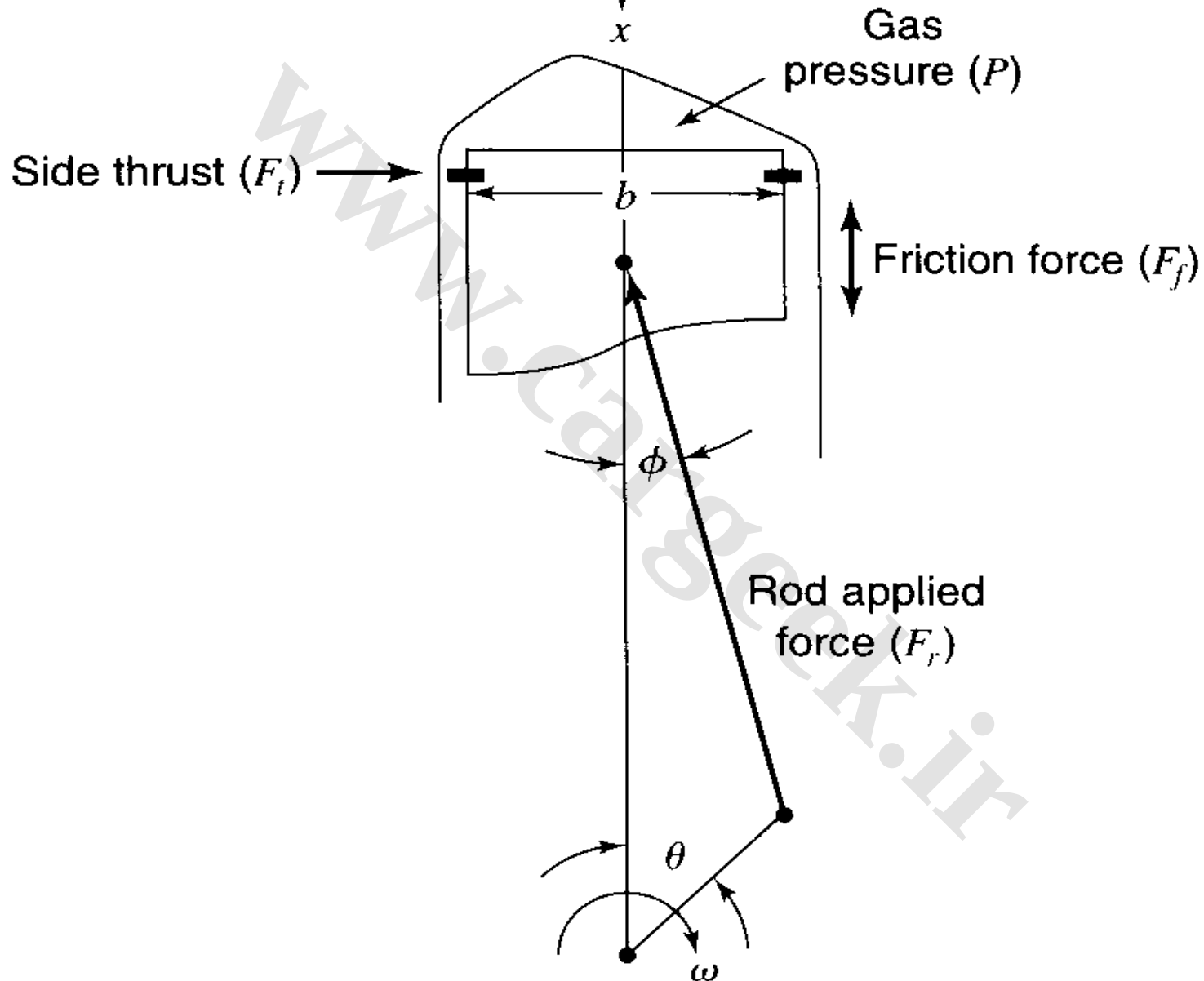
Figure 2.2: Free body diagram and vector representation. (a) Free body diagram of connecting rod. (b) Free body diagram of piston.

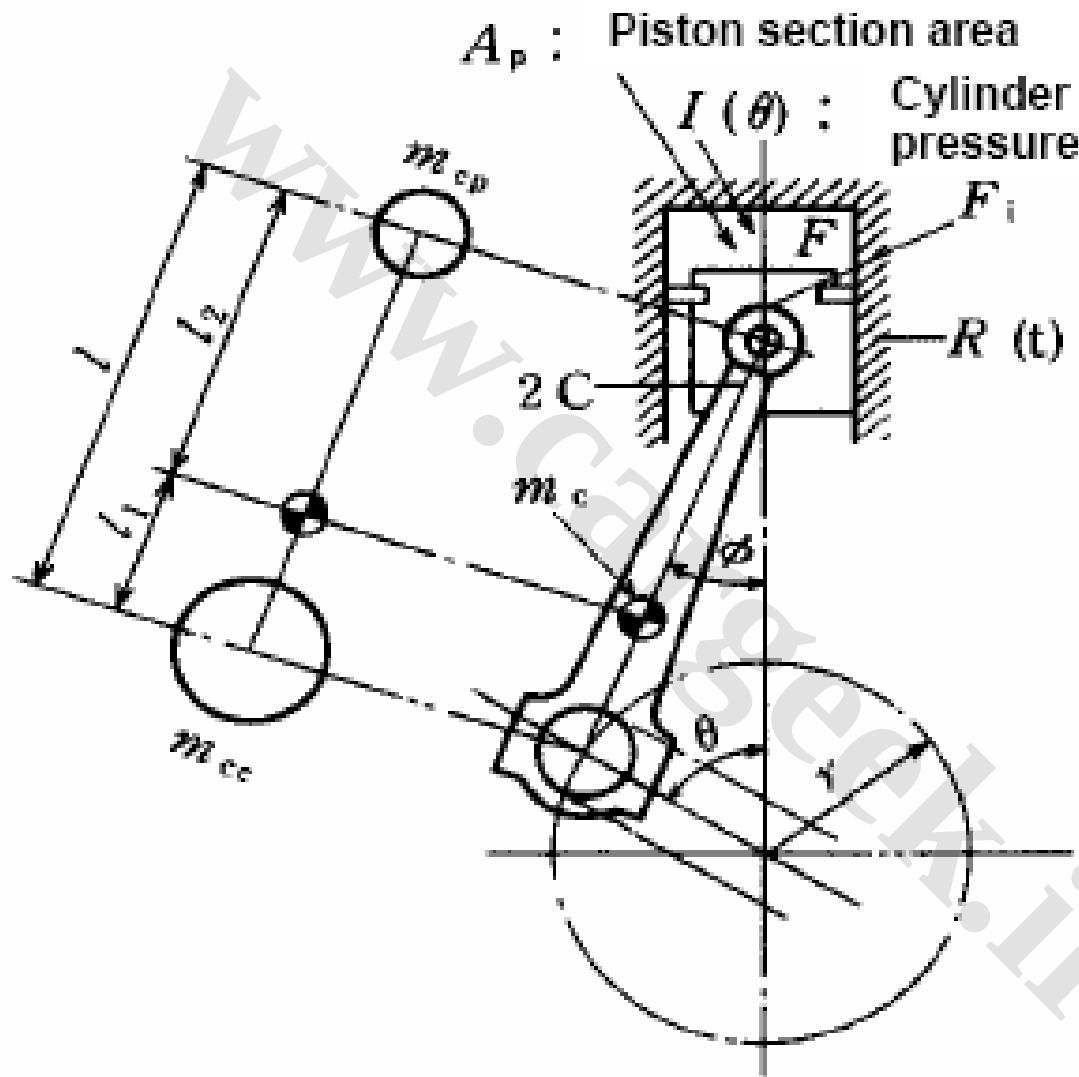




بار فشاری روی شاتون







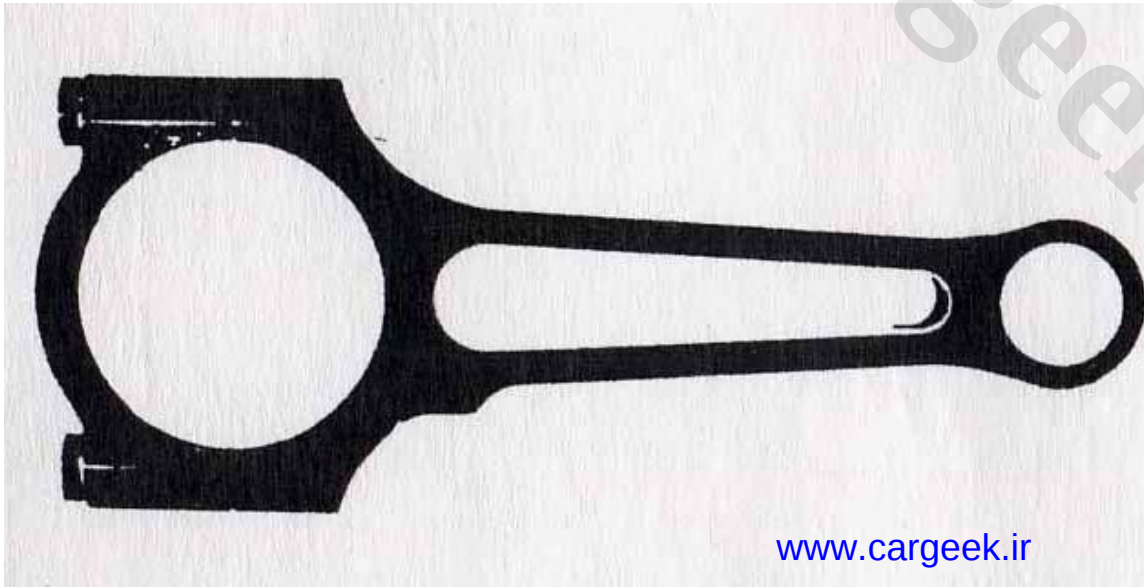
بررسی فشار و تنش ها روی خاتون موتور:

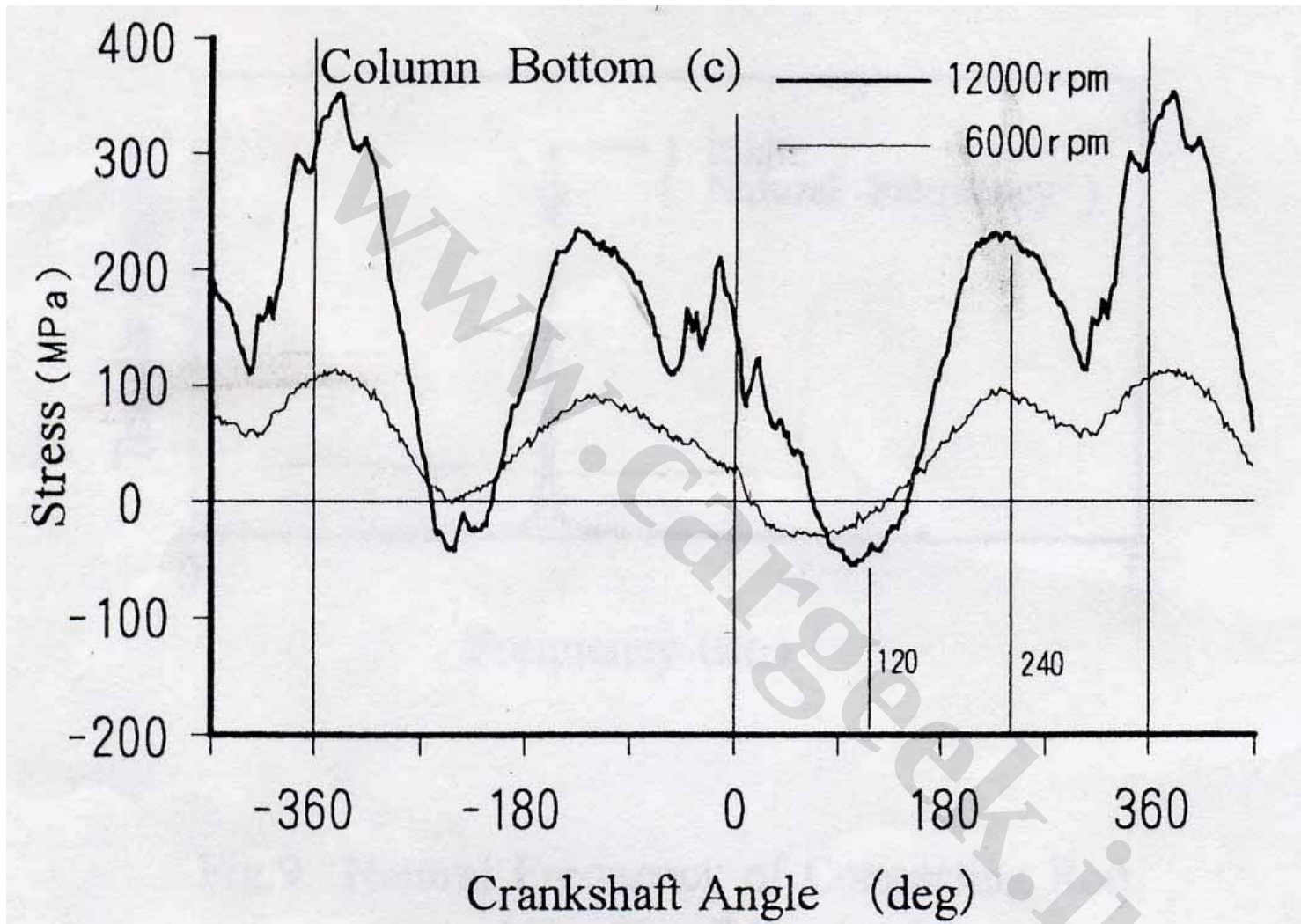
○ تعریف شکست:

شکست، جدایش یا تقسیم شدن يك جسم جامد به دو یا چند قسمت در اثر اعمال تنش می باشد.

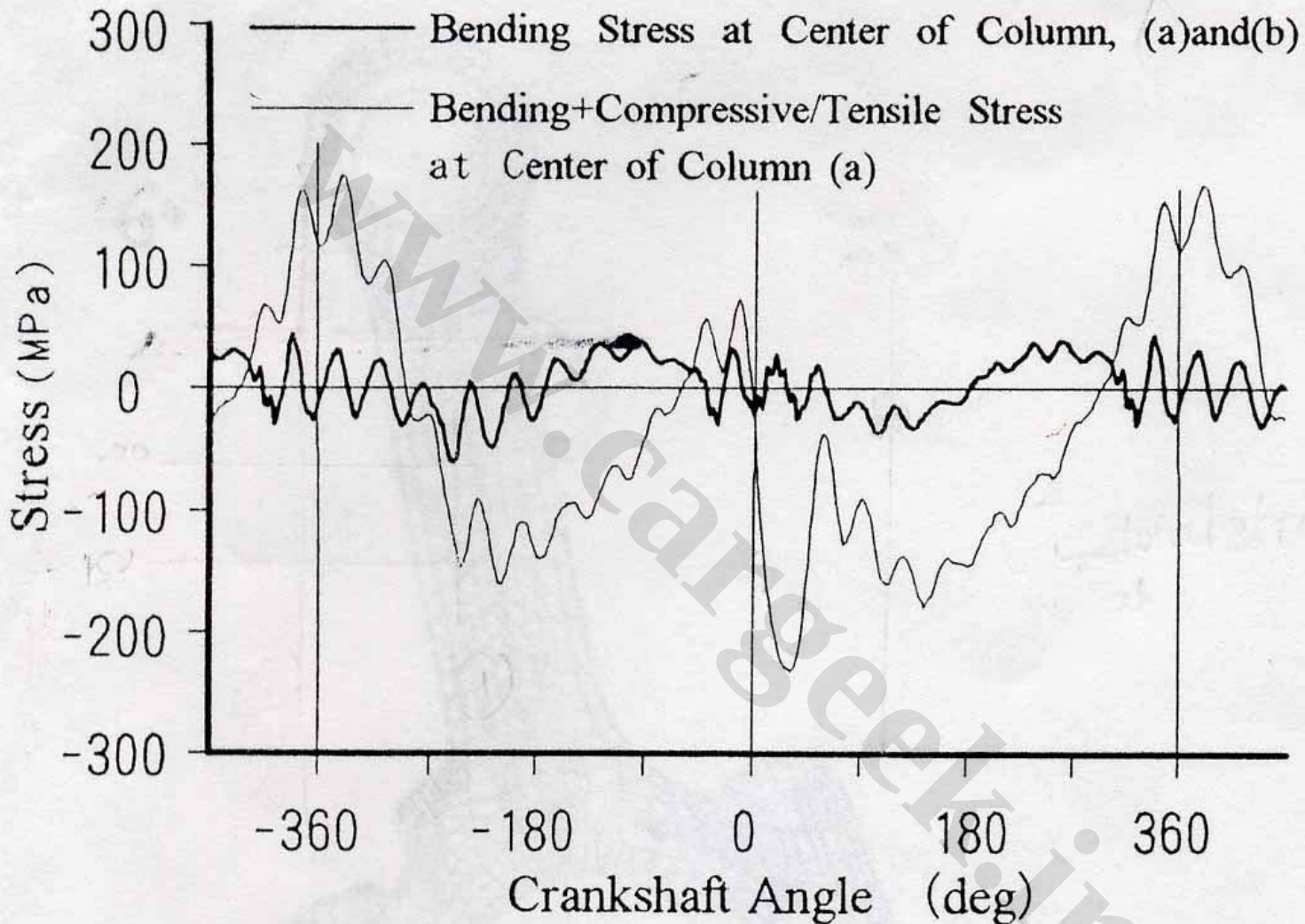
○ فرآیند شکست شامل دو مرحله جوانه زنی ترك و پیشرفت و گسترش ترك می شود.

○ نوع شکست به چند عامل مانند نوع ماده، دما، شرایط تنش و سرعت بارگذاری بستگی دارد.

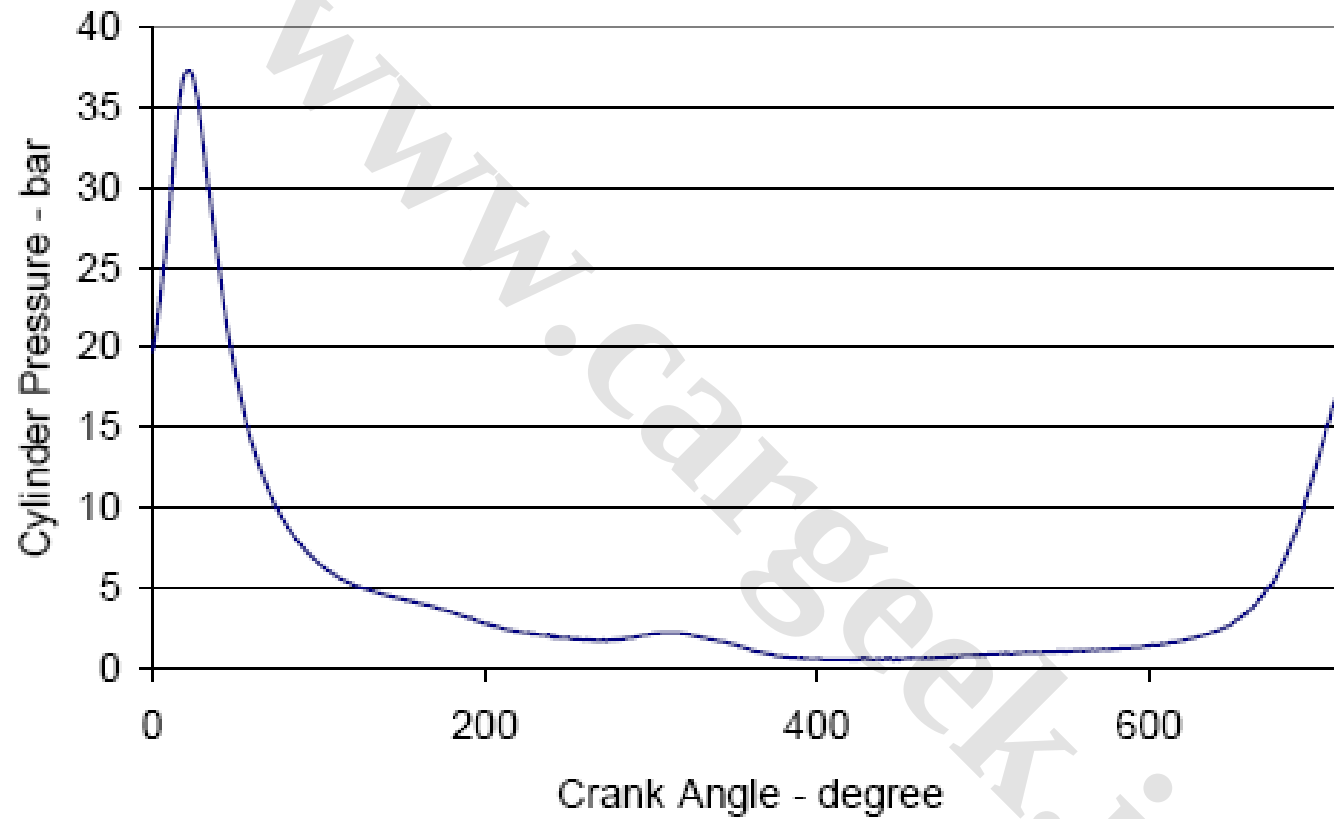




تنش وارده بر قسمت پایینی شاتون یاک موتور



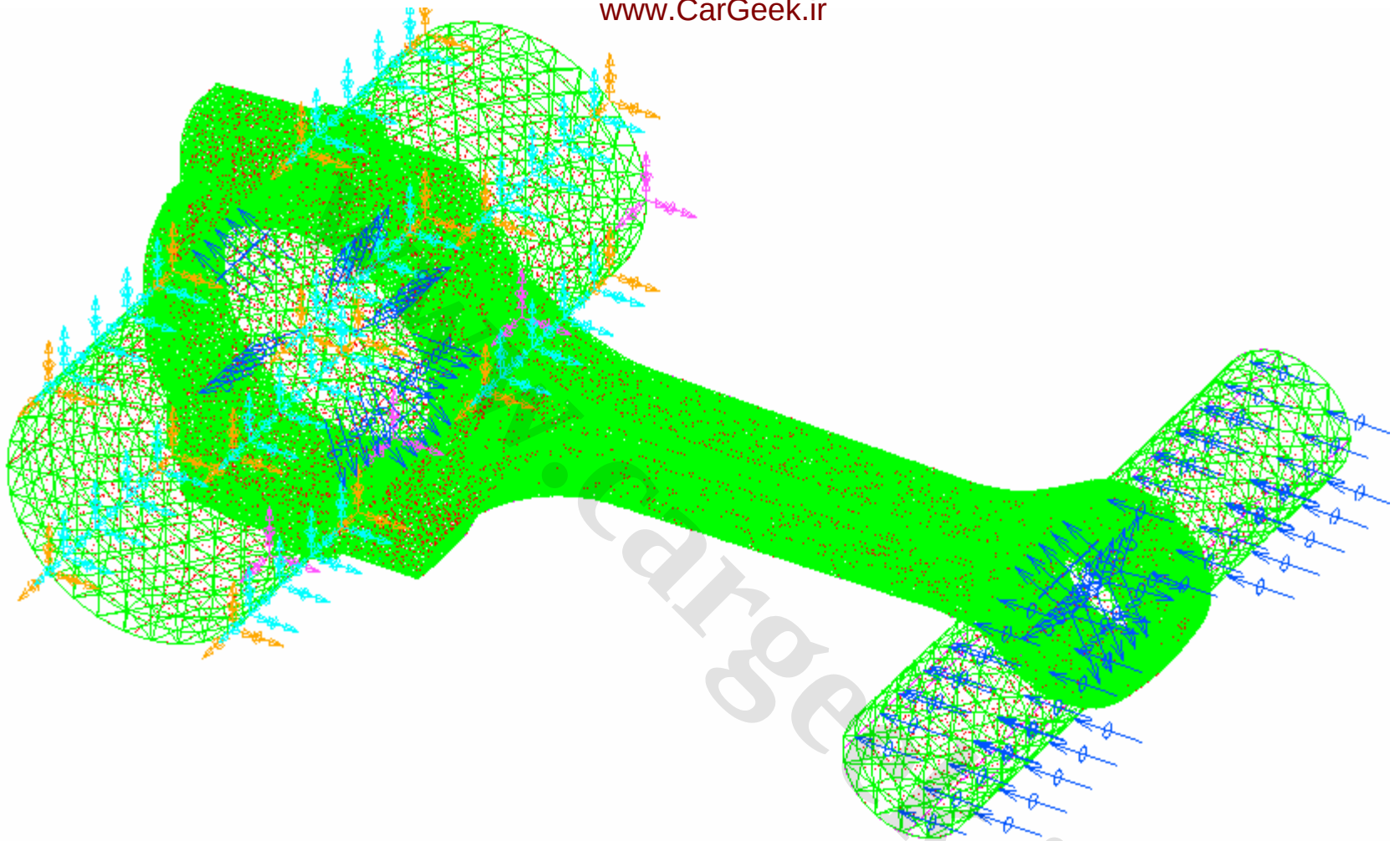
تنش وارده به قسمت مرکزی شاتون پلک موتور



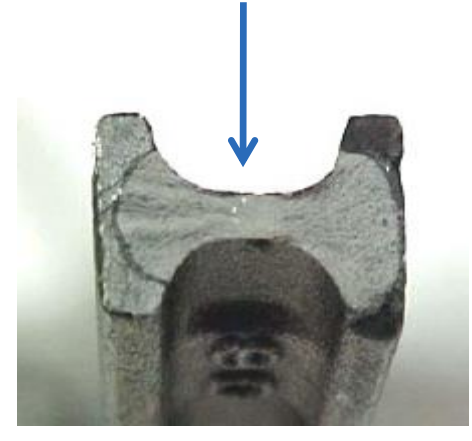
تست فشار روی شاتون:

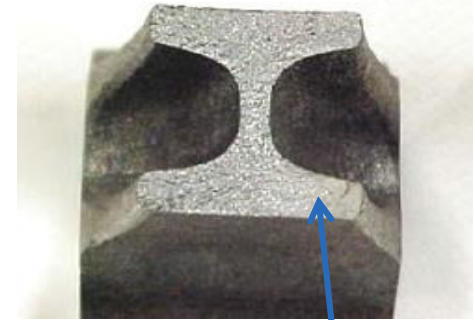


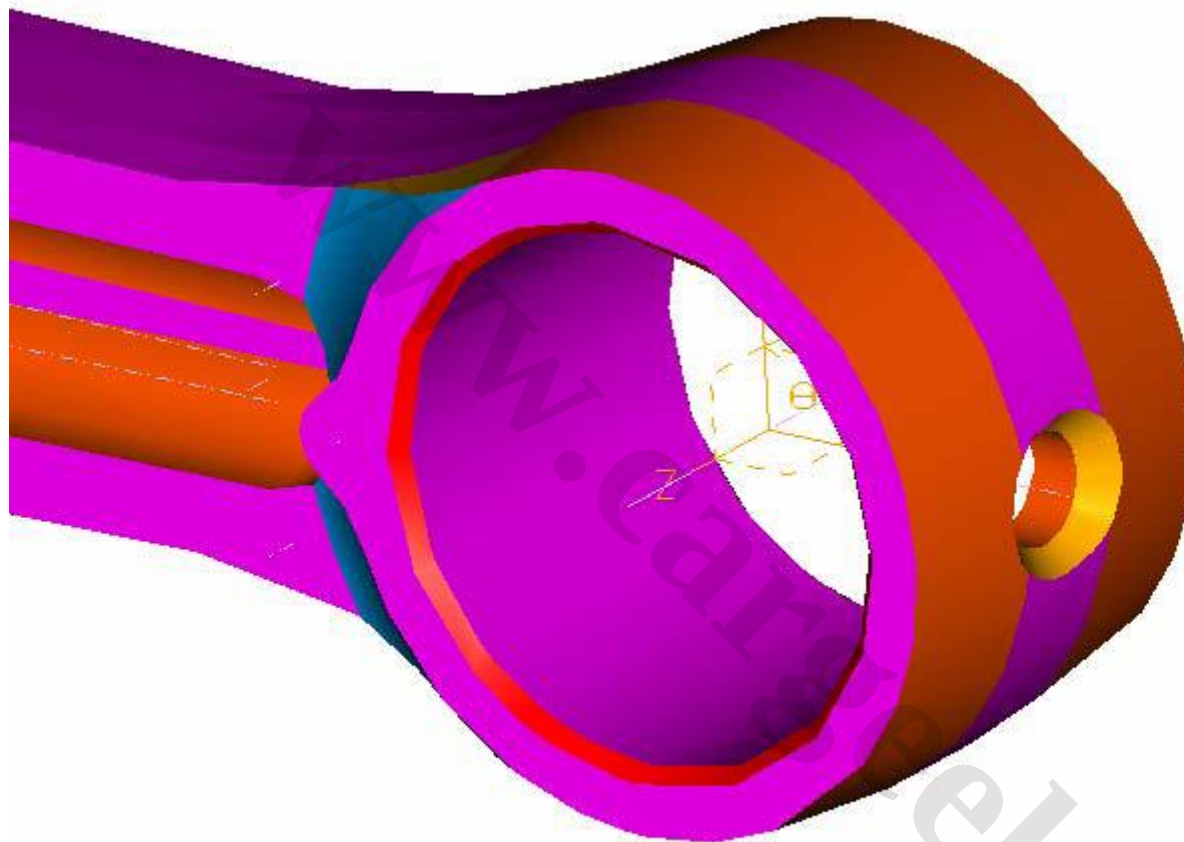
- در تست رفتار فشاری شاتون يك منطقه الاستيكي دارد كه در انتهای آن، حد تناسبی و نقطه تسلیمی قرار دارد. مهم‌ترین مشکل در آزمایش فشار وقتی بوجود می آید كه نمونه وارد منطقه تغییر فرم پلاستيكي شود. در این حالت نمونه ممكن است دچار كمانش و یا بشكه ای شدن گردد.
- می توان گفت كه در اثر اعمال نیروی فشاری ، نواحی جانبی دچار تغییر فرم پلاستيكي بیشتری می شود ولی دو انتهای آن بوسیله اصطكاك بین سطوح نمونه و فكرهای دستگاه مهار می شود.
- بنابراین نتیجه می شود بیشترین قسمت از شاتون كه در خطر شكست می باشد در وسط و نواحی جانبی می باشد.



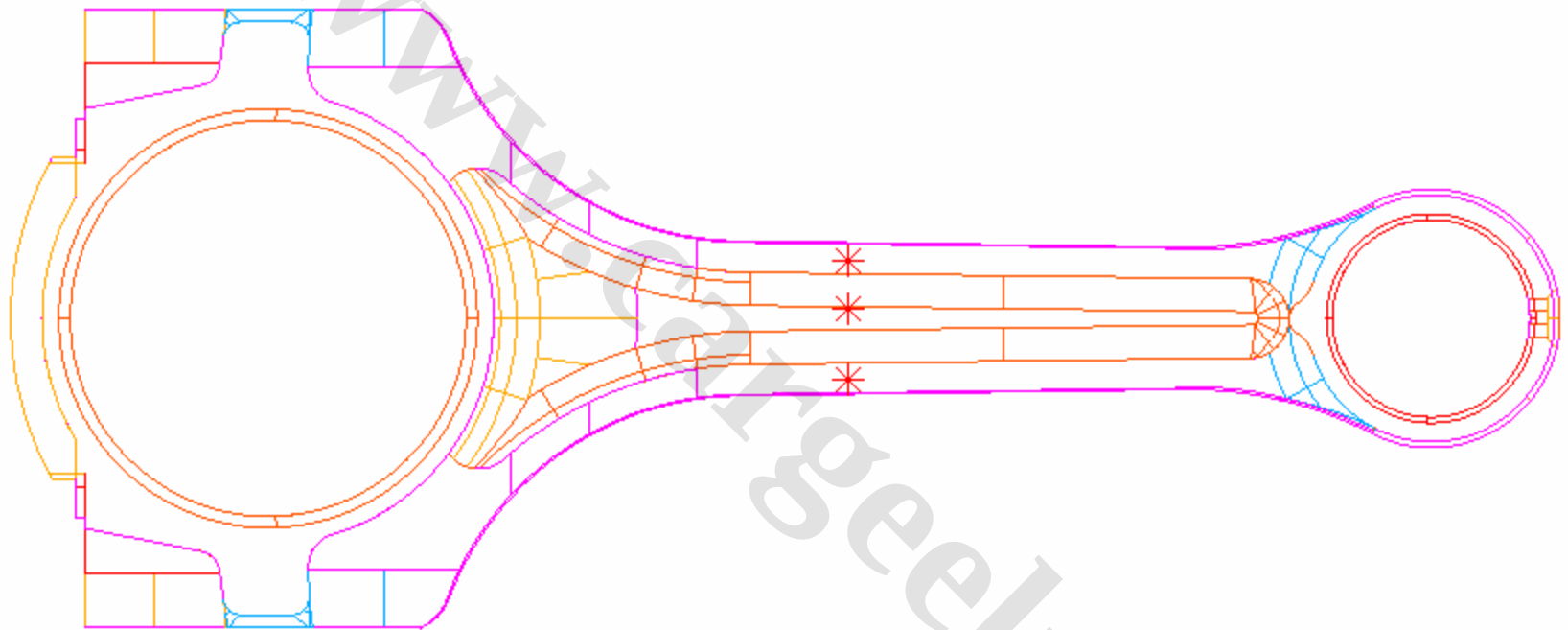
- شاتون های کار کرده را باید تحت آزمون مگنا فلاکس قرار داد. تفسیر باختار ترکی که بدین ترتیب آشکار می شود مستلزم استفاده از قوی دآوری است. شاتون کار کرده ترک دارد.
- البته باید ترکهای سطحی بی اهمیت را از ترکهایی که بهب شکستن شاتون می شود، تمیز داد.
- به طور کلی ترکهای طولی چندان مهم نیستند، مگر اینکه عمق آنها از 0.8 میلی متر بیشتر باشد.
- ترکهای عرضی بیشتر مایه نگرانی هستند زیرا می توان آنها را نخستین نشانه های خستگی دانست.
- اگر ترکها تا لبه های مقطع H گسترش نیافته باشند، طول آنها از 12.5 میلیمتر بیشتر نباشد و عمق آنها از 0.4 میلی متر کمتر باشد، آنها را می توان جگ زد و صاف کرد.







اگر سر کوچک خاتون ترك خورده باشد دیگر نمی توان آن را صاف کرد.

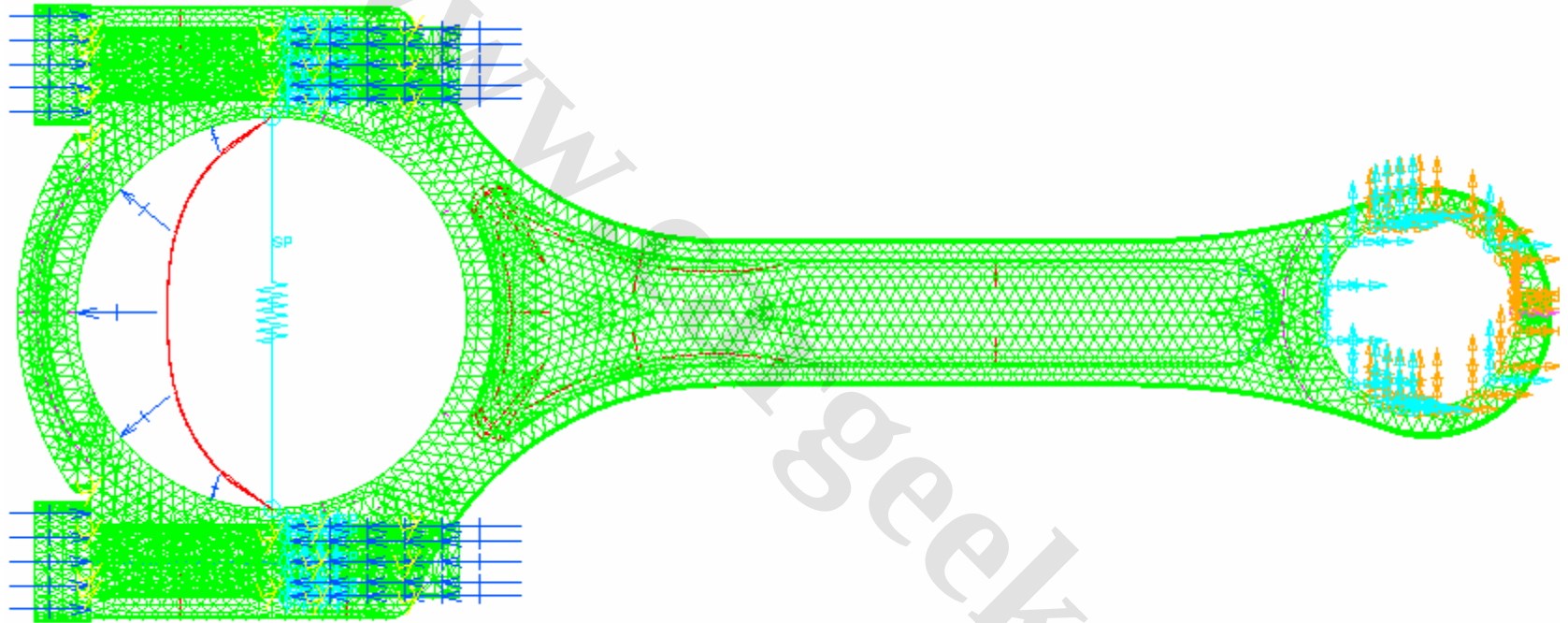


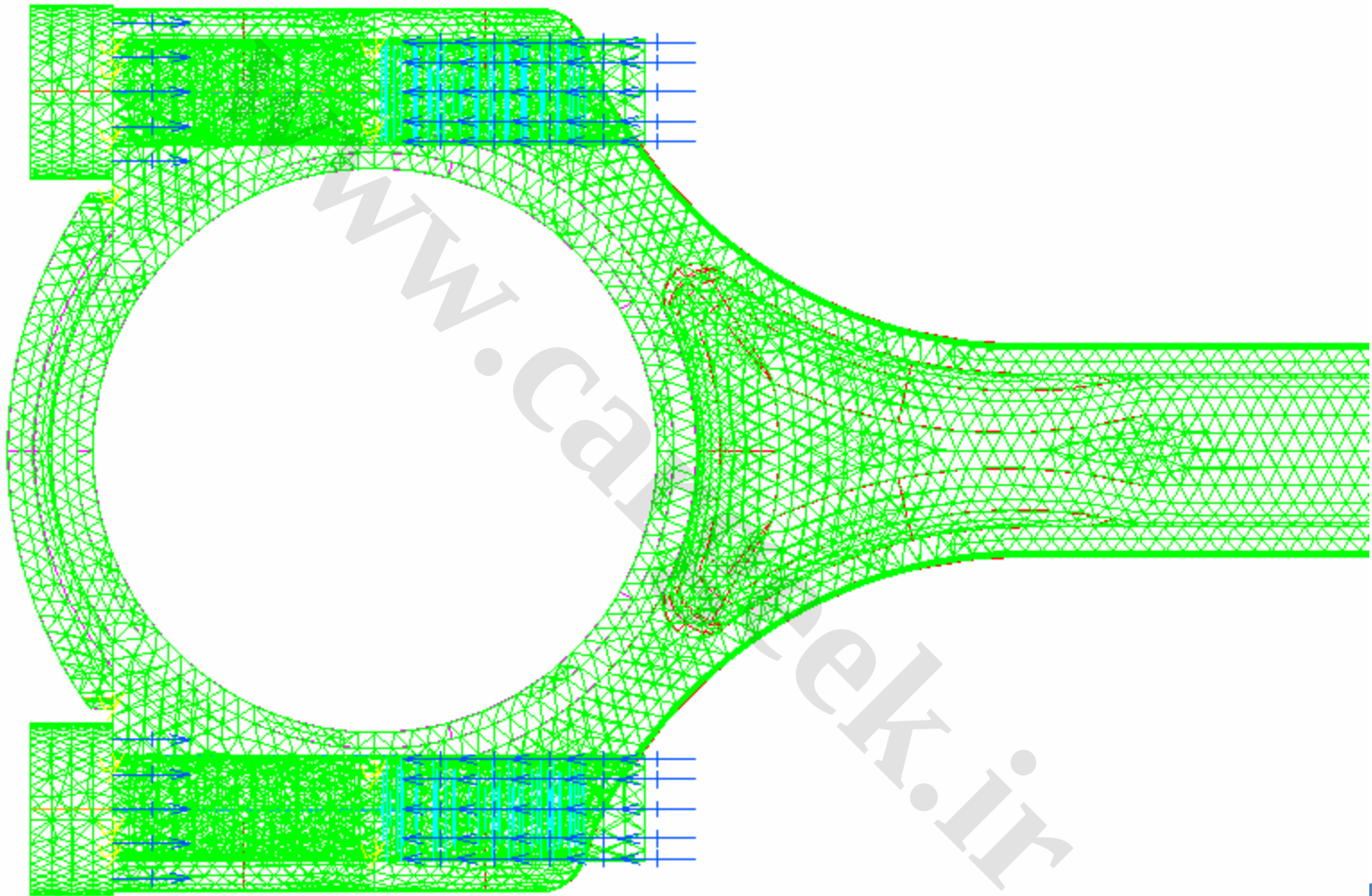
نمونه ای از ترکیبی که خطوط جریان طولی آهنگری را دنبال می کند

دلایل خاتون زدن :

- (۱) شکستن خاتون لها اغلب ناشی از ناراحتی یا طاقان و یا مشکلات پیچهای آن است.
- ❖ بهتر است در هر بار تعمیر موتور و بازسازی آن ، پیچهای حساس و حیاتی موتور خود، به ویژه پیچ های خاتون را با نوع ممتاز تر تعویض نمایید چون ممکن است خاصیت الاستیک خود را از دست داده باشند و سبب بریدن خاتون شود.
 - ❖ بستن پیچ های خاتون با گشتاور مناسب و عدم تل بودن آنها

- (۲) جای گاز گرفتگی گیره لها که اغلب ناشی از بی احتیاطی مکانیک لها است نقاط پر تنشی روی ساقه و قسمتهای دیگر خاتون ایجاد می کند که به سادگی منجر به شکستن آنها می شود.





۳) لقی بیش از اندازه شاتون و بغل یاتاقانی سر بزرگ شاتون

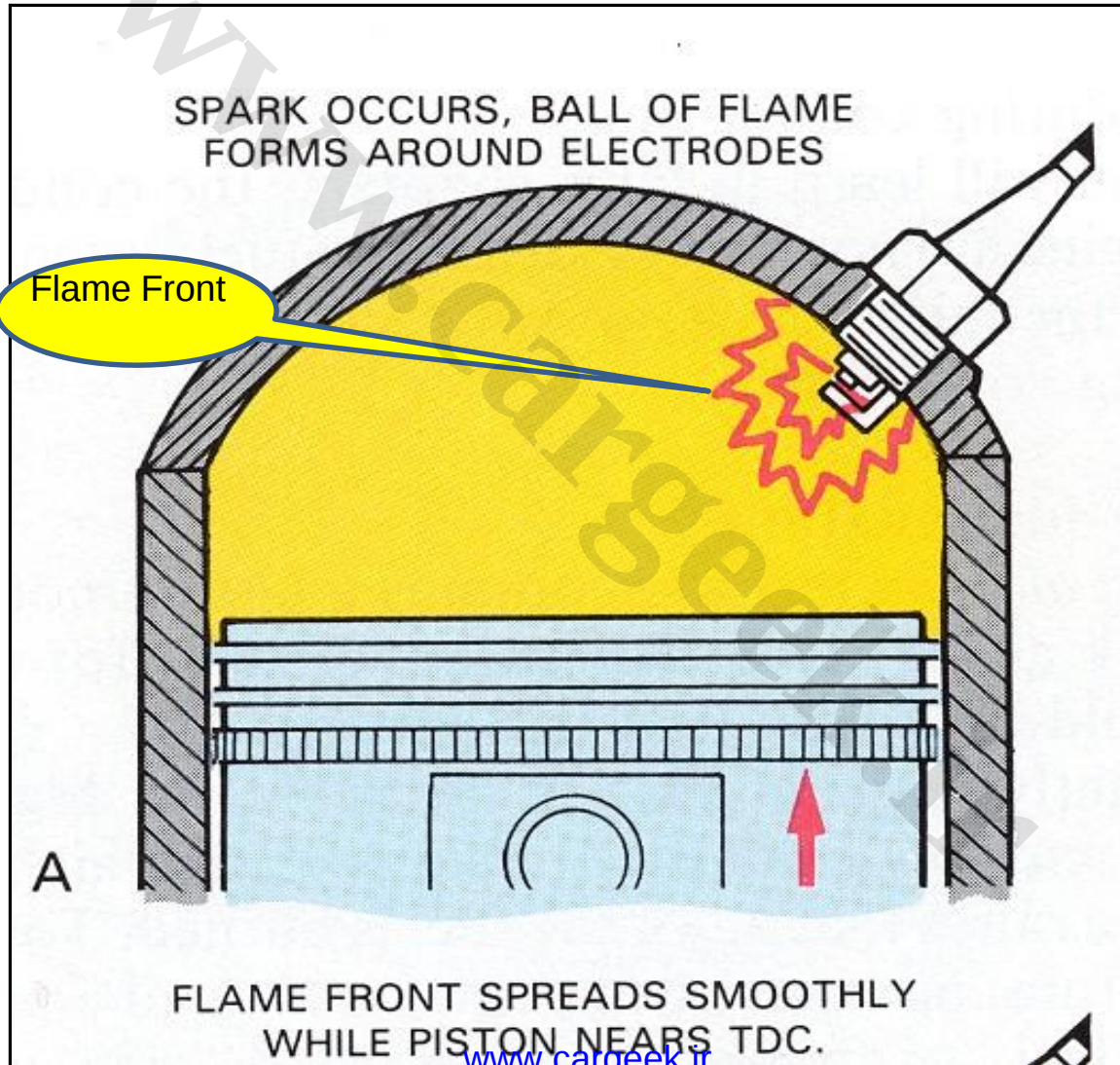
❖ هنگامی که یاتاقان سر بزرگ شاتون بیش از اندازه هائیده می شود ، میزان انحراف شعاعی شاتون بیش از اندازه می شود و باعث بوجود آمدن لرزش بیشهشی (vibration torsion) می گردد و همین موضوع باعث می شود که شاتون شکسته شود و خسارات هنگفتی به موتور وارد کند.



۴) ضربه ناشی از احتراق غیر عادی مانند خودسوزی یا احتراق زود رس می تواند باعث بریدن شاتون شود.

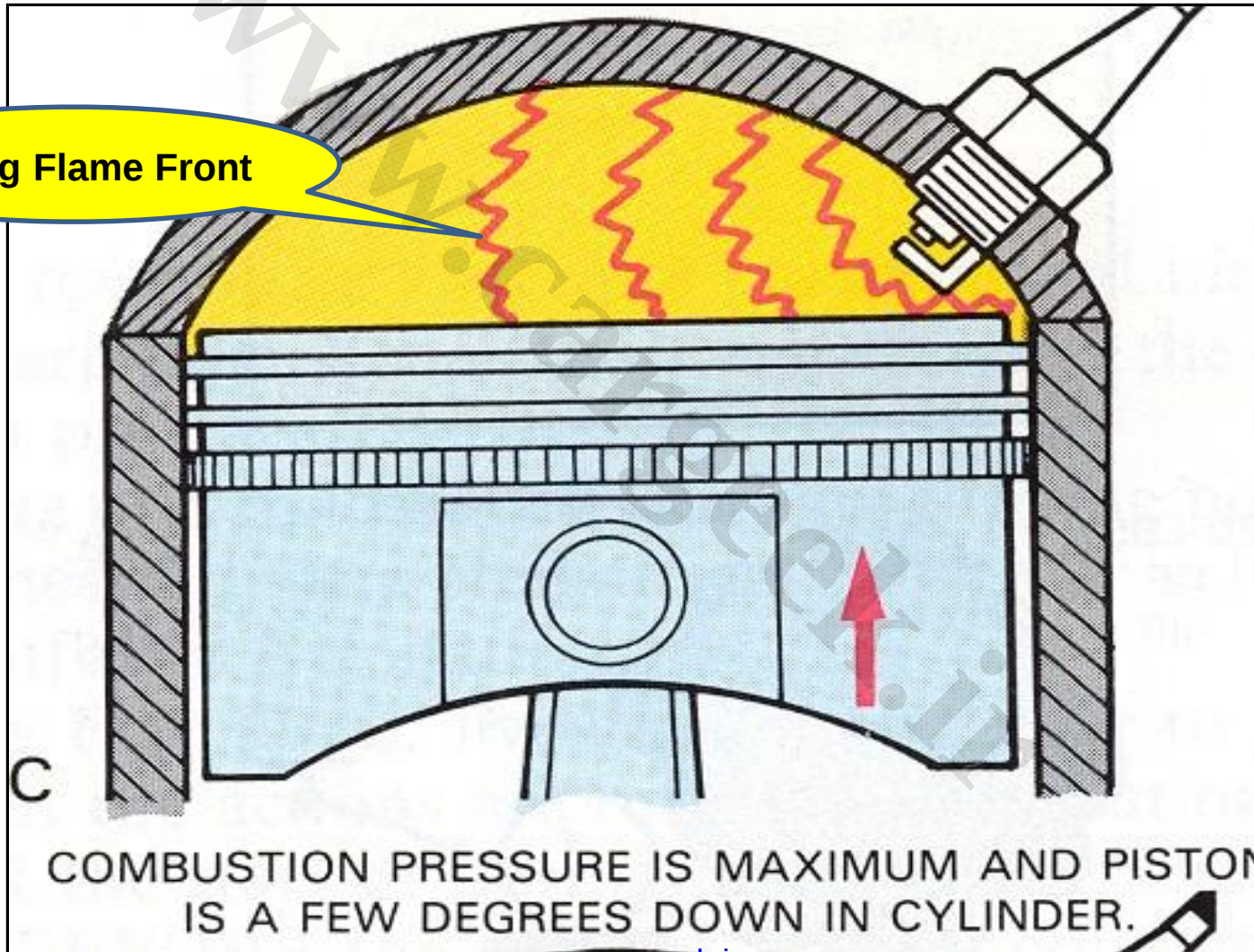


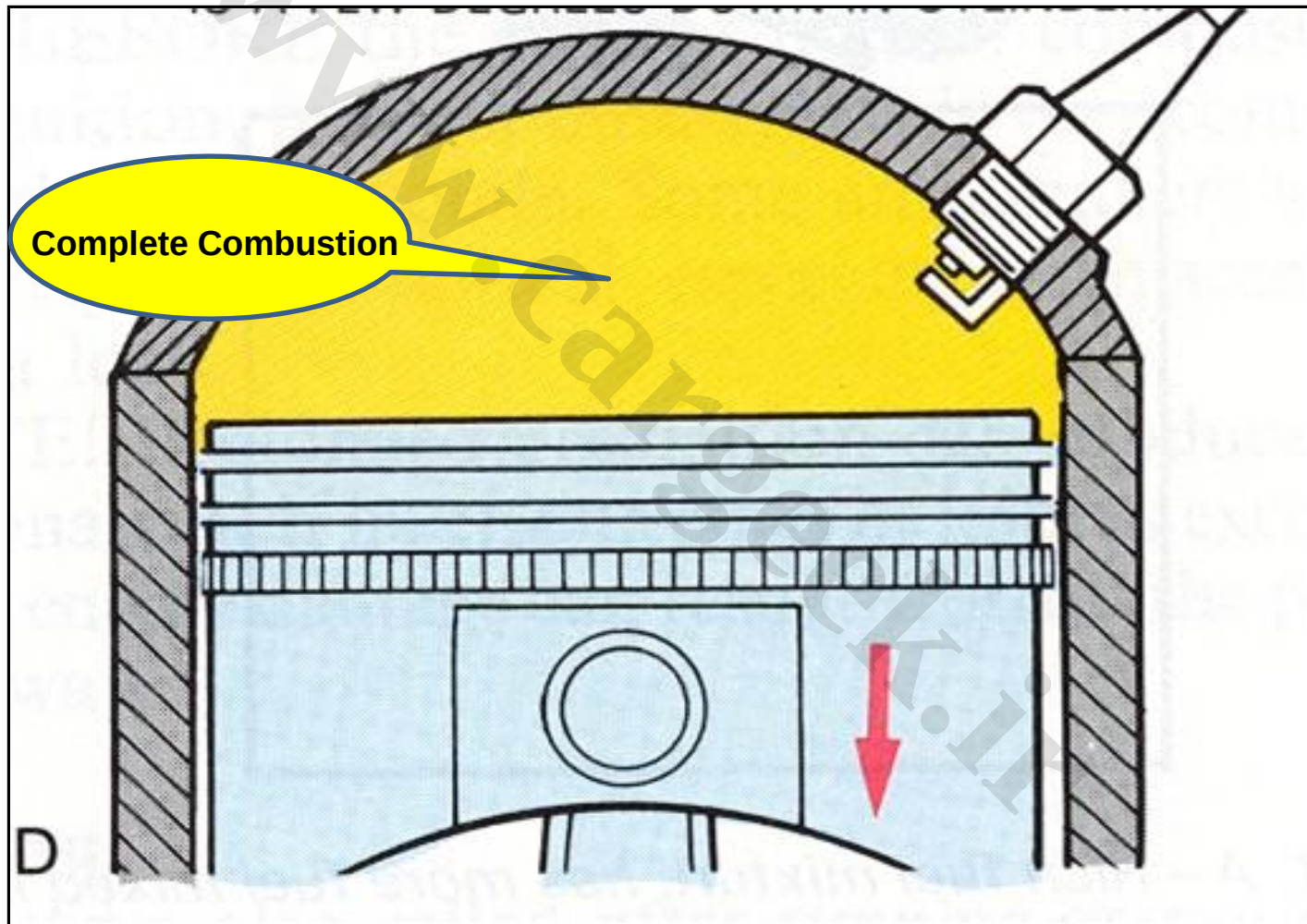
Normal Combustion



Normal Combustion

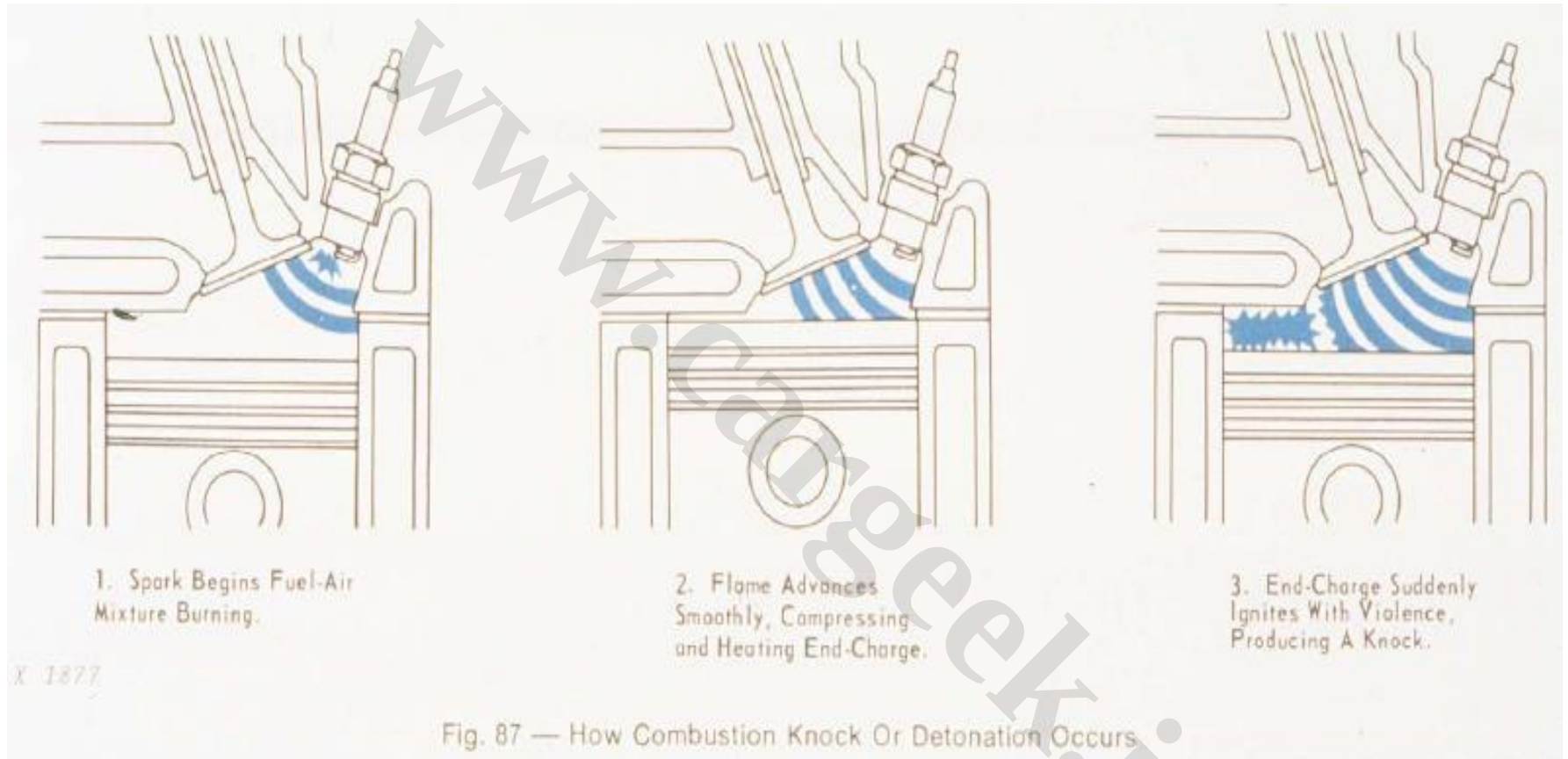
Advancing Flame Front





خود سوزی



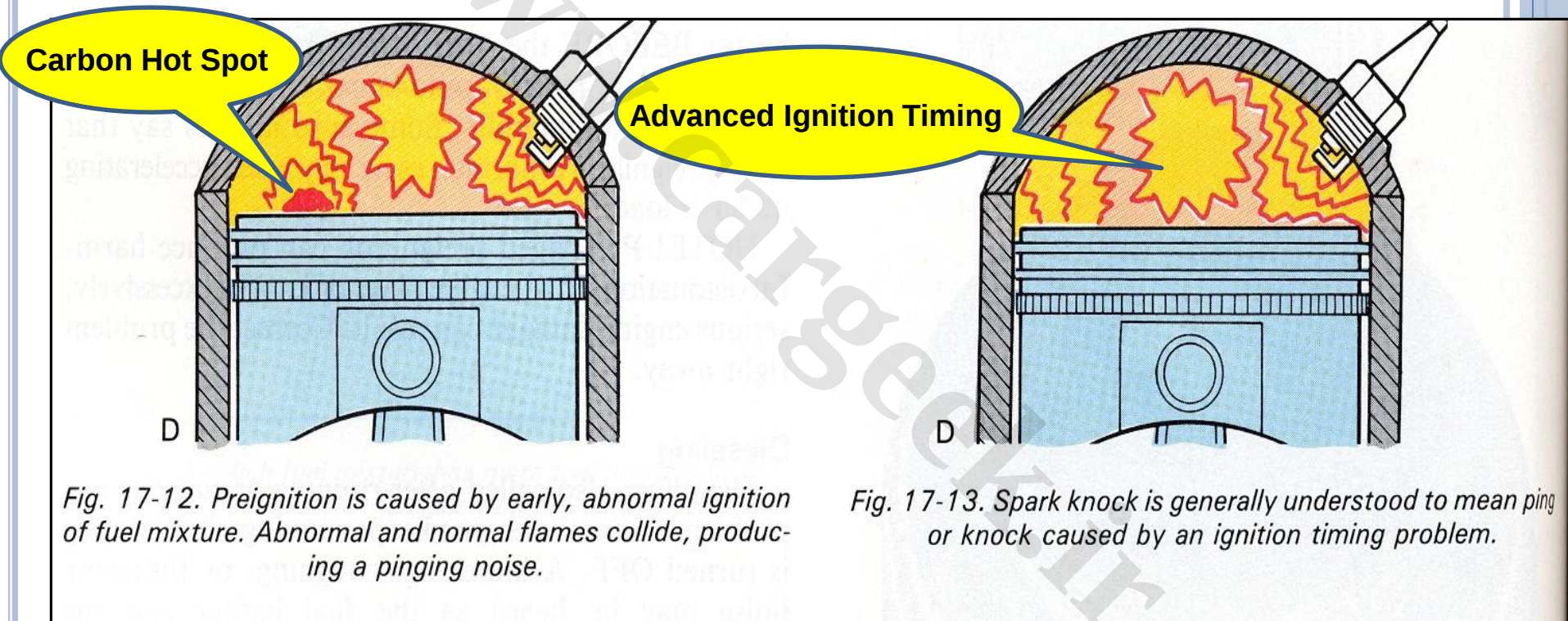


دلایل ایجاد خودسوزی یا دتونیشن:

- سوخت ضعیف کاربراتور
- کمبود اکتان سوخت
- آوانس بودن زیاد زمان جرقه
- زیر بار زیاد قرار گرفتن موتور
- تجمع زیاد کربن و رسوبات در موتور

❖ در این حالت از یکطرف جمع جرقه می زند و از طرف دیگر عوامل دیگر سوخت را محترق می سازد، بنابراین احتراق کنترل نشده ای در موتور تولید می شود.

احتراق پیش رس



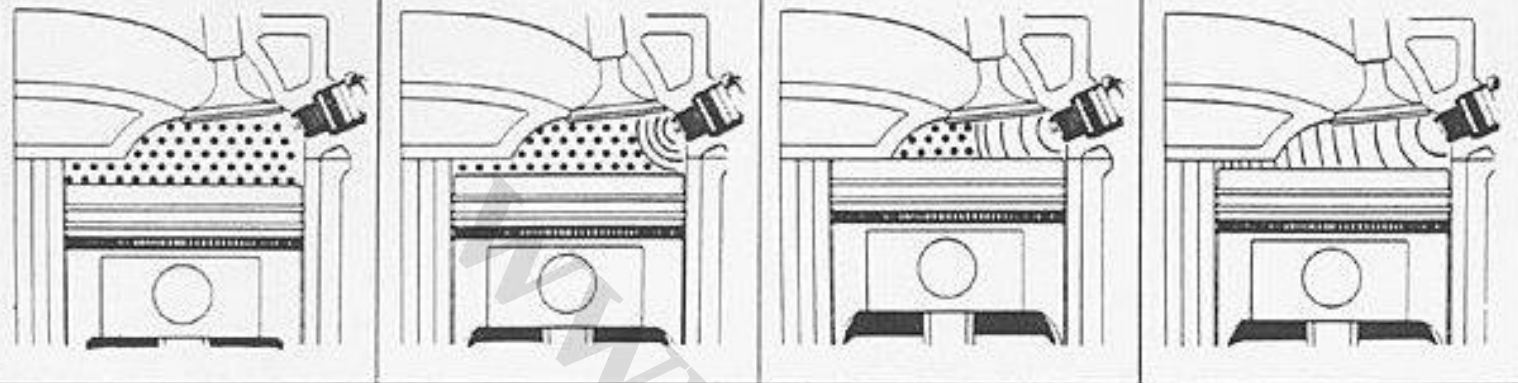
توجه: فراطر جبهه و عملک اطلخ و آن طرفی بر مضمون د نمی کنند .

دلایل ایجاد احتراق زودرس:

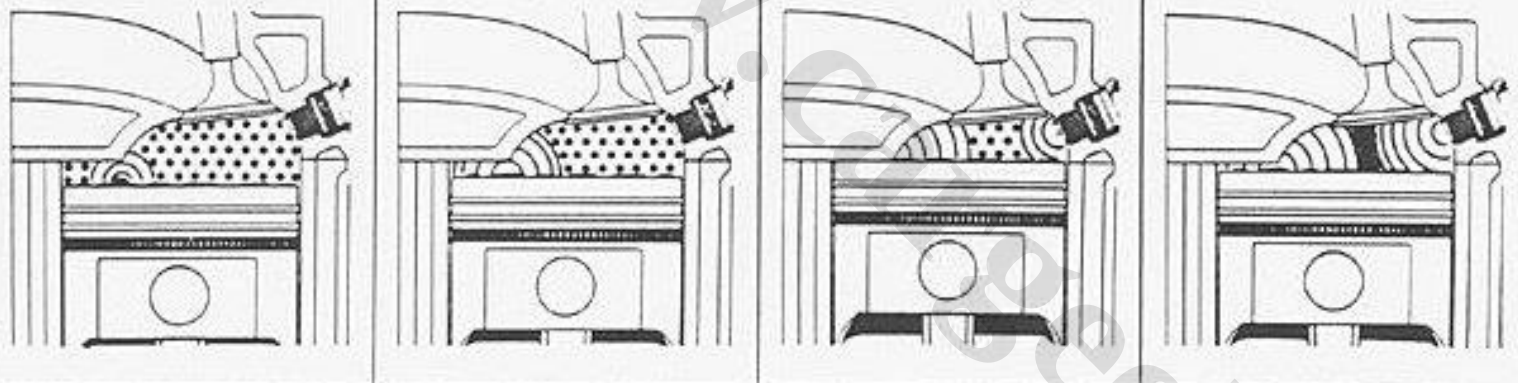
- روبات باقیمانده در کف پیستون و اطراف احتراق و سرخ شدن آنها
- گرم شدن سوپاپ های دود
- ایجاد مناطق گرم به علت خنک کاری ناقص
- گرم شدن بیش از حد پایه شمع
- وجود لبه های تیز در اطراف احتراق
- کمبود اکتان سوخت

❖ احتراق زود رس نیز مانند خودسوزی عمل می کند.

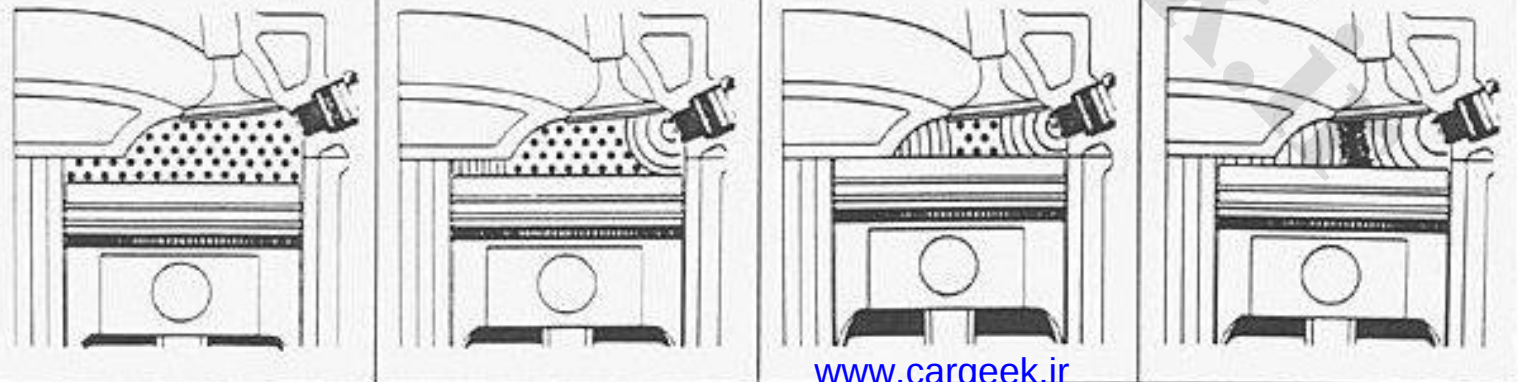
Spark occurs..... .. combustion begins... .. continues rapidly... .. and is completed.



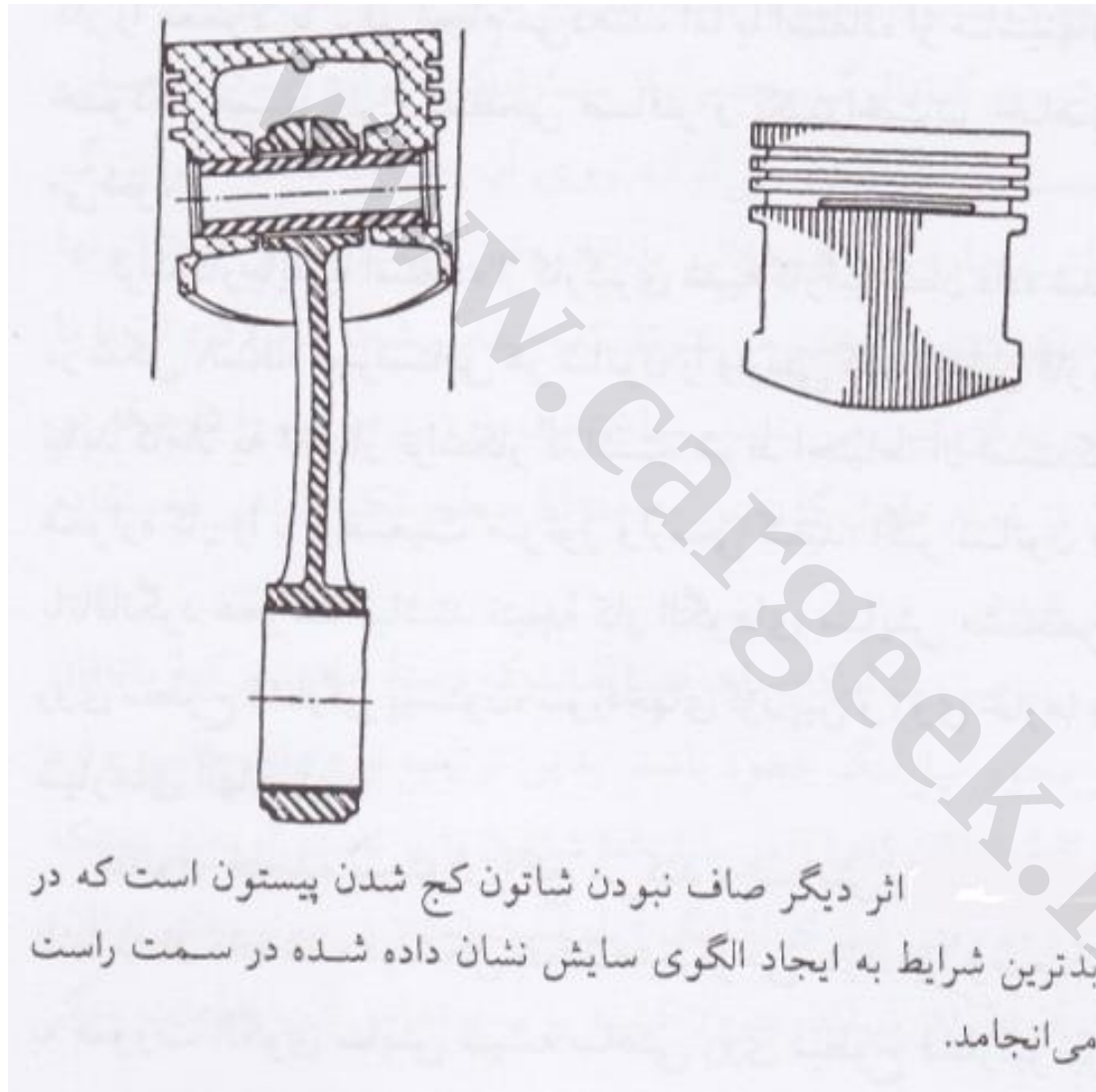
Ignited by hot deposit... .. regular ignition spark... .. ignites remaining fuel... .. flame fronts collide.



Spark occurs... .. combustion begins... .. continues... .. detonation.



۵) عامل دیگر خاتون زدن کج شدن پیستون در اثر سایش سیلندر یا پیستون می باشد.



- ۶) استفاده از ترمز موتوری نیز در ایجاد خستگی روی شاتون نیز موثر است.
- ۷) استفاده از دنده معکوس نامناسب در سرعت های بالا جهت کاهش سرعت عامل مرهم دیگری در شاتون زدن می باشد.



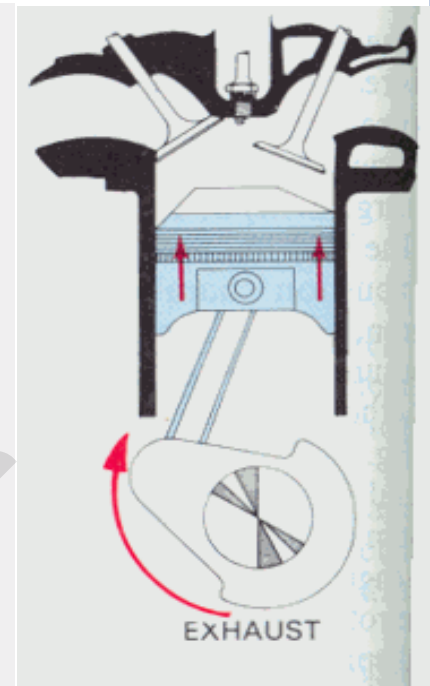
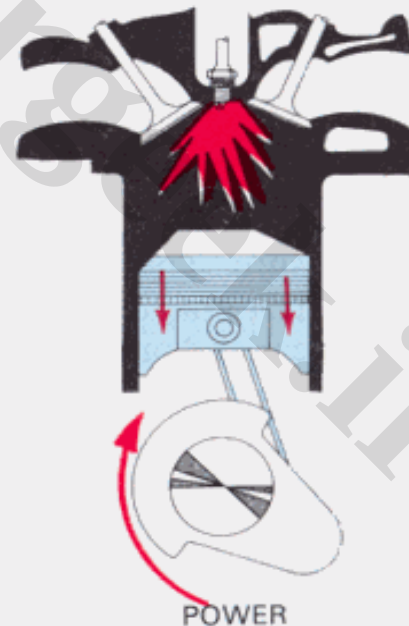
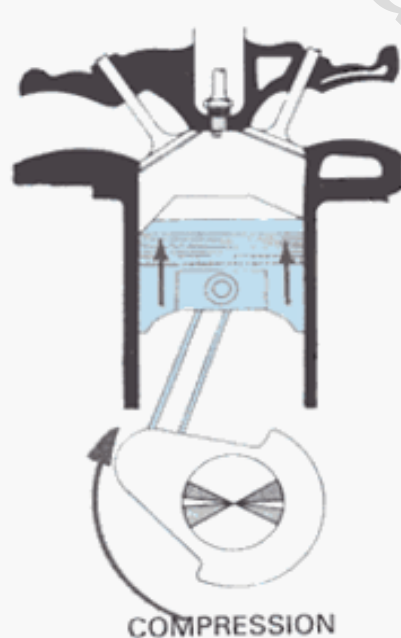
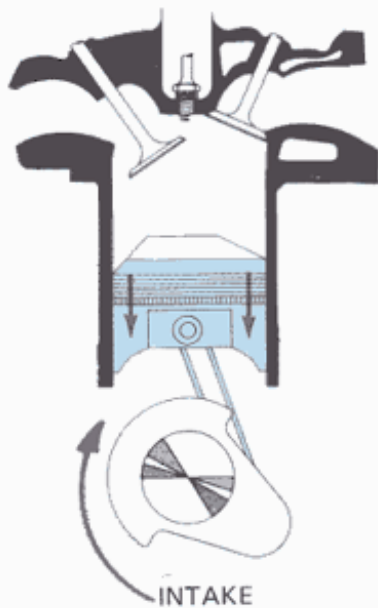
۸) ضربه‌های حاصل از احتراق عادی نیز به مرور زمان باعث وارد شدن فشار به شاتون شده و ایجاد خستگی می‌کند.

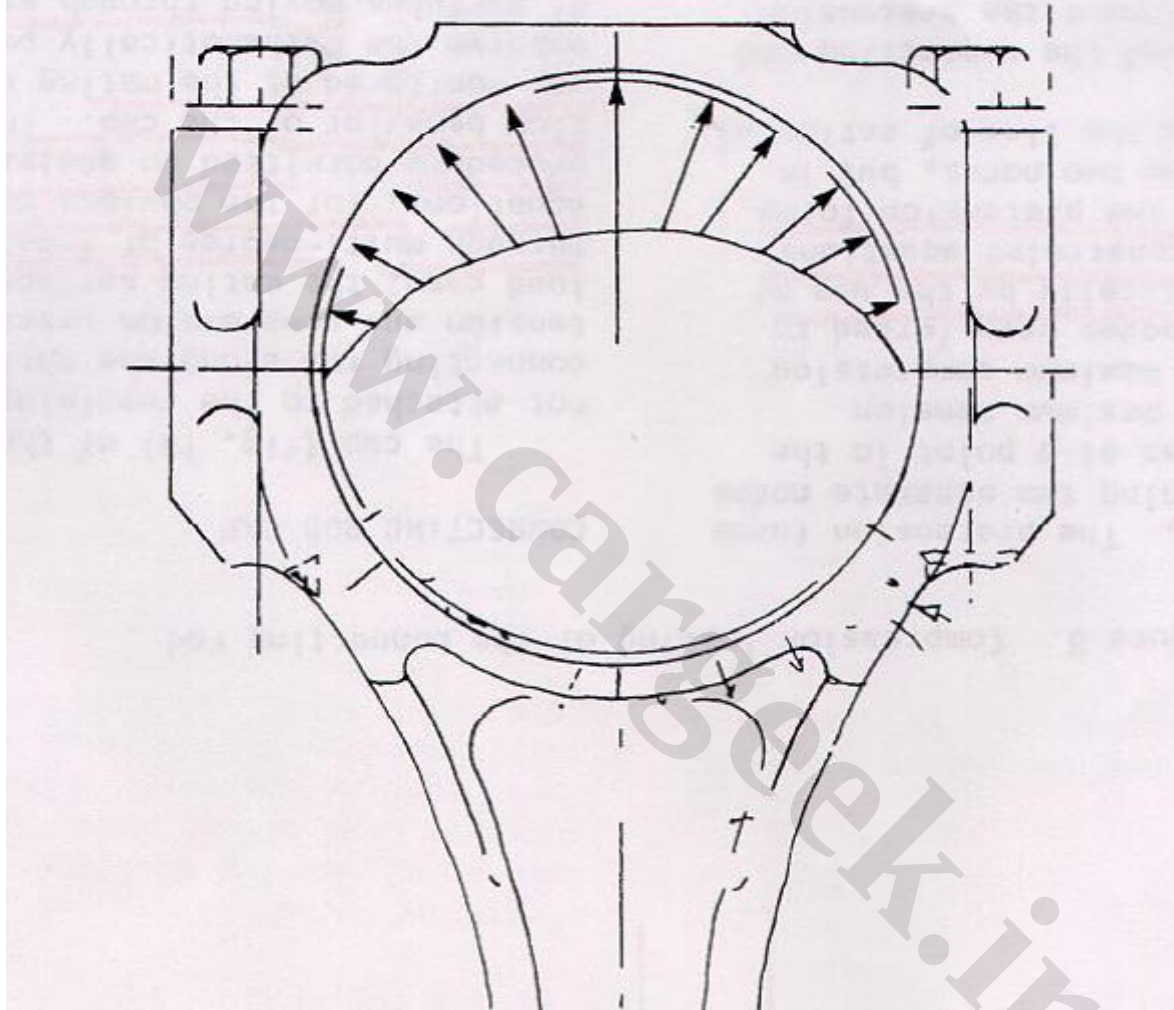
● جهت حرکت‌های انتقالی توسط ۴ کورس پیستون:

● بار گشتاوری

● بار فشاری

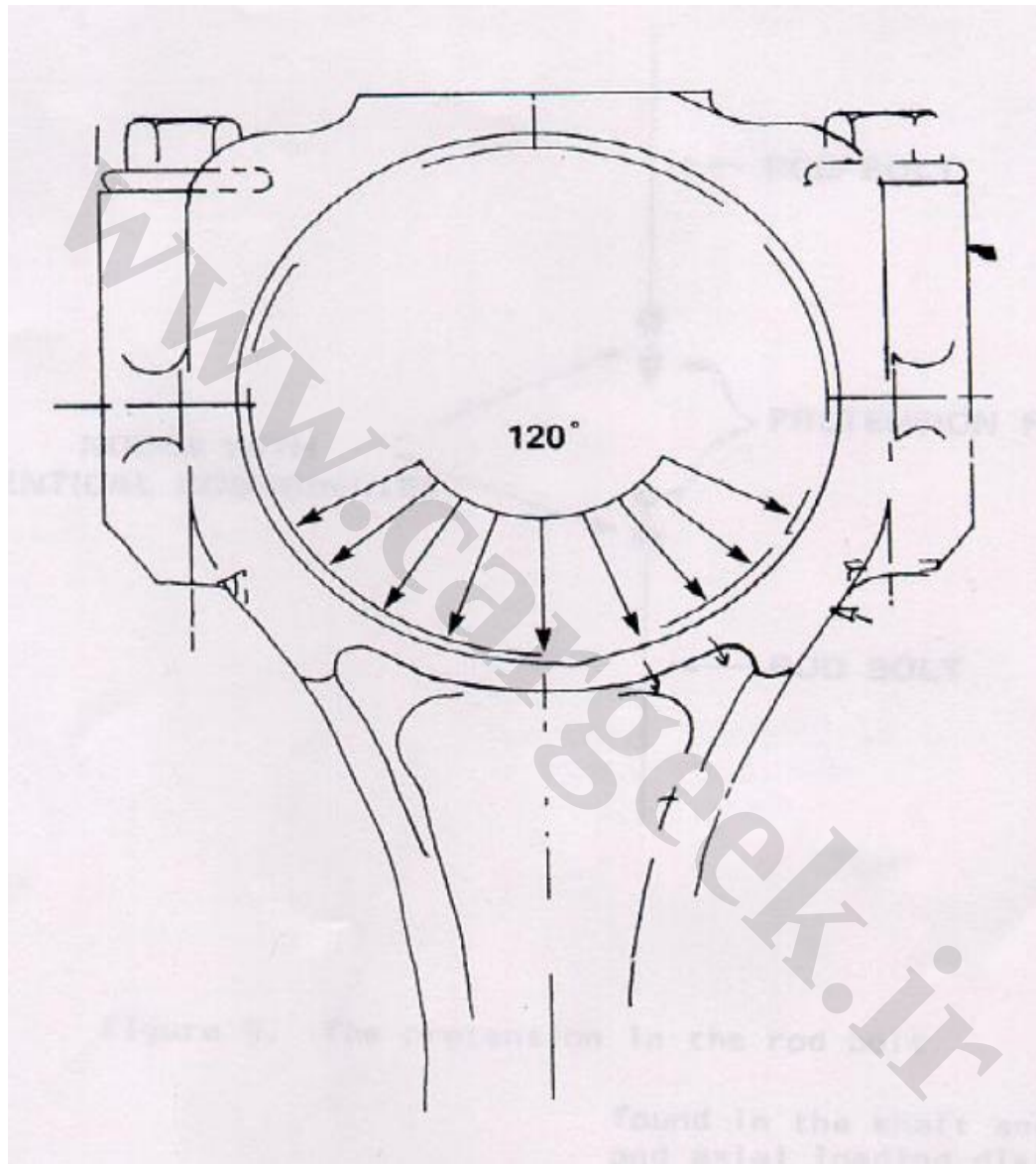
● بار کششی





Tensile Loading



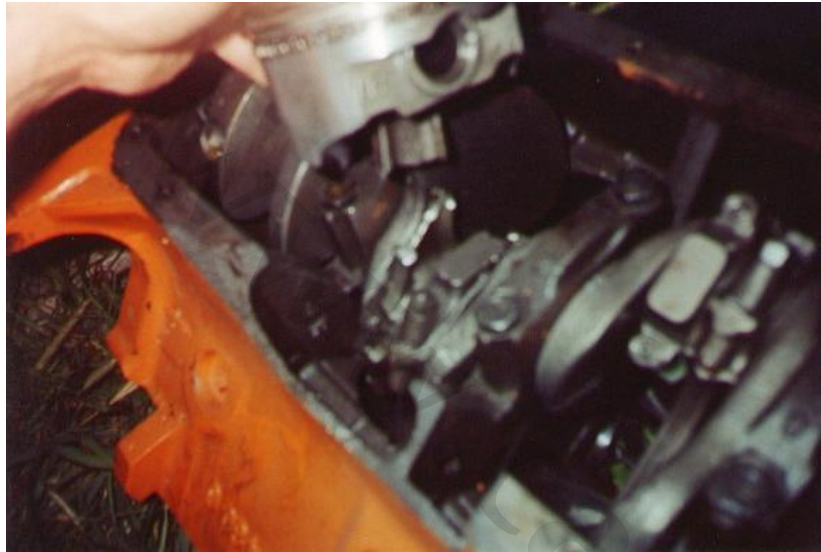


Compressive Loading

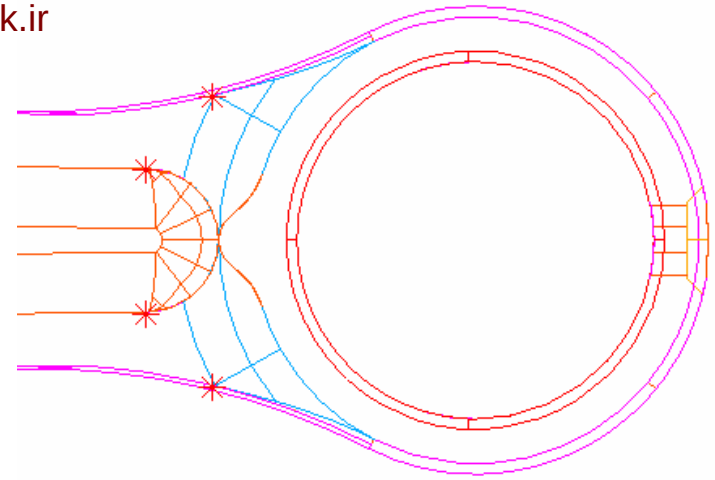
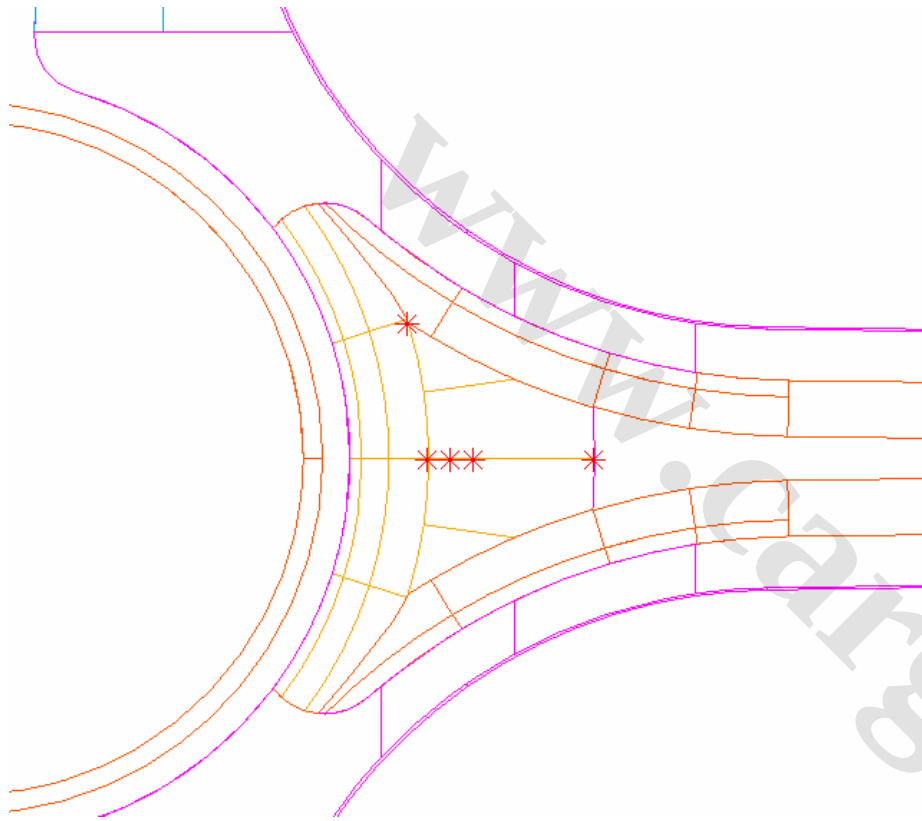


WHEN REGULAR RODS GO BAD

www.CarGeek.ir

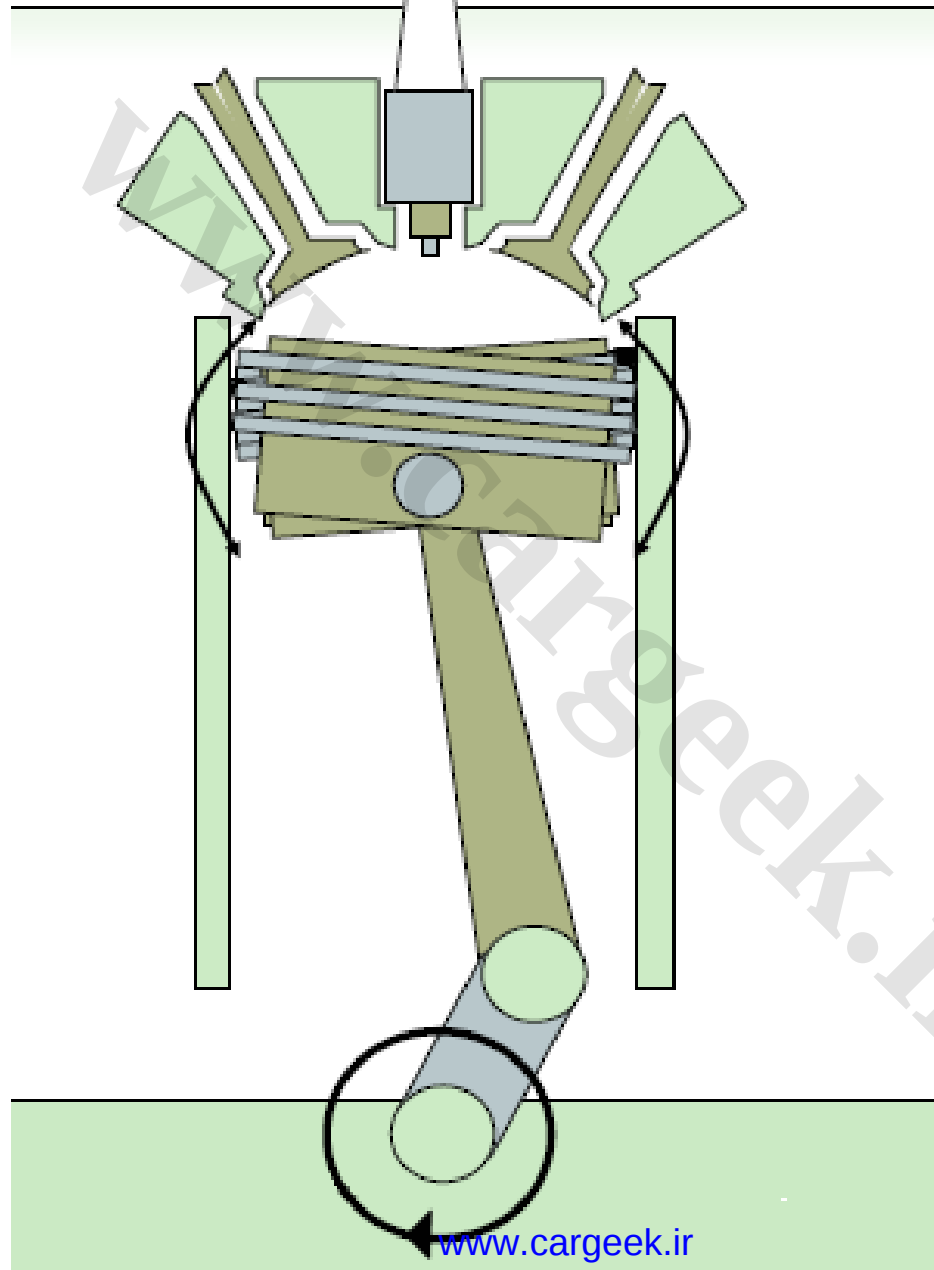


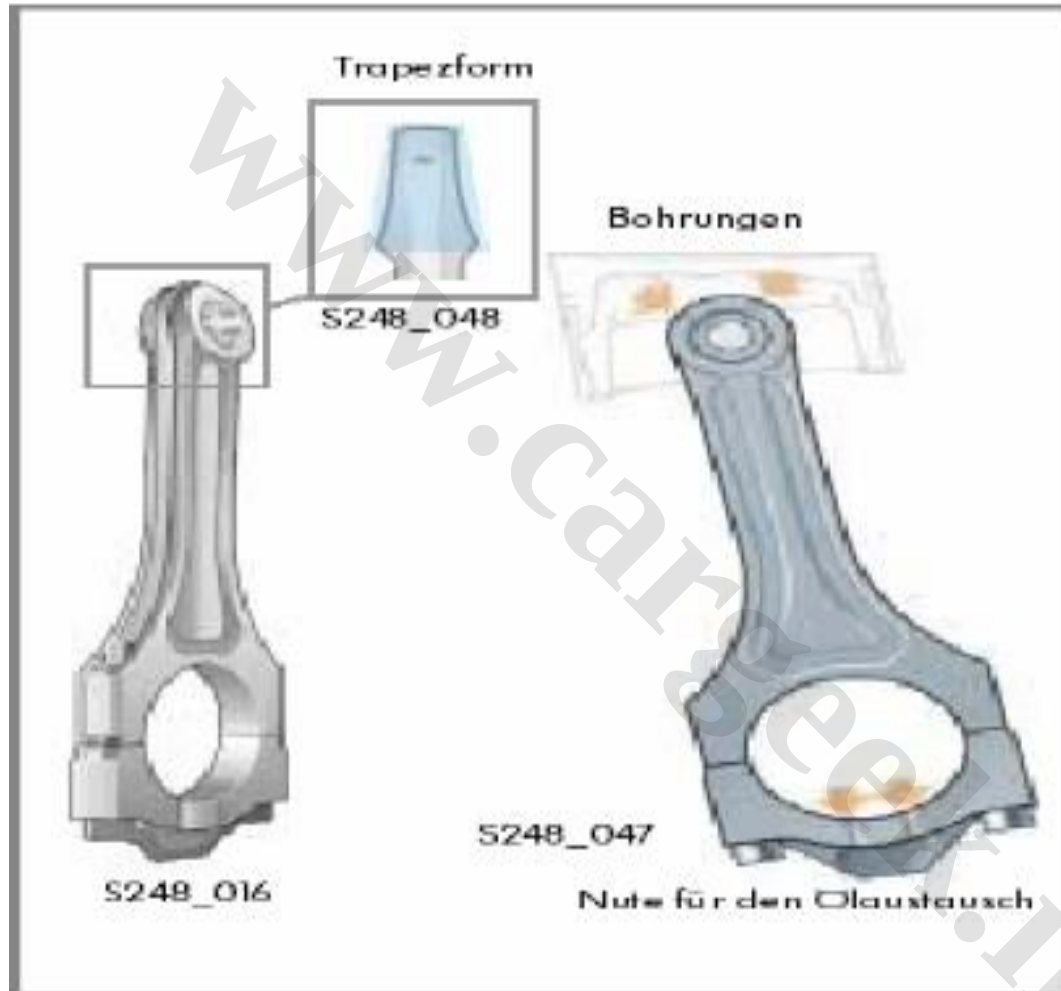
www.cargeek.ir



Piston Slap or rock

www.CarGeek.ir





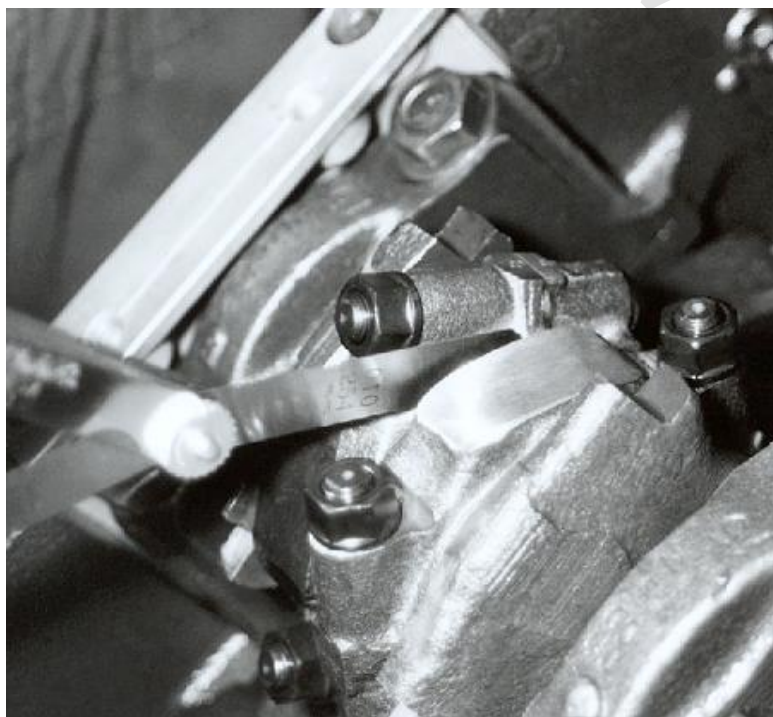
- در بعضی مواقع طراحی غلط موتور باعث افزایش تنش در شاتون می شود.
- ❖ میدانیم که هر چه تعداد یاتاقانهای ثابت بیشتر باشد، لرزش موتور کمتر شده و نیروهای وارده از طرف میل لنگ به دسته پیستون کاهش می یابد.

راههای کاهش پدیده خاتون زدن:

- هر چه سطح خاتون ها صاف و صیقل تر باشد، دیرتر ترك می خورند.



- برای جلوگیری از بروز این مشکل باید یاتاقان سر بزرگ خاتون را هرگاه که موتور باز می شود مورد بررسی و اندازه گیری قرار گیرد و میزان لقی یا همان clearance آن را مورد اندازه گیری قرار گیرد. برای این کار از یک فیلر گیج استفاده می شود که آن را بین خاتون و یاتاقان قرار می دهند و بررسی می کنند که میزان این لقی از مقدار مجازی که از طرف سازنده در دفترچه تعمیراتی دستگاه داده شده است بیشتر نباشد.

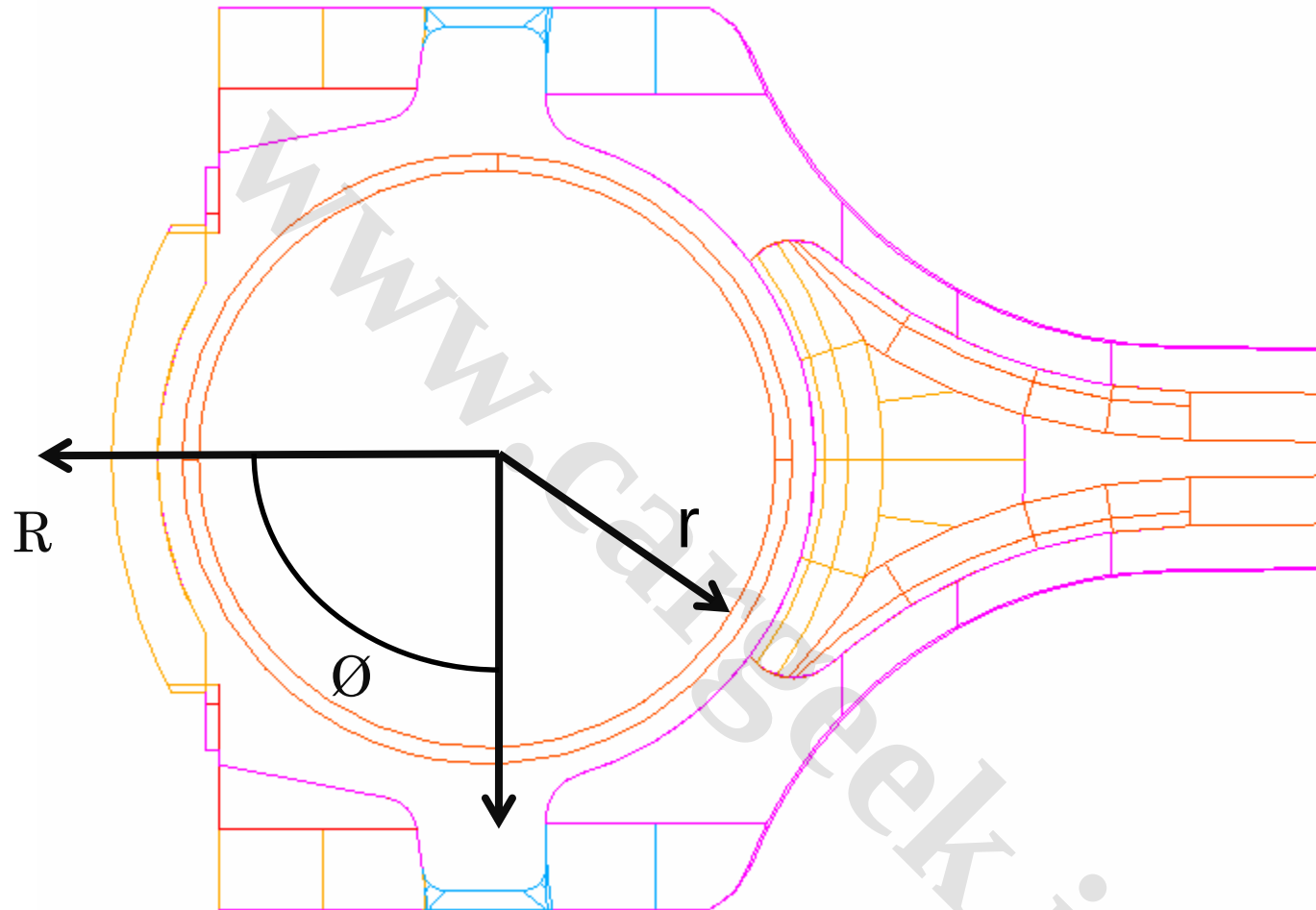


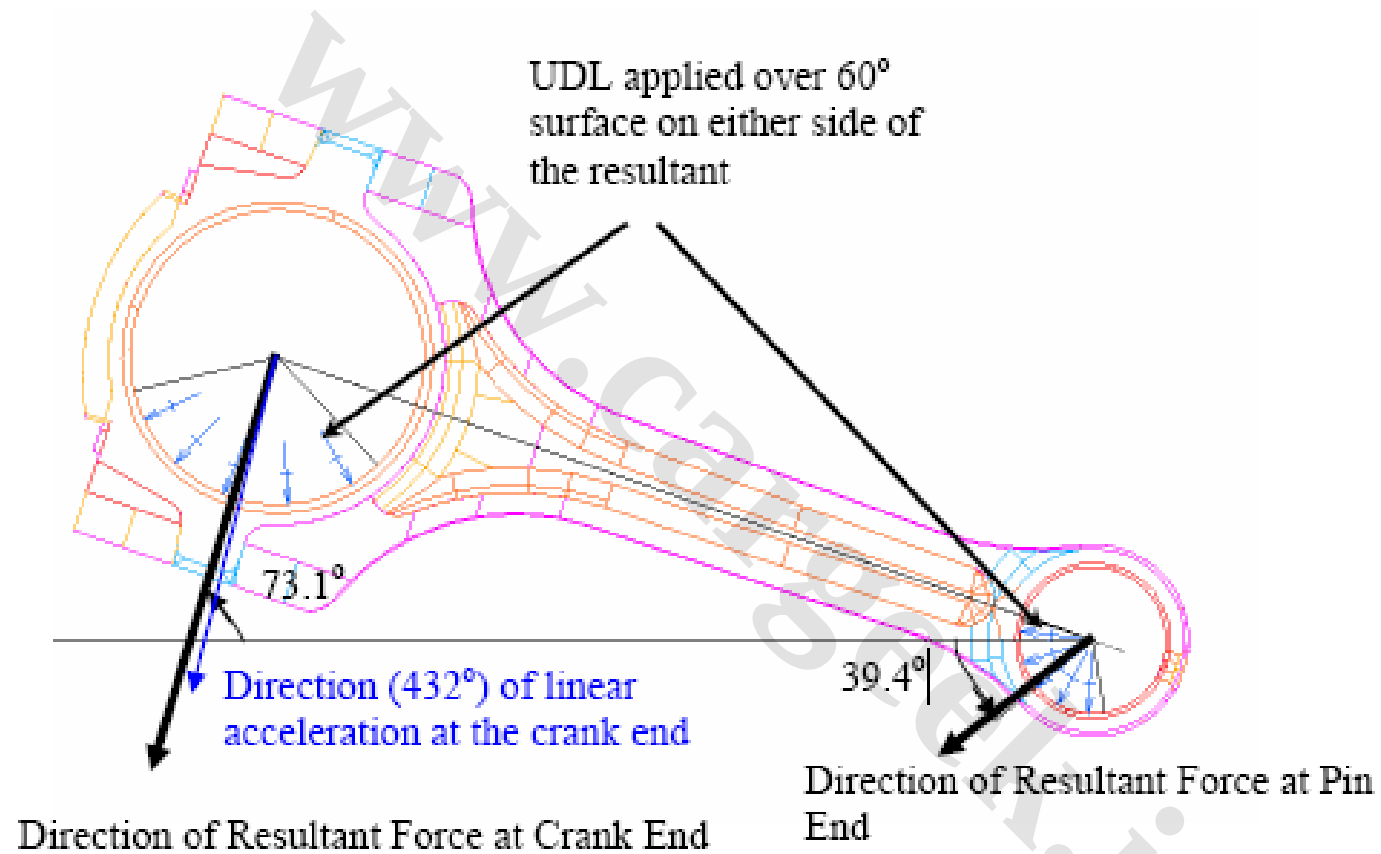


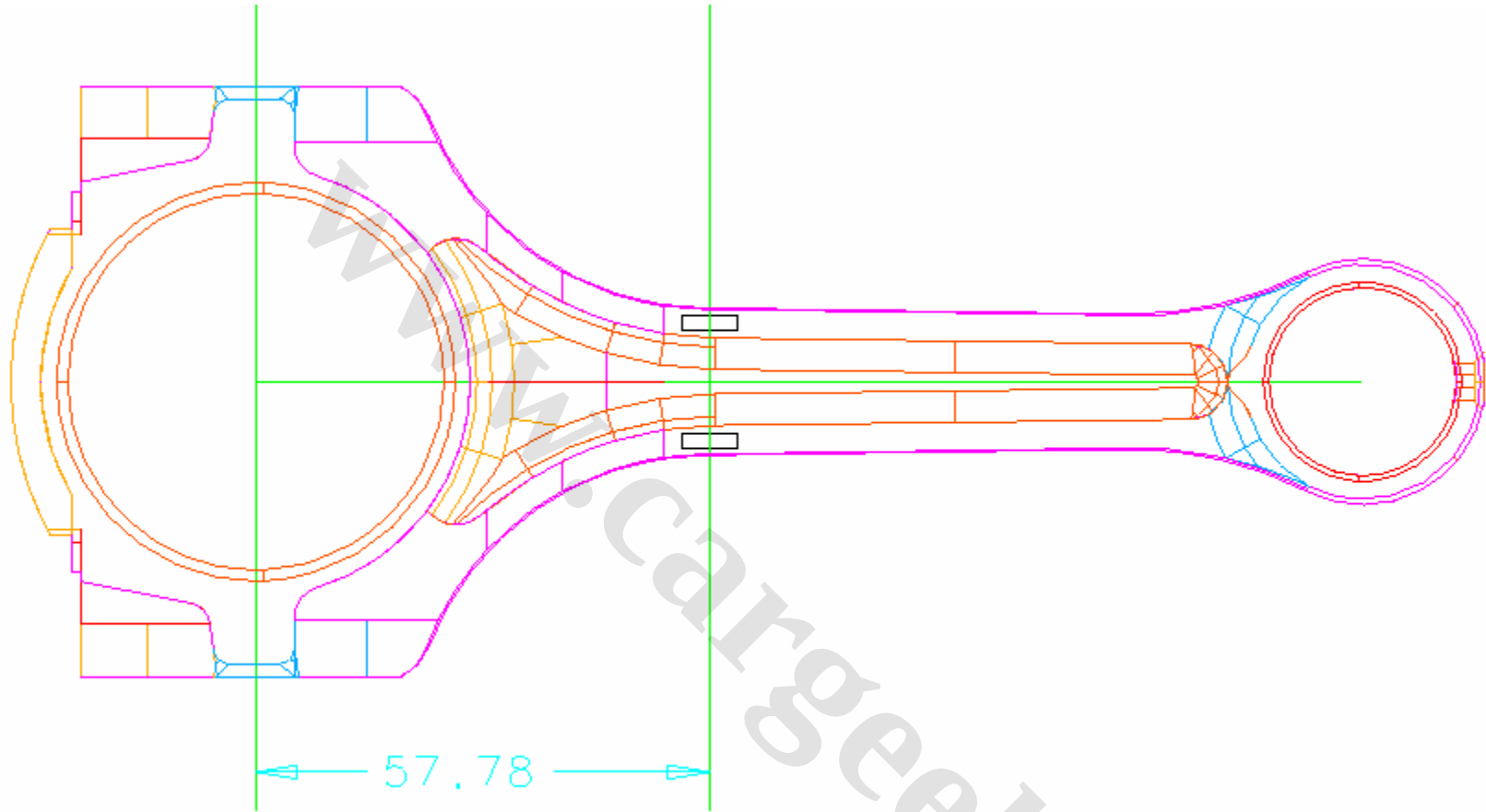


(a) Locations on the connecting rod

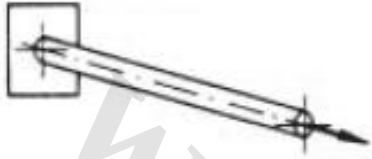
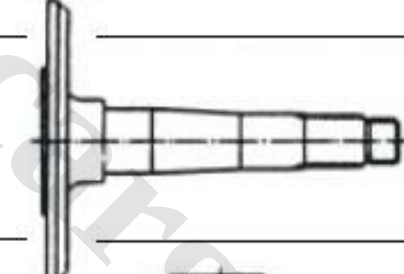








Location of two strain gages attached to the connecting rod. Two other gages are on the opposite side in identical positions.

Tension			Extension Screw
Compression			Connecting Rod
Bending			Axle side
Shear			Bolt
Torsion			Shaft





The End