



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E02B 9/00 (2022.02); E03B 1/00 (2022.02); E03F 5/18 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021103358, 11.02.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.02.2021Дата регистрации:
11.05.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.02.2021

(45) Опубликовано: 11.05.2022 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, Центр
интеллектуальной собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Попов Александр Ильич (RU),
Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1076728 А, 28.02.1984. SU 334454
А1, 30.03.1972. RU 2162919 С2, 10.02.2001. SU
1213337 А, 23.02.1986. JP 2000338278 А,
08.12.2000. CN 110176318 А, 27.08.2019.

(54) ПРУД-ОХЛАДИТЕЛЬ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС И ТЭС ПОВЫШЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

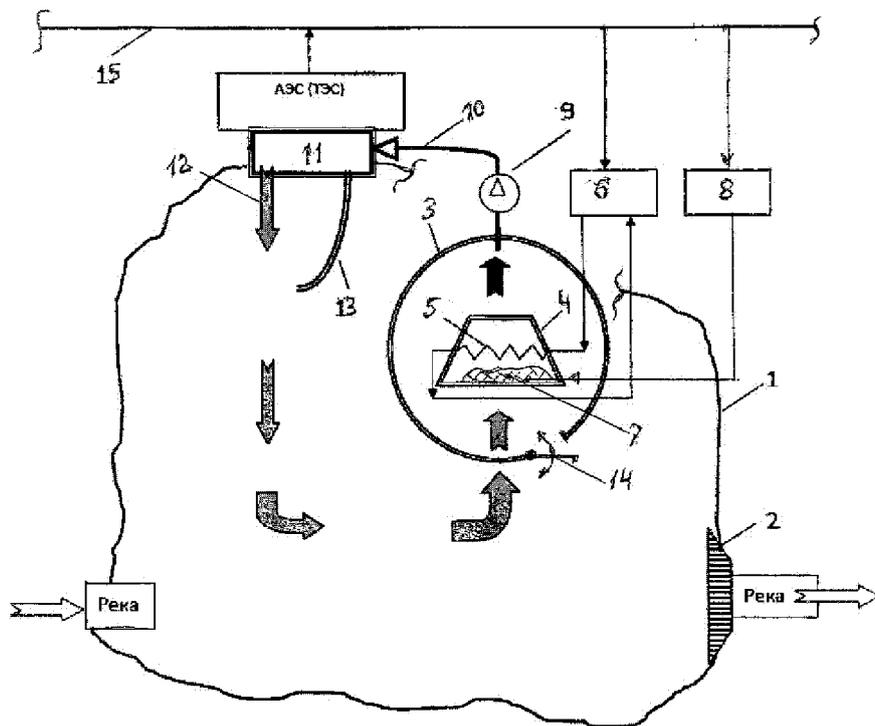
(57) Реферат:

Назначение: используется для охлаждения оборотной воды в теплообменном оборудовании АЭС и ТЭС. Сущность изобретения: в пруд-охладитель 1 для АЭС и ТЭС, содержащий защитную дамбу 2 на реке, образующую водоем, струнаправляющую дамбу 13 для охлаждения сбросовых вод путем равномерного распределения нагретой воды по акватории водоема, введен дополнительный внутренний бассейн 3 охлаждаемой воды, содержащий в корпусе-охладителя 4 систему дополнительного охлаждения воды, причем к выходу бассейна 3 подключен насос 9, подающий дополнительно охлажденную воду на теплообменное оборудование 11 станции. Система охлаждения воды в корпусе-охладителя 4 дополнительного бассейна 3 может быть выполнена с использованием низкотемпературного чиллера 6, охлаждающие теплообменники 5 которого размещены в воде корпуса-охладителя 4, а чиллер 6 подключен к магистральной сети 15 электроснабжения АЭС или ТЭС. Также система

охлаждения воды в корпусе-охладителя 4 дополнительного бассейна 3 может быть выполнена в виде установки для послойного намораживания льда при отрицательных температурах при создании в части бассейна 3 льдохранилища. Кроме того, система охлаждения воды в корпусе-охладителя 4 дополнительного бассейна 3 может быть выполнена в виде установки для нарезки блочного льда при отрицательных температурах в водоеме-охладителе и создания в части бассейна 3 льдохранилища. Система охлаждения воды в корпусе-охладителя 4 дополнительного бассейна 3 может быть выполнена и в виде установки для получения тугоплавкого льда с растворением метана в воде. Для уменьшения теплоотдачи с поверхности дополнительного бассейна 3 и сохранения охлажденной воды на его поверхности может размещаться слой плавающих термоизоляционных шариков. Использование изобретения позволит улучшить охлаждение теплообменного оборудования АЭС и ТЭС,

уменьшить капитальные затраты, ранее требовавшиеся для создания больших по объему воды прудов-охладителей или дополнительных

градирен, а также улучшить экологию водоохранных зон на прилегающих к АЭС и ТЭС территориях. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.



RU 2771625 C1

RU 2771625 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E02B 9/00 (2006.01)
E03B 1/00 (2006.01)
E03F 5/18 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E02B 9/00 (2022.02); E03B 1/00 (2022.02); E03F 5/18 (2022.02)

(21)(22) Application: **2021103358, 11.02.2021**

(24) Effective date for property rights:
11.02.2021

Registration date:
11.05.2022

Priority:
(22) Date of filing: **11.02.2021**

(45) Date of publication: **11.05.2022 Bull. № 14**

Mail address:
**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, Tsentr
intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):
**Popov Aleksandr Ilich (RU),
Shcheklein Sergei Evgenevich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education Ural Federal
University named after the first President of
Russia B.N.Yeltsin (RU)**

(54) **COOLING POND FOR HEAT EXCHANGE EQUIPMENT OF HIGH-PRODUCTIVITY NUCLEAR AND THERMAL POWER PLANTS**

(57) Abstract:

FIELD: cooling.

SUBSTANCE: purpose: invention is used for cooling circulating water in heat exchange equipment of nuclear and thermal power plants. Substance: cooling pond 1 for nuclear and thermal power plants, containing a protective dam 2 on a river, forming a water body, a guide dam 13 for cooling effluents by evenly distributing the heated water in the area of the water body, includes an additional internal pool 3 for cooled water, containing an additional water cooling system in the cooler body 4, wherein a pump 9 supplying additionally cooled water to the heat exchange equipment 11 of the plant is connected to the outlet of the pool. The water cooling system in the cooler body 4 of the additional pool 3 can be made using a low-temperature chiller 6, the cooling heat exchangers 5 whereof are placed in the water of the cooler body 4, and the chiller 6 is connected to the main power supply network 15 of the nuclear or thermal power plant. The water cooling system in the cooler body 4 of the additional pool 3 can also be made in the form of a unit for layer-by-layer freeze-casting ice at negative

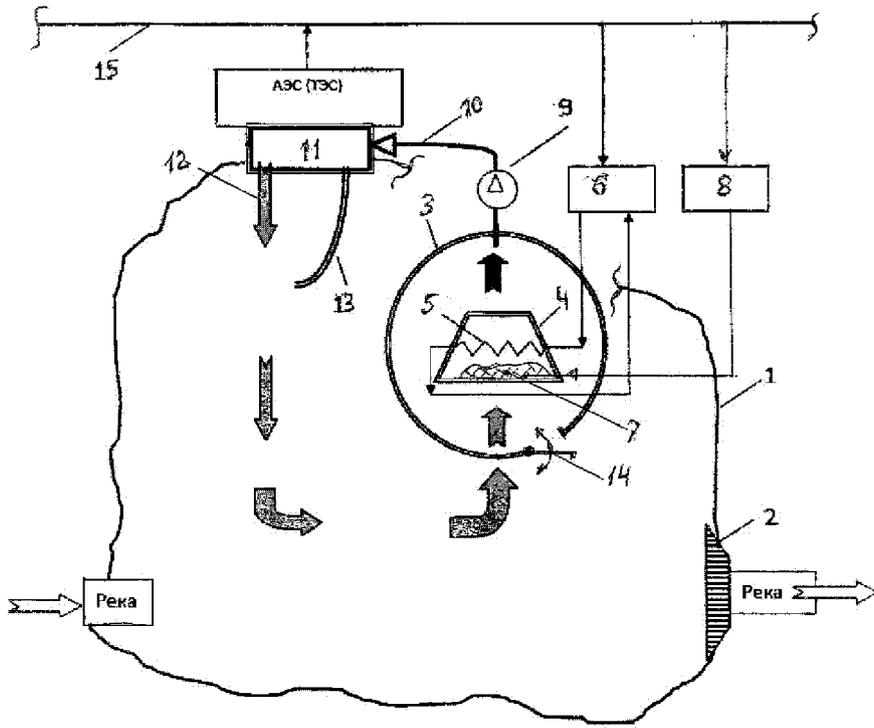
temperatures when creating ice storage in part of the pool 3. Additionally, the water cooling system in the cooler body 4 of the additional pool 3 can be made in the form of a unit for cutting ice blocks at negative temperatures in the cooler water body and creating ice storage in part of the pool 3. The water cooling system in the cooler body 4 of the additional pool 3 can also be made in the form of a unit for producing high-melting ice with dissolving methane in water. In order to reduce heat transfer from the surface of the additional pool 3 and preserve the cooled water, a layer of floating heat insulation balls can be placed on the surface thereof.

EFFECT: use of the invention can improve the cooling of the heat exchange equipment of nuclear and thermal power plants, reduce capital expenses previously required to create cooling ponds or additional cooling towers for large volumes of water, as well as improve the ecology of water protection zones in the areas adjacent to the nuclear and thermal power plants.

2 cl, 1 dwg

RU 2 771 625 C1

RU 2 771 625 C1



RU 2771625 C1

RU 2771625 C1

Пруд-охладитель, это естественный или искусственный открытый пруд для охлаждения нагретой циркуляционной воды в системах оборотного водоснабжения тепловых и атомных электростанций [1]. (Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов под ред. В.Я. Гиршфельда. – М. Энергоатомиздат 1987 – с. 231-243).

5 Пруды-охладители имеют преимущества перед брызгальными бассейнами и градирнями, так как требуют меньше электроэнергии на привод циркуляционных насосов, поднимающих воду на значительную высоту и меньшие затраты на их обслуживание. Кроме того, использование градирен в зимнее время в областях с низкой температурой воздуха может быть опасно из-за риска их обмерзания.

10 Однако пруды-охладители имеют следующие недостатки:

- низкая удельная теплоотдача поверхности и, в ряде случаев, - затопление значительных территорий;
 - сокращение объема пруда в следствие иловых отложений;
 - зависимость интенсивности охлаждения от поверхностной температуры воды в
- 15 разные времена года.

Известно «Устройство для охлаждения сбросовых вод теплотехнических установок» авторов Сапожникова А.И. и Пшеничного Б.П. по патенту РФ на полезную модель № 140315, МПК E03F 5/18 [2].

20 Данное устройство содержит напорную трубу с патрубками, на концах которых установлены разбрызгивающие насадки и регулирующие задвижки, причем насадки выполнены в виде шарообразных перфорированных приспособлений, на каждую насадку установлено сопло, а патрубки с насадками подняты над поверхностью пруда на 2...5 м.

Недостатки этого устройства следующие:

- 25 - неработоспособность в зимних условиях в связи с обмерзанием патрубков и насадок льдом;
 - образование тумана, загрязняющего атмосферу и значительный унос воды из бассейна;
 - необходимость постоянного обслуживания из-за загрязнения патрубков и
- 30 разбрызгивающих насадок.

В «Стандарте [3] организации водопользования на атомных станциях. Классификация охлаждающих систем водоснабжения», СТО 1.1.1.02.006.0689-2006, с.7, указывается, что эффективность использования воды зависит от системы технического водоснабжения и может быть оценена тремя показателями в совокупности:

- 35 - коэффициентом использования охлаждающей воды в оборотной системе;
- коэффициентом использования забранной исходной воды;
- коэффициентом безвозвратного потребления и потери воды.

40 Технической проблемой, которую решает настоящее изобретение является повышение эффективности использования оборотной воды за счет ее дополнительного охлаждения для теплообменного оборудования АЭС или ТЭС, уменьшение капитальных затрат на строительство водоемов-охладителей с большими запасами воды или сооружение градирен.

Технический результат заключается в следующем:

- 45 - на отводном канале станции размещен дополнительный внутренний бассейн охлаждаемой воды, содержащий в корпусе-охладителе систему дополнительного охлаждения воды, потоки которой далее смешиваются с потоками охлаждаемой воды пруда-охладителя;

- система охлаждения воды в дополнительном бассейне может быть выполнена на

основе низкотемпературного чиллера;

- система охлаждения воды в дополнительном бассейне может быть выполнена в виде установки для послойного намораживания льда, в виде установки для нарезки блочного льда при отрицательных температурах или в виде установки для получения

5 тугоплавкого льда и создания в части бассейна льдохранилища;

- на поверхности дополнительного бассейна размещается несколько слоев плавающих термоизоляционных шариков, уменьшающих теплоотдачу с его поверхности и сохраняющих температуру охлажденной воды.

Технический результат достигается за счет того, что в акваторию водохранилища, оснащенной струенаправленной дамбой напротив выходного канала станции для смешивания горячей воды от теплообменного оборудования с водой водохранилища, введен внутренний бассейн дополнительно охлаждаемой воды, содержащий в корпусе-охладителя теплообменники чиллера, а оборудование чиллера подключено к сетям электроснабжения, причем внутренний бассейн оснащен регулируемым входом для

15 воды водохранилища и соединен насосом с теплообменным оборудованием станции.

Технический результат достигается так же за счет того, что в акваторию водохранилища, оснащенной струенаправленной дамбой напротив выходного канала станции для смешивания горячей воды от теплообменного оборудования с водой водохранилища, введен внутренний бассейн дополнительно охлаждаемой воды, содержащий в части корпусе-охладителя ледяную массу, а оборудование для

20 производства льда подключено к сетям электроснабжения, причем внутренний бассейн оснащен регулируемым входом для воды водохранилища и соединен насосом с теплообменным оборудованием станции.

Технический результат достигается так же за счет того, что оборудование для производства льда выполнено в виде установки для послойного намораживания льда при отрицательных температурах и создании в части бассейна резервного

25 льдохранилища.

Технический результат достигается так же за счет того, что оборудование для производства льда выполнено в виде установки для нарезки блочного льда при отрицательных температурах в водохранилище и создании в части бассейна резервного

30 льдохранилища.

Технический результат достигается так же за счет того, что оборудование для производства льда выполнено в виде установки для получения тугоплавкого льда с растворением метана в воде.

35 На чертеже представлен «Пруд-охладитель теплообменного оборудования АЭС и ТЭС повышенной производительности».

Пруд-охладитель 1 образован на реке с помощью плотины 2, образующей водохранилище, в акватории которого размещен дополнительный внутренний бассейн 3 с корпусом-охладителя 4, в котором размещаются теплообменники 5 чиллера 6 или ледяная масса 7, полученная на оборудовании 8 для производства льда разными

40 способами, причем к выходу бассейна подключен насос 9, подающий по трубе 10 дополнительно охлажденную воду на теплообменное оборудование 11 АЭС (ТЭС), горячая вода с которого по отводному каналу 12 поступает в водохранилище, перемешиваясь с его водой струенаправляющей дамбой 13, и подается во внутренний бассейн через регулируемый на открытие вход 14. Чиллер и оборудование для производства охлаждающего льда разными способами подключаются к собственной генерации станции или к магистральной сети 15 электроснабжения.

«Пруд-охладитель теплообменного оборудования АЭС и ТЭС» работает следующим

образом. Для того, чтобы вода в водоеме-охладителе не нагревалась, обычно прибегают к увеличению его объема и площади зеркала воды, что не всегда возможно, так как это требует больших капитальных затрат и наличия полноводного источника проточной воды. Для того, чтобы улучшить критерии рационального использования охлаждающей воды в системах технического водоснабжения в соответствии с «Стандартом...» [3] следует понизить ее температуру, что позволит уменьшить объем воды в оборотной системе, снизить безвозвратное потребление и потери воды.

В «Приложении А» [3]: «Схемы охлаждающих систем водоснабжения атомных станций» на рисунках А.1, А.2 и других показаны принципиальные схемы оборотных систем технического водоснабжения. Подобные системы при длительной эксплуатации приводят к постепенному нагреву отдельных зон водоемов или в целом всего объема воды водоема, ухудшающих температурные показатели охлаждения и отрицательному воздействию на флору и фауну, ускоренному образованию иловых отложений и обрастанию теплообменного оборудования станций различными микроорганизмами.

В предлагаемом изобретении горячая вода от теплообменного оборудования 11 с выходного канала 12 АЭС (ТЭС) поступает в пруд- охладитель 1, перемешивается струенаправляющей дамбе 13 и через вход 14 попадает для дополнительного охлаждения во внутренний бассейн 3.

Система охлаждения в дополнительном бассейне 3 может быть выполнена разными вариантами. В соответствии с п.1 формулы настоящего изобретения система охлаждения использует низкотемпературный чиллер 6, подключенный к магистральным сетям 15 электроснабжения, а его охлаждающие теплообменники 5 расположены в воде корпуса-охладителя 4. В данном варианте целесообразно использовать чиллеры [4] с воздушным охлаждением мощностью до 1600 кВт, серия LCAEX, фирмы ACM Kalte Klima S. r.l. ([www.acmonline. It](http://www.acmonline.it)) или «Низкотемпературные чиллеры для производств» фирмы [5] Refra [электронный ресурс], режим доступа: www.chiller-refra.ru.

Особенно актуально использование низкотемпературных холодильных установок для исключения перегрева воды в прудах-охладителях АЭС для регионов и стран с жарким климатом.

Атомные станции работают только в базовом режиме, поэтому чиллеры или другие мощные охлаждающие установки могут быть подключены только к магистральным электросетям, используя при этом дешевые ночные тарифы.

ТЭС и другие промышленные предприятия могут направлять избыток вырабатываемой ими энергии напрямую на охлаждение воды в оборотных системах.

В соответствии с п. 2 формулы предлагаемого изобретения система охлаждения в дополнительном бассейне может быть выполнена, например, на основе «Установки для послойного намораживания и размораживания льда в естественных условиях» авторов Бакалова В. Д., Громана Д. С. и др. по авторскому свидетельству СССР № 875185, МПК F25C 1/02 [6].

В данной работе указывается, что «...увеличение объемов намораживания в пределах от 2 до 10 метров кубических на 1 кВт.час... позволяет для ТЭС получить критические объемы в несколько миллионов кубометров льда, не успевающие полностью растаять за жаркое лето».

Существуют другие варианты (п. 3 формулы) намораживания льда, например, «Способ намораживания льда» авторов Макарова В. И. и Краснова Ю. Н. по авторскому свидетельству СССР №1124166, МПК F25C 1/02; E02B 7/02 [7].

Лед намораживается в естественных условиях, т. е. при отрицательных температурах воздуха, в пределах корпуса-охладителя 4 с образованием льдохранилища. При этом

для работы агрегатов так же может использоваться преимущественно электроэнергия по сниженным ночным тарифам, или от других автономных источников.

В соответствии с п. 4 формулы предлагаемого изобретения система охлаждения в дополнительном бассейне может быть выполнена в виде установки нарезающей уже замороженный в зимних условиях природой лед блоками из пруда-охладителя для создания льдохранилища в корпусе – охладителя 4.

Существуют различные способы заготовки естественного льда из водоемов, известные с древних времен и до настоящего времени, например, для строительства на площадях новогодних ледяных городков.

Известен «Способ изготовления ледяных блоков» авторов Васильева П. Н., Файко Л. И. по авторскому свидетельству СССР № 1768891, МПК F25C 1/12 [8]. Данный способ используется в области льдотехники при изготовлении ледяных блоков для холодильных хранилищ, сооружения зимних площадок и иных сооружений из льда.

Известна так же современная «Система и способ для производства блочного льда, обработанного с помощью азотного замещения» по патенту РФ № 2619251, МПК F25C 1/00, автора ВАКАЯМА, Тосицуги (JP), патентообладатель: СОВА Фризинг плант ко., лтд. (JP) [9]. Настоящее изобретение позволяет получать столбчатый лед крупных размеров массой до 135 кг.

В соответствии с п. 5 формулы предлагаемого изобретения система охлаждения в дополнительном бассейне может быть выполнена в виде установки для получения тугоплавкого льда с растворением метана в воде.

Известен «Способ получения искусственного льда» автора Лебедева Н. А. по авторскому свидетельству СССР 334454, МПК F25C 1/02 [10]. По данному способу представляется возможность путем насыщения воды газом, например, метаном под давлением 25...50 атм. и обработкой в потоке магнитным полем с напряженностью 100...1500 эрст., получать тугоплавкий лед с температурой плавления до плюс 40 градусов и выше.

В этой связи предлагается в корпусе-охладителе 4 образовывать льдохранилище из тугоплавкого льда наращивая его слоями с разными температурами плавления: верхний менее тугоплавкий лед будет растворяться ранней весной, а последующие слои льда должны растворяться при летних температурах воды в водоеме-охладителе, что позволит улучшить регулирование температуры воды в подающем канале 10 на теплообменное оборудование 11 АЭС (ТЭС). Использование тугоплавкого льда для систем охлаждения в водоемах-охладителях особенно актуально для АЭС (ТЭС), сооружаемых в странах с жарким климатом.

В соответствии с п.6 формулы настоящего изобретения предлагается на поверхности дополнительного бассейна 3 размещать несколько слоев плавающих термоизоляционных шариков, например, фирмы IMPGOLD [11]. (Термоизоляционные шарики: PP, PE, POM, PTFE. Проспект фирмы IMPGOLD [электронный ресурс]. Режим доступа: www.impgold.ru). По данным фирмы использование термоизоляционных шариков позволяет снизить до 70% теплоотдачу с водной поверхности. Это обеспечит сохранение охлажденной воды в дополнительном бассейне на более длительное время и упростит режим регулирования воды, поступающей на теплообменное оборудование станции.

Использование изобретения позволит улучшить охлаждение теплообменного оборудования АЭС и ТЭС, уменьшить капитальные затраты, ранее требовавшиеся для создания больших по объему воды прудов-охладителей или дополнительных градирен, а также улучшить экологию водоохраных зон на прилегающих к АЭС и ТЭС территориях.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов под ред. В. Я. Гиршфельда. – М., Энергоатомиздат, 1987, с. 231 – 243.

2. Сапожников А.И., Пшеничный Б.П. Устройство для охлаждения сбросовых вод теплотехнических установок. Патент РФ на полезную модель № 140315, МПК E03F 5/18.

3. «Стандарт организации водопользования на атомных станциях. Классификация охлаждающих систем водоснабжения». СТО 1.1.1.02.006.0689-20006, с. 7, 8.

4. АСМ Kalte Klima. Чиллеры с воздушным охлаждением конденсатора мощностью до 1600 кВт. Serie LCAEX [электронный ресурс]. Режим доступа: www.acmonline.it.

5. Низкотемпературные чиллеры для производств [электронный ресурс]. Режим доступа: www.chiller-refta.ru.

6. Бакалов В. Д., Громан Д. С. и др. Установка для послойного намораживания и размораживания льда в естественных условиях. Авторское свидетельство СССР № 875185, МПК F25C 1/02.

7. Макаров В.И., Краснов Ю. Н. Способ намораживания льда. Авторское свидетельство СССР № 1124166, МПК F25C 1/02; E02B 7/02.

8. Васильев П. Н., Фалько Л. И. Способ изготовления ледяных блоков. Авторское свидетельство СССР 1768891, МПК F25C 1/12.

9. ВАКАЯМА, Тосицуги (JP). Система и способ для производства блочного льда, обработанного с помощью азотного замещения. Патент РФ № 2619251, МПК F25C 1/00. Патентообладатель: СОВА Фризинг плант ко. лтд (JP).

10. Лебедев Н.А. Способ получения искусственного льда. Авторское свидетельство СССР № 334454, МПК F25C 1/02.

11. Термоизоляционные шарики: PP, PE, POM, PTFE. Проспект фирмы IMPGOLD [электронный ресурс]. Режим доступа: www.impgold.ru.

(57) Формула изобретения

1. Пруд-охладитель теплообменного оборудования АЭС и ТЭС повышенной производительности, характеризующийся тем, что в акваторию водохранилища, оснащенную струенаправляющей дамбой напротив выходного канала станции для смешивания горячей воды от теплообменного оборудования с водой водохранилища, введен внутренний бассейн дополнительно охлаждаемой воды, содержащий в корпусе-охладителя теплообменники чиллера, оборудование чиллера подключено к сетям электроснабжения, причем внутренний бассейн оснащен регулируемым входом для воды водохранилища и соединен насосом с теплообменным оборудованием станции, а на поверхности внутреннего бассейна дополнительно охлаждаемой воды размещено для условий летнего времени несколько слоев плавающих термоизоляционных шариков.

2. Пруд-охладитель теплообменного оборудования АЭС и ТЭС повышенной производительности, характеризующийся тем, что в акваторию водохранилища, оснащенную струенаправляющей дамбой напротив выходного канала станции для смешивания горячей воды от теплообменного оборудования с водой водохранилища, введен внутренний бассейн дополнительно охлаждаемой воды, содержащий в части корпуса-охладителя ледяную массу, оборудование для производства льда подключено к сетям электроснабжения, внутренний бассейн оснащен регулируемым входом для воды водохранилища и соединен насосом с теплообменным оборудованием станции, причем оборудование для производства льда выполнено в виде установки для послойного намораживания льда, либо в виде установки для нарезки блочного льда

при отрицательных температурах в пруду-охладителе и создании в части бассейна резервного льдохранилища, либо в виде установки для получения тугоплавкого льда с растворением метана в воде.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

