

Высокоэффективное опреснение воды с применением роторного парового компрессора

Королев 2014 г

Первичным источником воды на Земле является Мировой океан. Все источники пресной воды возникли в результате естественного опреснения морской воды за счет её испарения, переноса паров воды атмосферой и их конденсации в результате различных атмосферных процессов.

Опреснительные установки, работающие по принципу перегонки исходной воды путем её испарения и последующей конденсации, только повторяют естественный процесс образования пресной воды, который отличается от естественного необходимостью затрат энергии на процесс её испарения и использованием химических веществ, препятствующих образованию накипи на теплообменных поверхностях опреснительных установок.

Одним из самых экономичных методов дистилляции воды является применение специального компрессора для сжатия её паров, что позволяет всю тепловую энергию их конденсации возвращать в процесс испарения исходной воды.

Наглядным примером таких дистилляторов является установка NORLAND VC 6000 (США) производительностью 22700 литров в сутки.



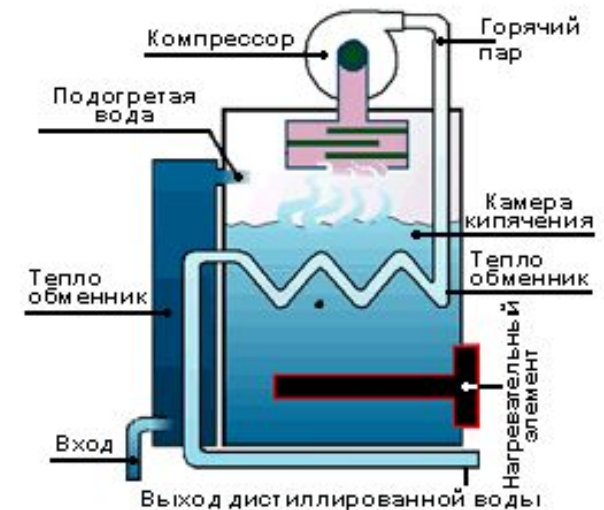
Дистиллятор содержит :

- камеру кипячения опресняемой воды;
- нагревательный элемент, размещенный в камере кипячения;
- компрессор пара;
- теплообменник, размещенный внутри камеры кипячения и реализующий функцию возврата теплоты конденсации пара в процесс испарения опресняемой воды;
- теплообменник , реализующий теплообмен между поступающей опресняемой водой и выходящим дистиллятом.

Компрессор отбирает пар из камеры кипячения и сжимает его в теплообменнике, помещенном в кипящую воду. При этом температура конденсации становится выше температуры кипения, пар конденсируется на внутренних стенках этого теплообменника, теплота конденсации пара возвращается в кипящую воду, вызывая испарение такого же количества воды.

Энергия, потребляемая дистиллятором от сети расходуется только на приведение во вращения компрессора и потери теплоты через теплоизоляцию камеры кипячения.

Таким образом при затратах электроэнергии в количестве одного киловатт*часа дистиллятор NORLAND VC 6000 производит 38 литров дистиллированной воды (в 16 раз больше, чем обычный дистиллятор).



Дистилляторы фирмы NORLAND, работающие по рассмотренному принципу, могут быть применены только для дистилляции мягкой

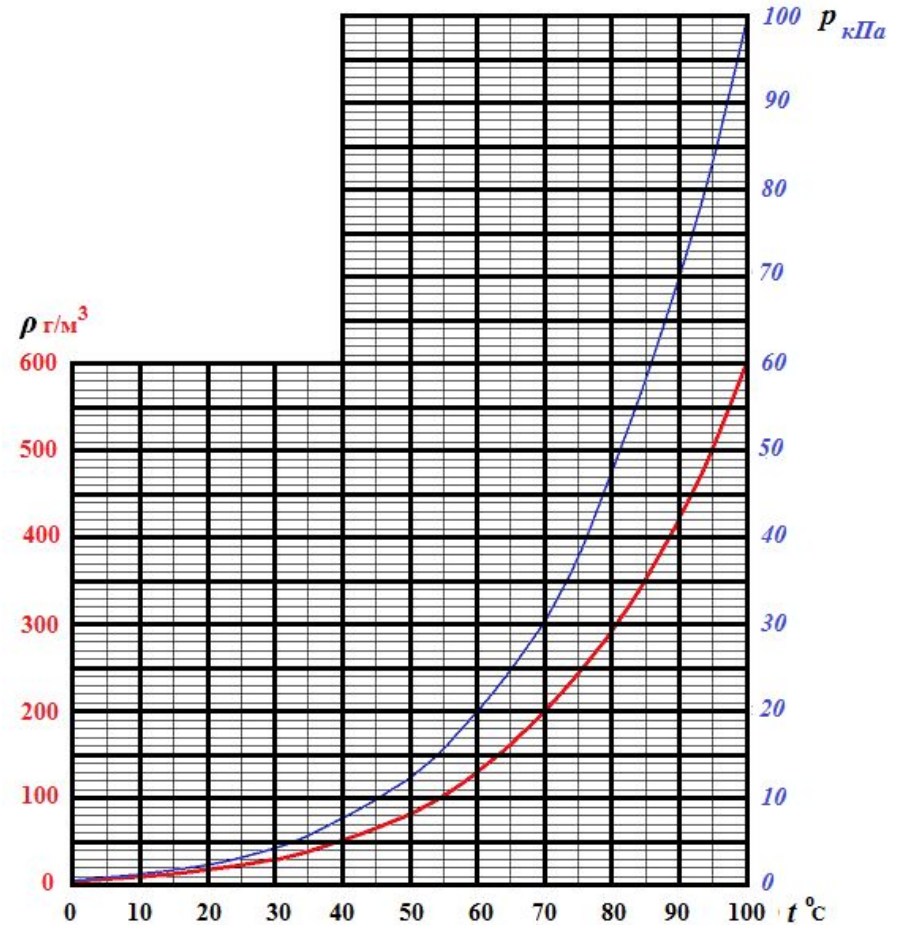
слабоминерализованной воды, при кипении которой не возникает накипь, осаждающаяся на наружной поверхности теплообменника, размещенного внутри камеры кипячения. Образование накипи начинается при температуре выше 40°C, однако при этой температуре плотность водяного пара ρ чуть выше 50 г/м³, тогда как при температуре 100°C плотность пара достигает значения 600 г/м³ (см. диаграмму).

Предложен дистиллятор с парокompрессором, позволяющим эффективно сжимать пары воды при её температуре от 40°C и ниже.

Компрессор, примененный в дистилляторах фирмы NORLAND, относится к типу центробежных высокооборотных (более 50 об./мин.) насосов.

Применение безмасляного компрессора объемного типа, разрабатываемого нами, позволит в этом случае опреснять воду любой степени минерализации, в несколько раз снизить удельные затраты энергии на дистилляцию воды, а также резко упростить и удешевить конструкцию такого опреснителя.

На диаграмме приведена также зависимость давления p насыщенных водяных паров от температуры, характеризующая величины давления водяных паров (от 0,6 до 7,5 кПа), при которых должен работать этот компрессор.



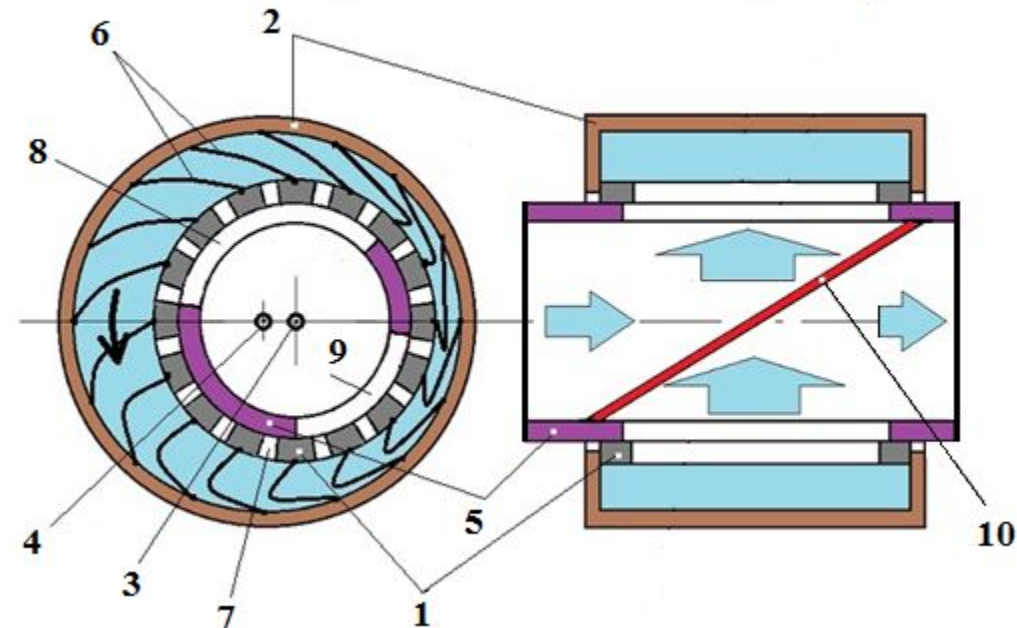
Создан экспериментальный образец низкооборотного безмасляного роторного компрессора объемного типа, позволяющий перекачивать большие объемы газа или пара с минимальным расходом энергии, а также создавать значительную разность давлений между его входом и выходом.

Ротор 1 и внешний барабан 2 компрессора синхронно вращаются вокруг своих осей 3 и 4, соответственно. Базовой опорой всей конструкции компрессора является неподвижный патрубок 5, соосный ротору и прилегающий к нему с зазором 0,1 – 0,2 мм. Между ротором 1 и барабаном 2 размещена группа эластичных перемычек 6, образующих при вращении камеры сжатия и разряжения, каждая из которых посредством отверстий 7 сообщается с внешней поверхностью патрубка 5. Патрубок 5 снабжен впускным 8 и выпускным 9 окнами, а также разделителем 10 потоков газа (пара).

Технические характеристики:

- объемная производительность от 0,1 до 20 м³/с
- производительность по дистилляту до 1,0 л/с (до 80 т/сутки) с подогревом воды до 40°C;
- производительность по дистилляту до 0,3 л/с (до 25 т/сутки) при естественной температуре воды 20°C;
- производительность по энергозатратам около 1 кВт*час / 100 литров дистиллята;
- максимальный диаметр 500 мм;
- максимальная длина 800;

Роторный объемный компрессор



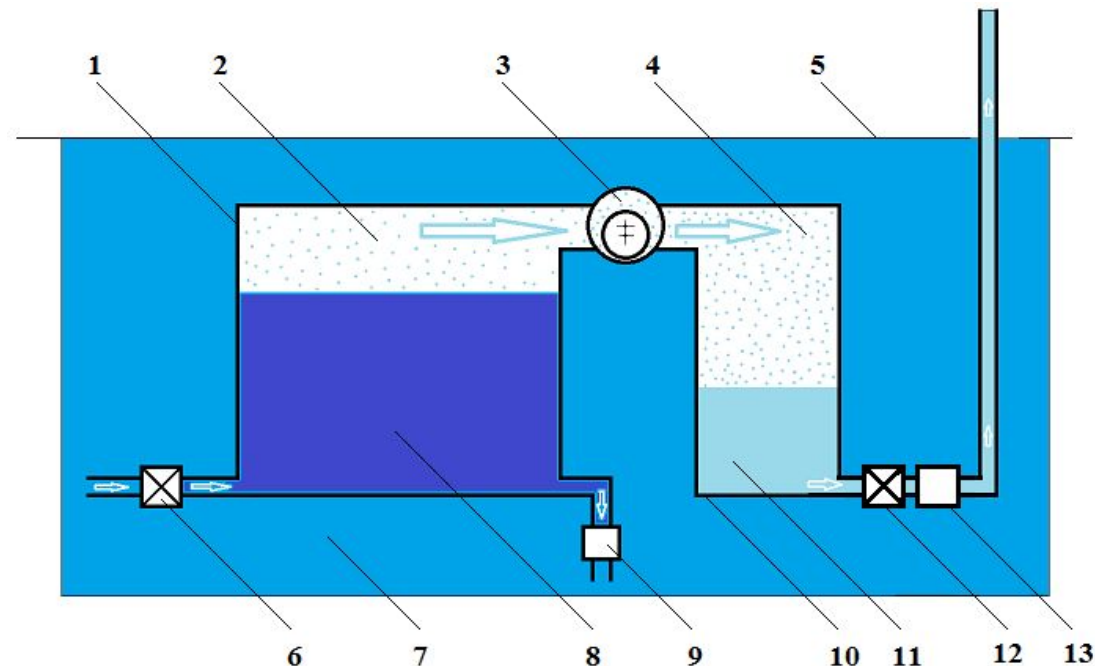
ПРОСТЕЙШИЙ ПОГРУЖНОЙ ВАРИАНТ ОПРЕСНИТЕЛЯ

Простейший вариант погружного опреснителя содержит танк 1 опресняемой воды 8, танк 10 дистиллята 11, парокompректор 3, вентиль заполнения 6, вентиль дистиллята 12, насос слива 9, насос 13 откачки дистиллята. Опреснитель погружен, например, в морскую воду ниже уровня моря 5.

Его работа протекает следующим образом. При открытых вентилях 6 и 12, включенном насосе 13 морская вода 7 заполняет оба танка 1 и 10, а также парокompректор 3. По окончании заполнения вентиль 6 перекрывают. С помощью сливного насоса 9 понижают уровень воды 8 в танке 1 ниже уровня компрессора 3. Воду, оставшуюся в танке 10, полностью откачивают с помощью насоса 13 и закрывают вентиль 12. По окончании этой операции верхняя часть танка 1, парокompректор 3 и танк 10 заполнены насыщенными парами 2 опресняемой воды 8.

Далее включают парокompректор 3, который начинает перекачку паров 2 в танк 10. Давление паров воды в танке 10 повышается до значения паров дистиллята 4, и начинается их конденсация на стенках танка 4. Теплота конденсации уходит в морскую воду через стенки танка 10.

Остывающая в результате откачки паров 2 вода 8 поглощает тепло из морской вод через стенки танка 1. В процессе работы танк 1 пополняется водой через вентиль 6, рассол 8 сливается насосом 9, а дистиллят 11 изымается из танка 10 насосом 13 через вентиль 12.



1. При мощности электропривода парокompрессора 2 кВт, температуре морской воды 20°C и объемной производительности парокompрессора 10 м³/с можно сконденсировать более одной тонны воды в час. Таким образом, на получение 500 литров дистиллированной воды можно затратить всего около одного киловатт*часа или 2 кВт*часа/м³ воды. Если в качестве источника электроэнергии применить солнечную батарею, то для питания такого электродвигателя понадобится батарея площадью всего 20 м². На сегодняшний день для опреснения одной тонны воды затрачивается не менее 5 кВт*часов электроэнергии.

2. Полное отсутствие накипи избавит от необходимости применения каких-либо химических веществ для их предварительного внесения в опресняемую воду.

3. Получаемая вода будет такой же экологически чистой, как и дождевая, т.е. такая же, как горная вода от таяния ледников.

4. Конструктивная простота предлагаемого опреснителя обеспечит его малую себестоимость, облегчит его профилактическое обслуживание и не потребует больших затрат и времени на его разработку.

5. Такая система обладает патентной новизной в целом и позволит разработчику получить интеллектуальные права на целый ряд конструктивных решений.