

УДК 621.311

**РАСПРОСТРАНЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ  
ИСПАРИТЕЛЕЙ  
COMMON USES AND APPLICATIONS OF VAPORIZERS**

В.А. Новикова, А.И. Снапкова

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
pronkevichAV@mail.ru

V. Novikova, A. Snapkova

Supervisor – A. Pronkevich, Senior lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье рассматривается применение различных видов испарителей в энергетике как метод повышения эффективности процессов теплопередачи и производства энергии.*

***Abstract:** this article discusses the use of various types of evaporators in the energy sector as a method for increasing the efficiency of heat transfer and energy production processes.*

***Ключевые слова:** испарители, рекомпрессия, пар, технология, энергосбережение, концентрирование, фазовый переход, утилизация отходов, термическая обработка, энергоэффективность.*

***Key words:** evaporators, recompression, steam, technology, energy saving, concentration, phase transition, waste disposal, heat treatment, energy efficiency.*

### **Введение**

Испарители широко используются в большинстве отраслей промышленности, которые зависят от постоянной подачи жидкостей или химикатов. Например, в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха используются змеевики испарителя для испарения сжатых охлаждающих химикатов, отводя при этом тепло. В этих системах также используются змеевики конденсатора для отвода тепла наружу, что делает весь процесс намного более эффективным.

### **Основная часть**

Испарители, например, с рекуперацией тепла используются для преобразования морской воды в чистую на опреснительных установках [1]. Коммунальные компании, как правило, предпочитают эти испарители альтернативным решениям из-за их простоты и минимальных требований к энергии. Конечным результатом является снижение эксплуатационных расходов.

Испарители также используются на нефтяных месторождениях для отделения воды и различных других соединений от сырой нефти [1]. Хотя их сложнее использовать, чем другие типы испарителей, они, тем не менее, популярны среди энергетических компаний, поскольку позволяют снизить

эксплуатационные расходы, одновременно соблюдая государственные стандарты.



Рисунок 1 – Атмосферные испарители, используемые на нефтяных месторождениях [1]

В пищевой промышленности также используются испарители: для достижения консистенции продукта (например, кофе); концентрирование жидких продуктов, таких как лапша; получение сгущенного молока – продукта процесса удаления воды из молока. Аналогичным образом фармацевтические компании используют испарители для удаления избыточной влаги из лекарств, тем самым улучшая стабильность продукта.

Еще одна область, в которой широко используются испарители, – это утилизация отходов. Поставщики услуг по управлению отходами полагаются на них при очистке стоков или сточных вод с различных заводов, включая винокуренные заводы, зерновые мельницы, скотобойни, текстильные фабрики, химические реакторы и резервуары для хранения.

*Типы испарителей.* Выделяют следующие виды испарителей: наиболее часто используемые (испаряет растворитель, чтобы удалить его из раствора, с целью концентрирования инертного растворенного вещества); с падающей пленкой (равномерно распределяет жидкость, и обеспечивает поток тонкой пленки для частичного испарения); с восходящей пленкой (используют восходящую силу пара для создания восходящего потока жидкости и пара, способствуя эффективному испарению вязких или склонных к загрязнению продуктов); с принудительной циркуляцией (предотвращает кипение или кристаллизацию на поверхности теплопередачи); пластинчатые (в качестве

поверхностей нагрева используются пластины с рамкой, обеспечивающие большие проходы для пара и равномерное распределение жидкости).

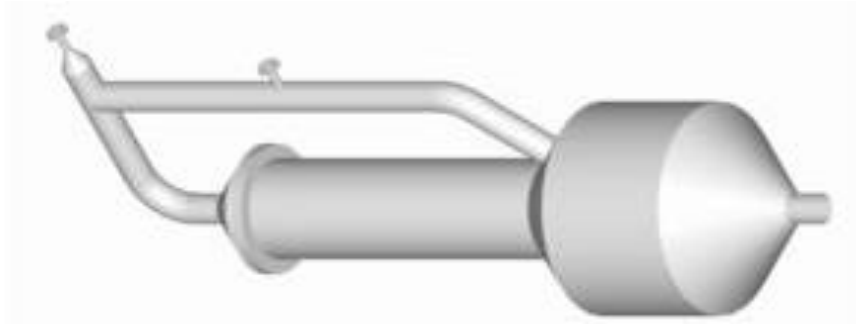


Рисунок 2 – Испаритель с восходящей пленкой [2]



Рисунок 3 – Испаритель с принудительной циркуляцией [2]

*Технологии испарения.* Термическая рекомпрессия пара или TVR – это технология, в которой используется принцип Вентури для восстановления низкотемпературных паров продукта путем их повторного сжатия паром котла высокого давления. Таким образом, потребление котлового пара снижается вдвое при условии повышения температуры повторно сжатого пара на 10°C.

Механическая рекомпрессия пара или MVR по-прежнему остается наиболее энергосберегающей технологией в испарителях для пищевой промышленности. MVR основан на повторном использовании вторичного пара и его скрытого тепла, вырабатываемого самой системой испарения, в качестве источника тепла для испаряющейся жидкости. Температура пара, образующегося при концентрировании, повышается за счет его механического сжатия в условиях насыщения. Таким образом, повторно сжатый пар (примерно на 6–8°C) можно рециркулировать через теплообменник, достигая двойной цели: нулевой расход пара котла, почти полное снижение потребности в градирнях для конденсации избыточного пара.

Различные технологии выпаривания можно комбинировать для достижения дополнительных преимуществ в области энергосбережения.

Чтобы максимизировать эффективность испарителя MVR, входящий продукт должен иметь температуру выше внутренней точки кипения 75°C. Это позволит начать процесс испарения с верхней части пучка труб, сводя к минимуму потери энергии. Именно это происходит, когда продукт поступает в испаритель MVR после термической обработки Hot Break, тогда как, если он поступает после другой обработки и имеет температуру ниже температуры концентрации, его необходимо предварительно нагреть [3].

### **Заключение**

Испарители играют важную роль в обеспечении эффективной теплопередачи между средами и находят широкое применение в таких отраслях, как холодильное оборудование, пищевая промышленность, фармацевтика и производство электроэнергии. Они выполняют ключевые функции, такие как концентрирование, фазовый переход и повышение энергоэффективности.

### **Литература**

1. Common Uses and Applications for Evaporators [Электронный ресурс] / Common Uses and Applications for Evaporators. – Режим доступа: <https://thermalkinetics.net/common-uses-applications-evaporators/>. – Дата доступа: 28.03.2024.
2. Испаритель – Evaporator [Электронный ресурс] / Испаритель – Evaporator. – Режим доступа: <https://ru.wikibrief.org/wiki/Evaporator/>. – Дата доступа: 28.03.2024.
3. Испарительные технологии для энергосбережения [Электронный ресурс] / Испарительные технологии для энергосбережения. – Режим доступа: <https://www.cft-group.com/evaporation-technologies-for-energy-saving/>. – Дата доступа: 29.03.2024.