بسم الله الرحمن الرحيم

IRAN RENEWABLE ENERGY CONFERENCE

سیاستهای ساخت داخل انرژیهای تجدید پذیر

آبان ماه 1400

پیشنهاد وزرات نیرو در راستای حمایت از ساخت داخل اجزای توربینهای بادی

ردیف	اجزاء نیروگاه توربین بادی	وزن پیشنهادی	ضریب ارزشی در توربین
1	پره	11	19
2	هاب	8	2
3	شفت اصلی	8	2
4	گیربکس	11	9
5	ژنراتور	11	4
6	سیستم کنترل و پایش	11	5
7	شاسی یا ناسل فریم	8	5
8	سیستم الکترونیک قدرت	11	4
9	پوسته یا ناسل کاور و هاب کاور	4	2
10	برج	4	18
11	اجزای مدفون فونداسیون	4	1.5
12	بستر ارتباطی هوشمند	4	1
13	سایر (اتصالات ، کابلها، بیرینگها و الکترو گیربکسها و ..)	5	27.5

تولید پره

MAPNA GROUP
PARS

تکنولوژی تولید پره

- **روش تولید pre-preg**

از سالها قبل این تکنولوژی درایران استفاده می شده است .

- **روش تولید vacuum infusion**

در این روش که تکنولوژی به روز تری می باشد، لایه چینی به صورت خشک صورت می گیرد و بعد از تحت خلاء قرار گرفتن الیاف، عملیات تزریق رزین و نهایتا پخت صورت می گیرد. این تکنولوژی نیز در حال حاضر کاملا بومی شده و در حال بهره برداری می باشد. در صورت تامین متریال مشکلی از بابت تولید وجود ندارد اما بستر لازم در داخل کشور جهت تولید مواد اولیه آن که رزین اپوکسی مناسب و متناسب الیاف مورد استفاه در تولید پره می باشد، شکل نگرفته است. در مورد خود الیاف و roving ها و core material نیز وضعیت مشابهی داریم.

تصاویری از قالب تولید پره و لایه چینی اجزاء داخلی

هاب (HUB)

تکنولوژی تولید هاب

- عمده ترین روش تولید هاب توربینهای بادی ریخته گری می باشد. جنس هاب عمدتا از چدن با گرید GGG می باشد .
- با توجه به ابعاد بزرگ هاب و شکل هندسی آن ریخته گران داخلی مشکلات زیادی در تولید آن داشته و نیازمند سرمایه گذاری در این حوزه می باشند.
- در صورت ایجاد بستر مناسب در صنعت ریخته گری قطعات حجیم که مورد نیاز دیگر قسمتهای صنعت می باشد مشکل ریخته گری هاب و قیمت تمام شده آن حل خواهد شد.

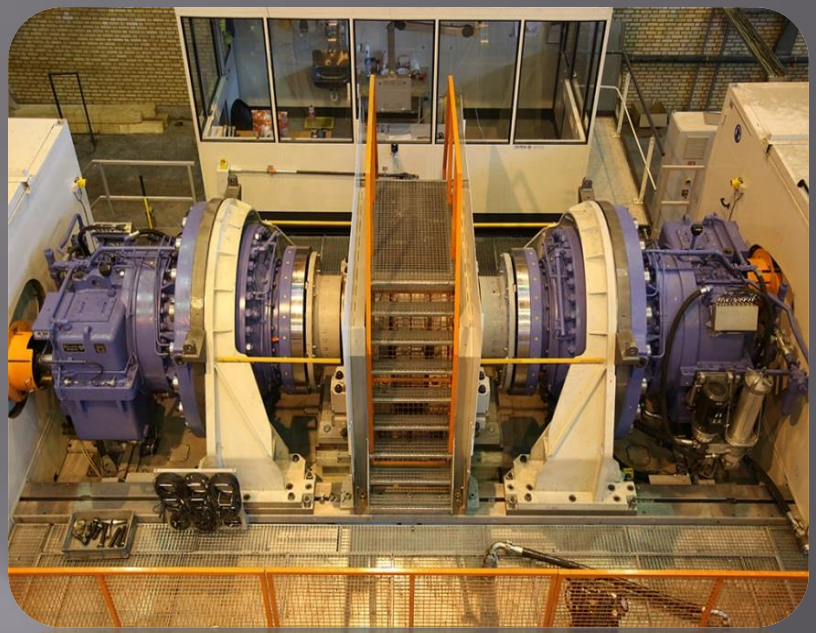
هاب خریداری شده

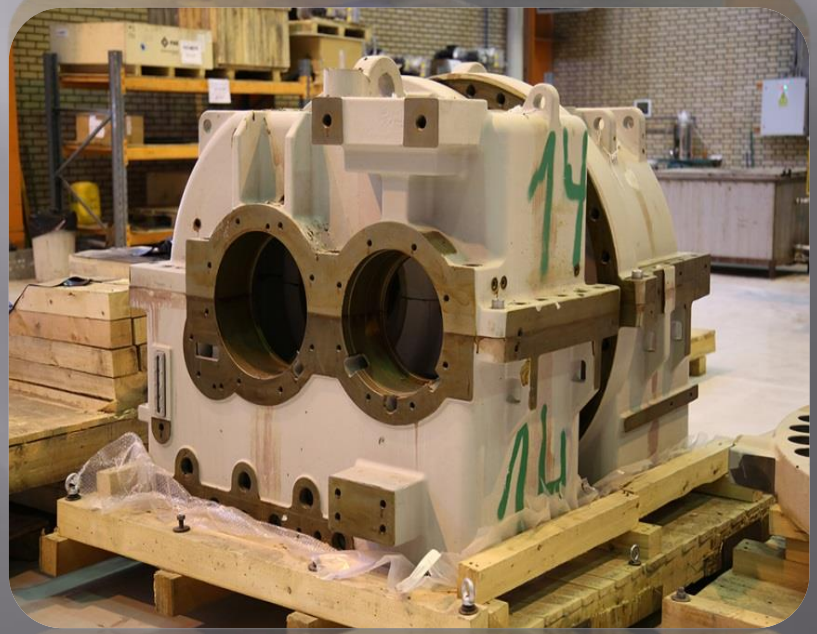
شفت اصلی

شفت اصلی

- با توجه به طراحی درایو ترینهای توربین بادی شفت اصلی می تواند از جنس چدن و یا از جنس فولاد در نظر گفته شود.
- در نوع فولادی معمولا این شفت تو خالی بوده و با روش فورج تولید می گردد . اجرای این روش در ایران مشکلات قابل توجهی پیش رو دارد.
- در نوع چدنی نیز این شفتها عمدتا از چدن GGG تولید شده و می تواند از لحاظ هندسی مانند شفتهای فورج بوده و یا متناسب با نوع طراحی طول کوچکتری داشته باشد.
- نوع کوچک این شفت داخلی سازی شده و با کیفیت مطلوب در حال بهره برداری می باشد.

Main Gearbox گیربکس اصلی



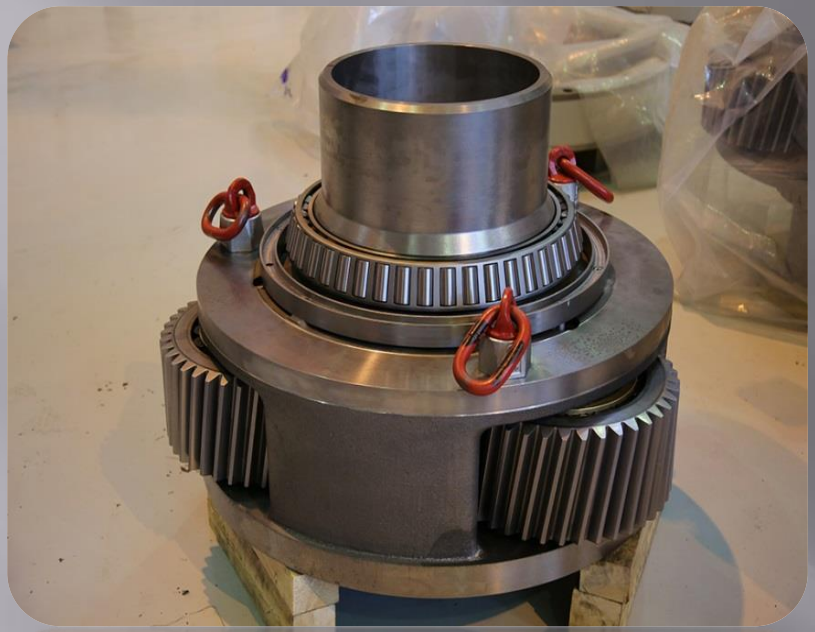


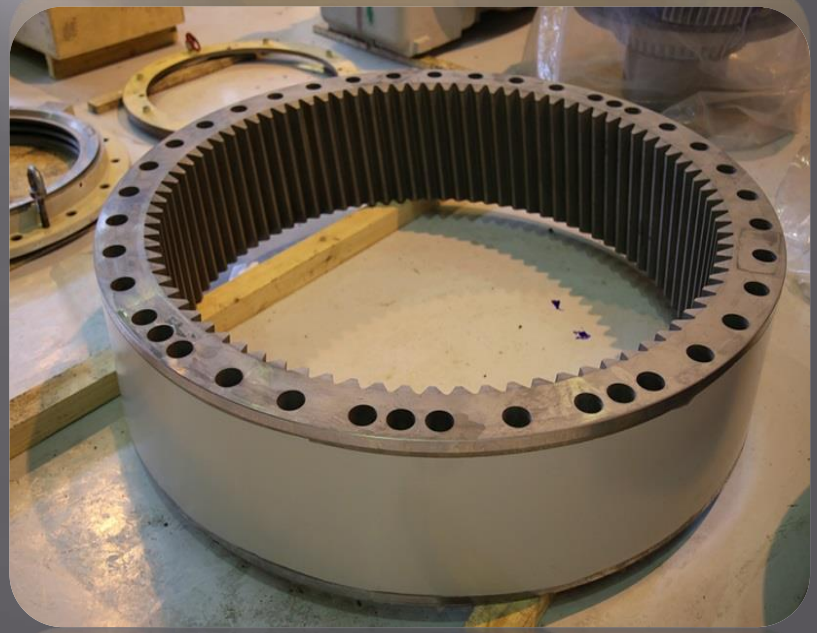
MAPNA GROUP
PARS

گیربکس اصلی

- گیربکس اصلی در توربین های بادی معمولا نسبت تبدیل بالایی دارد که با توجه به دور نامی ژنراتور و دوران نامی روتور متغیر می باشد. معمولا نسبت تبدیلهای بالا در سه مرحله صورت می گیرد که در دو مرحله با استفاده از سیستمهای چرخ دنده های خورشیدی و نهایتا با یک چرخ دنده ساده خروجی حاصل می گردد.
- در ساخت داخل گیربکس چالش اصلی ساخت دنده ها و همینطور اجزایی مانند بیرینگهای سایز بزرگ می باشد. بستر ساخت بیرینگهای سایز بزرگ و همینطور دنده های داخلی با کیفیت مناسب درصنعت داخلی فراهم نیست و تمرکز بر آن می تواند خلاء بزرگی در کل صنعت را پر نماید.
- ابزار دقیق (شامل ترموکوپلها، سنسورهای ارتعاشی) و سیستم خنک کاری از چالشهای دیگر ساخت گیربکس می باشد.

High Speed Shaft





MAPNA GROUP
PARS

ژنراتور (GENERATOR)

MAPNA GROUP
PARS

ژنراتور

ژنراتورهای توربین بادی می توانند انواع متفاوتی داشته باشند:

- ژنراتور تغذیه دو سویه DFIG
- ژنراتور مغناطیس دائم PMSG
- ژنراتورهای سنکرون که در مدلهای قدیمی تر استفاده می شدند.

در حال حاضر ژنراتور های تغذیه دو سویه بومی سازی شده اند و در مورد مغناطیس دائم نیز برنامه ساخت داخل دنبال می گردد.

مواد عایقی در ژنراتورها و همینطور ابزار دقیق از مواردی است که ساخت داخل آنها با چالش مواجه می باشد.

LOW VOLTAGE UNITE PANEL (LVU) سیستم کنترل و پایش

سیستم کنترل و پایش

بومی سازی سیستمهای کنترل و پایش در توربینهای بادی صورت گرفته و با خرید المانهای مربوطه کار مونتاژ و جمع بندی صورت می گیرد.

مهمترین چالش در ساخت سیستمهای کنترلی منطق کنترل توربین بوده که در حال مطالعه بوده و پیشرفتهای موثری داشته است.

در مورد سیستم پیچ و یاو نیز ساخت داخل صورت گرفته است.

ASSEMBLY LINE OF PITCH BOX

NACELLE FRAME MANUFACTURING

Segment 1: Welding , Machining & Assembled

شاسی (فریم اصلی توربین بادی)

عمدتا شاسی (فریم اصلی) به روش ریخته گری و گاها به روش سازه فلزی تولید می گردد.

مشکل اصلی صنعت ایران همانطور که در قسمت هاب اشاره شد ریخته گری قطعات حجیم می باشد. در توربین ساخت داخل از روش سازه فلزی استفاده شده است.

قسمتهایی مانند منطقه نشیمن ژنراتور و یا فریم مربوط به کرینها و ساپورت نگهدارنده کاور توربین بادی براحتی از طریق سازه فلزی قابل تولید می باشند.

NACELLE FRAME MANUFACTURING

Segment 2: Welding , Machining & Painting

MAPNA GROUP
PARS

CONVERTER

MAPNA GROUP
PARS

سیستم الکترونیک قدرت

کانورترها (مبدل ها) در توربین های بادی نقش اساسی داشته و در دو نوع ساخته می شوند:

- کانورترهای Partial

در این کانورترها بخشی از توان تولید شده (معمولا تا ۳۰ درصد توان نامی) تحت کنترل قرار می گیرند و معمولا در کنار ژنراتورهای تغذیه دو سویه استفاده می گردند.

- کانورترهای Full

در این کانورترها کل توان تولید شده توسط ژنراتور تغییر یافته و با فرکانس ثابت تحویل شبکه می گردند.

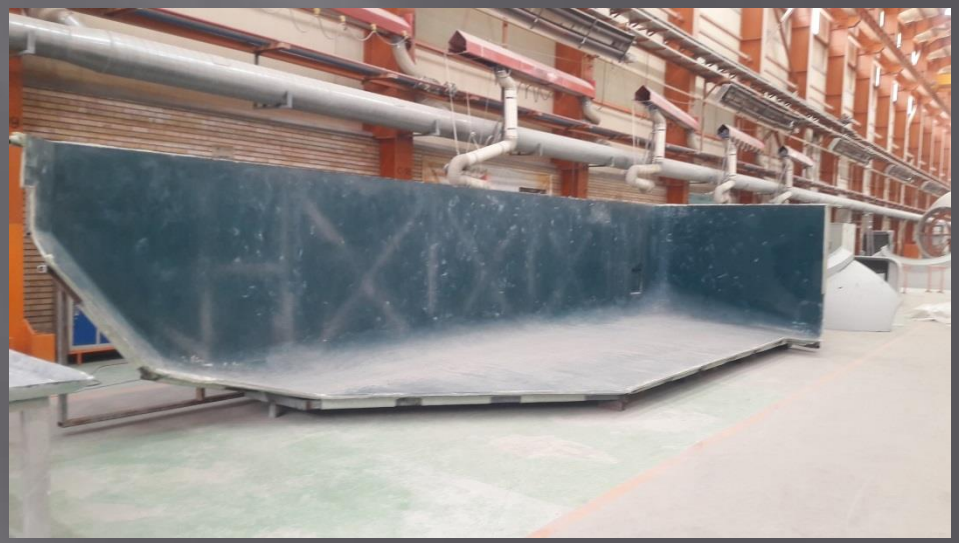
کانورترهای نوع اول در مقیاس مگاواتی در حال حاضر بومی سازی شده و تمرکز بر ساخت نوع دوم نیز در دستور کار قرار گرفته است.

Nacelle cover & Hub cover

کاور ناسل و هاب

معمولا این کاورها از جنس فایبر گلاس بوده و با روش تولید hand lamination تولید می گردند که تکنولوژی ساده تری نسبت به تولید پره می باشد. چالش عمده تولید این قطعات core material مورد نیاز می باشد.

قالبهای ساخت کاورها



HUB COVER

MAPNA GROUP
PARS

TOWER

برج توربین بادی

برجهای توربین بادی نیز انواع مختلفی دارند:

- برج های فلزی استوانه ای Tubular tower
- برج های فلزی خرپایی Lattice tower
- برجهای کاملا بتنی Concrete tower
- برجهای هیبریدی (بتنی - فلزی)

برجهای نوع اول در داخل کشور بومی سازی شده اند. مشکل اساسی در ساخت داخل برج، ساخت فلنج های آنها است که تکنولوژی رینگ فورج در مقیاس قطرهای ۴ تا ۴.۵ متری در داخل کشور محدودیت اساسی دارد.

مشکل دیگر، ساخت اتصالات بین سگمنتی می باشد . این اتصالات از نوع استحکام بالا با گرید ۱۰.۹ می باشد که رسیدن به خواص مد نظر براحتی میسر نمی باشد.

آسانسور نیز مشکل دیگری است که استانداردهای داخلی مد نظر هنوز برای برجهای توربین بادی توسعه کامل نیافته اند.

TOWER

Segment 1-5 : Cutting , Bending , Machining , Welding

MAPNA GROUP
PARS

TOWER

Segment 1-5 : Cutting , Bending , Machining , Welding

MAPNA GROUP
PARS

FOUNDATION , REINFORCEMENT

اجزای مدفون فونداسیون

عمده ترین تجهیز دفنی فونداسیون بخش قفس دفنی آن است که متشکل از تنشن بولتها و صفحات اصلی بالا و پائینی می باشد.

ساخت داخل تنشن بولتها با شرایط تکنولوژیکی داخل مشکل خاصی ندارد و می توان آنرا تولید نمود. در این مورد معمولا حجم تولید از سمت تولید کننده مورد سئوال می باشد که در احجام پائین، موضوع صرفه اقتصادی مطرح می گردد.

از لحاظ کاور بولتها و همینطور صفحات بالا و پائین نیز چالش قابل توجهی وجود ندارد.

بستر ارتباطی هوشمند

در خصوص بستر ارتباطی هوشمند شرط اولیه و لازم برای ایجاد آن توان دستیابی به طراحی سیستم کنترل می باشد.

مطالعات وسیعی در سطح کشور در توسعه این سیستم ها در حال انجام است و می توان امیدوار بود نتایج قابل قبولی استحصال گردد.

YAW SYSTEM

MAPNA GROUP
PARS

سایر قطعات

عمده ترین اجزای باقیمانده عباتند از:

- بیرینگ اصلی و بیرینگهای یاو و پیچ
- سیستمهای ترمز
- الکتروگیربکسهای یاو و پیچ
- سیستمهای خنک کاری و روانکاری
- اتصالات
- کابلهای کنترلی و قدرت
- ابزار دقیق (سنسورینگ)

سایر قطعات (ادامه)

بیرینگ اصلی و بیرینگهای یاو و پیچ:

پیچیدگی تکنولوژی ساخت بیرینگهای بزرگ شامل تولید رینگ فورج و همینطور تکنیک دنده زنی داخلی در بیرینگهای یاو و پیچ از مشکلات اصلی تولید بیرنگها می باشند. در بیرینگ اصلی سطح بالای کیفی محصول اجازه تولید داخل را به سازندگان نمی دهد.

- سیستمهای ترمز :

نداشتن صرفه اقتصادی تولید به واسطه حجم مورد استفاده پائین داخل کشور

- الکتروگیربکسهای یاو و پیچ:

در برنامه ساخت داخل تدریجی قرار دارد گیربکسهایی در این مقیاس، در صنعت کاربردهای فراوانی دارند.

سایر قطعات (ادامه)

بسیستمهای خنک کاری و روانکاری:

به مانند سیستمهای ترمز صرفه اقتصادی ندارد.

- اتصالات:

مشکل اصلی ساخت داخل پاس ننمودن خواص مد نظر طراحان توربین بادی می باشد.

- کابلهای کنترلی و قدرت :

برخی از ویژگیهای خاص کابلهای مورد نیاز، توسط سازندگان داخلی قابل حصول می باشد.

- ابزار دقیق (سنسورینگ):

پائین بودن سطح تکنولوژی داخل کشور چالش اصلی می باشد.

با تشکر از بذل توجه شما