

## بازسازی و احیای STEM ولو HP BY PASS توربین بخار نیروگاه شازند

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| ۱- حمیدرضا مقصودی | کارشناس مسئول مکانیک والو   |
| ۲- اکبر یدی       | کارشناس مسئول مکانیک کارگاه |
| ۳- خلیل محمدی     | معاونت تعمیرات              |

### چکیده:

در نیروگاههای بخار ضروری است که بتوان مسیر بخار ورودی به توربین را از طریق یک مسیر BY PASS به سمت بویلر هدایت نمود برای این منظور از یک ولو در مسیر بخار ورودی به توربین تحت عنوان HP BY PASS VALVE استفاده می شود و به دلیل بالا بودن فشار و دمای کاری ، ساختار و جنس این ولو دارای پیچیدگی های خاصی می باشد. با توجه به معیوب شدن سطوح آبدی والوهای بای پس توربین فشار قوی نیروگاه شازند نیاز مبرم به خرید این والوها برای تداوم تولید برق احساس گردید . از طرفی بدلیل تحریم ها و بالا بودن هزینه خرید امکان تهیه این والوها همواره با مشکلاتی همراه بوده است. لذا عملیات احیاء و بازسازی STEM این والو ها که دارای تکنولوژی بالای ساخت می باشد ، در دستور کار قرار گرفت. و مقرر شد پژوهشی مستند در خصوص قابلیت و ریسک پذیری بازسازی در وحله نخست و در مرحله بعد تعیین رویه بازسازی انجام گیرد. بر همین اساس مشخصات اولیه و نقشه قطعه جهت انجام بررسی های اولیه تهیه گردید و در نهایت ۴ عدد استم بازسازی و یک عدد در واحد شماره ۲ نصب و ۳ عدد تحویل انبار گردید. در این پروژه با انجام تست های مخرب روی یک نمونه استم مستعمل خواص مورد نیاز با توجه به شرایط کاری قطعه مورد مطالعه قرار گرفت و مشخصات به دست آمده از نمونه بیانگر یک جنس سخت و ترد و نسبتا پر کربن می باشد که استحکام کششی بالایی دارد. لذا با استناد به نتایج آزمایشات انجام شده و بررسی های صورت گرفته پروسه بازسازی این ولو مشخص و تداوم تولید برق محقق گردید.

### مقدمه:

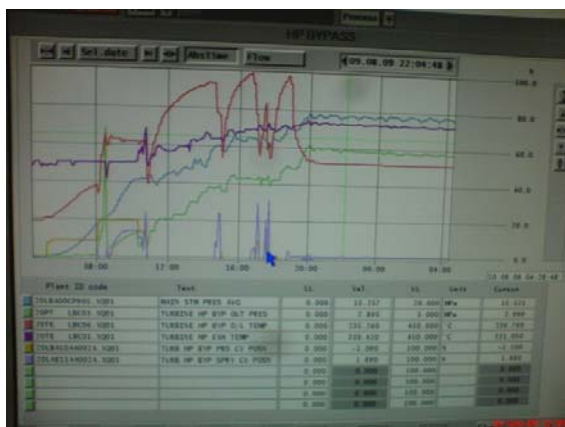
گردیده و خسارات جبران ناپذیری را برای واحد به همراه دارد، لذا برای جلوگیری از موارد ذکر شده، ولو HP BY PASS در حالت باز قرار گرفته و با هدایت بخار به سمت مسیر بازیافت ، مانع از ورود جریان بخار با دمای پایین تر به توربین می گردد. همچنین در موارد راه اندازی واحد نیز برای دستیابی به فشار و دمای مورد نیاز ورود بخار به توربین، با باز

با تریپ واحد ، و خارج شدن مشعلها دمای بخار خروجی از بویلر کاهش می یابد و از آنجا که دمای پره های توربین بالا می باشد هدایت این بخار باعث بروز شوکهای شدید حرارتی در قسمتهای دوار و برهم زدن تغییرات طولی شفت و پوسته

stem برای تداوم تولید احساس گردید . از طرفی با توجه به جنس خاص stem و نیز شرایط تحریم و بالا بودن قیمت ارز، تهیه این قطعه همواره با مشکلاتی همراه بوده است. لذا برای شناسایی جنس stem و ساختار متالوگرافی آن بررسی های دقیق و تستهای مکانیکی مورد نیاز می باشد، تا با بررسی دقیق آن بتوان معیار مناسبی را برای حداکثر استفاده مجدد از stem های کارکرده داشته و در ادامه نسبت به بازسازی سطوح آسیب دیده و نیز ساخت stem جدید در داخل کشور دستوالعمل مناسبی را تهیه نمود .

شرح عیب :

بدلیل خوردگی مکانیکی در محل سطح آبند سیت و دیسک والو مطابق با شکل ۲ در بررسی انجام شده عمده



(شکل ۳) - نوسانات ایجاد شده در هنگام نشستی داخلی والو

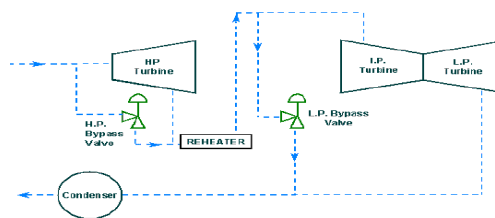
عملکرد شیر **by pass** و مشخصات استم شیر

این شیر عمل کاهش دما و فشار بخار سوپر هیت را در یک زمان انجام می دهد .

از آنجا که این والو به عنوان شیر اطمینان توربین می باشد باید دارای دو مشخصه کارائی و قابلیت اطمینان بالا باشد. که برای حصول به دو قابلیت مذکور نکات ذیل ضروری است.

الف: مقاومت به ضربه :

نمودن این ولو کار فشار گیری بخار انجام می گردد و با آماده شدن شرایط ، نسبت به بستن این ولو و راه اندازی توربین اقدام می گردد. در شرایط نرمال کاری واحد ، این شیر باید کاملا آبند بوده و مانع از ورود بخار فشار بالا به سیستم بازیافت گردد. زیرا در غیراین صورت با بای پس نمودن بخار، باعث اتلاف انرژی و خرابی قطعات داخلی ولو می گردد. و به همین خاطر یکی از ولوهای مهم نیروگاه هیست .



(شکل ۱) موقعیت کنترل ولو HP BY PASS در سیکل

. با توجه به بروز خوردگی شدید در سطوح آبنندی و تعویض stem در واحد های ۱ و ۲ و ۴، نیاز میرم به خرید خوردگی بدلیل پایین تر بودن کلاس متریال دیسک بوده است



(شکل ۲) - خوردگی سطح آبند دیسک

در شرایطی که واحد در مدار بوده است و می بایست این والو کاملا آبند باشد خوردگی ایجاد شده منجر به نشستی داخلی والو و اختلال در بهره برداری از واحد می شده است. همانطور که در نمودار شکل شماره ۳ مشخص است با بروز نشستی داخلی این والو نوسانات زیادی ایجاد شده است. و در صورت تداوم این نوسانات بهره برداری از واحد نیروگاهی امکان پذیر نخواهد بود.

### د: مقاومت به خستگی:

این شیرها بر اساس تعداد دفعات باز و بسته شدن و در بلند مدت تحت بار گذاری نوسانی مکانیکی قرار داشته و لذا جنس مواد بکار گرفته شده در ساخت اجزای این نوع شیر ها باید در برابر خستگی مقاومت خوبی داشته باشد.

### مقاومت به سایش مناسب سطح آب بند

آببندی مناسب seat و plug وعدم بروز نشتی داخلی در دمای بالای کاری و در بلند مدت از قابلیت های مهم این شیرها است ، زیرا در صورت بروز نشتی داخلی باید نسبت به خارج نمودن واحد از مدار اقدام و حداقل ۷۲ ساعت واحد خارج گردد تا بتوان نسبت به تعمیر شیر اقدام نمود، و این اشکال خصوصا در زمان پیک بار مشکلاتی را برای شبکه برق موجب می گردد، لذا به همین خاطر شیر کنترل مذکور باید از مقاومت به سایش خوبی در ناحیه آببندی seat و plug برخوردار باشد.

### ساختار و مشخصات ابعادی :

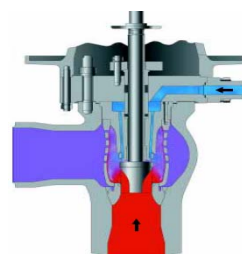
برای کاهش فشار یک پلاگ از نوع بال دار استفاده می شود. در این طراحی کانال های مخصوص را بکار می گیرد. که جریان بخار را به مسیر های مجزایی تقسیم و موجب کاهش سطح نویز ۱۰ دسی بلی نسبت به طرح های پلاگ معمول می گردد. آب بصورت اسپری به ناحیه توربولانس و سرعت بخار بالا تزریق می شود. یک قفسه با کانتور خاص جت بخار را به چندین جت کوچک می شکند که موجب کاهش نویز می گردد. این قفسه همچنین از رسیدن قطرات کوچک آب به جداره هایی که پشت آنها فشار است جلوگیری می کند تا امکان رخداد شوک حرارتی در این جداره ها از بین برود. چیدمان بهینه نازل های اسپری آب شکل قفسه و چیدمان سوراخ های قفسه از پارامترهای مهم طراحی و اثر گذار بر عمر شیر هستند.

مشخصات ابعادی استم در شکل شماره ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود سختی قطعه در منطقه میله ۴۳۰ تا ۴۴۰ برینل و در سایر مناطق در حدود ۳۰۰

با توجه به عملکرد اکچویاتور پیستونی و نیز سیستم FAST OPEN که در شرایط خاص به ولو فرمان می دهد ، نیروی زیادی به صورت ضربه ای روی سطح آببندی ولو اعمال می شود. لذا مقاومت به ضربه و چقرمگی آن می بایست در حد قابل قبولی باشد.

### ب: مقاومت به خزش:

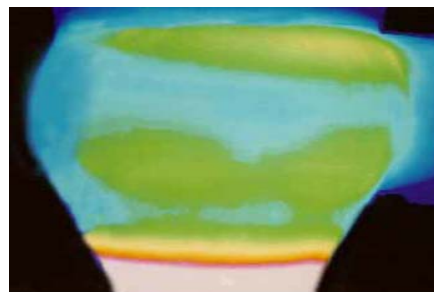
با توجه به دمای کاری بالا (دمای بخار ۵۳۷ در ناحیه زیر stem و وجود فشار پشت شیر حفظ خواص و استحکام مکانیکی و چقرمگی شکست در بلند مدت مورد توجه است. با توجه به فراهم بودن شرایط خزش مواد و متریکال مورد استفاده باید استحکام به خزش مناسبی داشته باشد.



( شکل ۴) بخار با دمای ۵۳۷ درجه و فشار ۱۶۷ بار

### ج: مقاومت در برابر شوک های حرارتی:

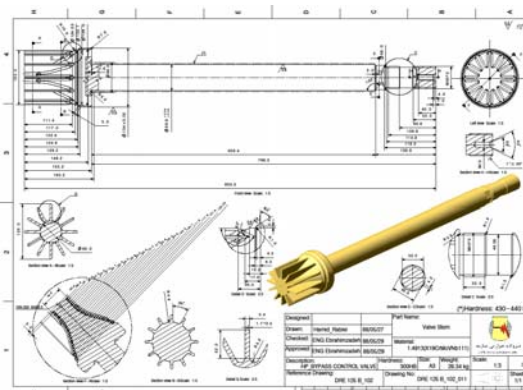
با توجه به اخلاف دمایی که بین بخار main steam با ۵۳۷ درجه دما و بخار بازیافت خروجی با ۳۲۰ درجه وجود دارد شیرهای by pass تحت شوک های حرارتی شدیدی (در حدود ۲۵۰ درجه سانتی گراد ) قرار داشته و در طراحی نسبت به انتخاب جنس مقاوم و مناسب که قابلیت تحمل شوکهای حرارتی را داشته باشد توجه ویژه شده و از مزیت های شیر می باشد.



(شکل ۵) توربولانس حرارتی در ولوناشی از اسپری آب روی بخار

برینل می باشد. در فعالیتهای تجربی رویه ای جهت تعیین دقیق مقدار سختی نواحی مختلف و بررسی نوع و ضخامت پوشش احتمالی پیش بینی خواهد شد.

نواحی سایش بوجود آمده در محل سطح آب بند استم و نشیمنگاه روی استم است. این ناحیه رینگی شکل دقیقا در بالای منطقه پره ای کلگی استم می باشد.



شکل شماره ۶- نقشه استم والو

### فعالتهای تجربی

جهت انجام فعالیت بازسازی و ساخت اولین گام شناخت کامل قطعه می باشد. در این بخش تستهای لازم مورد نیاز جهت تبیین کامل خواص مورد توجه در سازه با توجه به عملکرد آن مورد بررسی قرار گرفت فعالتهای تجربی پیشنهاد شده که به تفصیل در زیر بخش های آتی مورد بحث قرار می گیرد عبارتند از :

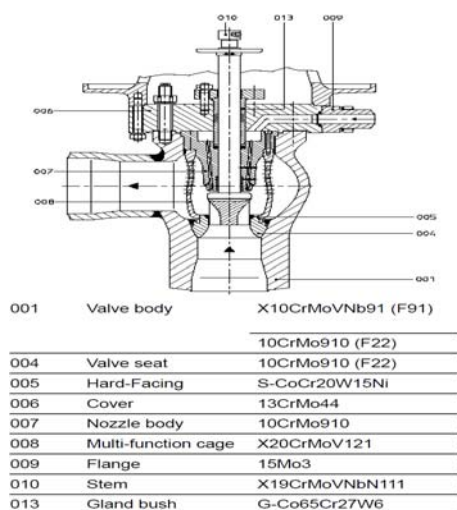
آزمون کوانتومتری روی نمونه اصلی جهت تبیین ترکیب شیمیایی، آزمون کشش سرد روی میلگرد جهت تبیین استحکام کششی و تسلیم و مدول الاستیک در دمای استاندارد، آزمون کشش گرم روی میلگرد جهت بررسی استحکام به حرارت ماده و تبیین اثر دما بر خواص مکانیکی آزمونهای خزش و آزاد سازی تنش روی نمونه های میلگرد جهت بررسی اثر همزمان دما و زمان بر خواص مکانیکی و مقاومت به خزش ماده، آزمون ضربه روی نمونه استاندارد جهت بررسی استحکام به ضربه در دمای استاندارد، تهیه wps جوشکاری مطابق استاندارد های معتبر، تهیه pqr برای جوشکاری تعمیراتی و اجرای آن توسط جوشکار دارای

گواهینامه. شایان ذکر است در انجام این فعالیت ها تا حد امکان سعی شده ملزومات استانداردهای مربوطه رعایت شود.

### آزمون کوانتومتری (آنالیز شیمیایی)

امروز آلیاژهای فولاد مارتنزیتی  $9-12\%Cr$  جهت استفاده در شرایط کاری فشار و دمای بخار سوپر هیت توسعه داده شده اند. که جنس نمونه مورد بررسی نیز جز این گروه می باشد. سطح آبند دیسک نشیمنگاه و ساق استم بایستی در مقابل اکسیداسیون و همچنین سایش و تماس در حین عملکرد مقاوم باشد. استفاده از لایه های ضخیم مواد با مقاومت به سایش بالا روی سطح توسط جوشکاری می تواند راهکاری ارزان تر برای تولید و بازسازی یک استم یا بوش باشد. اما راه کاری بلند مدت برای یک نیروگاه نخواهد بود بلکه راه کار نهایی استفاده از آلیاژهای جامد مناسب می باشد

این آزمون به منظور دستیابی به ترکیب شیمیایی و اطمینان از جنس و نوع مواد اولیه مورد استفاده انجام خواهد شد. جنس مواد بکار گرفته شده در قسمتهای مختلف این شیر در شکل ۷ نشان داده شده است



شکل ۷- جنس قسمتهای مختلف والو

در اولین گام آنالیز شیمیایی به روش کوانتومتری روی نمونه انجام پذیرفت تا درصد عناصر به کار رفته در نمونه مشخص گردد. جدول ۱ شکل ۸ نتایج به دست آمده را نشان می دهد

مطابق استاندارد ASTM مقادیر عناصر در محدوده مجاز ماده UNS K 91002 است .

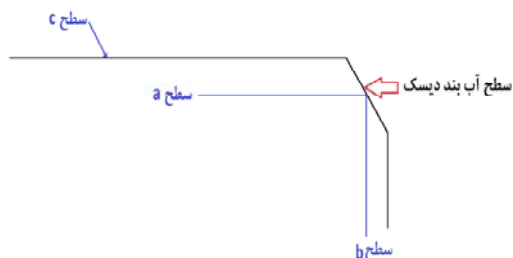
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	Ni	cu
۰.۲	۰.۴	۰.۵	۱۰.۴	۱	۰.۲	۰.۱	۰.۵	۰.۱

شکل ۸- جدول ۱-آتالیز شیمیایی انجام شده به روش کوانتومتری

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	Ni	cu
<0.2	<0.5	<1	10-12	<1	<0.3	<0.5	<1	<0.5

شکل ۹- جدول ۲- محدوده مجاز عناصر برای فولاد مورد نظر

از سطح خارجی نمونه برای سطوح A, B در جدول ۴ شکل ۱۰ نشان داده شده است .



(شکل ۱۰) سطوح مورد بررسی در آزمون سختی سنجی.

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	فاصله از سطح (mm)
۲	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۲	۳	سطح سختی (hv1) a
۹	۹	۱	۰	۹	۲	۲	۱	۹	۷	سطح سختی (hv1) b
۹	۵	۲	۴	۹	۷	۱	۰	۷	۰	

شکل ۱۱- جدول ۳- مقادیر سختی اندازه گیری شده سطوح a, b بر حسب فاصله از سطح خارجی استم

سختی سطح C نمونه مورد بررسی به روش راکول سی مطابق با استاندارد DIN6508 و با نیروی 150 kgf روی سه محل مختلف از مقطع استم انجام پذیرفته است. همانطور که مشاهده می شود سختی تقریباً در همه قسمتهای استم برابر و در حدود 30-40 HRC می باشد. این مقدار توزیع یکنواخت سختی بیانگر یک عملیات حرارتی کوپینچ و تمپر یک نواخت روی نمونه است. و حاکی از عدم انجام هر گونه عملیات سختی سطحی می باشد. شایان ذکر است که بر اساس نوع عملیات حرارتی سازنده محدوده سختی 277-444HB را توصیه کرده است. که مقادیر به دست آمده در این محدوده است.

استحکام مکانیکی در دمای محیط و آزمون کشش سرد:

بررسی قابلیت بازسازی قطعه و نحوه انجام آن مستلزم اطلاع دقیق از خواص مکانیکی ماده علی الخصوص خواص پلاستیک است. مراجعه به منابع علمی بیانگر این نکته است که خواص حرارتی و الاستیک ماده کمتر تابع شرکت سازنده بوده و

ریز ساختار :

یک مقطع از استم مورد بررسی متالورژیکی قرار گرفته است . در بررسی انجام شده به نظر می رسد یک زمینه فریت همراه با ذرات کاربید کروی شکل در ریز ساختار دیده می شود..

آزمون سختی سنجی:

جهت تهیه رویه مناسب عملیات حرارتی و یا احتمالاً پوشش دهی نیاز است که سختی سطحی قطعه در نقاط مختلف به دقت اندازه گیری شود. همچنین جهت اطلاع از روش های سخت کاری و عمق لایه سخت شده نیاز است در یک مقطع برش خورده در راستای عمق میکروسختی سنجی انجام گیرد. تا پروفیل سخت شوندگی نمونه به دست آید.. لازم به ذکر است پس از بازسازی و عملیات حرارتی نیاز از مجدداً سختی سطحی جهت اعتبار سنجی رویه عملیات حرارتی انجام پذیرد.

مهمترین مشخصه استم خصوصاً در منطقه سطح آبنده مقاومت به سایش بالا می باشد. از آنجا که مقاومت به سایش با سختی سطحی رابطه مستقیم دارد در این بخش به بررسی سختی نمونه در نقاط مختلف پرداخته می شود. جهت بررسی سختی سه سطح A-B-C از نمونه مطابق شکل ۸ انتخاب شده است. سختی سطوح A, B به روش ویکرز و با نیروی 1000gr مطابق استاندارد DIN 6507 انجام شده است. به منظور بررسی پروفیل سختی در راستای شعاعی مقادیر سختی فاصله

Specimen No	Yield stress (0.2%) [Mpa]	Ultimate stress [Mpa]	Elastic modulus [Mpa]	Elongation (%)
۱	۸۸۸.۹۰ ۲	۱۰۰۵.۷	۱۹۹۵۱۴. ۱	۱۲.۷۳۸
۲	۸۳۶.۵۲ ۴	۹۹۸.۶۹	۲۰۸۴۲۲. ۷	۱۴.۴۴۳۳
۳	۷۵۳.۲۵	۹۷۶.۳۹ ۸	۲۰۱۹۸۷. ۵	۱۵.۳۳۰۷

شکل ۱۳- نتایج آزمون کشش سرد

استحکام مکانیکی در دمای بالا و کشش گرم

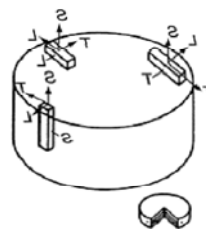
این تست به منظور اطلاع از میزان حفظ خواص مکانیکی در دمای بالا صورت می گیرد به منظور اجرای صحیح این آزمون آگاهی از مقاومت تسلیم ماده در دمای کاری ۶۰۰ درجه سانتی گراد ضروری است. بدین منظور علاوه بر کشش سرد کشش گرم نیز روی نمونه میلگرد انجام شده است. برای اجرای این آزمون نیز از دستگاه تست خزش استفاده شد.

در اجرای این آزمون استاندارد ASTM E 21-03 مورد استفاده قرار گرفت. این استاندارد تاکید فراوانی مبنی بر کالیبراسیون دمایی دستگاه قبل از انجام آزمون دارد. لذا ابتدا دستگاه با استفاده از یک ترموکوپل دقیق نوع K کالیبراسیون دمایی می شود.

از آنجا که سطح آب بند استم در تماس با سیال با دمای حدود ۵۵۰ درجه سانتی گراد است. حفظ خواص مکانیکی و پایداری مقاومت به سایش در شرایط کاری با دمای بالا بایستی بررسی گردد. اولین و ساده ترین راهکار بررسی شرایط نمونه در دمای بالا انجام تست کشش دما بالا می باشد. هر چند بررسی دقیق رفتار ماده در دماهای بالا نیازمند انجام تست های خزش تست آزاد سازی تنش و بررسی متالوگرافی است. لیکن به دلیل محدودیت جنس و جهت کاهش هزینه و زمان پروژه از انجام آن در این فاز پروژه خودداری گردید. بنابراین در این بخش سه نمونه کشش sub size مطابق آنچه در بخش قبل توضیح داده شد و تحت تست کشش تک محوره در دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفته است.

مقادیر مورد استفاده در کارهای علمی بسیار نزدیک به یکدیگر می باشد. اما مقاومت تسلیم مواد حتی در ترکیب های شیمیایی نزدیک به هم بسیار متفاوت می باشد. و از طرفی تحلیل ها نشان می دهد که مواردی مثل تنش های پسماند به شدت تابع مقدار مقاومت تسلیم ماده هستند. در اجرای این آزمون و تفسیر نتایج آن از استاندارد ASTM E 8-00 استفاده می شود. پس از سختی، استحکام مناسب نمونه می تواند اهمیت بسزائی در عملکرد مطلوب آن داشته باشد. از آن جا که استحکام بالا هم موجب بهبود مقاومت به سایش و هم جلوگیری از تغییر شکل سازه می گردد در این بخش استحکام مکانیکی نمونه بررسی می گردد.

با توجه به اینکه نمونه دارای مقطع استوانه ای است. مطابق استاندارد بایستی در سه جهت در مختصات استوانه ای نمونه تهیه شود. تا در خصوص مورد نظر در این سه جهت به دست آید. این محل ها در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱۲) محل تهیه سه نمونه جهت تعیین خواص مکانیکی

مطابق ASTM

بنابر این سه نمونه تست کشش subsize مطابق با استاندارد ASTM E8M تهیه و مورد تست قرار گرفت. شکل ۱۴ سه نمونه را پس از انجام تست نشان می دهد.

جدول شکل ۱۵ مقادیر به دست آمده از آزمون کشش در دمای محیط برای سه نمونه را نشان می دهد. مقادیر استحکام تسلیم برای این فولاد توسط استاندارد برابر 724-1172 mpa استحکام نهایی 931-1310 mpa حد اقل مدول الاستیته 196 gpa و حد اقل ازدیاد طول شکست برابر ۱۰ تا ۱۶٪ پیشنهاد شده است. با توجه به این مقادیر مشاهده می شود که مقادیر به دست آمده همگی در محدوده مجاز پیشنهاد شده توسط سازنده می باشد.

مطالعه قرار گرفت . مشخصات به دست آمده از نمونه بیانگر یک جنس سخت و ترد و نسبتاً پر کربن می باشد که استحکام کششی بالایی دارد.

مراحل بازسازی:

پس از تکمیل مطالعات اولیه در خصوص والو با توجه به ضرورت و نیاز واحد به این قطعه سه روش بشرح ذیل در دستور کار قرار گرفت :

#### الف- بازسازی اضطراری :

در مطالعات اولیه انجام شده مشخص گردید که سختی و جنس و خواص مکانیکی دیسک در تمام جهات و نواحی به یک میزان است . لذا با انجام یک عملیات ماشین کاری سطح آبنند به میزان ۱ تا ۵ میلیمتر جابجا و خوردگی های روی سطح آبنند برداشته شد . با انجام این کار بطور موقت مشکل بر طرف و نیاز به قطعه از حالت بحرانی خارج گردید. اگر چه با انجام این روش مشکل بصورت مقطعی برطرف شد اما با توجه به محدودیت ابعادی تا ۳ یا ۴ بار بیشتر نمی توان این کار را انجام داد. لازم به ذکر است نمونه والو بازسازی شده به این روش در واحد شماره ۲ بکار گیری و بدون هیچ گونه مشکلی سرویس داده است.

#### ب- روش بازسازی در بلند مدت :

در روش بازسازی بلند مدت پس از آنکه دیگر جایی برای ماشین کاری و پرداخت سطوح آبنندی وجود نداشته باشد بوسیله فیلر استلایت سطوح آبنندی جوشکاری و مجدد ماشین کاری خواهد شد و بدین وسیله والو مجدداً احیاء و بازسازی می گردد.

جهت تأیید عملیات جوشکاری با استناد به استاندارد ASME SEC 9 تست های تأیید PQR مشخص و بر اساس آنها عملیات جوشکاری انجام می شود.

#### ج پروژه ساخت والو

Specimen No	Yield stress (0.2% ) [Mpa]	Ultimate stress [Mpa]	Elastic modulus [Mpa]	Elongation (%)
1	391.16	422.39	121304.57	32.175
2	355.52	415.459	126929.42	35.22
3	326.89	400.324	126929.42	36.21

شکل ۱۴- نتایج آزمون کشش گرم

مقاومت به ضربه در دمای محیط

چقرمگی مناسب و مقاومت به ضربه در کنار داشتن مقاومت به سایش و استحکام بالا حالت ایده آل برای جنس یک استم شیر فشار قوی داشته می باشد. بدلیل ضربات و بارهای ناگهانی ناشی از باز و بسته شدن شیر و فشار سیال بالا جنس پیچ باید مقاومت به ضربه مناسبی داشته باشد. از این روی در این بخش به بررسی مقاومت به ضربه نمونه مورد نظر پرداخته می شود. برای این منظور در سه جهت نشان داده شده در شکل ۱۲ سه نمونه مطابق استاندارد ASTM E23-12C برای آزمون چارپی تهیه و سپس در دمای محیط تست گردید. نتایج سه تست انجام شده در شکل ۱۵ جدول ۴ ذکر شده است همانگونه که مشاهده می شود مقدار میانگین 28.24J/CM2 برای نمونه ها به دست آمده است. شایان ذکر است که سازنده مقدار 18.6 J/CM2 را پیشنهاد داده است. که همه مقادیر بدست آمده بیش از این مقدار می باشد.

Specimen No	Value	Unit	Temperature	Unit
۱	33.36	J/cm2	۲۰	°C
۲	32.93	J/cm2	۲۰	°C
۳	18.42	J/cm2	۲۰	°C
Average	28.24	J/cm2	۲۰	°C

شکل ۱۵ - نتایج آزمون ضربه

#### نتایج حاصل از مطالعات تجربی::

از آنجا که گام نخست در بازسازی و ساخت یک سازه مهندسی تعیین خواص مکانیکی مورد نیاز است. در این گزارش با انجام تست های مخرب روی یک نمونه استم مستعمل خواص مورد نیاز با توجه به شرایط کاری قطعه مورد

Engineering Failure Analysis, vol. 15, pp. 835-846, 2008.

[6] E 8-00, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials". ASTM International, 2001.

[7] R66. "AGR Materials Handbook", Issue 3, Nuclear Electric, 2001.

[8] E 139-00, "Standard Test Methods for Conducting Creep, Creep-Rupture, and Stress-Rupture Tests of Metallic Materials", ASTM International, 2001.

[9] E 21 – 03, "Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials", ASTM International, 2001.

[10] RCC-MR, "Design and construction rules for mechanical components of FBR nuclear islands", Section 1; sub-section Z, AFCEN, Paris, 1985.

[11] "AWS Handbook", American Welding Society, 1998.

با بدست آوردن اطلاعات اولیه در خصوص جنس و پارامترهای مکانیکی والو، پروژه ساخت یک عدد استم در دستور کار قرار گرفته است. و تلاش بر این است که این مهم توسط شرکت‌های داخل کشور محقق گردد.

نتیجه:

با توجه به همگن بودن جنس استم والو و یکسان بودن خواص مکانیکی بویژه پروفیل سختی در نواحی ابند و ساق استم، با انجام ماشینکاری و لپینگ سطوح آبند، استم در حال حاضر قابل استفاده می باشد ولی در بلند مدت باید نسبت به بازسازی از طریق جوشکاری و ساخت اقدام نمود. همچنین با انجام این پروژه علاوه بر دستیابی به دانش فنی ساخت و بازسازی، امکان تداوم تولید در واحدهای نیروگاه شازند مقدور گردیده و مقادیر قابل توجهی نیز صرفه جویی ارزی برای کشوردر پی داشته است

مراجع:

[1] M. Yamashita, Y. Wada. "The stress Relaxation of Type 304 Stainless Steel".

International Journal of Pressure Vessel and Piping. vol. 42, pp 203-216, 1989.

[2] I. Altenberger, B. Scholtes, U. Martin, H. Oettel. "Cyclic deformation and near surface microstructures of shot peened or deep rolled austenitic stainless steel AISI 304", Materials Science and Engineering, vol. A264, pp. 1-16, 1999.

[3] D. Deng, H. Murakawa, "Numerical simulation of temperature field and residual stress in multi-pass welds in stainless steel pipe and comparison with experimental measurements," Computational Materials Science, vol. 37, pp. 269–277, 2006.

[4] H. Y. Lee, J. B. Kim, S. H. Kim, J. H. Lee. "Assessment of a creep-fatigue crack initiation and crack propagation for a welded cylindrical shell", International Journal of Pressure Vessel and Piping, vol. 83, pp. 826-834, 2006.

[5] R.W. Fuller, J.Q. Ehrgott, W.F. Heard, S.D. Robert, R.D. Stinson, K. Solanki, M.F. Horstemeyer. "Failure analysis of AISI 304 stainless steel shaft",