

УДК 338.984

ЭЖЕКЦИОННЫЕ ГРАДИРНИ EJECTION COOLING TOWERS

В.Р. Бежелев, Е.М. Стельмак

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
pronkevichAV@mail.ru
V. Bezhelev, E. Stelmak
Supervisor – A. Pronkevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье рассматривается принцип работы эжекционных градирен, кратко описаны основные преимущества и недостатки данного типа.*

***Abstract:** this article discusses the operating principle of ejection cooling towers and briefly describes the main advantages and disadvantages of this type.*

***Ключевые слова:** охлаждение, вода, паровые эжекторы, энергия, пар.*

***Keywords:** cooling, water, steam ejectors, energy, steam.*

Введение

Градирни являются неотъемлемой частью теплоэлектростанции. Градирня — это сооружения для охлаждения воды теплоносителя, циркулирующей в оборотной системе теплоснабжения. Оборотная система водоснабжения — это система в которой вода используется в качестве хладагента для охлаждения теплообменного оборудования. Использование градирен позволяет сэкономить природную воду в отличии от прямоточных систем и исключают тепловое загрязнение водоемов. Башни служат для создания естественной тяги, благодаря разности давлений в воздухе. В самой башне располагаются оросители и водосборный резервуар. За счет высоты башни, одна часть испаренной воды уходит в атмосферу, а другая обратно в цикл.

Основная часть

Градирни, по способу подачи воздуха, разделяют на несколько типов: башенные, вентиляторные, брызгальные и эжекционные (таблица 1). Эжекционные градирни – это специальные устройства, в основе которых лежит принцип эжекции. Эти паровые эжекторы используются для создания тяги и охлаждения воды. Суть этого эффекта заключается в том, что происходит перемешивания потоков с большими скоростями. Т.е. среда с высоким давлением и более высокой скоростью ухватывает за собой среду с более низкими параметрами, такой поток называется эжектируемым. При смешивании этих сред происходит уравнивание скоростей. Паровые эжекторы — устройства, использующие пар под высоким давлением, чтобы создать вакуум. Эти эжекторы, в свою очередь, состоят из диффузоров и насадок для ускорения пара и создают зону низкого давления. Также паровые

эжекторы создают вакуум, который всасывает воздух из окружающей среды в воздухооборник градирни.

Таблица 1 – Сравнение характеристик разных типов градирен [1]

№	Показатель	Ед. изм.	Тип градирни		
			башенная	вентиляторная	эжекционная серии НТ
1	Расход оборотной воды через модуль/секцию	м ³ /ч	1500-50000 /и более	15-50000 /и более/	5*-50000 /и более/
2	Потребное давление	кгс /см ³	1,2	1,5	1,2-5 (от давления зависит глубина охлаждения)
3	Перепад температур/без рециркуляции/*	°С	7-10	8-15	8-15
4	Макс. глубина охлаждения/без рециркуляции/разница между температурой охлажденной воды и температурой воздуха по влажному термометру	°С	7-9	4-6	3-4
5	Потери воды: -испарение - каплеунос	%	0,9 0,1	1 0,01	1 0,01
6	Удельная электрическая Р насосов и вентиляторов на охлаждение 1м ³ воды	кВт	0,133	0,183	0,175
7	Удельные капитальные затраты на градирню, включая бассейн/поддон и фундамент /на 1 м ³ воды/	тыс. руб.	21-22	13-14	6-7
8	Шумовое воздействие (вплотную / на 10м от градирни)	дБ	70/60	85-90/75	75/60 и менее
9	Срок окупаемости	год	более 5	2-3	1-2
10	Срок эксплуатации без капремонта	год	10-20	2-4	до 25
11	Гарантийный срок эксплуатации	год	5	5	5

Этот воздух проходит через специальные отверстия в основании башни и далее идет к распылителям воды, называемые форсунками, которые равномерно распыляют воду по поверхности башни. Когда воздух, подсасываемый из окружающей среды, проходит через распыляемую воду, тепло передается от горячей холодному воздуху. Тем самым происходит остывание воды. Охлажденная вода в виде капель падает вниз в резервуар или отстойник. Оттуда она возвращается обратно в цикл для последующего охлаждения. Горячий воздух через вентилятор или отверстие в башне уходит в атмосферу [1].

Использование эжекционных градирен в промышленности имеет ряд преимуществ [2]:

1) основным преимуществом градирни данного типа является охлаждение воды с высокой температурой (иногда свыше 60 °С), что обеспечивает универсальность в разных промышленных процессах;

2) очень важна простота конструкции. Эжекционные градирни состоят из нескольких элементов: систем распыления воды, паровых эжекторов и отстойников для сбора охлажденной воды, что упрощает их обслуживание в случае неисправности;

3) за счет описанного выше пункта появляется еще одно достоинство этой градирни – экономичность. Упрощенная конструкция может с течением времени привести к снижению эксплуатационных расходов;

4) эжекционные градирни за счет систем распыления воды удаляют и вымывают частицы, различные примеси, химикаты и другие вещества. В следствии чего рециркуляционная вода становится более чистой.

Также присутствуют и некоторые недостатки эжекционные градирен:

1) не смотря на простоту, эжекционные градирни весьма требовательны по потреблению энергии, в частности паровые эжекторы. Это может привести к повышенному потреблению энергии по отношению к другим видам градирен;

2) в эжекционных градирнях процесс теплопередачи менее эффективен, в результате процесс охлаждения происходит не так активно и это может потребовать несколько больших размеров башен для достижения требуемой охлаждающей способности;

3) из-за использования паровых эжекторов, движения воздуха и воды эжекционные градирни создают некоторый шум. Это может стать проблемой, в случае близкого расположения градирни с жилыми районами.

Заключение

В общем и целом, градирни данного типа являются наиболее эффективным решением по охлаждению воды. Они становятся популярным выбором для разных отраслей промышленности за счет их multifunctionality и экономической эффективности. Но для выбора того или иного типа градирен, важно учитывать следующие условия: энергоэффективность, начальную стоимость, воздействие на окружающую среду и требования к техническому обслуживанию.

Литература

1. Эжекционные градирни – энергоэффективное, современное решение [Электронный ресурс] / Эжекционные градирни – энергоэффективное, современное решение. – Режим доступа: <https://isguru.ru/wp-content/uploads/2017/05/статья-с-изменениями-на-верстку-1.pdf> /. – Дата доступа: 04.04.2024.

2. Опыт внедрения эжекционных градирен в системах оборотного водоснабжения с нестандартными условиями эксплуатации [Электронный ресурс] / Опыт внедрения эжекционных градирен в системах оборотного водоснабжения с нестандартными условиями эксплуатации. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/119362/30-33.pdf?sequence=1&isAllowed=y> /. – Дата доступа: 01.04.2024.