

تهیه نرم افزار طراحی مکانیکال دیگهای بخار فایر تیوب

اصغر دانشور پاشاکی^۱، محمد میرموسوی^۲، مهران خلیلی^۳

^۱ کارشناس مهندسی مکانیک (ساخت و تولید) و رئیس مهندسی ساخت گروه دیگ بخار، ماشین سازی اراک؛ adaneshvar84@gmail.com
^۲ کارشناس ارشد مکانیک (تبدیل انرژی) و کارشناس طراحی گروه دیگ بخار، مشاور طراحی مقاله، ماشین سازی اراک؛ mir1382@yahoo.com
^۳ کارشناس مهندسی مکانیک (سیالات) و مدیر مهندسی گروه دیگ بخار، ماشین سازی اراک؛ mkbolier@msa.ir

چکیده

طراحی مکانیکال دیگهای بخار فایر تیوب^۱ نیازمند صرف وقت و انرژی فراوانی میباشد، که خود علاوه بر هزینه طراحی بالا نه تنها موجبات عقب افتادن اجرای پروژه ها میشود بلکه به دلیل طراحی خاص دیگهای مربوطه نمیتوان از اشتباهات رایج انسانی و نرم افزارهای ترسیمی (AutoCAD) نیز غافل ماند.

به طور خلاصه اینکه جهت طراحی مکانیکال دیگهای بخار فوق لازم است مثل تمامی مخازن تحت فشار دیگر قسمتهای مختلف مخزن از جمله شل، پایه ها، نازلها و غیره مورد تحلیل قرار بگیرند اما مهمترین بخشی که زمانبر بوده و نیازمند صرف وقت فراوانی هم میباشد تیوب پلیت دیگهای مربوطه است که بایستی ابتدا آرایش لوله های آن مشخص گردد سپس لوله های مقاوم و میلهای مقاوم نیز در آن مشخص شده (البته با رعایت فواصل تنفسی^۲ مختلف ارائه شده در استاندارد [1]) و جایگاه هر کدام ثابت شود که این امر با توجه به ضخامت منتهجه تیوب پلیت، فشار کاری دیگ و ضخامت مقاومتهای در نظر گرفته شده معین میگردد. مضافاً اینکه در این زمینه یک نرم افزار جامع و کاملی وجود ندارد که بتوان توسط آن بصورت یکجا دیگهای بخار فایر تیوب را طراحی نمود.

لذا مشکلات و عیوب طراحی فوق کارشناسان این شرکت را بر آن داشت تا در جهت رفع این مشکل که انصافاً یکی از مشکلات اساسی سازندگان دیگهای فایر تیوب خصوصاً در کشور میباشد اقدامی سازنده انجام دهند. باشد که مورد عنایت سازندگان محترم قرار گیرد.

کلمات کلیدی: فایر تیوب، نرم افزار، مکانیکال، آرایش، تیوب پلیت

مقدمه

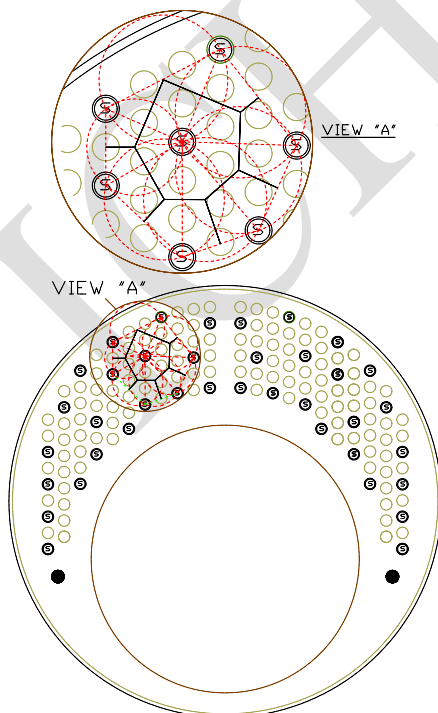
در عصر حاضر کمتر کسی است که از اهمیت گذر زمان در اجرای فعالیتهای خود نا آگاه و غافل باشد. شرکتهای فعال در زمینه صنعت و خصوصاً ساخت و ساز نیز از این مقوله نه تنها خارج نبوده بلکه به دلیل رقابت بسیار فشرده بین سازندگان و محدودیت تقاضای بازار بایستی پیشرو در زمینه زمانبندی پروژه ها باشند. فلذا بدور از تدبیر خواهد بود اگر شرکتی سازنده جهت ساخت یک تیپ دیگ بخار با فشار طراحی جدید بخواهد علاوه بر زمان ساخت دیگ مربوطه که بسته به سایز دیگ وامکانات و تکنولوژی بکار رفته حتماً بسیار متفاوت خواهد بود زمانی حدود ۲ ماه را هم بخاطر زمان طراحی و تایید آن هدر نماید.

نرم افزار مربوطه با قابلیت بالایی که در طراحی تیوب پلیت دارد میتواند این زمان را به حد اقل ممکن برساند که به نظر میرسد گامی نو در جهت طراحی دیگهای بخار فایر تیوب باشد.

¹ Fired tube boiler

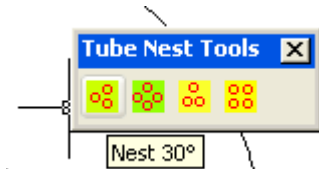
² Breathing space

تقسیم بندی شبکه تیوب پلیتها (لانه زنبوری یا مش بندی) جهت طراحی تیوب پلیتهای دیگهای بخار فایر تیوب و تعداد عضوهای مقاوم مورد نیاز بصورت دستی ابتدا بایستی با توجه به فواصل دسترسی، فواصل تنفسی، قطر کوره، موقعیت اکسس تیوب، سطح نرمال آب و غیره آرایش لوله ها، لوله های مقاوم و میل های مقاوم را مشخص نمود. سپس به تقسیم بندی سطح تیوب پلیت بر اساس فشار دیگ و موقعیت قرارگیری عضو مقاوم پرداخت که این خود با در نظر گرفتن سه نقطه ساپورت که شامل عضوهای مقاوم، شل، کوره و درب دسترسی میباشد و عبور دادن دایره ای از این سه و سپس در نظر گرفتن این نکته که مرکز دایره به هیچ وجه خارج از مثلث تشکیل شده از این نقاط قرار نگیرد. خطوطی که از مرکز این دایره به هر کدام از اضلاع این دایره عمود میشوند در واقع حواشی سطح مهار شده توسط این عضوهای مقاوم میباشد که پس از ترسیم این خطوط برای کلیه عضوهای مقاوم این سطح بدست میآید و با بدست آوردن این سطح و ضرب فشار دیگ در آن (فشار × سطح) نیروی وارد بر این عضو بدست آمده، سپس با تقسیم این نیرو بر سطح مقطع عضو مقاوم تنش مربوطه بدست میآید که پس از مقایسه با تنش مجاز از کافی بودن تعداد و یا موقعیت قرارگیری عضوهای مقاوم میتوان اطمینان حاصل نمود.



شکل ۱: نحوه بدست آوردن سطوح مهار شده توسط تنها یک لوله مقاوم که مشخص کننده تعداد زیاد عملیات مورد نیاز برای مش بندی است.

کردن قطر داخلی تیوب پلیت و قطر خارجی و ترسیم آنها بایستی چیدمان لوله‌ها در محدوده مشخص شده (بیرون فاصله تنفسی) با توجه به لگامنت دو سوراخ (مطابق استاندارد B.S2790) طوری قرار دهیم که کل لوله‌ها در این محدوده جای گیرد که این عمل توسط چینش‌های مختلف که در شکل زیر آمده انجام می‌شود.



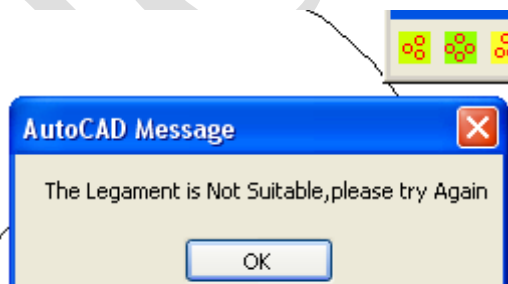
شکل ۳. ابزار مربوط به چینش لوله‌ها

در اینجا از سمت چپ به ترتیب چینش 30° ، 45° ، 60° و 90° می‌باشد و تعداد لوله‌ها از محاسبات حرارتی ۹۲ عدد محاسبه شده، به داخل فایل مفروضات طراحی رفته و عدد ۴۶ را وارد می‌کنیم.

A	B
13	
14	Insert Data For arrange Tube Of C.C Ftube Plate
15	Inside Diameter Of Shell(mm): 2137
16	Breathing Distance Of Furnace(mm): 93
17	Breathing Distance Of Wrapper Shell(mm): 38
18	Between Distance For W&L Hand Tube(mm): 230
19	Out Side Diameter Of Tube(mm): 44.5
20	Pitch(mm): 66
21	Number Of Tube: 46
22	

شکل ۴. تصویر فایل data

مفروضات دیگر طراحی جهت مشخص کردن محدوده چینش لوله‌ها وارد می‌کنیم. سپس یکی از آیکون‌های چینش را به دلخواه انتخاب می‌کنیم، نرم‌افزار این تعداد لوله را با توجه به لگامنت وارد شده، با استاندارد چک می‌کند و در صورت مناسب بودن عمل چینش لوله را انجام می‌دهد و در آخر به شما تعداد لوله‌هایی که توانسته در این محدوده قرار دهد را اعلام می‌کند.

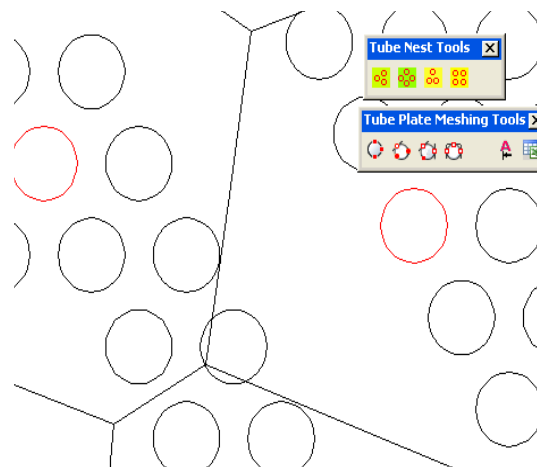


شکل ۵. خطای مربوط به کم بودن فاصله لوله‌ها

کارشناسانی که وقت گرانبهایی خود را صرف بدست آوردن موقعیت درست و دقیق این عضوهای مقاوم میکنند به خوبی مستحضر هستند که چندین و چند بار عملیات مربوطه (دایره زدن، رسم مثلث، رسم عمود منصف از مرکز دایره به اضلاع مثلث) را بایستی انجام داد تا به یک آرایش صحیح و ایمن دست یافت. و این خود جهت تیوب پلیتهای جلو و عقب بعلاوه تیوب پلیت جلو راپر و پلیت عقب راپر لازم است تماماً انجام گردد و لازم است بدانیم که هر چه دیگ بزرگتر و فشار آن نیز بالاتر باشد نیازمند رسم کردن تعداد دایره و خطوط بیشتری میباشیم.

در نرم افزار حاضر پس از مشخص نمودن محل شل، کوره، درب دسترسی، سطح نرمال آب، قطر و ضخامت لوله‌های ساده و مقاوم و قطر میلگردها، در تیوب پلیتهای عقب، جلو، راپر و صفحه عقب راپر توسط طراح، آرایش لوله‌های پاس دوم و سوم توسط کامپیوتر انجام میشود. سپس با مشخص کردن محل عضوهای مقاوم که حتماً بایستی طراح محل آنرا مشخص نماید سطح مهار شده مناسب جهت هر عضو مقاوم مشخص میشود که به دلیل زمانبر نبودن این کار طراح براحتی میتواند بهینه ترین سطح مهار را انتخاب نموده و با این روش هم در میزان مواد مصرفی صرفه جویی نموده و هم به طرح ارائه شده اطمینان کامل داشته باشد.

این نرم افزار به زبان برنامه نویسی VLISS و DCL نوشته شده و از مزایای آن مش بندی سریع و آبشال، اعلام سطح موثر هر مش، بدست آوردن تنش حاصل از آن در هر عضو مقاوم و مقایسه آن با تنش مجاز طراحی، سرعت بالای رسم تیوب پلیتها چینش دلخواه لوله‌ها و عضوهای مقاوم، خواندن مفروضات طراحی از داخل فایل و چاپ نتایج درون فایل دیگر، استفاده آسان^۱، تهیه نقشه نهایی جهت ساخت در محیط کد و پایین آوردن قابل ملاحظه زمان طراحی دیگ.



شکل ۲: منوهای نرم افزار جهت استفاده در محیط اتوکد

در اینجا راجع به منوهای این نرم افزار همراه با حل مثالی با نرم افزار بیشتر آشنا می‌شویم.

طراحی تیوب پلیت جلو راپر دیگ ۱۰۰۰۰ پوندی

ابتدا تعداد لوله‌ها و قطر آنها که سطح انتقال حرارت را تشکیل می‌دهند را از محاسبات حرارتی و افت فشار بدست می‌آوریم و پس از مشخص

^۱ User Friendly

NO	S.AREA(mm ²)	STAY TUBE OR STAY BAR AREA(mm ²)	P(Mpa)	(P x A) / a(Mpa)	ALLO(Mpa)	RESULT	LINE SUPPORT
NO	21257.6	758.1	1.1	30.1	70	OK	Stay Tube
NO	30895.9	758.1	1.1	43.7	70	OK	Stay Tube
NO	16903.8	758.1	1.1	23.9	70	OK	Stay Tube
NO	20306.8	758.1	1.1	28.7	70	OK	Stay Tube
NO	12162.2	758.1	1.1	17.2	70	OK	Stay Tube
NO	17796.8	758.1	1.1	25.2	70	OK	Stay Tube
NO	15903	758.1	1.1	22.5	70	OK	Stay Tube
NO	12089.6	758.1	1.1	17.1	70	OK	Stay Tube

شکل ۹. تصویر فایل نتایج در فایل اکسل



شکل ۶. پیغام مربوط به تعداد لوله های ارنج شده در نیم پاس دوم.

در این نرم افزار پس چینش نهایی خطوط ساپورت و لوله ها نرم افزار با توجه به معادلات حاکم مقادیر مختلف ضخامت تیوب پلیت را در قسمت های مختلف بدست می آورد و درون یک لیست قرار می دهد که مقدار ماکزیمم این لیست در حقیقت حداقل ضخامت تیوب پلیت می باشد.

معادلات

معادلات حاکم جهت محاسبه ضخامت تیوب پلیت و معادلات فشار و تنش در این مبحث بیشترین کاربرد را دارد.

$$t = b j y \sqrt{\frac{P}{f}} + c \quad (1)$$

$$\sigma = F / A \quad (2)$$

البته این معادلات فقط مربوط به محاسبات تیوب پلیت میباشند که به خاطر زمانبر بودن طراحی آن بیشتر به آن پرداخته شده است.

بحث بر روی نتایج و نتیجه گیری

نتیجه اینکه کار بسیار پر در دسر طراحی مکانیکال دیگ با ارائه این نرم افزار تبدیل به کاری ساده میشود ، زمان طراحی کاهش یافته موجب انجام به موقع پروژه ها میشود، خطاهای انسانی و نرم افزاری در ترسیم حذف میشود ، شرکتهای بازرسی با این روش به راحتی میتوانند دیگهای کار کرده را مورد محاسبات سریع و مجدد قرار دهند و از صحت و سلامت دیگ جهت فشار ماکزیمم مجاز کاری به شکل دقیق اطمینان حاصل کنند. هدف نهایی این کار ارائه نرم افزار کامل طراحی مکانیکال دیگهای بخار فایر تیوب به شکل پکیج میباشد که نبود آن در حوزه مهندسی دیگهای بخار فایر تیوب بخوبی حس میشود.

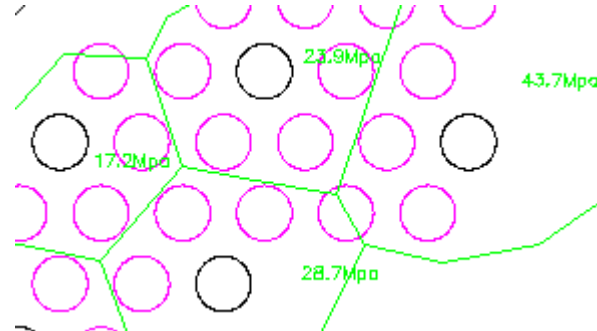
حال لوله های مقاوم را بصورت دستی و فرضی انتخاب می کنیم اگر فشار بالا باشد باید تعداد لوله های مقاوم زیادتر باشد تا مش ریزتر بدست آید و بالعکس و سپس با ابزار مربوط به مش بندی عمل مش بندی را با سرعت بالایی انجام می دهیم. که در شکل زیر از سمت چپ با انتخاب سه ساپورت دایره اصلی را از مراکز آن ساپورت های می گذارند، به ترتیب دو مرکز و یک مماس ، دو مماس و یک مرکز و سه مماس عمگر هایی جهت مش بندی هستند، پس از عمل مش بندی، سطح مش بدست آمده را با آپکون

تحت تست اولیه قرار می دهیم و در صورتی که با توجه به مفروضات طراحی در فایل مفروضات (فشار ، قطر و ضخامت ساپورت مورد نظر) سطح مش بدست آمده با توجه به نیاز های طراحی جوابگو باشد، این نرم افزار طراح را در انتخاب ساپورت های دیگر و محل آنها راهنمایی می کند. و در صورتیکه جوابگو نباشد طراح بایستی ساپورت ها را نزدیکتر انتخاب کرده تا به سطح مش کوچکتری برسد، عملیات انتخاب ساپورت و مش بندی و چک کردن سطح مش بدست آمده در زمان بسیار ناچیزی قابل

انجام است. در نهایت توسط آپکون نتایج تایج تنش قابل تحمل تمامی مش های بدست آمده بر روی سطح تیوب پلیت وارد فایل نتایج می شود .

	A	B
1	Design pressure(Mpa)	1.07
2	OD stay tube&stay bar(mm)	44.5
3	Thk of Stay tube Or Bar(mm)	6.3

شکل ۷. تصویر مربوط به مفروضات طراحی ساپورت ها



شکل ۸. تصویر مربوط به تست مش اولیه

فهرست علائم

A	مساحت (m ²)
t	ضخامت (mm)
b	قطر (mm)
j	ضریب (بدون واحد)
y	ضریب (بدون واحد)
P	فشار طراحی (N/mm ²)
f	تنش طراحی (N/mm ²)
C	میزان خوردگی (mm)

علائم یونانی
تنش (N/mm^2)

σ

مراجع

1. BS 2790 ,1992. Design and manufacture of shell boilers of welded construction.
2. BS-EN 12953-1:2002 . Shell Boiler

ICHVAC-4