

# افزایش راندمان و عمر بیرینگهای برنرهای تولید بخار HP و بهبود شعله از طریق اصلاح طراحی

محمد مهدی قیامی<sup>۱</sup>، اسدالله رستگار پور<sup>۲</sup>، سیدرضا قاسمی شهری<sup>۳</sup>

بجنورد، پتروشیمی خراسان  
mmghiami@yahoo.com

## چکیده

با توجه به خرابیهای متعدد برنرهای تولید بخار HP واحد آمونیاک سازی ناشی از برگشت شعله و داغ شدن بیش از اندازه کیسینگ و در نتیجه خرابی بیرینگهای محور آن، که منجر به کاهش تولید 60 الی 80 تن بخار در ساعت به دلیل از سرویس خارج شدن برنر و حد اقل 10 ساعت زمان تعمیر آن می شد، کار تحقیقاتی و بررسی اشکالات طراحی و ساخت برنر آغاز شد که در نتیجه با تغییر زاویه سوراخهای گاز خروجی از نازلهای برنر و بهینه سازی تعداد و قطر آنها باعث ایجاد محدوده یکنواخت سوخت حول محور چرخش و عمود بر مسیر جریان هوا و اختلاط بهتر سوخت و هوا گردید که در نتیجه با افزایش ضریب اختلاط گاز و هوا، راندمان بیشتر، شعله بهتر و با فاصله مناسب از کیسینگ برنر و در نتیجه افزایش عمر قطعات برنر به خصوص بال بیرینگهای محور حاصل گردید. همچنین با تغییر زاویه خروج گاز از نازلهای برنر باعث افزایش انتقال حرارت تشعشعی به تیوبهای بویلر و کاهش بسیار زیاد Hot Spot تیوبها و افزایش عمر آنها شده اثرات موثر این تغییر در احتراق بهتر و کاملتر در آنالیز محصولات احتراق خروجی از Stack بویلر کاملاً مشهود گردید.

واژه های کلیدی: برنر - نازل - هوزینگ - بلید - مومنتوم - تشعشع - احتراق

## 1- مقدمه

برنر JOHN ZINC یکی از قسمتهای بسیار مهم بویلر کمکی واحد آمونیاک سازی می باشد که وظیفه اصلی آن تأمین حرارت مورد نیاز کویلهای بویلر جهت تولید بخار فشار بالا (HP) می باشد. لذا از سرویس خارج کردن بویلر جهت انجام عملیات تعمیراتی مستلزم صرف هزینه های زیاد می باشد. همچنین بر اساس گزارش ارسالی از شرکت ANTISS مبنی بر عدم معامله شرکت JOHN ZINC با شرکتهای ایرانی و تحریم اقتصادی آمریکا و به علت خرابیهای پی در پی برنر ناشی از جام کردن و خرابی بیرینگهای محور آن تصمیم به بررسی و تحقیق در مورد عوامل ایجاد اشکال، اصلاح طراحی و ساخت و در صورت امکان ساخت مجموعه کامل برنر گرفته شد. با مطالعه و بررسیهای متعدد از نحوه چگونگی تشکیل شعله مشخص شد که به علت بک زدن شعله و داغ شدن بیش از اندازه کیسینگ برنر و بیرینگهای داخل آن باعث از کارافتادگی برنر می شد که علت اصلی ایجاد این مشکل طراحی نامناسب سوراخهای خروج گاز نازلهای برنر تشخیص داده شد.

<sup>۱</sup> - مهندس مکانیک (ریاست سرویسهای تعمیراتی و کارگاه مرکزی پتروشیمی خراسان)

<sup>۲</sup> - مهندس شیمی (مدیریت عامل و رئیس هیئت مدیره)

<sup>۳</sup> - مهندس مکانیک (ریاست مجتمع)

با اصلاح و تغییر زاویه سوراخهای گاز خروجی نازلهای برنر و بهینه سازی قطر و تعداد آنها که منجر به افزایش ضریب اختلاط گاز و هوا و احتراق کاملتر و مناسبتر شعله گردید که در نتیجه این طراحی جدید، راندمان و عمر قطعات برنر به خصوص بیرینگهای محور افزایش یافت. با مهندسی معکوس و تهیه نقشه های مناسب ساخت و اعمال طراحی جدید در نقشه ها اقدام به ساخت کامل برنر شد که در حال حاضر تعداد چهار عدد برنر به طور کامل ساخته شده که با راندمان بهتر و عمر کاری بیشتر در سرویس می باشد.

در این مقاله در ابتدا به شرح کامل قطعات مختلف برنر، محاسبات مربوط به اندازه حرکت (MOMENTOM) و تأثیر آن بر سرعت چرخش برنر و شرح مکانیزم حرکت برنر پرداخته می شود. سپس با تشریح مراحل ساخت برنر، محاسبات مربوط به طراحی و ساخت، چگونگی انتخاب متریال مناسب و آنالیز آنها و نحوه و محاسبات بالانسینگ برنر پس از ساخت پرداخته میشود. سپس به تأثیرات تغییر زاویه خروج گاز از نازلها بر انتقال حرارت تشعشعی به تیوبهای بویلر و کیفیت محصولات احتراق پرداخته می شود. در پایان با مقایسه هزینه های خرید خارج با هزینه های ساخت در داخل مجتمع به میزان صرفه جویی ارزی پروژه پرداخته می شود.

## 2- شرح کارکرد قطعات برنر

برنر JOHN ZINK از بخشهای مختلفی تشکیل شده که به شرح زیر است :

FAN & SPIDER  
NOZZLE  
BLADE  
CONE  
SHAFT  
HOSING  
LABIRENTH SEAL  
WENT PIPE  
JOINTS AND BOLTS

### NOZZLE -2-1

نازل تشکیل شده از یک قطعه مخروطی شکل با شیب  $2/5$  دارای دو ردیف سوراخ که در ردیف اول تعداد 15 عدد و ردیف دوم تعداد 6 عدد که با زاویه معینی نسبت به ردیف اول ساخته شده است. گاز ورودی به برنر با فشار تقریبی 2.5 bar پس از عبور از قسمت INLET HOUSING وارد CONE و از آنجا وارد نازلها می شود و خارج می گردد. (رجوع به نقشه (D\_1).

سوراخهای ردیف اول به دو منظور تعبیه گردیده است:

1- چرخش محور برنر : گاز مصرفی برنر هنگام خروج از نازل دارای سرعت ( V ) دبی ( Q ) و جرم حجمی ( ρ ) معینی هستند و طبق قانون مومنتوم در سیالات نیروی F بر نازلها اعمال میگردد که طبق رابطه  $F = \rho \cdot QV$  که خلاصه شده رابطه کلی مومنتوم:

$$F = F_s + F_b = d/dt((\text{integ.})_{Sc.v} V \rho dV) + (\text{integ.})_{Sc.s} VPVdA$$

نیروی اعمال شده بدلیل واقع شدن در فاصله معینی از محور شافت گشتاور حول محور ایجاد میکند بدیهی است برای ایجاد حداکثر گشتاور باید زاویه بین سوراخها و محور عرضی نازل ها صفر باشد.

$$T_N = f.r = (f_x i + f_y j) \cdot (r_x i + r_y j)$$

$$T = f_x \cdot r_x i + f_y \cdot r_y j$$

$$T = F \cos \alpha \cdot r_x i + F \sin \alpha \cdot r_y j$$

برای داشتن حداکثر گشتاور به محور  $T_{max} = F_y \cdot d_1$

$$\alpha = 0 \rightarrow F \sin \alpha \cdot r_y j = T_x \rightarrow T_x = 0$$

$$T_{max}, T = T_{max1} + T_{max2} + \dots + T_{maxn}$$

(نیروی ایجاد شده توسط گاز خروجی در جهت محور X ها  $F_x$ )

(نیروی ایجاد شده توسط گاز خروجی در جهت محور Y ها  $F_y$ )

(فاصله عمودی ناحیه خروج گاز از محور X ها  $r_x$ )

(فاصله عمودی ناحیه خروج گاز از محور Y ها  $r_y$ )

(زاویه بین نیروی F و  $F_y$ )

(گشتاور ایجاد شده حول محور X ها  $T_x$ )

(گشتاور ایجاد شده حول محور Y ها  $T_y$ )

(تعداد نازلها = n)

(گشتاور کل وارد به spider  $T_n$ )

2- ایجاد محدوده یکنواخت سوخت حول محور چرخش و عمود بر مسیر جریان هوا برای اختلاط بهتر سوخت و هوا جهت احتراق.

سوراخهای ردیف دوم بر روی نازلها جهت افزایش ضریب اختلاط گاز و هوا مورد استفاده قرار میگیرد. عواملی که بر روی افزایش این ضریب تأثیر گذار می باشند عبارتند از:

1- تعداد سوراخها

2- قطر سوراخها

3- زاویه نسبی سوراخهای ردیف اول نسبت به ردیف دوم

لازم به ذکر است، عامل سوم تأثیر بیشتری بر روی این ضریب دارد و بوسیله آزمایش و اندازه گیری آزمایشگاهی قابل دستیابی است و در صورت بهینه سازی باعث افزایش راندمان برنر میگردد.

## 2-2-2 BLADE

کار عمده BLADE ها:

1- تأمین بخشی از هوای مورد نیاز جهت احتراق سوخت

2- ایجاد آشفته گی و حرکت چرخشی به هوا جهت افزایش ضریب اختلاط

برای تأمین نمودن هوای مورد احتیاج جهت احتراق سوخت با توجه به دودیا سرعت زاویه ای محور برنر چند فاکتور در طراحی BLADE باید مد نظر قرار گیرد:

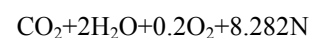
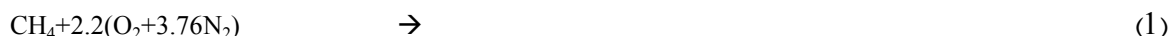
1- شکل هندسی BLADE از جمله طول، عرض و ضخامت

2- پروفیل سطح مقطع BLADE ها

3- زاویه BLADE ها

4- تعداد BLADE ها

اگر فرض کنیم که تمام درصد سوخت برنر متان است واکنش سوختن متان با هوا بصورت زیر میباشد:



پس بازاء هر مول گاز متان یا سوخت 2/2 مول هوا مورد نیاز است که با طراحی مناسب BLADE ها قابل دستیابی است

(رجوع به نقشه D\_2)

### 2-3- CONE

استوانه ای مخروطی شکل است که نازلها و پره ها بر روی آن تعبیه میگردند و حرکت چرخشی حاصل از نازلها رابه شافت برنر انتقال می دهد. (رجوع به نقشه D\_3).

### 2-4- SHAFT

شافت برنر صرفاً امکان چرخش BLADE و NOZZLE ها را حول محور برنر فراهم میکند و در داخل هوزینگ بوسیله دو عدد یاتاقان BALL BEARING ساپورت میشود.

### 2-5- HOUSING

HOUSING بدنه برنر محسوب میشود که اتصال دهنده اجزاء مختلف برنر از جمله SHAFT و INLET HOUSING و SPIDER و مجرای عبور گاز ورودی به برنر است. (رجوع به نقشه D\_4)

### 2-6- LABYRENTH SEAL

برای جلوگیری از نشت گاز ورودی برنر به بیرون محدوده HOUSING است که خطر آتش سوزی را از دید می دهد. (رجوع به نقشه D\_5)

### 2-7- VENT PIPE

VENT PIPE جهت تخلیه گازهای نشت شده از LABYRENTH هاست بطوریکه دهانه لوله در جهت مخالف جریان هوا قرار گرفته که با ایجاد فشار منفی در دهانه لوله باعث تخلیه گازها در محدوده بیرینگها می شود. دیگر قسمتهای برنر نقش حاشیه ای و فرعی را ایفا میکنند. از جمله اتصالات و BOLT ها که احتیاج به شرح نمی باشد.

## 3- فرایند ساخت قطعات برنر

برای ساخت قطعات برنر اولین قدم تشخیص متریاال هریک از قطعات بود که این امر توسط اداره بازرسی فنی توسط METAL SCAN محقق شد. باتوجه به شرایط کاری هر قطعه از متریاال مخصوصی ساخته شده که به شرح ذیل می باشد:

جدول 1

قطعه	متریال	آنالیز متریال
NOZZLE	S.S 304H	C≤0.08 Si≤1.00 Mn≤0.02 P=0.045 S=0.03 Cr=18-20 Ni=8-10.5
CONE	S.S 304H	C≤0.08 Si≤1.00 Mn≤0.02 P=0.045 S=0.03 Cr=18-20 Ni=8-10.5
BLADE	S.S 310S	C≤0.08 Si≤1.50 Mn≤0.02 P=0.045 S=0.03 Cr=24-26 Ni=19-22

برای بیان علت استفاده از متریاالهای فوق الذکر در این قطعات خلاصه ای از ویژگیهای عناصر بکار رفته را توضیح

می دهیم:

### الف) منگنز

1- افزایش سختی - تنش تسلیم (yield stress)

2- افزایش عمق سختی

3- در شرایط ضربه ای از نظر سایش  
الف: ضریب هدایت حرارتی را کاهش می دهد  
ب: پایداری فاز آستینیت را در مقابل خوردگی

### ب) نیکل

1- مقاوم در برابر زنگ زدن و باعث افزایش مقاومت در مقابل مواد شیمیائی  
2- باعث افزایش استحکام کششی (tensile stress) و کاهش هدایت حرارتی  
3- استحکام در دماهای بالا و افزایش مقاومت در مقابل سایش

### ج) کرم

1- مقاوم در برابر پوسته شدن  
2- محدوده فاز گاز را محدود کرده و در نتیجه فاز ضریب را افزایش می دهد و باعث پایداری فاز آستینیت در فولادهای آستینیتی می شود.  
از توضیحات فوق الذکر میتوان چنین نتیجه گیری کرد که استحکام فولاد S.S 304H در مقابل حرارت زیاد بوده و با شرایط موجود در نازلها مطابقت و در مقایسه با فولاد S.S 310S از استحکام بالاتری برخوردار است و با توجه به نقشی که BLADE در مکش و تأمین هوا در دماهای بالا و شرایط سایشی که دارند استفاده از S.S 310 در مقایسه با S.S 304 بخاطر مقاومت بیشتر در مقابل سایش منطقی به نظر می رسد.

### 1-3- مراحل ساخت نازلها:

1- مخروط تراشی نازل با شیب  $2/5^\circ$  با خطای کمتر از 20" ثانیه  
2- ایجاد قطر داخلی توسط دستگاه تراش با دقت  $0/02\text{mm}+$  به صورت پله ای  
3- ساخت فیکسچر جهت سوراخکاری بر روی نازلها در دو ردیف 15 و 6 تایی با رعایت زاویه نسبی ، با انحراف از محور کمتر از  $0/5^\circ$  سانتیمتر.

### 2-3- مراحل ساخت CONE:

1- طراحی و ساخت قالب کششی و قالب برشی  
2- تراشکاری قطعه خارجی به اندازه قطر داخل BODY

### 3-3- مراحل ساخت BLADE:

1- ساخت قالب ماهیچه جهت اندازه گیری انحنای BLADE  
2- ساخت فیکسچر مناسب جهت فرم دهی BLADE با انحناء در دو جهت با خطای کمتر از 0/1 mm در ابعاد و  $1^\circ$  در پیچش  
3- ساخت فیکسچر جهت اتصال (جوشکاری) BLADE به BODY

### 4-3- LABYRENTH:

ساخت ابزار مخصوص جهت ماشینکاری شیارهای داخل لایبرنت با دقت ابعادی 0/1 mm و تلرانس قطری 0/02 میلیمتر

### 5-3- مراحل ساخت HOUSING:

بدلیل فراهم نبودن امکانات لازم جهت ریخته گری HOUSING به شکل دو جداره از امکانات شرکت ابتکار سازان مشهد استفاده نمودیم ولی عملیات ماشینکاری آن در کارگاه مرکزی مجتمع انجام گردید. لازم به ذکر است جنس قطعه فوق از چدن می باشد. باقی قطعات برنر بدلیل در دسترس بودن و نداشتن توجیه اقتصادی برای ساخت از بیرون مجتمع خریداری گردیده است. این قطعات شامل BOLT WASHER, CONNECTION, BEARING, BOLT بوده است. قطعاتی مانند BOLT ها از جنس کربن استیل بوده و روش ساخت آنها از طریق فورجینگ انجام می شود و استحکام کششی زیادی در دماهای بالا دارد.

### 4- بالانس نمودن برنر پس از ساخت

فاکتورهایی که برای بالانس نمودن برنر *john zink* مد نظر قرار گرفته عبارتند از :

- 1- دور نامی یا operation
  - 2- وزن برنر
  - 3- grade که معمولاً فاکتور دقت است و با استفاده از جداول موجود در واحد ماشین آلات حساس 2/5 در نظر گرفته میشود
- قطعاتی نظیر برنرهای *john zink* که رزناس یا دامنه ارتعاش آنها بالای دور نامی هستند اصطلاحاً RIGID ROTOR می گویند. بنابراین برای بالانس نمودن آنها لزومی به رساندن دور نامی نمیباشد و با دور پایین تر نیز قابل بالانس کردن هستند ولی در مورد کمپرسورها که رزناس آنها زیر دور نامیشان اتفاق می افتد لزوماً باید با دور نامی بالانس شوند اصطلاحاً این روتورها را به FLEXIBLE ROTOR می شناسند. بعد از تعیین دور ، وزن و grade که معمولاً 2/5 در نظر گرفته میشود با استفاده از جدول ISO 1940-1977 سرعت چرخشی مجاز یا gr.mm/kg را بدست می آورند. برای تعیین مقدار مجاز جرم نابالانسی آنها در جرم کل ضرب میکنند.

مقدار مجاز باقیمانده نابالانسی = وزن دستگاه \* سرعت چرخشی

$$K(\text{gr.mm/kg}) * W(\text{kg}) = X(\text{gr/mm})$$

لازم به ذکر است در تحلیل ارتعاشی و بالانسینگ کردن روتورها تمرکز جرمی روی روتور را بصورت یک صفحه مجزا در نظر میگیرند. اگر در یک روتور دو صفحه یا بیشتر موجود باشد و فاصله بین صفحات از 5 اینچ کمتر باشد این صفحات را یک صفحه جرمی جهت آنالیز ارتعاشی آن در نظر میگیرند. در مورد بالانس برنر *john zink* چون از نوع روتور تک صفحه ای است فاصله بین صفحات را  $E=0.05$  در نظر میگیرند.

### 1-4- ابعاد مورد نیاز جهت تحلیل ارتعاشی برنر

- 1-  $E=0.05$
- 2- فاصله C
- 3- فاصله A
- 4- فاصله B

مرحله بعدی بوسیله دستگاه SHENK H-6V مختصات نقطه نابالانسی ، زاویه های آن و مقدار جرم نابالانسی را با دادن ابعاد فوق الذکر مشخص مینماید و بعد بوسیله اضافه کردن جرم یا سنگ زدن آن دستگاه مورد نظر را بالانس مینمایند.

### 5- اثر تغییر زاویه سوراخهای نازل‌های برنر بر انتقال حرارت تشعشعی (radiation) به تیوبهای بویلر

اصلاحات طراحی انجام گرفته بر روی زاویه خروج گازها باعث توزیع یکنواخت شعله شده بطوریکه طول شعله بلندتر و رنگ آن آبی تر گردیده است.

طبق رکوردهای انجام گرفته از دمای skin تیوبهای بویلر مشخص شد که توزیع یکنواخت دما صورت گرفته و اختلاف دما در یک Area تقریباً از بین رفته و Hot spot مرتفع شده است.

Hot spot منجر به تولید بخار در یک مقطع از لوله، باعث کاهش عمر تیوبها ایجاد پدیده خزش و شوکهای حرارتی خواهد شد. قبل از انجام تغییرات فوق اختلاف دما در یک Area مشاهده می شد که نشانگر عدم توزیع یکنواخت انرژی حرارتی در بویلر بوده است. شکل شعله قبل از تغییرات در ناحیه Burner Tile پراکنده بوده و بیشترین انرژی حرارتی شعله صرف بالا رفتن دمای Burner Tile شده و در نتیجه این عامل موجب بالا تر رفتن دمای یاتاقانهای برنر و در نتیجه گیر کردن و خرابی آنها می شد که با تغییرات صورت گرفته علاوه بر اینکه شکل شعله به صورت کاملاً استاندارد و متراکم در مرکز بویلر شده از شکسته شدن Burner Tile و افتادن آنها بر روی بلید مربوط به برنر و آسیب رساندن به آن جلوگیری به عمل آمد.

با توجه به فرمول انتقال حرارت تشعشعی:

$$Q = \sigma \cdot A \cdot F (T_1^4 - T_0^4)$$

$\sigma$ : ثابت استفان بولتز من ( $\sigma = 5/669 \cdot 10^{-8} \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}^4$ )

A: سطح انتقال حرارت

F: ضریب شکل در تابش

T: دمای مطلق کلوین

و با مقایسه تغییر دمای شعله قبل از اصلاح زاویه خروج گازها از نازل‌های برنر و بعد از اصلاح مطابق داده های ذیل، نسبت انتقال حرارت تشعشعی رسیده به تیوبهای بویلر بعد از اصلاح و قبل از آن ( $Q_2/Q_1$ ) مطابق محاسبات ذیل خواهد بود.

	قبل از اصلاح زاویه خروج گازها	بعد از اصلاح زاویه خروج گازها
دمای شعله	815 °c	850 °c
دمای محصولات احتراق	658 °c	650 °c
دمای سطح تیوبها	350 °c	400 °c
دمای بخار MPS	320 °c	326 °c

$$Q_1 = \sigma \cdot A \cdot F (T_1^4 - T_{01}^4)$$

$$Q_2 = \sigma \cdot A \cdot F (T_2^4 - T_{02}^4)$$

$$Q_2 / Q_1 = (T_2^4 - T_{02}^4) / (T_1^4 - T_{01}^4)$$

$T_1$  = دمای شعله قبل از اصلاح

$T_{01}$  = دمای سطح تیوبها قبل از اصلاح

$T_2$  = دمای شعله بعد از اصلاح

$T_{02}$  = دمای سطح تیوبها بعد از اصلاح

$$Q_2 / Q_1 = (1123^4 - 673^4) / (1088^4 - 623^4) = 1.108$$

$$[(Q_2 - Q_1) / Q_1] * 100 = 10.77 \%$$

با توجه به محاسبات، مشاهده شد که انتقال حرارت تشعشی به تیوبها در حدود 11 درصد افزایش یافته است.  
\* توجه: از انتقال حرارت تشعشی تیوبها به یکدیگر و دیواره بویلر به تیوبها صرف نظر شده است.

### 6- اثر تغییر زاویه سوراخهای نازلهای برنردر کیفیت محصولات احتراق

آنالیز محصولات احتراق خروجی از Stack در چهار دوره سه ماهه اندازه گیری شده که از دوره سوم تغییرات ناشی از اصلاحات برنرهای بویلر در مقدار CO خروجی مطابق جدول ذیل کاملاً مشهود است:

دوره محصولات احتراق	اصلاح برنرها و زاویه خروج گاز از نازلها انجام شده است			
	دوره اول دی ماه 85	دوره دوم اسفند 85	دوره سوم خرداد 86	دوره چهارم شهریور 86
SO <sub>2</sub>	0	0	0	0
NO <sub>x</sub>	180 ppm	180 ppm	170 ppm	170 ppm
CO	25 ppm	20 ppm	2 ppm (≈0)	2 ppm (≈0)
CO <sub>2</sub>	9%	9.5%	10%	10%

همانطور که از روی داده های چهار دوره سه ماهه (اندازه گیری دوره اول بایستی در آذر ماه 85 انجام می گرفته که به دلیل اورهال به دی ماه موکول شد) مشخص است از اوایل سال 86 که اصلاحات کامل بر روی نازلهای برنر صورت گرفته احتراق بهتر و کامل تر انجام گرفته است و میزان CO<sub>2</sub> در حدود 0.5% تا 1% افزایش و میزان CO که ناشی از احتراق ناقص می باشد به میزان 20 ppm کاهش پیدا کرده و تقریباً به بهترین حالت خود یعنی نزدیک صفر (2 ppm) رسیده است.

\*نکته: در محصولات احتراق بیشتر به صورت NO یا NO<sub>2</sub> می باشد.



## 7- مقایسه هزینه های خرید خارج با هزینه های ساخت در داخل مجتمع

### 7-1- برآورد هزینه های خرید

برآورد هزینه خرید ارزی یک دستگاه برنر متعلق به شرکت آمریکائی JOHN ZINK با توجه به امتناع از فروش برنر توسط شرکت مزبور ، تهیه آن غیر ممکن می نمود ولی قیمت اولیه آن در زمان CONSTRUCTION در دسترس بود که به شرح ذیل می باشد:

جدول 2

DESC.	PRICE	معادل ریالی
Fan & spider	7000 \$	5600000
Shaft	3100 \$	24800000
Bearing housing	3975 \$	3180000
Labyrenth	215 \$	1720000
total	14290 \$	114320000

□ با توجه باینکه بویلر دارای چهار برنر می باشد:

جدول 3

هزینه خرید چهار دستگاه برنر جهت بویلر	$114320000 \times 4 = 457,280,000$ Rial
---------------------------------------	---

قیمتهای فوق بدون احتساب قیمت بیرینگ و هزینه حمل و نقل می باشد.

### 7-2- هزینه ساخت در داخل مجتمع

جدول 4- هزینه های متریکال مصرفی

ITEM	نام قطعه	MAT.	QTY.	قیمت (ریال)
1	BLADE	SS 310	8	10800
2	CONE	SS 304	1	45000
3	NOZZLE	SS 304	10	300000
4	BODY	H.A.ST.	1	150000
5	BEARING HOUSING	CAST IRON	1	2375000
6	LABYRENTH	BRASS	1	90000
7	SHAFT	C.S	1	30000
8	INLET HOUSING	CAST IRON	1	90000
قیمت یک برنر				3188000

جدول 5

هزینه متریکال جهت ساخت چهار دستگاه برنر	$3188000 \times 4 = 000,752,12$
---	---------------------------------

جدول 6- هزینه های نفر ساعت مصرفی

Item	Desc.	نفرساعت	هزینه هر نفر ساعت
1	Blade	170	5100000
2	Cone	50	1500000
3	Nozzel	220	6600000
4	Inlet housing	60	1800000
5	Shaft	40	1200000
6	Labyrenth	10	300000
7	Body	20	600000
8	Assemble	100	3000000
9	Ballancing	5	200000
			20300000

جدول 7

هزینه نفرساعت کل برای چهار دستگاه برنر	$20300000 \times 4 = 81200000$
--	--------------------------------

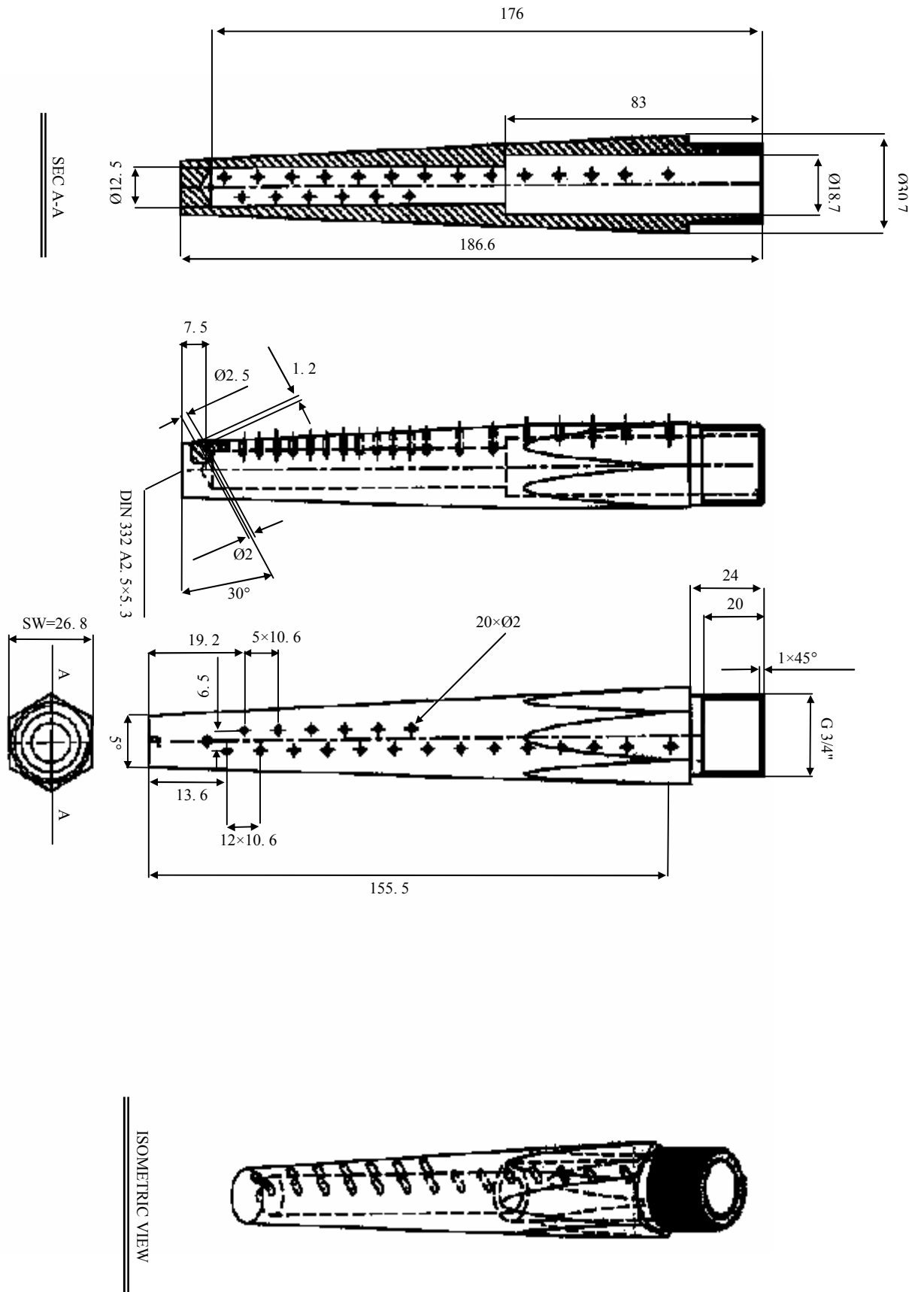
جدول 8

هزینه کل ساخت چهار دستگاه برنر	$81200000 + 12752000 = 93952000$
--------------------------------	----------------------------------

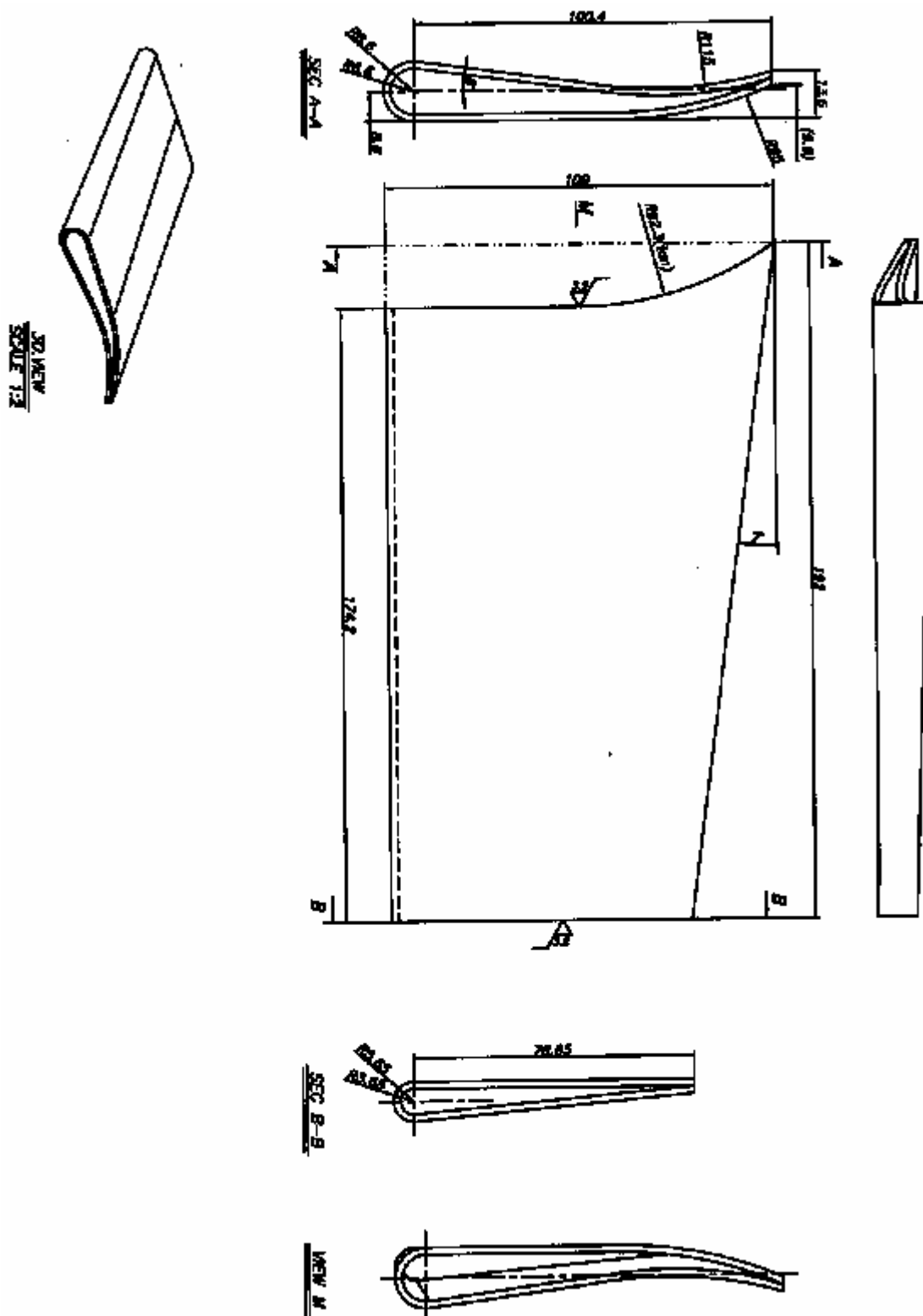
جدول 9

میزان صرفه جوئی ریالی جهت ساخت چهار دستگاه برنر بویلر کمکی	ریال 363.328.000
--	------------------

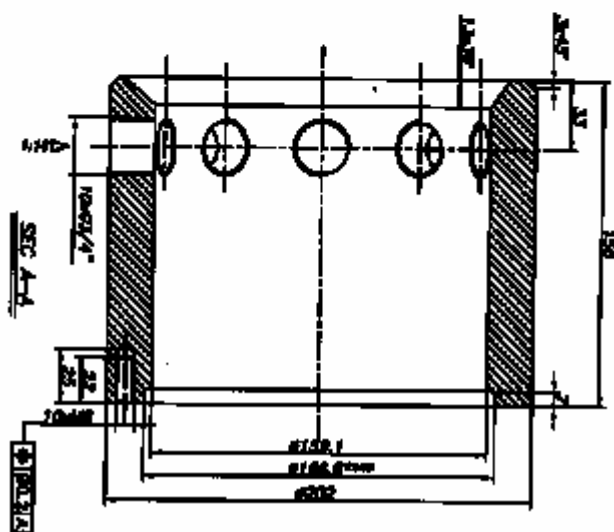
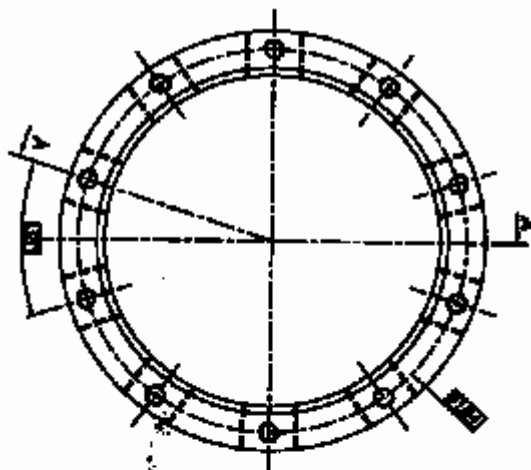
نقشه D1



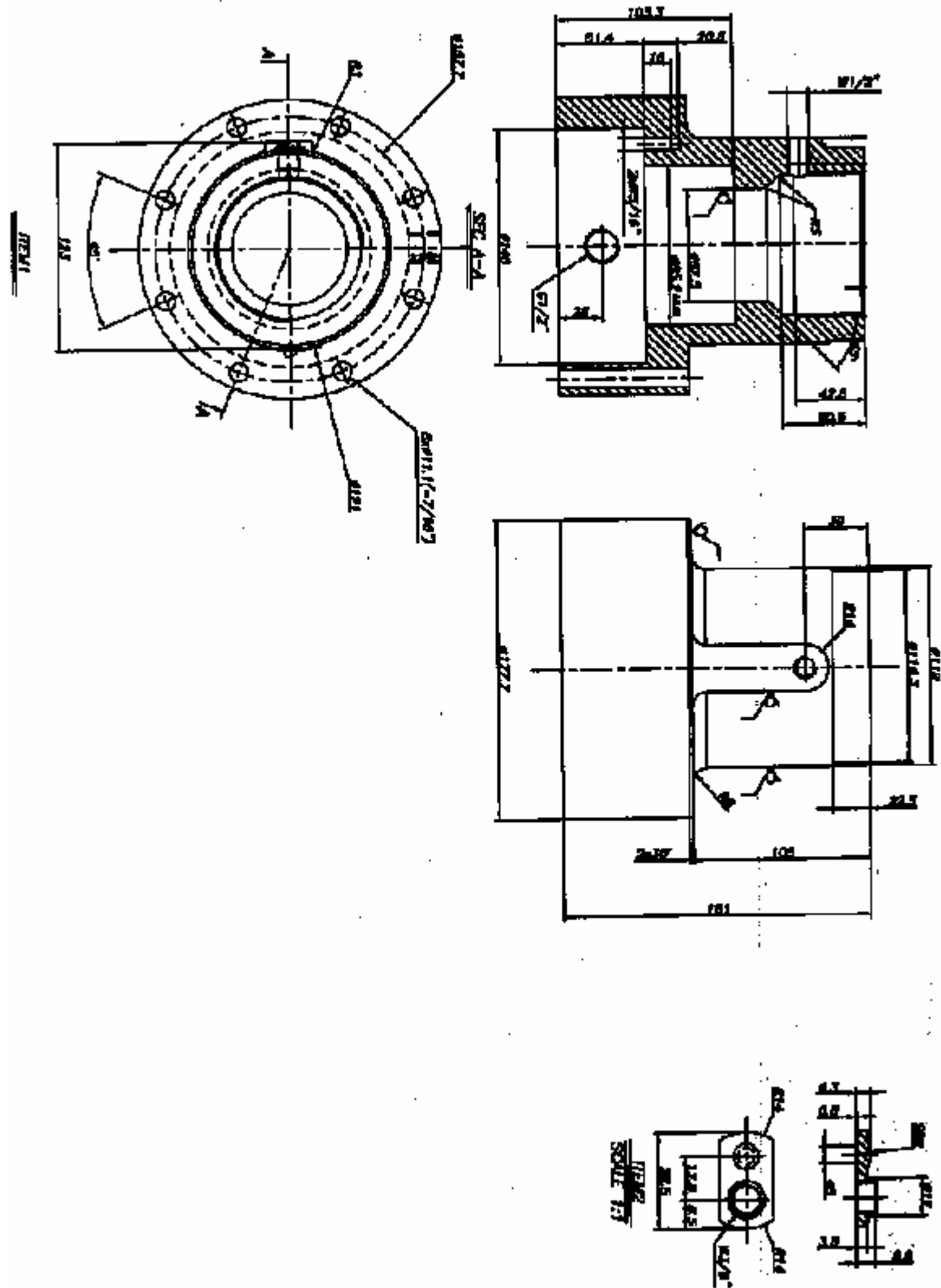
نقشه D2



### نقشه D3



نقشه D4



### نقشه D5

