

## **МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### **Введение**

Обеспечение водой промышленных предприятий является одной из важных народнохозяйственных задач. В зависимости от вида производства тот или иной вид водопользования может быть преобладающим [1]. В последние годы прослеживается тенденция увеличения процента использования воды из природных источников в системах оборотного водоснабжения за счет разработки и использование оборотных схем в системах водного хозяйства промышленных предприятий [4]. На предприятиях в области машиностроения система оборотного водоснабжения дает возможность довести экономию потребления исходной (из источника водоснабжения) воды до 90 %, особенно в процессах гальванизации металлов. При этом вода используется повторно как для приготовления электролитных растворов, так и для промывки деталей. На предприятиях пищевой промышленности очищенную воду можно задействовать для промывания полуфабрикатов, а также в системах охлаждения как теплоноситель [2].

Целью выполненных научных исследований стало изучение прямоточных и оборотных схем в системах водного хозяйства промышленных предприятий на примере ОАО «Брестмаш», ОАО «Кобринский маслодельно-сыродельный завод». Для достижения поставленной цели ставились следующие задачи исследования:

- 1) аналитический обзор систем водоснабжения по характеру использования воды на предприятиях; изучение типов охладителей в охлаждающих оборотных схемах систем водного хозяйства предприятий;
- 2) изучение существующей и разработка охлаждающей оборотной схемы в системе производственного водоснабжения ОАО «Брестмаш»;
- 3) изучение оборотной схемы в системе производственного водоснабжения Кобринского маслодельно-сыродельного завода;
- 4) проверочный тепловой расчет охладителей воды.

### **Прямоточные и оборотные схемы систем водоснабжения предприятий**

По характеру использования воды на предприятии различают системы водоснабжения: прямоточные, с последовательным использованием воды и оборотные.

Оборотные системы сооружаются как по экологическим нормам (для снижения объемов сброшенных сточных вод в природные источники), так и по технико-экономическому сравнению вариантов (оборотная либо прямоточная схемы). При комплексном использовании воды (комбинированная схема), когда вода является транспортирующей и экстрагирующей средой и одновременно служит теплоносителем, вода в системе оборотного водоснабжения перед повторным применением очищается от загрязнений и охлаждается [3].

При обратном водоснабжении промышленного объекта охлаждающее устройство (охладитель) должно обеспечить охлаждение циркуляционной воды до температур, отвечающих оптимальным технико-экономическим показателям работы объекта. Понижение температуры воды в охладителях происходит в результате передачи ее тепла воздуху.

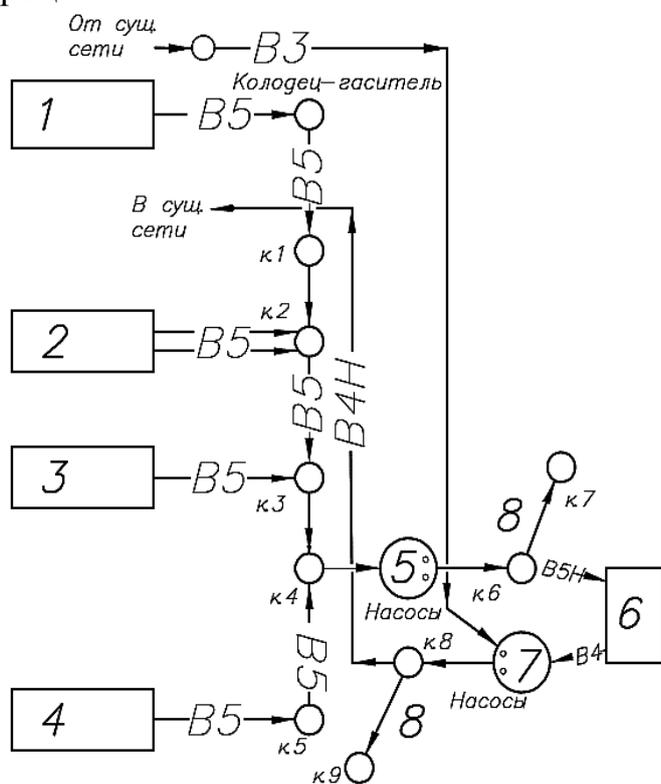
Выбор типа охладителя производится путем технико-экономического сравнения вариантов.

### Разработка охлаждающей оборотной схемы в системе производственного водоснабжения

Разработка охлаждающей схемы включает в себя проектирование сетей и сооружений для сбора нагретой и отвода охлажденной воды, выбор охлаждающего устройства, подбор насосного оборудования.

Разработанная охлаждающая схема ОАО «Брестмаш» с учетом действующих ТНПА [5, 6] представлена на рисунке 1.

Проектирование начинается с расчета балансовой схемы производственного водоснабжения по заданным расходам воды, используемой в технологическом процессе.



1-4 – цеха-водопользователи; 5,7 – резервуары нагретой и охлажденной воды с насосами;  
6 – градирня; 8 – мокрый колодець

**Рисунок 1 – Технологическая схема сетей и сооружений обратного водоснабжения ОАО «Брестмаш»**

Для отвода горячей воды от цехов в системе обратного водоснабжения проектируется сеть обратного трубопровода оборотной воды. Сеть проектируется из канализационных труб с подбором диаметров. На сети устанавливаются смотровые канализационные колодцы. Сбор нагретой воды осуществляется в резервуаре нагретой воды. С учетом современных достижений и тенденций в области разработок (использования) насосного оборудования в резервуаре предусматривается установка погружного насоса. Для обслуживания насосов в резервуаре предусматривается люк и ходовые скобы. Для аварийного сброса из резервуара предусматривается установка мокрого колодца.

Выбор типа охладителя производится путем технико-экономического сравнения вариантов, с учетом показателей работы снабжаемого водой оборудования и требований технологических процес-

сов промпредприятий к температуре охлаждающей воды. В системах обратного водоснабжения широко принимаются вентиляторные градирни, которые обеспечивают глубокое и устойчивое охлаждение воды. Область применения

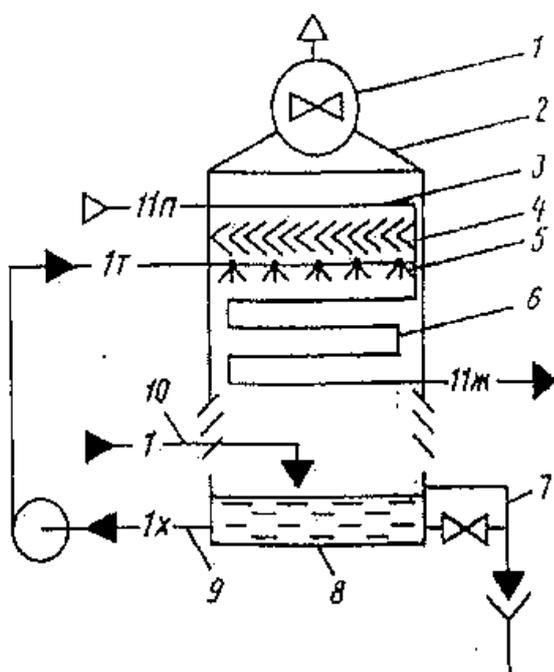
вентиляторных градирен – это топливно-энергетический и агропромышленный комплексы, пищевая промышленность, машиностроение, транспорт, связь. Подбор марки градирни осуществляется на основании расчетного расхода воды, подаваемой на охлаждение. Для напорных и сливных магистралей градирен во избежание перемерзания в зимний период предусматривается теплоизоляция.

Сбор охлажденной воды осуществляется в резервуаре охлажденной воды. Для подачи воды в производственный корпус устраивается сеть подающего водопровода оборотной воды. Сеть проектируется из напорных труб с подбором диаметров. Для защиты сети от промерзания предусматривается изоляция.

С учетом потерей, возникающих в системе оборотного водоснабжения, в схеме проектируется сеть производственного водопровода для подачи подпиточного расхода воды в резервуар охлажденной воды.

### Тепловой расчет охладителей

В зависимости от практической задачи возможны разные цели расчета охладителей [5].



- 1 – осевой вентилятор; 2 – каркас с обшивкой;  
 3 – форконденсатор; 4 – каплеотделитель;  
 5 – водораспределитель с форсунками;  
 6 – змеевиковые батареи; 7 – сливной трубопровод;  
 8 – поддон; 9 – водозаборный трубопровод;  
 10 – линия подачи свежей воды

**Рисунок 2 – Схема испарительного конденсатора охлаждающей оборотной схеме маслодельно-сыродельного завода**

- значения начальной и конечной температуры воды, °С;
- тепловая нагрузка на охладитель, кВт;
- расчетные параметры наружного воздуха, которые соответствуют климатической зоне или задаются для особых условий эксплуатации;
- технические характеристики охладителя;

1. Расчет вновь проектируемого охладителя для заданного расхода воды, тепловой нагрузки и атмосферных условий.

2. Расчет охладителя для обслуживания отдельного объекта, если по условиям эксплуатации вода из центральной системы оборотного водоснабжения предприятия недостаточно охлажденная. При этом охладитель может работать или на доохлаждение воды, взятой из центральной системы водоснабжения, или автономно.

3. При необходимости проведения реконструкции существующего охладителя с целью увеличения его тепловой и гидравлической нагрузок.

При тепловом расчете охладителей используются следующие параметры, часть из которых может быть задана, а остальные определяются в процессе расчета:

- объемный расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

– характеристики вентилятора, т. е. подача, тыс. м<sup>3</sup>/ч, и напор Н, мм вод. ст. (или Па);

– геометрические и гидравлические характеристики форсунок, используемых для подачи воды на ороситель.

В результате использования методики теплового расчета охладителей воды были получены значения расчетной температуры воды до и после охлаждения, а также температуры конденсации при разных способах отвода теплоты: для вентиляторной градирни и испарительного конденсатора (рисунок 2), используемых в системах производственного водоснабжения на исследуемых предприятиях.

### **Заключение**

Разработка оборотных схем в системах водного хозяйства промышленных предприятий отражает проблемы охраны окружающей среды и рационального водопользования.

В результате выполненной экспериментальной и расчетной части исследований была разработана охлаждающая оборотная схема в системе производственного водоснабжения ОАО «Брестмаш» и изучена оборотная схема в системе производственного водоснабжения Кобринского маслодельно-сыродельного завода:

– выполнен расчет балансовой схемы водоснабжения и водоотведения по расходам воды, используемой в технологическом процессе;

– запроектированы сети и сооружения для сбора нагретой и отвода охлажденной воды, произведен подбор насосного оборудования и предварительный выбор охладительного устройства;

– произведен проверочный расчет вновь проектируемой градирни для заданного расхода воды, тепловой нагрузки и атмосферных условий (выполнен тепловой расчет с определением величины объемного коэффициента массоотдачи);

– выполнен тепловой расчет градирни и испарительного конденсатора со сравнением температуры охлаждения и конденсации при прямоточном и оборотном водоснабжении.

### **Список цитированных источников**

1. Андреев, С. В. Разработка охлаждающих оборотных схем в системах водного хозяйства промышленных предприятий / С. В. Андреев, В. В. Жук // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. В. В. Корунчикова, Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – С. 201–204.

2. Жук, В. В. Ресурсосберегающие системы водоснабжения для охлаждения оборотной воды предприятий / В. В. Жук, С. Л. Новик // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : сб. науч. тр. по материалам IX Всероссийской (с междунар. участием) науч. техн. конф. / под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2022.

3. Кучеренко, Д. И. Обратное водоснабжение (Системы водяного охлаждения) / Д. И. Кучеренко, В. А. Гладков. – М. : Стройиздат, 1980. – 168 с.

4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник / под общ. ред. И. В. Медведевой. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 202 с.

5. Строительные нормы Республики Беларусь «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»: СН 4.01.01 – 2019. – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2020.

6. Строительные нормы Республики Беларусь «Канализация. Наружные сети и сооружения»: СН 4.01.02 – 2019. – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2020.