

УДК621.187.12

## СУХИЕ ГРАДИРНИ DRY COOLERS

И.В. Рапута

Научный руководитель – Н.В. Пантелей, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
nvpanteley@tut.by

I. Raputa

Supervisor – N. Panteley, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** в статье отображены конструктивные особенности, преимущества и недостатки сухих градирен.

**Abstract:** the article shows the design features, advantages and disadvantages of dry cooling towers.

**Ключевые слова:** градирня, драйкулер, сухое охлаждение, хладагент, теплообменник, вентилятор.

**Keywords:** cooling tower, dry cooler, dry cooling, refrigerant, heat exchanger, fan.

### Введение

Драйкулер (Dry Cooler – сухой охладитель) или сухая градирня - это установка предназначенная для охлаждения теплоносителя за счёт окружающей среды.

Сухие градирни применяются в различных отраслях промышленности (химической, пищевой, перерабатывающей) для охлаждения воды, которая в свою очередь охлаждает различное технологическое оборудование.

Основной функцией градирни является частичное охлаждение жидкостей.

Сухие градирни могут быть использованы в том случае, когда: есть необходимость охлаждения теплоносителя без его контакта с внешней средой, невозможна постоянная подача воды, необходимо охлаждать жидкости с высокой температурой, при использовании вместо воды этиленгликоля или других токсичных жидкостей.

### Основная часть

Сухая градирня (драйкулер) состоит из трёх основных частей: теплообменник, вентилятор и корпус, где размещены теплообменник и вентилятор. Теплообменник изготовлен из тонких, но устойчивых к нагреву металлов, таких как медь или алюминий.

Корпус градирни оснащён ножками для горизонтальной установки. Также охладитель может устанавливается вертикально на кронштейнах без применения ножек.

Теплообменник имеет рёбра, через которые отводится часть тепла теплоносителя, при этом возрастает теплоёмкость на 30% и более. Вентилятор делает обдув принудительным и эффективным, а также обеспечивает отвод теплоты [1].

Классифицировать сухие градирни можно следующим образом:

1. По мощности (от 5 до 2000 кВт).
2. По уровню шума (стандартный; низкий).
3. По количеству вентиляторов (от 2 до 20 вентиляторов).
4. Типом теплообменника (вертикальные, горизонтальные или V-образные).
5. По размещению и направлению выдува воздуха.

Сухие градирни применяются:

1. В схемах с чиллером с водяным охлаждением конденсатора.
2. В системах холодоснабжения, работающих круглый год [1].

При эксплуатации градирни в более тёплый период года (среднесуточная температура выше  $18^{\circ}\text{C}$ ), температуры получаемого хладагента, как правило, бывает недостаточно. В данном случае сухие градирни имеют дополнительный узел – систему орошения (адиабатическая система охлаждения). Благодаря этому происходит испарение воды и снижение температуры воздуха вблизи поверхности теплообменника, что повышает эффективность работы драйкулера.

Рассмотрим устройство и принцип работы сухой градирни с включением в конструкцию оросительной системы. Основные узлы аппарата представлены на рисунке 1.

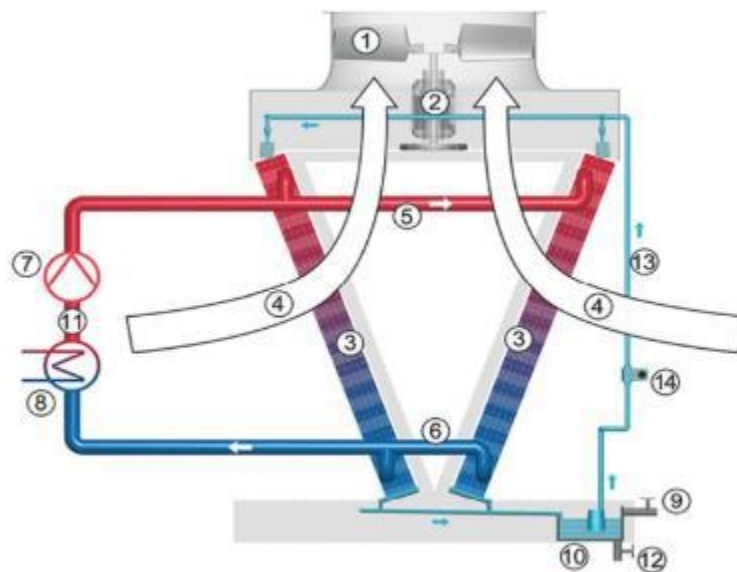


Рисунок 1 – Конструкция сухой градирни [2]:

- 1 – вентилятора; 2 – двигатель вентиляторов; 3 – теплообменники; 4 – воздушный поток;  
 5 – подача теплого хладоносителя; 6 – обратный контур остывшего хладоносителя;  
 7 – гидромодуль или насос; 8 – потребитель; 9 – подпитка воды на систему орошения;  
 10 – резервуар для воды орошения; 11 – первичный контур охлаждения;  
 12 – слив воды и грязи системы подпитки; 13 – контур воды орошения;  
 14 – электромагнитный клапан подачи воды

Подача нагретого хладагента на охлаждение осуществляется с помощью гидромодуля или насоса. Холодный воздух всасывается через рёбра теплообменника с помощью вентиляторов. Соприкасаясь с трубками, воздух принимает тепло, в результате температура хладоносителя, циркулирующего в

трубках, снижается. Хладоноситель после охлаждения поступает в трубопровод, откуда подаётся к потребителю.

Система орошения включается в момент максимальной эффективности. Подача воды на форсунки осуществляется с помощью электромагнитного вентиля. Форсунки распыляют ее на теплообменники. Соприкасаясь с горячими трубками, вода частично испаряется. Неиспарившаяся вода очищает поверхность теплообменника от пыли и грязи и стекает в резервуар, который служит для экономии воды. Очистка резервуара от накопившейся грязи происходит периодически.

Для эффективной работы драйкулера, необходимы большие воздушные потоки, поэтому должна быть обеспечена свободная подача воздуха к вентиляторам. Скорость вращения лопастей вентилятора регулируется в соответствии с изменением температуры наружного воздуха и температуры воды в контуре охлаждения.

Вентиляторы для сухих градирен имеют большую разновидность моделей. Это обусловлено не только их диаметрами, но и разнообразием конструкций сухих градирен. Для сухих градирен применяются вентиляторы нагнетательного и вытяжного типа. Применение вытяжного вентилятора позволяет равномернее распределить воздушный поток и увеличить охлаждающий эффект.

В драйкулерах горизонтально или вертикального типов используются стандартные осевые вентиляторы диаметром 630/800/900/1000мм, V-образного типа – 800/900/1000 мм. Уровни шума соответствуют значениям в соответствии со стандартом EN 13487. Все вентиляторы снабжены встроенными термическими предохранителями. Вентиляторы 3-х фазные с 2-мя скоростями.

На сегодняшний день все больше внимания уделяется вопросам энергосбережения, поэтому необходимо ориентироваться на энергосберегающее оборудование. По сравнению с традиционным оно более дорогое, но окупает себя в процессе эксплуатации. ЕС-вентиляторы, позволяют уменьшить энергопотребление, при этом увеличить производительность оборудования и срок его бесперебойной работы.

В сухих градирнях с ЕС-вентиляторами применяются 3-х фазные вентиляторы с интегрированными электронными контроллерами. Данные контроллеры обеспечивают плавный старт, защиту от падения напряжения, от перегрева, от блокировки ротора и от короткого замыкания. Диаметр вентиляторов – 800/900/1000 мм.

Тип теплообменника имеет немаловажное значение при выборе сухой градирни. Благодаря объединению в единую конструкцию двух теплообменных аппаратов, расположенных под углом друг к другу, драйкулеры V-образной формы обладают более высокой производительностью, что позволяет разместить агрегат большей мощности на одинаковой площади.

Драйкулеры плоской формы отличает компактная конструкция, большой выбор конфигураций, чем агрегат V-образной формы аналогичной мощности. Сухие охладители плоской формы более универсальны и могут устанавливаться как горизонтально, так и вертикально. При размещении на

кровле ввиду малой массы они не требуют устройства сложной разгрузочной рамы, которая необходима при установке чиллеров [1].

Экологическая безопасность сухих градирен имеет не маловажное значение на промышленных предприятиях, т.к. помимо воды может проводиться охлаждение раствором гликоля или масел [3].

Если провести сравнение с мокрыми градирнями, для работы которых необходима очищенная сточная вода, в результате, выделяемые примеси вредных и токсичных веществ, оказывают влияние на окружающую среду в местах их выброса, то в процессе работы сухой градирни теплоноситель не испаряется, т.к. он циркулирует по замкнутому контуру. Загрязнение его не происходит, не требуется применения дополнительной очистки. Использование такой градирни исключает химическое загрязнение, не позволяет повысить влажность воздуха, т.к. выбрасывается только тёплый воздух, не вызывающий изменений в окружающей среде.

На основании выше изложенного, можно выделить основные преимуществам драйкулеров:

1. Простота конструкции.
2. Простой и понятный механизм работы.
3. Небольшая массу агрегатов и гибкость при их установке.
4. Применение в закрытых контурах, где циркулирует один и тот же заранее подготовленный теплоноситель не требующий дополнительной очистки.
5. Надёжность системы – теплоноситель не подвержен внешним загрязнениям, практически не требуется подпитка системы.
6. Возможность эксплуатации при отрицательных температурах, так как в качестве теплоносителя можно использовать раствор гликоля.

Недостатком сухих охладителей является не возможность охладить теплоноситель до температуры, которая ниже температуры окружающей среды.

### **Заключение**

При включении сухой градирни в технологический процесс может быть решён вопрос недостатка или отсутствия воды на технологические нужды, а также её дополнительной подготовки, снизятся затраты на систему охлаждения, что отразится на капиталовложениях. Отсутствие выбросов и паров положительно скажется на экологической безопасности.

### **Литература**

1. Драйкулеры (сухие градирни) – что это такое, конструкция, сфера применения [Электронный ресурс] / Драйкулеры (сухие градирни) – что это такое, конструкция, сфера применения. – Режим доступа: <https://mir-klimata.info/drajkulery-suhie-gradirni-cto-eto-takoe-konstrukciya-sfera-primeneniya/>. – Дата доступа: 11.04.2023.
2. Анализ эффективности применения сухих градирен на ТЭС: маг. дис. тех. наук: 13.04.01 / Е.А. Тен. – Томск, 2020. – 103 с.
3. Устройство и расчет промышленных градирен: Монография / А.Г. Лаптев, И.А. Ведьгаева. – Казань: КГЭУ, 2004. – 180 с.