بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيم

سمینار درس انجمادپیشرفته

ریخته گری تختال نازک

Thin Slab Casting

THIN SLAB CASTING

نگاهی گذرا به ارائه

- ✓ مقدمه
- ✓ نگاهی کلی به ریخته گری
- ✓ تاریخچه ریخته گری مداوم
- ✓ تاریخچه ریخته گری تختال
- ✓ روش ریخته گری مداوم
- ✓ معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک
- ✓ شکل دهی نرم
- ✓ ویدیو مربوط به ریخته گری تختال نازک
- ✓ استاندارد های اسلب
- ✓ محصولات نهایی تولید شده از اسلب
- ✓ مزایای تولید ورق به روش ریخته گری تختال نازک
- ✓ محدودیت تولید ورق به روش ریخته گری تختال نازک
- ✓ جمع بندی

مقدمه

برای تولید محصولات تخت، فولاد مذاب عموما به صورت اسلب در ماشین ریخته گری مداوم اسلب ریخته می شود.
این اسلب پس از بازرسی، دوباره قبل از آن که در واحد نورد گرم مدوام یا نیمه مداوم به صورت کویل درآید در کوره های متعادل کننده دما تا دمای نورد حرارت داده می شود.
توسعه ریخته گری تختال نازک (TSC) یک گام به جلو برای کاهش تعداد مراحل فرایند در تولید کلاف نورد گرم است.
در شمش ریزی مداوم ،فلز مذاب با سرعت و آهنگ مشخص در داخل قالب آبگردی که معمولا مسی است ریخته می شود در حالیکه قسمت های جامد قبلی با سرعت وآهنگ باریزی از انتهای قالب بیرون کشیده می شوند.
- اگر پس از زمان معینی بار ریزی متوقف و شمش جامد از دستگاه خارج شود ، روش را شمش ریزی نیمه مداوم می گویند.
- اگر شمش منجمد به طور مداوم بریده شده و باریزی تا زمانی که مذاب وجود دارد ادامه یابد، روش را شمش ریزی مداوم می گویند.
از زمان پیدایش روش ریخته گری مداوم تا کنون تغییرات زیادی از جمله :
کاهش ارتفاع ماشین ریخته گری - افزایش سرعت ریخته گری - افزایش کمیت و کیفیت تولید - حذف کوره پیشگرم حذف یا کاهش هزینه های واسطه و... باعث رشد و توسعه این روش در صنعت شده است.

نگاه کلی به ریخته گری

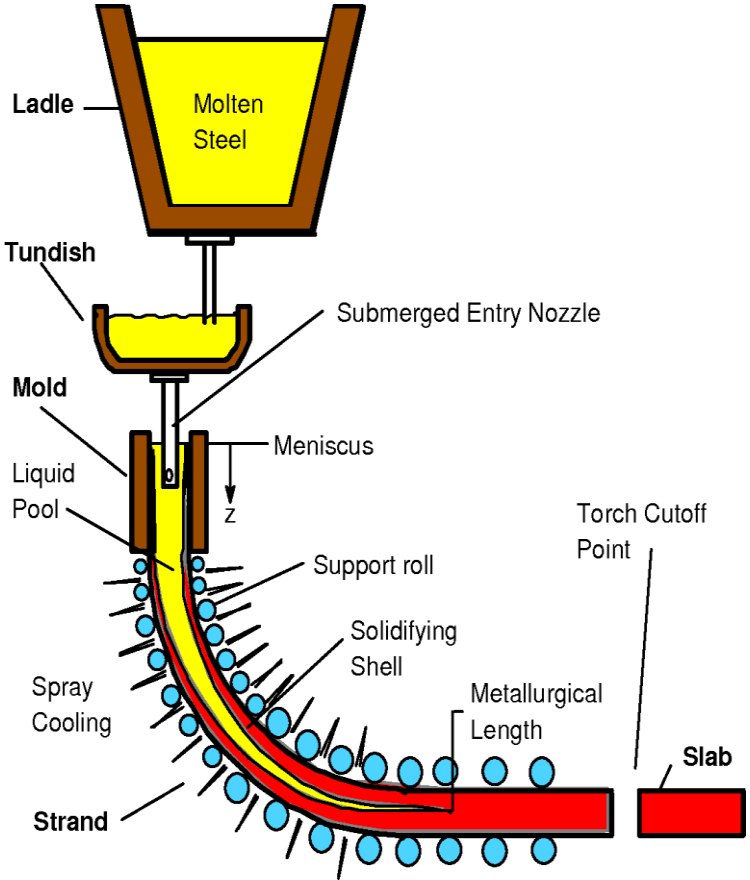
تاریخچه ریخته گری مداوم

- از قرن نوزدهم تا اواسط قرن بیستم : پیدایش روش ریخته گری مداوم و توسعه آن جهت فلزات غیرآهنی.
- ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ : ورود روش ریخته گری مداوم به صنعت فولاد و رشد وتوسعه آن (افزایش سرعت ریخته گری)
- ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ : استفاده از اتوماسیون در صنعت ریخته گری (کنترل سطح ذوب،کنترل دبی مذاب وکنترل شدت خنک کنندگی).
- ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ : دوران رشد و شکوفایی ریخته گری مداوم (تجهیزات مدرن و خودکار و استفاده ازمتالوژی ثانویه و توجه به صرفه جویی در هزینه ها و انرژی) و پیدایش روش ریخته گری نزدیک به شکل نهایی .
- ۱۹۹۰ به بعد : رشد و توسعه روشهای ریخته گری تختال نازک و انتخاب شرایط بهینه از ۲۰۰۵.

تاریخچه ریخته گری تختال نازک

- ۱۹۸۵ انجام آزمایشات روش ریخته گری تختال نازک در واحد پایلوت SMS در آلمان.
- ۱۹۸۵ انجام آزمایشات مشابه ولی با تجهیزات متفاوت در واحد پایلوت دانیلی در ایتالیا.
- ۱۹۸۹ راه اندازی اولین ماشین CSP ریخته گری تختال نازک(Compact Strip Production) در کارخانه Nucor آمریکا.
- ۱۹۹۵ راه اندازی اولین ماشین Thin Slab Caster در Algoma کانادا.

روش ریخته گری مداوم



به طور کلی این روش ریخته گری شامل مراحل زیر است:

- انتقال مذاب ازکوره ذوب به خط بار ریزی و به درون توزیع کننده(تاندیش).
- جریان یافتن مذاب از تاندیش به درون قالب آگرد .
- ایجاد یک پوسته جامد در اطراف مذاب در درون قالب آبگرد .
- بیرون کشیدن پیوسته شمش از قالب(تمام مقطع شمش ممکن است هنوز منجمد نشده باشد) .
- ادامه استخراج حرارت از مذاب موجود در مرکز شمش توسط پاشش آب خارج از قالب .
- برش شمش در طول های معین .

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

برج پاتیل چرخان (Ladle Turret)

اولین تجهیز ماشین ریخته گری که وظیفه های ذیل را بعهده دارد:

۱ - نگه داشتن پاتیل مذاب درطول زمان ریخته گری

۲ - تعویض پاتیل در کوتاهترین زمان در طی تغذیه

- این دستگاه ظرفیت دو پاتیل پر و یا یک پاتیل پر و یک پاتیل خالی را دارا بوده و با بهره گیری از چرخش جفت **(rotary coupling)** جهت تغذیه سیالات مورد نیاز امکان چرخش ۳۶۰ درجه را دارد.

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

تاندیش

فلز پس از ذوب در کوره توسط پاتیل و یا از طریق یک کانال که با مواد دیرگداز پوشش داده شده است به درون مخزنی به نام تاندیش وارد می شود.

تاندیش این امکان را فراهم می آورد تا در حین تعویض پاتیل انتقال ذوب (از کوره به خط ریخته گری)،عمل مذاب رسانی به قالب مداوم بدون وقفه ادامه یابد.

به طور کلی می توان وظایف تاندیش را به صورت زیرخلاصه کرد:

- تنظیم دبی جریان ورودی به هر قالب ریخته گری مداوم.
- هدایت مذاب به محل مناسب درون قالب.
- تقسیم جریان مذاب بین چند خط تولید.
- جلوگیری از ورود سرباره و آخال به درون قالب.

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

تاندیشکار (Tundish Car)

این تجهیزبا دارا بودن سیستم های محرکه در سه محور xyz، وظیفه های ذیل را بعهده دارد:

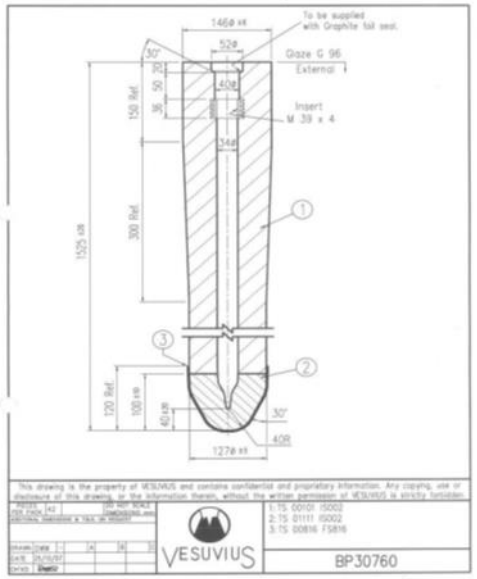
۱- استقرار و جابجایی تاندیش بین مشعلهای پیشگرم و قالب در قالب SEN .
۲- تنظیم نازل تاندیش SEN.
۳- حرکت عمودی نازل SEN درطول سکوئنس (shifting) جهت کاهش خوردگی نسوز.

- لودسل های سیستم توزین ومانی پلاتور(نگهدارنده شرود زیر پاتیل) از دیگر تجهیزاتی هستند که تاندیشکار به آن مجهز میباشد.

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

استوپر

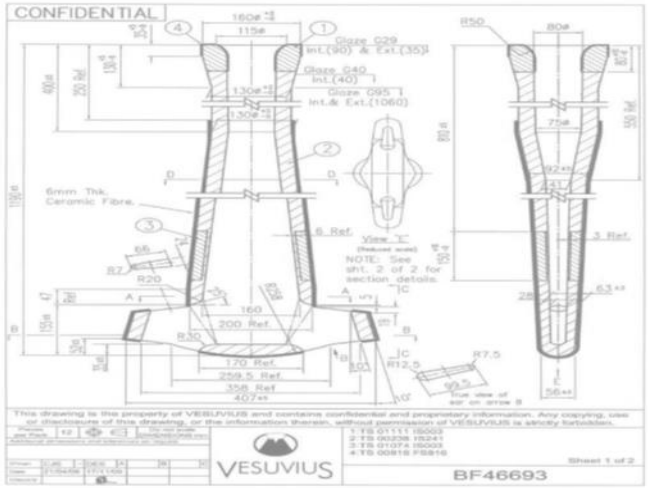
میله ای از جنس مواد دیرگداز جهت کنترل دبی مذاب خروجی از تاندیش.



نازل غوطه ور SEN

(Submerged Entry Nozzle)

از جنس مواد دیرگداز جهت انتقال مذاب از تاندیش به قالب.



معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

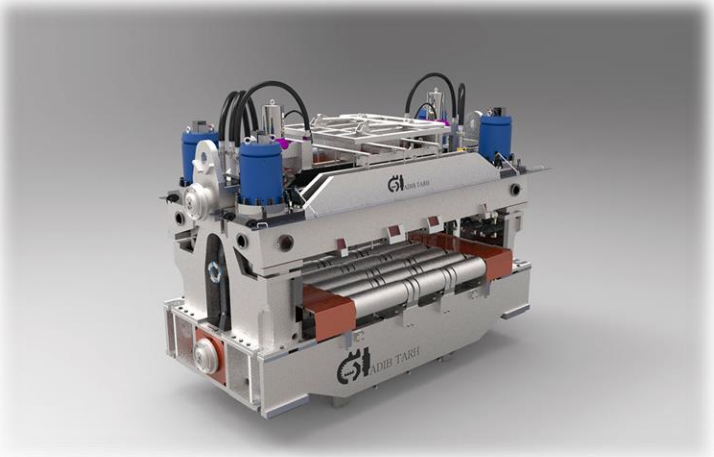
قالب ، کریستالیزاتور(Mold)

- وظیفه این تجهیز شروع انجماد وتشکیل پوسته بیرونی تختال با استفاده از چهار صفحه مسی آبگرد و خنک کنندگی غیرمستقیم مذاب میباشد .
- موقعیت قالب در بین تاندیش و اولین سگمنت قرار دارد و بر روی میز نوسان (اسیلاتور) نصب میگردد.
- ضخامت کم و لزوم قرارگیری نازل در قالب باعث پیچیدگی شکل صفحات مسی قالب و همچنین نازل غوطه ور گردیده است.

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

سگمنت ها

- تختال پس از شکل گیری و انجماد پوسته در قالب واردسگمنتها میگردد. مجموعه سگمنت ها وظیفه هدایت خنک کنندگی و کاهش ضخامت تختال با مغز مذاب را بعهده دارند.
- هر سگمنت از دو قسمت ثابت و متحرک تشکیل شده که قسمت ثابت به اسکلت اصلی ماشین متصل و بدون حرکت میباشد و قسمت متحرک توسط سیلندرهای هیدرولیک به قسمت ثابت متصل میباشد.
- سیلندرهای هیدرولیک مجهز به سیستم کنترل موقعیت بوده بطور اتوماتیک و با دقت بالا فاصله بین رولک های دوطرف راتنظیم و همچنین نیروی مورد نیاز کاهش ضخامت را نیز تامین مینماید.



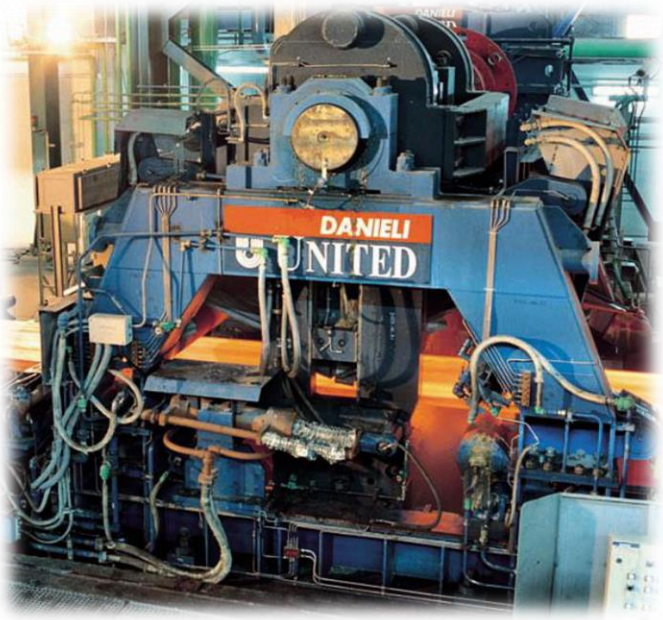
معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

پوسته زدا (Rotary Descale)

- این تجهیز بعد از سگمنت ها و قبل از قیچی قرار گرفته و علاوه برجدا کردن پوسته های اکسیدی ازسطح تختال بوسیله آب وظیفه کشانندگی تختال را نیز بعهده دارد.
- پوسته زدا دارای رول کشاننده در طرفین و نازل چرخان در وسط میباشد.
- حرکت چرخشی نازلهای آب توسط موتور هیدرولیکی انجام میشود.

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

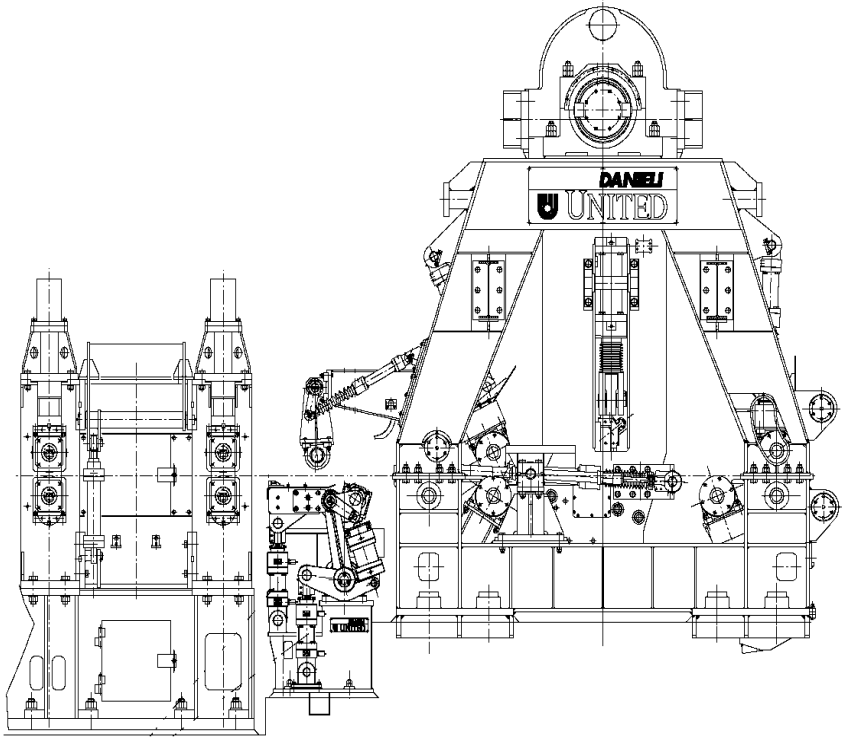
قیچی پاندولی Pendulum Shear



- قیچی پاندولی جهت برش سرتختال، برش تختال به طول مورد نیاز و خرد کردن تختال در شرایط اضطراری (توقفات کوتاه مدت نورد) مورد استفاده قرار میگیرد.
- نیروی برش توسط موتورلکتریکی و با حرکت میل لنگ که تیغه ها روی آن نصب شده تامین میگردد.
- حرکت پاندولی توسط دو سیلندرهیدرولیکی که در طرفین پاندول قرار دارد انجام میشود.

معرفی تجهیزات ماشین ریخته گری تختال نازک

جداکننده دامی بار



- جهت جداکردن زنجیر دامی بار از سر تختال
- در شروع ریخته گری استفاده میگردد.
- موقعیت قرارگیری آن در بین پوسته زدا و قیچی پاندولی میباشد.

Soft Reduction

- شکل دهی نرم تختال امروزه در دنیا به عنوان یکی از روشهای کاهش هزینه در تولید تختال به شمار می آید.
- این عمل زمانی انجام میگیرد که تختال شامل یک پوسته جامد در سطح و یک حوضچه مذاب درون این پوسته جامد شده باشد.
- این عملیات توسط یک یا چند سگمنت انجام می گردد که نحوه انجام آن توسط سیستم کنترل دینامیکی حوضچه مذاب LCRتعیین و فاصله بین رولیک ها در سگمنتهای مختلف بطور مجزا و بصورت اتوماتیک تغییر میکند.

سیستم Liquid Core Reductionبراساس گرید فولاد ، سرعت ریخته گری ودمای مذاب میزان رشد پوسته و پروفایل دمایی تختال را محاسبه و نقطه پایان SRرا تعیین میکند.

- انجام SRخارج ازمحدوده مجاز میتواند باعث اعمال نیروی فشاری مازاد و شکل گیری ترک ها در تختال و همچنین آسیب سگمنت هاگردد.

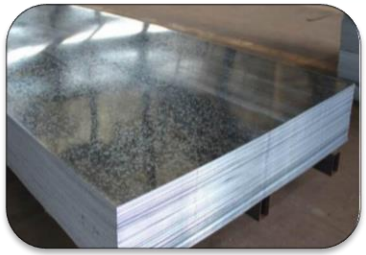
مزایای کاهش ضخامت نرم(SR)

- شکل دهی باعث ایجاد یک حرکت انتقالی میشود که مخلوط شدن مذاب در حال انجماد را بدنبال دارد این عمل منجرب کاهش جدایش میگردد.
- با حرکت انتقالی ، فولاد مذاب مرکز با دمای بالاتر در تماس با شاخه های دندریتی قرار گرفته و باعث شکسته و ذوب شدن و کاهش آنها میگردد و با مخلوط شدن باعث رقیق شدن عناصر جدایشی مرکزی میشود.
- یکنواختی ساختارعملیات مکانیکی در مراحل پایانی کاهش ضخامت باعث شکسته شدن دانه های ستونی و در نتیجه تسریع جوانه زنی و ریز تر شدن دانه ها میگردد.

استاندارد های اسلب

استانداردهای اسلب (slab)
ASTMA615M
ASTMA706M
ASTMA711 / A7aam
BS 4449
GOST 380/89- 94
GOST 360/89 - 94
GOST ST3S/SP
S275J O
S275J 2
S355J R
S355J O
S355J 2
I SO 9001 &14001 – TUV Nor d
AD 2000 – Merkblatt Wo/TRD 100 – TUV Nord
GOST ST 49S/SP
GOST ST 5S/SP
S235JR
S235JO
S235J2
S275JR
PED 97/23/EC
ASME MO QSC 713
DNV
Germanischer Lloyd
Lloyd's Register
As well as some UNS, JIS and CNS standards

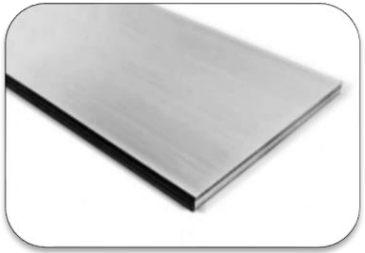
محصولات نهایی تختال فولاد



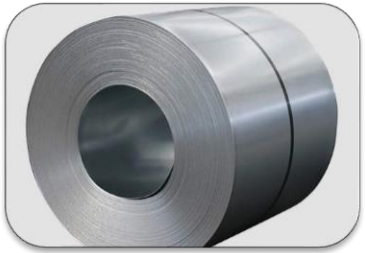
ورق گالوانیزه

ورق آجدار

ورق روغنی

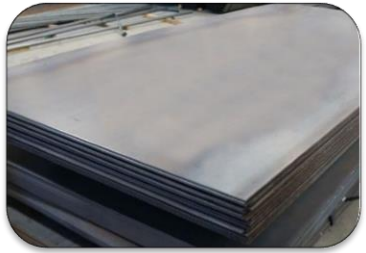


تسمه

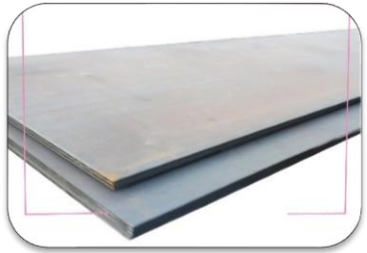


ورق سیاه

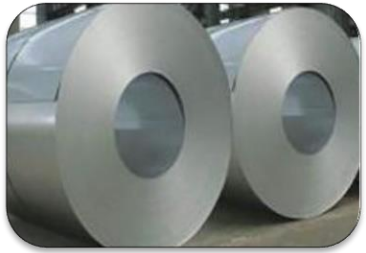
لوله ها و پروفیل ها



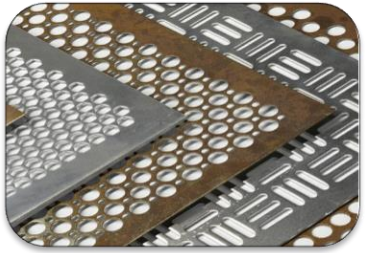
ورق ST37



ورقST52



ورق آلیاژی



ورق پانچ

مزایای تولید ورق به روش ریخته گری تختال نازک

۱ - هزینه سرمایه گذاری کمتر :

۱۰۰۰دلار به ازای تن برای واحدهای با تولید ۳ - ۶ میلیون تن در سال درمقابل ۲۰۰دلار به ازای تن در TSC هزینه تولید به میزان ۳۰ - ۶۵ ٪ ارزانتر با توجه به ظرفیت عدم نیاز به انبارش تختال و جابجایی ، نیاز به نیروی انسانی کمتر و کاهش هزینه نگهداری و تعمیرات.

۳ - صرفه جوئی درمصرف انرزی :

عدم نیاز به پیشگرم تختال و کاهش ان رژی مورد نیاز نورد .

۴ - انعطاف پذیری و سرعت پاسخ به تغییرات و شرایط بازار، زمان فرایند تبدیل مذاب به ورق کوتاه (کمتر از ۳۰ دقیقه) و امکان تغییر عرض قالب در حین ریخته گری وجود دارد (تولید فولاد با حجم کم) .

۵ - کنترل راحت تر فرایند با توجه به فشردگی خط تولید .

۶ - کاهش فضای مورد نیاز جهت احداث کارخانه .

۷ - ایجاد ساختار ظزیف تر و یکنواخت تر با توجه به سرعت انجماد بالا و Soft Reduction .

محدودیت های تولید ورق به روش ریخت هگری تختال نازک

- عدم امکان ریخته گری فولاد با کربن ٪ ۰.۰۷ تا ٪ ۰.۱۵ (محدوده پری تکتیک)

جمع بندی

- در سال ۱۹۹۲، ٪ ۵ از تولید ورق در آمریکا به روش تختال نازک تولید می شد که این عدد در سال ۲۰۰۰ به حدود ۲۵ تا ٪۳۵ افزایش یافت.
- در حال حاضر با استقبال شدید کارخانجات تولید ورق در دنیا تعداد ماشین های ریخته گری تختال نازک به حدود ۱۲۰ عدد رسیده و این تعداد درحال افزایش است
- از سال ۲۰۰۵ به بعد ضخامت قالب ۹۰ - ۷۰ نسبت به ۷۰ – ۵۰ ترجیح داده شده است.
- جهت بهره مندی از مزایای این روش ونداشتن محدودیت ریخته گری گریدها ی مختلف معمولا خطوط پیوسته تختال نازک در کنار خطوط Conventional احداث میگردد.

از توجه شما سپاسگزارم

پایان