MZA

ZLD

ZERO LIQUID DISCHARGE

فناوری شیرین سازی آب

شرکت معین زیست آریا

MOEIN ZIST ARYA COMPANY

پژوهش، طراحی و ساخت فرایندهای صنعتی

Research, Planning & Construction of
Industrial Processes

دانش هوشمند، احیای منابع
Intelligent Knowledge...
...Vitalize Resources

چشم انداز

We believe that with the help of beneficent God and utilization of exclusive knowledge and the creation of High Technology, in this knowledge-based company, we can establish a prodigious development in the management of the use of water energy resources and the construction of industrial processes in the world.

مـا بـر ایـن باوریـم کـه بـا اسـتعانت از ایـزد منـان و بهره‌گیـری از دانـش انحصـاری و خلـق فنـاوری برتـر، در ایـن مجموعـه دانـش بنیـان می‌توانیـم پایـه گـذار تحولـی شـگرف در مدیریـت اسـتفاده از منابـع آب و انـرژی و سـاخت فرایندهـای صنعتـی در جهـان باشـیم.

فهرست

3	چشم انداز
4	معرفی شرکت
6	معرفی محصول
8	تبخیر کننده فالینگ فیلم
10	بلورساز
12	معرفی روش‌های حرارتی شیرین سازی آب
14	تبخیرکننده چندمرحله‌ای
16	تبخیر کننده تراکم بخار حرارتی
18	تبخیرکننده تراکم بخار مکانیکی
20	مزایای روش تراکم بخار مکانیکی
22	سیستم تراکم مکانیکی بخار در ظرفیت‌های مختلف
28	مزایایی که محصول برای کاربر ایجاد می‌کند
29	تحلیل کمی و کیفی تکنولوژی‌های دیگر
30	گواهینامه‌ها
31	پیام مدیریت

Contents

3	Vision
4	Company introduction
6	Product introduction
8	Falling film evaporator
10	Crystallizer
12	Thermal Methods for Sweetening Water
14	MED
16	TVR
18	MVR
20	The advantages of MVR
22	Mechanical Vacuum Recompression system with various capacities
28	Advantages of using ZLD technology
29	Comparison of sweetening methods with other technolgies
30	Certificates
31	Message of CEO

این شرکت با شعار "دانش هوشمند، احیای منابع" در جهت حفاظت از محیط زیست و منابع آب و انرژی و با بهره‌گیری از دانش ناب ایرانی، راهکارهای ارزشمندی ارائه نموده است. در این مسیر دشوار، با عزم و اراده فرزندان ایران زمین، غلبه بر مشکلات و تلاش بی وقفه به دستاوردهای گذشته اکتفا ننموده و هم‌چنان در جهت کسب موفقیت‌های ارزشمند و جاودانه حرکت می‌نماییم.

The company, with the slogan “Intelligent Knowledge, Vitalize Resources”, aims at protecting the environment and water and energy resources and utilizing Iranian pure knowledge, provides valuable solutions. In this way, there are many difficulties that need to be overcome with the determination of the descendants of Iran, and with endless effort to move toward success.

تاریخچه

شرکت دانش بنیان معین زیست آریا از سال ۱۳۹۱، با بکارگیری مدیران و کارشناسان کارآزموده و فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌های برتر کشور در صنایع مختلف از جمله نفت، پتروشیمی و فولاد توانسته است گام مهمی در راستای پژوهش، طراحی و ساخت فرایندهای صنعتی بردارد. این شرکت، فعالیت خود را در زمینه نمک‌زدایی آب‌های غیر متعارف، کاهش قابل توجه مصرف آب در صنایع و استفاده بهینه از منابع انرژی آغاز نموده است. بر اساس خط مشی شرکت، تفکر بر مبنای منابع و استعدادهای موجود و تولید محصول "مطابق با نیازها و استانداردهای ملی و بین‌المللی"، سرلوحه کار قرار گرفته و ساخت سامانه نمک‌زدایی خودجوش و هم‌چنین ابداع برج خنک کننده بسته صورت پذیرفته است.

Moein Zist Arya Company, since 2012 based in Isfahan Science & Technology Town, employing managers and experienced experts and the graduates of the country’s top universities in various industries, including oil, petrochemicals, and steel, has been able to take an important step in research, design and construction of industrial processes. This company has started its activities in the field of unconventional water desalination, saving water consumption and optimal use of water and energy resources. According to the company’s policy, thinking based on existing resources and talent and production of products in accordance with national and international standards is a priority, and a “Self-Boiling Water Desalination System”, as well as a “Closed Cooling Tower”, has been made.

ZLD روشی در شیرین‌سازی آب است که در آن تمامی مواد جامد از آب جدا شده و خروجی آن، آب مقطر و جامدات خشک می‌باشد. این تکنولوژی از تبخیرکننده و بلورساز یا همان کریستالایزر برای جدا کردن "مواد جامد محلول در آب" استفاده می‌کند. در سیستم ZLD سه تکنولوژی با یکدیگر ترکیب شده و در سه مرحله پی در پی تصفیه آب را انجام می دهند. در ابتدا آب شور به تبخیر کننده وارد شده و تا TDSحدود ۳۰۰ هزار ppm تغلیظ می‌شود. در مرحله دوم، آب شور تغلیظ شده به بلورساز وارد شده و ذرات جامد محلول در آب به صورت بلور در آب غوطه‌ور می‌شود. در انتها، پساب خروجی از بلورساز وارد سانتریفیوژ شده و نمک جامد خشک با رطوبت بسیار پایین تولید می‌شود.

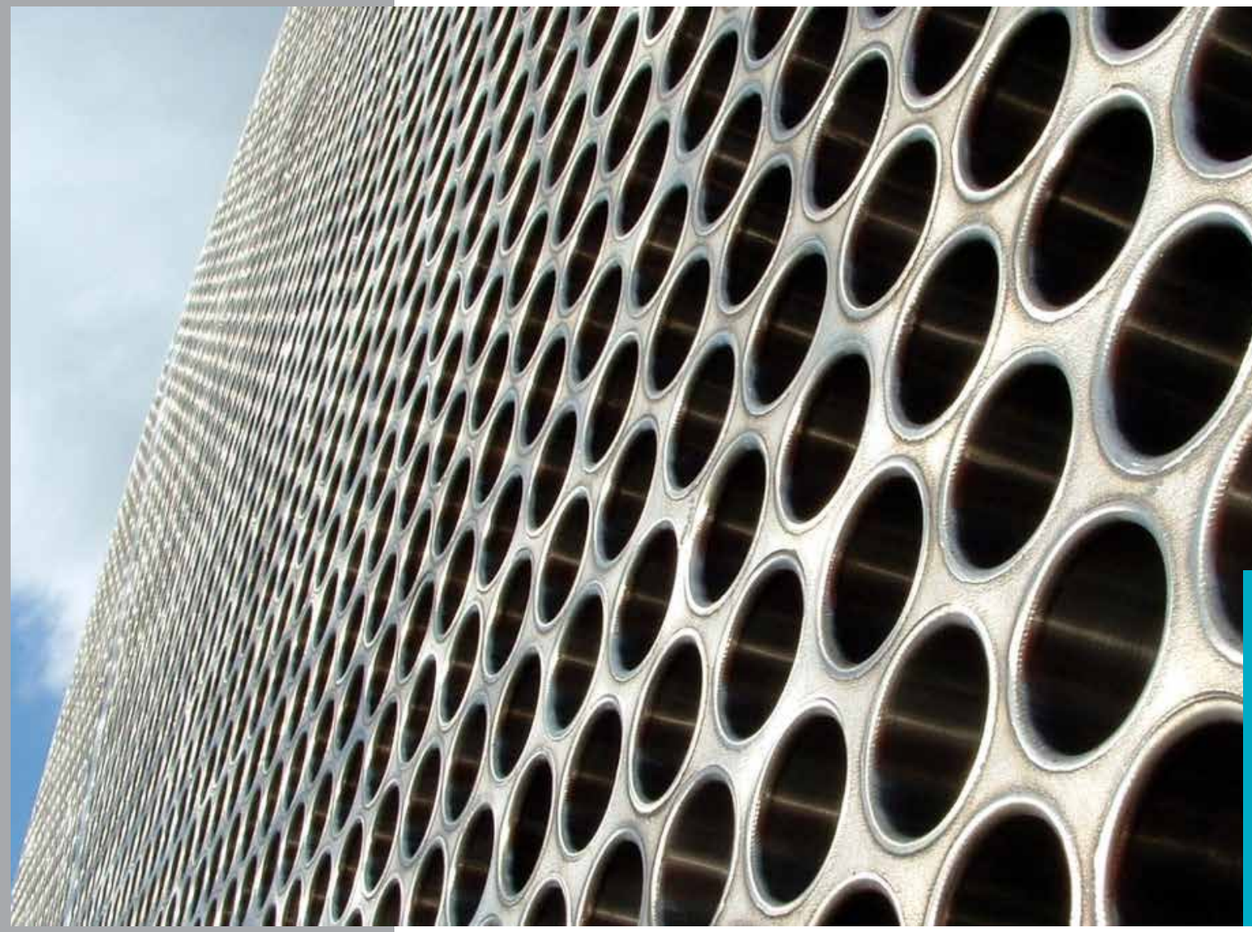
ZLD is a water desalination method in which all solids are separated from water and the system output is only distilled water and dry salt. This technology uses evaporator and crystallizer to separate dissolved solids in water. In the ZLD system, three technologies are combined. Initially, saline water enters the evaporator and concentrated up to TDS equals to 300,000 ppm to the TDS. Condensed saline water enters crystallizer and dissolved solids immerse in the form of crystalline in the water. The output wastewater from the crystallizer enters the centrifuge and dry salt with very low moisture content will be produced.

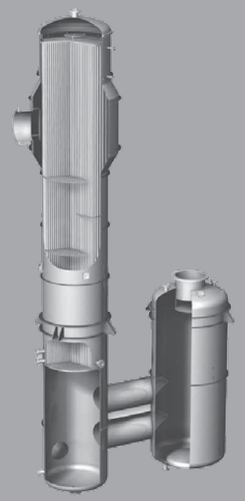
ZERO LIQUID DISCHARGE

99%

The ZLD method has a water recovery rate up to 99%. The structure of the ZLD method is presented in the figure.

روش ZLD قابلیت شیرین سازی تا ۹۹ درصد آب را دارا ست. در شکل بالا ساختار روش ZLD آورده شده است.





1

Falling film evaporator

In low salinities, where saline water has not yet reached the saturated limit, a falling film evaporator is used. The saline water flows from the top of the tubes in a way that forms a thin film inside the tubes. The thin film of water begins to boil due to heat transfer with steam which flows outside of the tubes and as a result, some of it evaporates. The remaining saline water, along with the produced steam are released. The condensed saline water and the steam are separated by the separator in the lower part of the evaporator.

It is necessary that the entire inner surface of the tubes, in particular in the lower areas, be uniformly and sufficiently be wetted with the liquid. Otherwise, there are dry points that cause sedimentation and corrosion. To ensure that the inside of the tubes at the end of the evaporator is wet, designing a suitable distribution system at the top of the evaporator is important. The wetting rate increases with the use of longer tubes or by increasing the brine circulating flow rate.

Advantages of using Falling Film Evaporator

- The ability of concentration to high salinity
- Condenser and evaporator integration in a heat exchanger
- Easy control of process and automation
- The high efficiency of heat transfer
- Requires small footprint
- Functionality in high capacities

۱. تبخیر کننده فالینگ فیلم

در شوری‌های پایین و در جایی که آب شور هنوز به مرز اشباع نرسیده است از تبخیرکننده فالینگ فیلم استفاده می‌شود. آب شور از سمت بالا به درون لوله‌های داغ به نحوی وارد می‌شود که درون لوله تشکیل یک فیلم نازک می‌دهد. فیلم نازک آب در مسیر خود به علت تبادل حرارتی با بخار در بیرون لوله‌ها، شروع به جوشیدن می‌کند و در نتیجه مقداری از آن بخار می‌شود. آب شور باقی مانده به همراه بخار ایجاد شده از پایین تبخیرکننده توسط سپراتور جدا و خارج می‌شوند. لازم است که تمامی سطح داخلی لوله‌ها، مخصوصا در نواحی پایینی به صورت یکسان و کافی با آب شور مرطوب شده باشد. در جایی که این حالت اتفاق نمی‌افتد، نقاط خشکی وجود دارد که باعث تشکیل رسوب و خوردگی می‌شود.

برای اطمینان از مرطوب بودن داخل لوله ها در انتهای تبخیرکننده، طراحی و تامین سیستم توزیع مناسب از اهمیت بسزایی برخوردار است. نرخ مرطوب شدن با به کارگیری لوله‌های طولانی‌تر یا به وسیله گردش بیشتر شورابه افزایش می‌یابد.

مزایای استفاده از تبخیرکننده فالینگ فیلم

- امکان تغلیظ تا شوری‌های بالا
- تلفیق کندانسور و تبخیرکننده در یک مبدل حرارتی
- کنترل آسان فرایند و اتوماسیون
- بازدهی بالای انتقال حرارت
- نیازمند فضای (Footprint) کم
- قابلیت کارکرد در ظرفیت‌های بالا

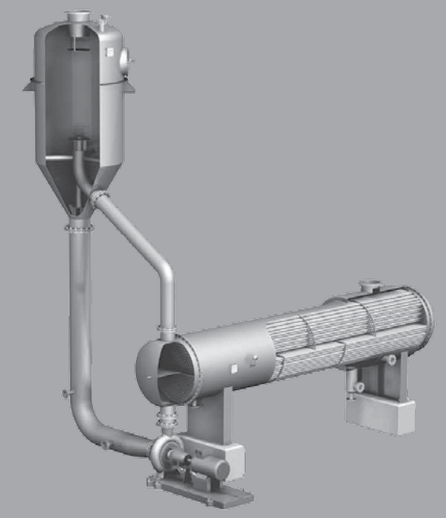
2

Crystallizer

When the water salinity exceeds a certain amount, solid particles of salt begin to crystallize and sediment inside the tubes; As a result, the use of the falling film evaporator is not recommended and crystallizer is used. Saline water circulates through the evaporation chamber by a circulating pump in the crystallizer. Upon the arrival of warm saline water into the evaporation chamber, the liquid pressure drops rapidly and leads to vaporization of some liquid through rapid boiling. The required evaporation energy is taken from the rest of the water and as a result, remaining saline water cooled and pumped into the heat exchanger. Hot steam enters from one side and transmits heat with outlet saline water from the evaporative chamber in the heat exchanger. Steam is condensed and converted into distilled water, and saline water is heated and ready to enter the evaporating chamber. Since the fluid is circulating, the flow rate in the pipes and the liquid temperature can be controlled according to the product requirement independently of the predetermined temperature difference.

Advantages of Crystallizer

- The boiling is not carried out inside the heat exchanger which is prevents the sedimentation inside the pipes.
- The velocity of saline water inside heat exchanger tubes is regulated by the pump and the thermal efficiency of the heat exchanger will be raised.
- It is very suitable for separating existing salts in brine with high purity degree.
- Possibility of producing high quality distilled water.



۲. بلورساز

هنگامی که شوری آب از حد اشباع بالاتر می‌رود، نمک محلول در شورابه شروع به کریستالگذاری کرده و در داخل لوله‌ها رسوب می‌کند؛ در نتیجه، استفاده از تبخیرکننده فالینگ فیلم توصیه نشده و از بلورساز استفاده می‌شود. در بلورساز، آب شور درون محفظه تبخیر به وسیله پمپ سیرکوله به گردش در می‌آید. به محض ورود آب شور گرم شده به محفظه تبخیر، فشار مایع به سرعت کاهش یافته و منجر به بخار شدن مقداری از مایع یا جوشیدن سریع آن می‌شود. انرژی مورد نیاز برای تبخیر از مابقی آب گرفته شده و در نتیجه آب شور باقی مانده سرد شده و به داخل مبدل حرارتی پمپاز می‌شود. در مبدل حرارتی بخار داغ از یک سمت وارد شده و با آب شور خروجی از محفظه تبخیر، انتقال حرارت انجام می‌دهد. بخار، میعان شده و تبدیل به آب مقطر می‌شود و آب شور نیز گرم شده و آماده ورود به محفظه تبخیر می‌شود. از آنجایی که گردش مایع برقرار است، سرعت جریان در لوله‌ها و دمای مایع را می‌توان متناسب با نیاز محصول به طور مستقل از اختلاف دمای از پیش تعیین شده کنترل کرد.

مزایای بلورساز

- تبخیر در داخل مبدل حرارتی انجام نشده و از رسوب‌گذاری در داخل لوله‌ها جلوگیری می‌شود.
- سرعت آب شور در داخل لوله‌های مبدل توسط پمپ تنظیم شده و بازدهی حرارتی مبدل را بالا می‌برد.
- جهت جداسازی نمک‌های موجود در شورابه با درجه خلوص بالا بسیار مناسب است.
- امکان تولید آب شیرین با کیفیت بالا وجود دارد.

سه روش مختلف برای کاهش مصرف انرژی سیستم در روش‌های حرارتی وجود دارد

- MED | تبخیر کننده حرارتی چند مرحله‌ای
- TVR | تبخیرکننده تراکم بخار حرارتی
- MVR | تبخیرکننده تراکم بخار مکانیکی

There are three different ways to reduce the energy of the system in thermal methods.

MED | Multi-Effect Desalination
TVR | Thermal Vapor Recompression
MVR | Mechanical Vapor Recompression

Thermal Methods for Water Desalination
Evaporation-Condensation

Current desalinating costs are largely depended on the amount of consumed energy by the system. The energy consumption of the system can be reduced by designing an intelligent system according to customer needs. In a simple thermal desalination system to evaporate a kilogram of water, the given energy should be as much as the latent heat of evaporation. To condense the produced vapor, the same amount of energy must be taken from steam. As a result, two processes of vaporizing and cooling is required for desalinating the water which cooling effect is far more difficult if there is no thermal cold source. There are three different ways to reduce the energy of the system in thermal methods.

هزینه‌های جاری شیرین‌سازی آب تا حدود زیادی به میزان انرژی مصرفی سیستم وابسته است. انرژی مصرفی سیستم با توجه به نیازهای مشتری با طراحی یک سیستم هوشمند قابل کاهش است. در یک آب شیرین کن ساده حرارتی برای تبخیر یک کیلوگرم آب، باید به میزان گرمای نهان تبخیر آب، به آن انرژی داده شود. برای تبدیل بخار آب به آب شیرین، همین مقدار انرژی باید گرفته شده تا بخار کندانس شود. در نتیجه برای شیرین سازی آب به دو فرایند بخار کردن و سرد کردن نیاز است که مرحله سرد کردن در صورت فقدان منبع سرد حرارتی به مراتب دشوارتر است.

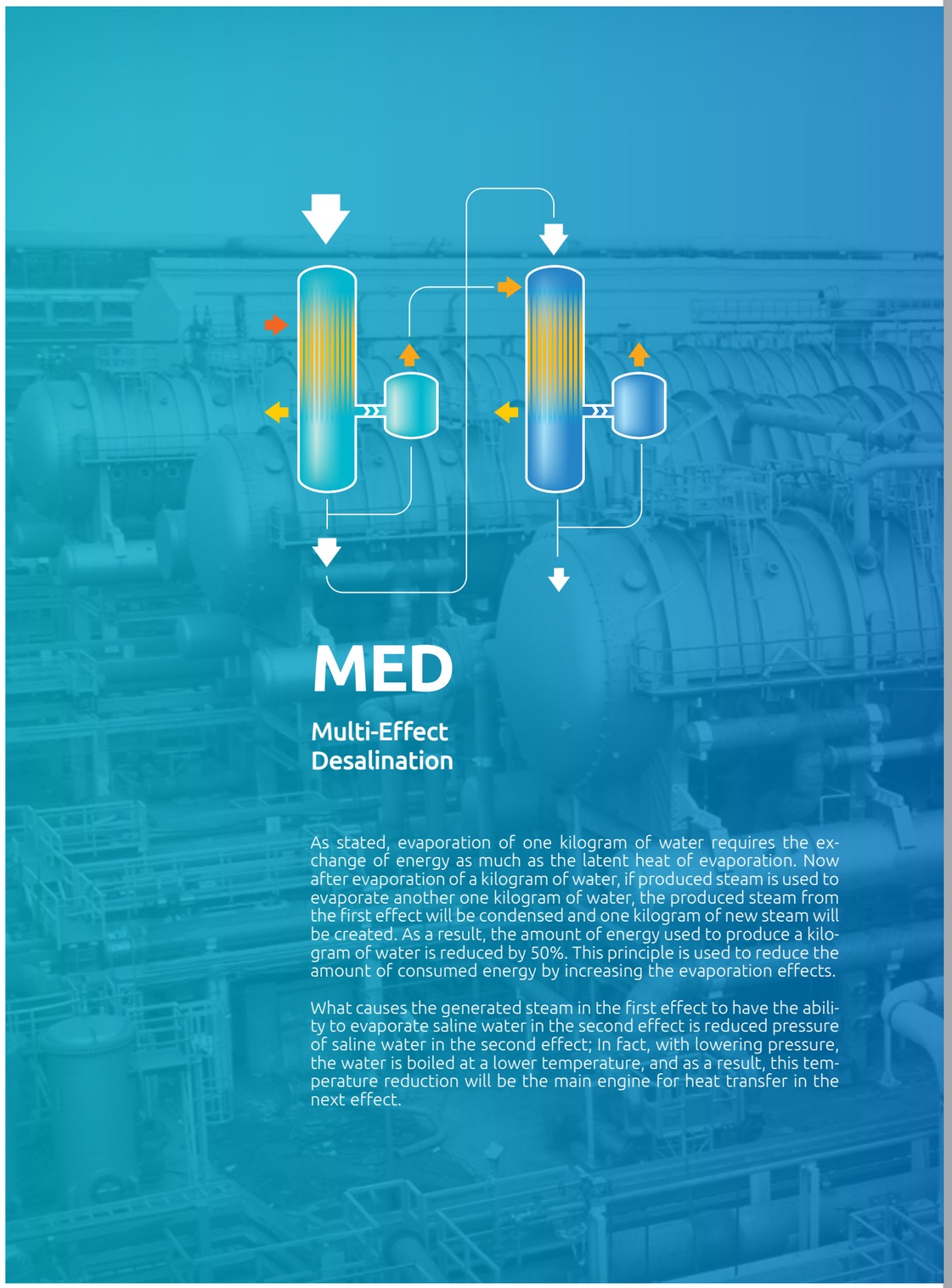
معرفی روش‌های حرارتی شیرین سازی آب
تبخیری-تقطیری

تبخیرکننده چندمرحله‌ای

همان‌گونه که بیان شد، جهت تبخیر یک کیلوگرم آب، به میزان گرمای نهان آن، انرژی مورد نیاز است. حال اگر پس از تبخیر یک کیلوگرم آب، از انرژی بخار حاصل برای تبخیر یک کیلوگرم آب دیگر استفاده شود، بخار حاصل از مرحله اول، کندانس شده و یک کیلوگرم بخار جدید ایجاد می‌شود. در نتیجه میزان انرژی مورد استفاده برای تولید یک کیلوگرم آب ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. از این اصل برای کاهش بیشتر انرژی مصرفی با افزایش مراحل تبخیر استفاده می‌شود.

آنچه سبب می‌شود که بخار ایجاد شده در مرحله اول توانایی تبخیر آب شور در مرحله دوم را داشته باشد، کاهش فشار آب شور در مرحله دوم است؛ در واقع با کاهش فشار، آب در دمای پایین‌تری به جوش آمده و در نتیجه، این کاهش دما موتور اصلی انتقال حرارت در مرحله بعدی خواهد بود

	درصد انرژی مصرفی	آب شیرین تولیدی	انرژی حرارتی
تبخیر کننده یک مرحله ای	٪۱۰۰	۱ کیلوگرم	hfg
تبخیر کننده دو مرحله ای	٪۵۰	۲ کیلوگرم	hfg
تبخیر کننده سه مرحله ای	٪۳۳	۳ کیلوگرم	hfg
تبخیر کننده پنج مرحله ای	٪۲۰	۵ کیلوگرم	hfg



As stated, evaporation of one kilogram of water requires the exchange of energy as much as the latent heat of evaporation. Now after evaporation of a kilogram of water, if produced steam is used to evaporate another one kilogram of water, the produced steam from the first effect will be condensed and one kilogram of new steam will be created. As a result, the amount of energy used to produce a kilogram of water is reduced by 50%. This principle is used to reduce the amount of consumed energy by increasing the evaporation effects.

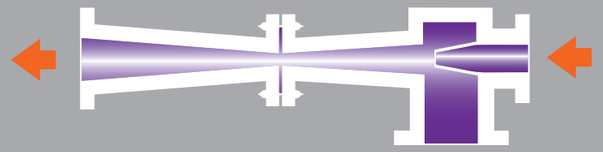
What causes the generated steam in the first effect to have the ability to evaporate saline water in the second effect is reduced pressure of saline water in the second effect; In fact, with lowering pressure, the water is boiled at a lower temperature, and as a result, this temperature reduction will be the main engine for heat transfer in the next effect.

	The amount of consumed energy	Produced distilled water	Thermal energy
One phase evaporator	100%	1 Kg	hfg
Two phase evaporator	50%	2 Kg	hfg
Three phase evaporator	33%	3 Kg	hfg
Five phase evaporator	20%	5 Kg	hfg

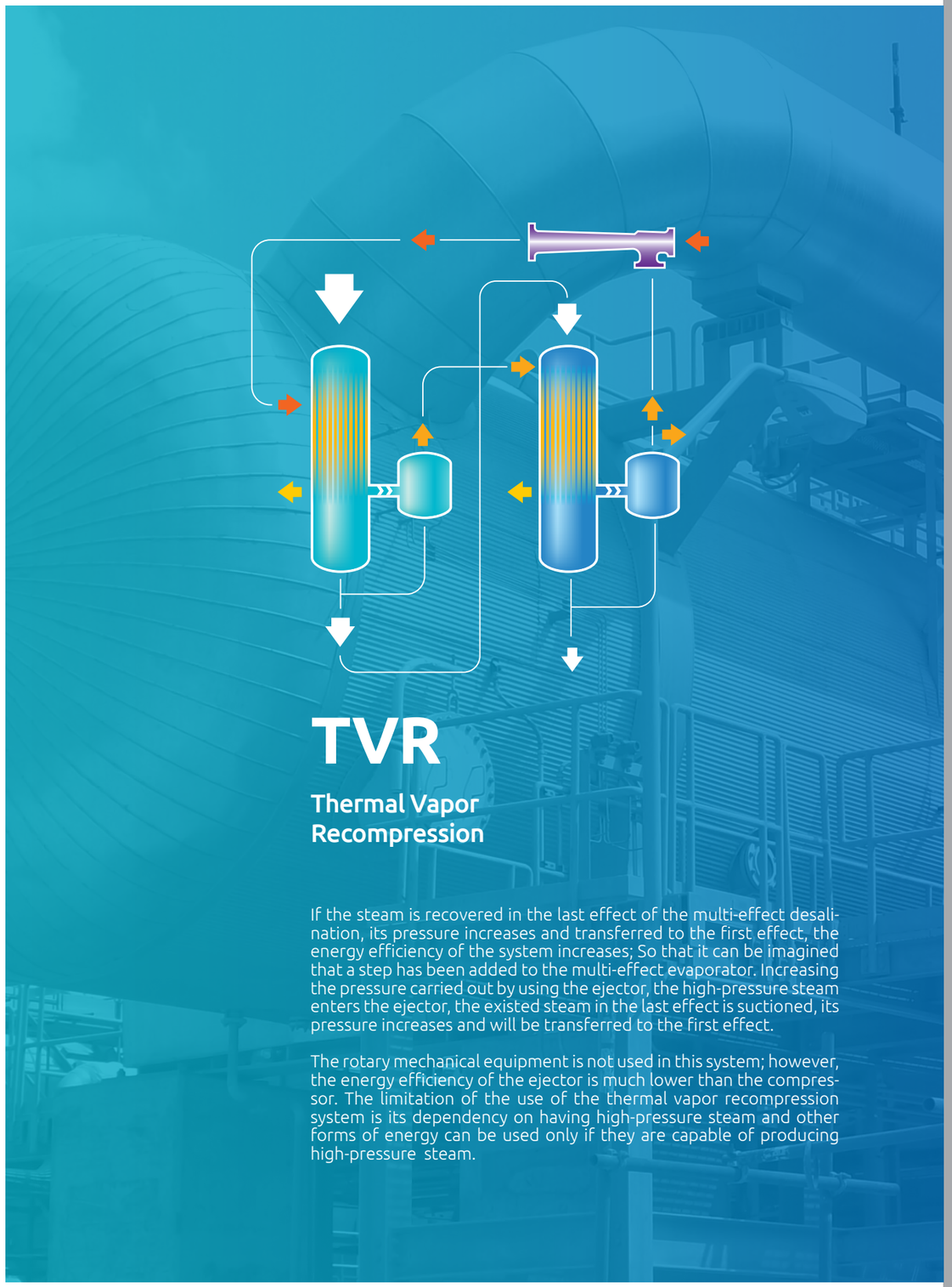
تبخیر کننده
تراکم بخار حرارتی

اگـر بخـار در آخریـن مرحلـه تبخیرکننـده چنـد مرحلـه‌ای بازیابـی شـده، فشـار آن افزایـش پیـدا کـرده و بـه مرحلـه اول انتقـال داده شـود، بـازده انـرژی سیسـتم افزایـش پیـدا می‌کنـد؛ بـه طـوری کـه می‌تـوان این‌گونـه تصـور کـرد کـه یـک مرحلـه بـه تبخیرکننـده چنـد مرحله‌ای اضافـه شـده اسـت. افزایـش فشـار بـا اسـتفاده از اجکتـور انجـام شـده، بخـار پرفشـار وارد اجکتـور شـده، بخارهـای موجـود در مرحلـه آخـر مکـش شـده، فشـار آن افزایـش پیـدا کـرده و بـه مرحلـه اول منتقـل می‌شـود.

در ایـن سیسـتم از تجهیـز مکانیکـی دوار اسـتفاده نمی‌شـود؛ بـا ایـن حـال بـازده انـرژی اجکتـور نسـبت بـه کمپرسـور بسـیار پایین‌تـر اسـت. محدودیـت اسـتفاده از سیسـتم تبخیرکننـده تراکـم بخـار حرارتـی، وابسـتگی آن بـه داشـتن بخـار پرفشـار اسـت و سـایر اشـکال انـرژی تنهـا در صورتـی در ایـن سیسـتم قابـل اسـتفاده هسـتند کـه توانایـی تولیـد بخـار پـر فشـار را داشـته باشـند.



Ejector



TVR

Thermal Vapor Recompression

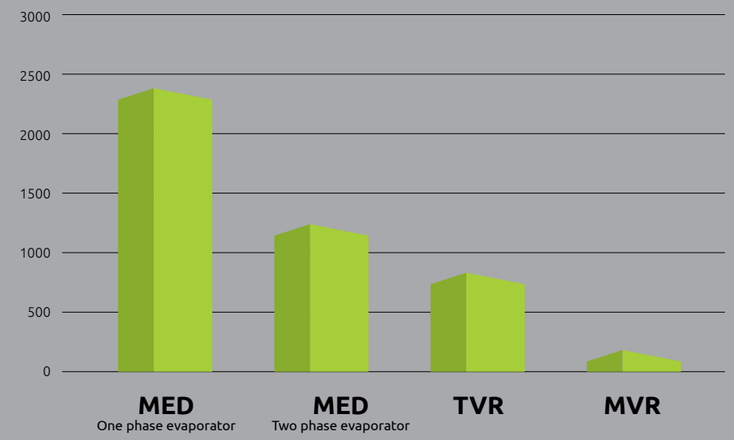
If the steam is recovered in the last effect of the multi-effect desalination, its pressure increases and transferred to the first effect, the energy efficiency of the system increases; So that it can be imagined that a step has been added to the multi-effect evaporator. Increasing the pressure carried out by using the ejector, the high-pressure steam enters the ejector, the existed steam in the last effect is suctioned, its pressure increases and will be transferred to the first effect.

The rotary mechanical equipment is not used in this system; however, the energy efficiency of the ejector is much lower than the compressor. The limitation of the use of the thermal vapor recompression system is its dependency on having high-pressure steam and other forms of energy can be used only if they are capable of producing high-pressure steam.

تبخیرکننده
تراکم بخار مکانیکی

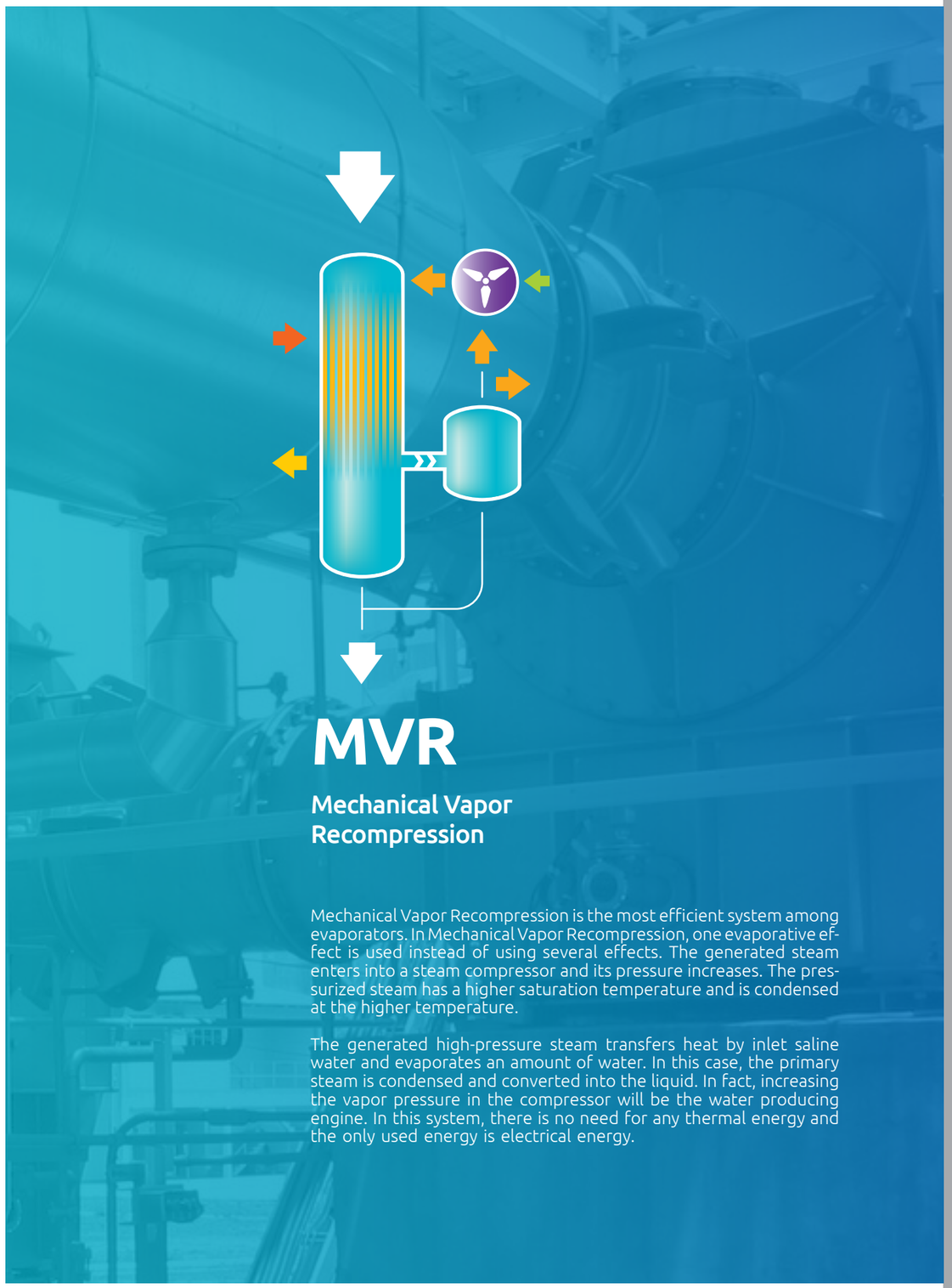
تبخیرکننده تراکم بخار، بهینه‌ترین سیستم در میان تبخیر کننده‌هاست. در تبخیر کننده تراکم بخار، به جای استفاده از چند مرحله تبخیرکننده از یک مرحله استفاده می‌شود. بخار ایجاد شده وارد یک کمپرسور بخار شده و فشار آن افزایش می‌یابد. بخار پرفشار دمای اشباع بالاتری داشته و در دمای بالاتری کندانس می‌شود. بخار پرفشار ایجاد شده با آب شور ورودی انتقال حرارت انجام داده، مقداری از آب را تبخیر می‌کند.

در این حالت، بخار اولیه میعان شده و تبدیل به مایع می‌شود. در واقع افزایش فشار بخار در کمپرسور، موتور تولید آب خواهد بود. در این سیستم نیازی به هیچ انرژی حرارتی نبوده و تنها انرژی مورد استفاده انرژی الکتریکی است.



در نمودار بالا میزان انرژی مورد استفاده برای تولید یک کیلوگرم آب مقایسه شده است. جهت افزایش فشار از کمپرسورهای بخار استفاده می‌شود. هنگامی که شوری آب پایین باشد، از فن‌هایی که نسبت فشار پایین‌تری دارند استفاده می‌شود. با افزایش شوری آب، نسبت فشار کمپرسور افزایش یافته و از فن‌های دور بالا و یا کمپرسورهای چند مرحله‌ای استفاده می‌شود.

In the upper chart, the amount of energy used to produce a kilogram of water is compared. Steam compressors are used to increase pressure. When the water salinity is low, low-pressure fans are used. With increasing water salinity, the compressor pressure ratio is increased, and high-speed fans or multi-stage compressors are used.



MVR

Mechanical Vapor Recompression

Mechanical Vapor Recompression is the most efficient system among evaporators. In Mechanical Vapor Recompression, one evaporative effect is used instead of using several effects. The generated steam enters into a steam compressor and its pressure increases. The pressurized steam has a higher saturation temperature and is condensed at the higher temperature.

The generated high-pressure steam transfers heat by inlet saline water and evaporates an amount of water. In this case, the primary steam is condensed and converted into the liquid. In fact, increasing the vapor pressure in the compressor will be the water producing engine. In this system, there is no need for any thermal energy and the only used energy is electrical energy.

مزایای روش تراکم بخار مکانیکی

- فرایند تبخیر به روش تراکم بخار مکانیکی، پیشرفته‌ترین روش در میان روش‌های موجود برای تبخیر است. در این روش هیچ‌گونه بخار اضافی به سیستم وارد نمی‌شود؛ در نتیجه سبب کاهش هزینه‌های جاری و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی خواهد بود.
- در این روش به کندانسور نیازی نیست، سازه دستگاه کوچک بوده و سیستم به صورت دائم، پیوسته و کاملا اتوماتیک و قابل اعتماد کار می‌کند.
- تعمیر و نگهداری سیستم بسیار راحت بوده و قابلیت شست و شو در محل وجود دارد.
- تبخیرکننده قابلیت استفاده در دماهای پایین (۱۰۰-۴۵) را دارد.
- مصرف انرژی این سیستم در مقایسه با سایر تبخیرکننده‌ها بسیار پایین است.
- نیاز به اضافه کردن هیچ‌گونه مواد شیمیایی به آب نیست.
- این سیستم توانایی شیرین سازی آب با شوری‌های بسیار بالا (بالاتر از ۳۰۰ هزار ppm) را دارد.
- در این سیستم میزان پساب خروجی به میزان دلخواه قابل تنظیم است. این سیستم توانایی تبدیل تمام آب شور ورودی به آب شیرین و نمک را دارد، بدون به جای گذاشتن پساب.

در روش شیرین سازی آب به کمک تراکم بخار مکانیکی، تعیین فشارهای نهایی بخار خروجی از کمپرسور به وسیله دمای جوش متناظر آب شور تعیین می‌گردد. با افزایش شوری آب، نقطه جوش افزایش می‌یابد. در نقطه جوش‌های بالاتر به نسبت فشارهای بالاتر نیاز است. از این طریق، اختلاف دمای قابل دسترسی به طور مستقیم تعیین می‌شود.

شرکت معین زیست آریا با به کارگیری روش تراکم بخار مکانیکی برای اولین بار در ایران، روشی نوین در شیرین‌سازی آب با شوری‌های بالا ارائه کرده است.

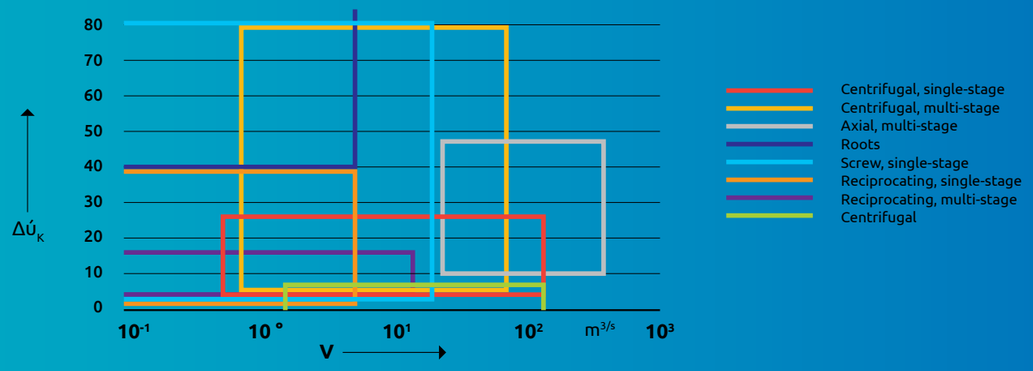
MVR

The advantages of Mechanical Vapor Recompression

- Evaporation process through Mechanical Vapor Recompression is the most advanced method among the available methods for evaporation. No extra steam is entered into the system in this method; consequently, it will reduce current costs as well as environmental pollution.
- This evaporation method does not require any condenser, the structure of the device is small, and the system operates continuously, stable, fully automatic and fully reliable.
- System maintenance and repair is very comfortable and can be washed in place.
- This evaporator is applicable at low temperatures (100-45).
- The energy consumption of this system is very low in comparison to other evaporators.
- No need to add any chemicals to the water.
- This system has the ability to desalinate water with high salinity waters (above 300,000 ppm).
- In this system, the amount of outlet wastewater is adjustable to the desired level. This system has the ability to turn all inlet saline water into desalinated water and salt without generating wastewater.

The final pressure of compressor outlet steam will be determined by the correspondent boiling point of water in evaporative technology. Boiling point increases by increasing salinity. At higher boiling points, a higher pressure ratio is required. The available temperature difference is directly determined in this way.

Moein Zist Arya Company presented a new method for water desalination with high salinity by using the mechanical vapor recompression method for the first time in Iran.



Mechanical Vapor Recompression system with various capacities

One of the advantages of Mechanical Vapor Recompression is its ability to use in various capacities. Different types of compressors are used for different capacities. In positive-displacement compressors, the moving parts of the compressor separate the suction chamber from the high-pressure gas outlet and, by decreasing the volume of the outlet gas chamber, increases its pressure. When using a reciprocating compressor, this process is performed by moving the piston into the cylinder.

In rotary machines, the increase in pressure is achieved through transferring the dynamic energy to the fluid by high speed rotating blades of an impeller. The steam is accelerated after impeller and then its velocity converted to pressure in diffuser. Depending on the direction in which the vapor moves inside the impeller, the compressor is classified into three types of Axial-Flow, Mixed Flow or Centrifugal Compressors. The type of selected compressor should be specified depending on the working conditions related to its application. The key parameters of selecting a compressor are the amount of increase in pressure and volumetric flow rate of the steam which should be compressed. The following chart defines the selection type range of Mechanical Vapor Recompression according to the volumetric flow rate of the compressor and the increase of the saturation temperature of the steam.

سیستم تراکم مکانیکی بخار در ظرفیت‌های مختلف

یکی از مزایای سیستم تراکم بخار، قابلیت آن در بکارگیری در ظرفیت‌های مختلف است. برای ظرفیت‌های مختلف از انواع مختلف کمپرسور استفاده می‌شود. در کمپرسورهای جابه‌جایی مثبت، اجزای متحرک کمپرسور محفظه مکش را از محفظه خروجی گاز با فشار بالا جدا می‌کند و با کاهش حجم محفظه گاز خروجی، فشار آن افزایش می‌یابد. در حالت استفاده از یک کمپرسور رفت و برگشتی، این فرایند با جابه‌جایی پیستون درون سیلندر انجام می‌شود.

در ماشین‌های دوّار، افزایش فشار از طریق انتقال انرژی دینامیکی به سیال توسط پره‌های در چرخش ایمپلر در دورهای بالا تأمین می‌شود. بخار پس از ایمپلر شتاب گرفته و سپس در دیفیوزر سرعت آن به فشار تبدیل می‌شود. بسته به جهتی که بخار درون ایمپلر حرکت می‌کند، کمپرسور به سه نوع جریان محوری (Axial-Flow)، جریان مخلوط (Mixed Flow) یا کمپرسور گریز از مرکز دسته‌بندی می‌شوند.

نوع کمپرسور انتخابی را باید بسته به شرایط کاری مربوط به کاربرد آن مشخص نمود. پارامترهای کلیدی انتخاب کمپرسور عبارتند از میزان افزایش فشار و دبی حجمیِ جریان بخاری که باید فشرده شود. نمودار زیر محدوده انتخاب نوع کمپرسور تراکم بخار، با توجه به دبی حجمی کمپرسور و افزایش دمای اشباع بخار را مشخص می‌کند.

کمپرسور
رفت و برگشتی

6 m^3/s
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

0.01 m^3/s
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Reciprocating Compressor

These types of compressors work like internal combustion engines. The crankshaft will alternately move the piston inside a cylinder and will increase the steam pressure. The gas enters into the cylinder by use of a pressure sensitive valve.

این نوع کمپرسورها مانند موتورهای احتراق داخلی کار می‌کنند. میل‌لنگ، پیستون را در داخل یک سیلندر به صورت متناوب جابجا کرده و سبب افزایش فشار بخار خواهد شد. گاز با استفاده از شیر حساس به فشار به داخل سیلندر وارد شده و از آن خارج می‌شود.

کمپرسور
اسکرو

22 m^3/s
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

0.06 m^3/s
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Screw Compressor

The screw compressor is made of two rotating gears that are in contact with each other which decrease the limited space between the two gears and the outer chamber of the compressor with their rotation and increase the steam pressure.

کمپرسور اسکرو از دو چرخ‌دنده دوّار ساخته شده است که با یکدیگر درگیر بوده و با چرخش خود، فضای محدود بین دو چرخ‌دنده و محفظه خارجی کمپرسور را کاهش داده و سبب افزایش فشار بخار می‌شود.

کمپرسور
روتس

25 m^3/s
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

0.05 m^3/s
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Roots Compressor

Roots compressor performance is similar to the screw compressor which the difference is that in this type of compressor the two rotating objects like “8” is used instead of two gears. The steam is directed from the suction side towards the pressure side and the pressure is increased according to the reduction in the space of the pressure chamber.

عملکرد کمپرسور روتس شبیه کمپرسور اسکرو بوده، با این تفاوت که به جای دو چرخدنده، از دو جسم دوار، مانند عدد هشت انگلیسی استفاده می‌شود. بخار از سمت مکش به سمت دمش هدایت شده و با توجه به کاهش فضای محفظه دمش، فشار افزایش می‌یابد.

فن سانتریفیوژ

140 m^3/s
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

1 m^3/s
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Centrifugal fan

Centrifugal fan is used to create low-pressure ratios of up to 1.25. In these types of compressors, impeller and housing is of welded plate construction with reinforcing rib stiffeners. In these types of fans, gearboxes are not required to increase the rotational speed.

فن سانتریفیوژ برای ایجاد نسبت‌های فشار پایین تا ۱/۲۵ استفاده می‌شود. در این نوع کمپرسورها، ایمپلر و کیس فن با استفاده از تکنولوژی جوش ساخته شده، و برای افزایش مقاومت مکانیکی از استیفنر (تقویت کننده) استفاده می‌شود. در این نوع فن‌ها معمولا نیازی به گیربکس برای افزایش دور نیست.

کمپرسور سانتریفیوژ یک مرحله‌ای

m³/s
150
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

m³/s
0.5
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Single-stage centrifugal compressor

The most important feature of this compressor is the use of machined impeller, as well as using a gearbox to increase the rotational speed. Cast materials are used for the compressor casing. The impeller of this type of compressor is exposed to extreme stress and special materials must be used to make it.

مهمترین ویژگی این کمپرسور استفاده از ایمپلر ماشین کاری شده و همچنین استفاده از گیربکس برای افزایش دور است. کیس این نوع کمپرسور به کمک ریخته گری تولید می‌شود. ایمپلر این نوع کمپرسورها در معرض تنش شدید قرار گرفته و باید از متریال‌های خاص برای ساخت آن استفاده شود.

کمپرسور سانتریفیوژ چند مرحله‌ای

m³/s
70
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

m³/s
0.8
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Multi-stage centrifugal compressor

These types of compressors are used for high flow and high-pressure ratios. In these types of compressors, several impellers are mounted on a shaft and the gas enters a diffuser before entering the next stage and speed velocity converts to pressure. To increase efficiency, superheated steam from each stage will be cooled down to the saturated temperature by water injection and then goes into the next step. With these compressors, a pressure ratio of up to 10 can be achieved.

این نوع کمپرسورها برای نسبت فشار و دبی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این نوع کمپرسورها چند ایمپلر روی یک شفت قرار گرفته، و بخار قبل از ورود به مرحله بعدی وارد یک دیفیوزر شده و سرعت تا حدود زیادی به فشار تبدیل می‌شود. برای افزایش بازدهی، بخار سوپرهیت از هر مرحله به وسیله آب تا دمای اشباع خنک می‌شود و سپس وارد مرحله بعد می‌شود. با استفاده از این کمپرسورها، نسبت فشار تا ۱۰ قابل دستیابی است.

کمپرسور محوری

m³/s
400
بیشترین دبی حجمی
Maximum volumetric flow rate

m³/s
25
کمترین دبی حجمی
Minimum volumetric flow rate

Axial Compressor

This type of compressor is used for very large volumetric flow rates. These compressors are made in a multi-stage form typically and can be accessed at high-pressure ratios. The efficiency of these types of compressors is even higher than centrifugal compressors. Compared to centrifugal compressors, in the same conditions, a smaller compressor can be used.

این نوع کمپرسور برای دبی‌های حجمی بسیار زیاد استفاده می‌شود. معمولا این کمپرسورها به صورت چند مرحله‌ای ساخته شده و توانایی رسیدن به نسبت فشارهای بالا را دارند. بازده این نوع کمپرسورها حتی از کمپرسورهای سانتریفیوژ بالاتر است. در مقایسه با کمپرسورهای سانتریفیوژ، در شرایط برابر، کمپرسور محوری ابعاد کوچکتری دارند.

Centrifugal compressor

Generally, for mechanical vapor recompression systems, single-stage centrifugal compressors and high-pressure fans are used which its reason is lower costs for manufacturing these compressors. The following is a description of this model. Centrifugal compressors are increasing pressure machines based on volumetric flow rates. The volumetric flow rate in this equipment remains roughly constant regardless of suction pressure, although the mass flow rate changes with the change in suction pressure.

The impellers of single-stage centrifugal compressors are made of various materials and have the ability to increase the water vapor pressure to a pressure ratio of 1.8. Additionally, it is possible to reach a pressure ratio of 2.5 if materials with more quality and more resistance be used. Therefore, the final pressure is 1.8 times or at most 2.5 times the initial pressure; if the system operates at atmospheric pressure, this increase will increase the temperature of the saturated steam by 17 degrees centigrade or up to 27 degrees centigrade. Centrifugal compressors are divided into three types of centrifugal fans, single-stage centrifugal compressors, and multi-stage centrifugal compressors.

کمپرسورهای گریز از مرکز

بطور کلی برای سیستم‌های تراکم بخار مکانیکی، کمپرسورهای گریز از مرکز تک مرحله‌ای و فن‌های فشار بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند، دلیل این موضوع، هزینه‌های کمتر ساخت این کمپرسورهاست. در ادامه به توضیح این مدل پرداخته می‌شود. کمپرسورهای گریز از مرکز ماشین‌های افزایش فشار، بر مبنای دبی حجمی هستند. در این تجهیزات دبی حجمی صرف نظر از فشار مکش، تقریبا ثابت باقی می‌ماند؛ اگرچه دبی جرمی با تغییر فشار مکش تغییر می‌کند.

کمپرسورهای گریز از مرکز تک مرحله‌ای با ایمپلر از جنس مواد مختلف ساخته شده است و توانایی افزایش فشار بخار آب تا نسبت فشار ۱/۸ را دارد. علاوه براین در صورت استفاده از مواد با کیفیت و مقاوم‌تر رسیدن به نسبت فشار ۲/۵ هم قابل دستیابی است. بنابراین فشار نهایی ۱/۸ برابر یا حداکثر ۲/۵ برابر فشار اولیه می‌شود؛ در صورت کارکرد سیستم در فشار اتمسفر، این افزایش فشار سبب افزایش دمای اشباع بخار آب به میزان ۱۷ درجه سانتی‌گراد و یا حداکثر ۲۷ درجه سانتی‌گراد خواهد شد. کمپرسورهای گریز از مرکز به سه نوع فن‌های سانتریفیوژ، کمپرسورهای یک مرحله‌ای سانتریفیوژ و کمپرسورهای چند مرحله‌ای سانتریفیوژ تقسیم می‌شوند.

مزایایی که محصول برای کاربر ایجاد می‌کند

- استفاده از این تکنولوژی در مکان‌هایی که با کمبود شدید آب روبرو است و یا در شرایطی که رهاسازی پساب آب شیرین‌کن در محیط زیست آسیب-های جبران ناپذیر به همراه دارد (مانند رهاسازی پساب RO)، اجتناب ناپذیر است. رها سازی این پساب‌ها سبب نفوذ به آب‌های زیرزمینی و نابودی این منابع آب‌شیرین می‌گردد.
- از کاربردهای ZLD، استفاده از آن در مکان‌هایی است که شوری آب بسیار بالا بوده (بالاتر از ۱۰۰ هزار ppm) و سایر روش‌های شیرین‌سازی جواب‌گو نخواهند بود.
- در شورابه‌ها و آب‌هایی که استحصال نمک در کنار تولید آب اقتصادی است، استفاده از این روش پیشنهاد می‌گردد. روش ZLD برای تولید مواد اولیه شیمیایی نظیر کلرید سدیم، سولفات سدیم و کلرید منیزیم استفاده می‌شود.
- قوانین زیست محیطی برای صنایع مادر از قبیل تولید برق، پالایشگاه‌ها، معادن، بازیافت، کاغذ و فرایندهای شیمیایی، استفاده از عملیات تصفیه فاضلاب از طریق تکنولوژی ZLD را اجبار کرده‌اند. این بدین معناست که تمامی فاضلاب‌های صنعتی صنایع، در محل آن‌ها به ذرات جامد خشک کاهش یافته و سپس بازیابی یا دفع خواهند شد. هرگونه آب قابل استفاده نیز از عملیات ZLD بازیابی شده و مجددا در همان محل (کارخانه) مورد استفاده قرار خواهد گرفت.
- در صنایعی که قوانین زیست محیطی مانع از دفع پساب آن‌ها از طریق چاه‌ها می‌شود ناچار به دفع آن از طریق ساخت استخرهای خورشیدی هستند. در مکان‌هایی که استفاده از این استخرهای خورشیدی امکان پذیر نباشد بایستی از فرایند جایگزین، یعنی ZLD استفاده شود.

Advantages of using ZLD technology

- The use of this technology in places where there is a severe shortage of water and or in the situations which the release of brine water in the environment causes irreparable damage (such as RO discharge) is inevitable.
- Releasing these wastewaters will permeate to underground water and destroy these sources of sweet water.
- Functionality in cases where the salinity of the water is very high (over 100,000 PPM) and other desalination methods will not be applicable.
- It is recommended to use this method in application in which salt extraction along with water production is economic. The ZLD method is used to produce chemical raw materials such as sodium chloride, sodium sulfate, and magnesium chloride.
- Environmental laws for heavy industries such as power generation, refineries, mines, recycling, paper and chemical processes have forced sewage treatment operations through ZLD technology. This means that all industrial sewages will be reduced to dry solids and then recovered or disposed of in their sites. Any usable water can be retrieved from ZLD operations and be reused at the same site (factory). In industries where environmental laws prevent the wastewater elimination through wells, they must be eliminated by constructing solar ponds. In places where the use of these solar ponds is not feasible, the alternative process, ZLD, should be used.

Comparison of mechanical vapor recompression with reverse osmosis desalination method

In the following table, the mechanical vapor recompression is compared with the reverse osmosis.

Topic	Mechanical Vapor Recompression	Reverse osmosis
Pre-treatment cost	6 to 8.5 percent of the production price of the water	17 to 24 percent of the production price of the water
Energy consumption	10-12 KWH for production of a cubic meter of water	3-6 KWH for producing one cubic meter of water
Functionality in different salinities	TDS above 100,000 ppm	TDS Up to 100,000 ppm
inlet water conditions	Low sensitivity to changing conditions	High sensitivity to changing conditions
Maintenance and repair cost	10 to 18 percent of the production price of the water	16.5 to 23 percent of the production price of the water

تحلیل کمی و کیفی تکنولوژی‌های دیگر

در جدول زیر روش تراکم مکانیکی بخار با روش اسمز معکوس مقایسه می‌شود.

موضوع	تراکم مکانیکی بخار	اسمز معکوس
هزینه پیش تصفیه	۶ تا ۸/۵ درصد قیمت تولید آب	۱۷ تا ۲۴ درصد قیمت تولید آب
مصرف انرژی	۱۰-۱۲ KWH به ازای تولید یک متر مکعب آب	۳-۶ KWH به ازای تولید یک متر مکعب آب
قابلیت استفاده در شوری‌های مختلف	TDS بالاتر از صد هزار ppm	تا TDS صدهزار ppm
تغییر شرایط آب ورودی	حساسیت کم به تغییر شرایط	حساسیت بسیار زیاد به تغییر شرایط
هزینه تعمیر و نگهداری	۱۰ تا ۱۸ درصد قیمت تولید آب	۱۶/۵ تا ۲۳ درصد قیمت تولید آب

برای دریافت فایل صوتی پیام مدیریت
لطفا بارکد سه بعدی را اسکن نمایید.

Please scan the QR code for
playing message of CEO.

گواهینامه ها
Certificates

اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی
شهرک علمی و تحقیقاتی
ساختمان سینا

تلفن: ۰۳۱ - ۳۳۹۰۰
۰۳۱ - ۳۳۹۳ ۱۲۲۰

Sina Building, Scientific &
Research Zone, Technical
University Blvd.
Isfahan, IRAN

Tel.: +98 31 33 900
+98 31 3393 1220

www.MoeinZist.com
info@MoeinZist.com

Design by ***M. Baniardalani*** : : +98 912 318 4260