

Распространение получили системы аккумулирования теплоты, использующие в качестве теплоаккумулирующей среды грунт [5]. Теплообмен между теплоносителем и аккумулирующей средой осуществляется при помощи зондов, представляющих собой, как правило, U-образные трубы, располагаемые в скважинах (рисунок 3, в), диаметром порядка 100...300 мм и глубиной 20... 150 м. Скважины находятся на расстоянии 1,5...3 м друг возле друга. Отсутствие дополнительной теплоизоляции объема приводит к потерям теплоты при хранении и при значительной стоимости буровых работ сооружение такого рода аккумуляторов целесообразно лишь при больших объемах (10 000... 1 000 000 м³).

Возможные варианты работы сезонного аккумулятора теплоты показаны на рисунке 4. Когда аккумулирование осуществляется в пределах одного водоносного слоя (рисунок 4, а), «холодная» и «теплая» области должны быть удалены друг от друга, в случае использования различных водоносных пластов (рисунок 4 б), области могут располагаться одна над другой. Вода из «холодной» скважины с температурой 8...25 °С летом используется для кондиционирования, при этом нагревается (дополнительно может подогреваться при помощи гелиоколлекторов, теплового насоса) и закачивается в «теплую» скважину с температурой 30...70 °С. В качестве источника может использоваться также теплота от ТЭЦ, которая не используется в летнее время.

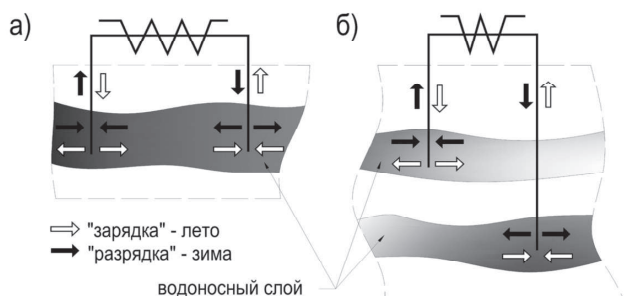


Рисунок 4. Принцип сезонного аккумулирования теплоты в подземных водоносных слоях

Зимой направление циркуляции воды изменяется на противоположное, и теплая вода поступает к потребителю, где охлаждается и вновь закачивается в «холодную» скважину. Для подогрева воды в системах могут применяться тепловые насосы или высокоэффективные водонагреватели.

Достоинством аккумуляторов такого типа является их относительно невысокая стоимость по сравнению с другими хранилищами (рентабельность достигается при объемах порядка 50000 м [5] и с увеличением объема растет). Однако перед началом строительства таких объектов должны быть тщательно исследованы все факторы, способные повлиять на их работу. Необходимо также исключить негативное влияние процесса аккумулирования на качество воды.

Основными проблемами, препятствующими широкому использованию солнечной энергии, являются ее рассредоточенность на большой территории и сезонная неравномерность. Для решения данных проблем необходимо развивать такие направления гелиоэнергетики, как улавливание, концентрация, длительное хранение энергии солнца и преобразование ее в другие виды энергии.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Key World Energy Statistics 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>.
2. Безруков, Ю.Ф. Физическая география материков и океанов в вопросах и ответах: Учебное пособие. Часть 1: Евразия и Мировой океан. – Симферополь: ТНУ им. В.И. Вернадского, 2005. – 196 с.
3. Строительная климатология: СНБ 2.04.02 – 2000. – Минск: Минстройархитектуры, 2001.
4. Харченко, Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с
5. Langzeit-Warmespeicher und solare Nahwärme/ BINE Informationsdienst. Themen-Info 1/01 [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: <http://www.bine.info/themen/erneuerbare-energien/solare-waerme/publikation/langzeit-warmespeicher-fuer-solare-nahwaerme>.

Материал поступил в редакцию 27.04.17

TIMOSHUK A.L. Solar energy in the systems of heat supply. Heat storage

The ways of increasing the efficiency of using solar energy with the help of seasonal accumulation of heat are considered. The ways of realization of seasonal accumulation of heat are given. The principle of operation of a seasonal heat accumulator using underground aquifers is described.

УДК 621.311.25, 620.9

П.Ф. Янчилин

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕЛИОУСТАНОВКИ «ЛУЧ»

Введение. Наиболее перспективным в ближайшее время направлением использования солнечной энергии является подогрев воды в системах отопления и горячего водоснабжения. Значительный потенциал энергосбережения в данной области связан с нуждами теплоснабжения. Сегодня приходится около половины от всего объема потребления ТЭР в Беларуси. Реализованные в Республике Беларусь проекты по применению гелиоводонагревателей на базе отечественных разра-

боток показывают, что использование солнечных коллекторов эффективно не только в регионах с теплым климатом, но и в районах с низкими температурами и невысокими значениями солнечной радиации [1]. Применение в гелиосистемах в качестве теплоносителя низкотемпературной жидкости на основе глицерина — этилен-гликоля или пропилен-гликоля с присадками, защищающими теплопроводы от коррозии, позволяет эксплуатировать системы круглый год.

Янчилин Павел Фёдорович, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

В научно-исследовательской лаборатории «ПУЛЬСАР» БрГТУ разработана под руководством профессора, д.т.н. Северянина Виталия Степановича гелиоустановка «ЛУЧ». Основными особенностями этой установки являются расщепление парабооида вращения на отдельные конусы и состоящий из них гелио-концентратор (в виде группы концентрических конусов, имеющих общий фокус на теплоприёмнике), и ориентирование на Солнце механизмом слежения.

Возможные варианты подключения гелиоустановки «ЛУЧ». Проведенная оценка экономических показателей работы гелиосистем позволяет сделать вывод, что себестоимость производимой ими тепловой энергии соизмерима со стоимостью теплоты от других источников. Учитывая относительно невысокую стоимость тепловой энергии для крупных централизованных систем, необходимо помнить, что транспортирование теплоносителя на большие расстояния технически затруднено и возможно лишь в районе, охваченном тепловыми сетями теплофикационных источников. Вместе с тем одна из важнейших проблем использования солнечного излучения в качестве источника энергии связана с его сезонной неравномерностью [1]. По данным многолетних наблюдений метеорологических станций, в Республике Беларусь максимум солнечного излучения приходится на период года с апреля по август (порядка 80% от общего количества). Максимум потребления энергии (в первую очередь тепловой), напротив, приходится на зимние месяцы.

Основными проблемами, препятствующими широкому использованию солнечной энергии, являются ее рассредоточенность на большой территории, низкая плотность, обусловленная большой удаленностью Земли от Солнца, и сезонная неравномерность. Для их решения необходимо развивать такие направления гелиоэнергетики, как улавливание, концентрация, длительное хранение энергии солнца и преобразование ее в другие виды энергии. Применение концентраторов позволяет не только поднять энергетическую эффективность СЭУ, но также улучшить их энергоэкономические и эксплуатационные показатели за счет уменьшения расхода материалов, снижения стоимости и массы, повышения устойчивости к действию внешних факторов. При этом, однако, возникает необходимость оптимального согласования параметров концентраторов и приёмников, в связи с чем повышаются требования к точности расчетных оценок характеристик концентрирующих систем.

Гелиоустановка «ЛУЧ» относится к коммунальной промышленной теплоэнергетике и может быть использована для нагрева жидких или газообразных теплоносителей, зарядки светонесителей (люминофоров) и работы фотоэлементов. Предназначена для использования (в качестве дублёра к основным «традиционным» системам) в системах отопления и горячего водоснабжения небольших по мощности потребителей (частные дома, теплицы, помещения цехов, складов, столовые, бани, различные технологические нужды в сельском хозяйстве).

Установка монтируется непосредственно на небольшом расстоянии от потребителя и может быть использована в городских и сельских условиях.

Назначение — улавливание и концентрация солнечных лучей в фокусе на сферическом теплоприёмнике, передача образующейся в фокусе теплоты теплоносителю, сбор нагретого теплоносителя в баке-аккумуляторе для последующего потребления.

Простая схема подключения гелиоустановки через ёмкостной водонагреватель для нужд ГВС показана на рисунке 1, где цифрами обозначены: 1 – ёмкостной водонагреватель (бойлер) ГВС, 2 – гелиоустановка «ЛУЧ», 3 – насосный узел гелиоустановки, 4 – система горячего водоснабжения (водоразборные точки).

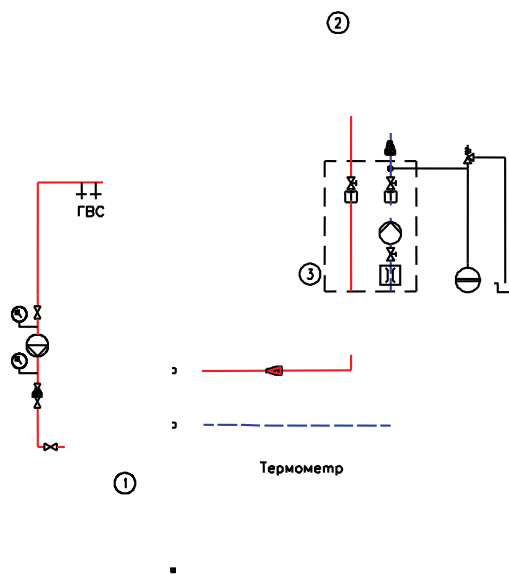


Схема бивалентного приготовления ГВС с ёмкостным водонагревателем и одноконтурным котлом показана на рисунке 2, где цифрами обозначены: 1 – ёмкостной водонагреватель (бойлер) ГВС, 2 – котёл отопительный одноконтурный (газовый или твёрдотопливный), 3 – гелиоустановка «ЛУЧ», 4 – насосный узел гелиоустановки, 5 – система горячего водоснабжения (водоразборные точки).

Схема бивалентного приготовления ГВС с ёмкостным водонагревателем и двухконтурным котлом показана на рисунке 3, где цифрами обозначены: 1 – ёмкостной водонагреватель (бойлер) ГВС, 2 – котёл отопительный двухконтурный, 3 – гелиоустановка «ЛУЧ», 4 – насосный узел гелиоустановки, 5 – система горячего водоснабжения (водоразборные точки), 6 – контур системы отопления.

Одна из возможных комбинированных схем подключения, использующих три источника теплоты (гелиоустановка, тепловой насос, газовый котёл) — схема бивалентного приготовления ГВС и поддержки системы отопления с комбинированным ёмкостным во-

донагревателем, приведена на рисунке 4, где цифрами обозначены: 1 – установка теплового насоса, 2 – основной ёмкостной водонагреватель (бойлер) ГВС, 3 – буферная ёмкость, 4 – дополнительный ёмкостной водонагреватель ГВС, 5 – газовый отопительный котёл, 6 – гелиоустановка «ЛУЧ», 7 – насосный узел гелиоустановки, 8 – теплообменник центрального теплоснабжения, 9 – гидравлическая стрелка, 10 – контур системы отопления, 11 – система горячего водоснабжения (водоразборные точки).

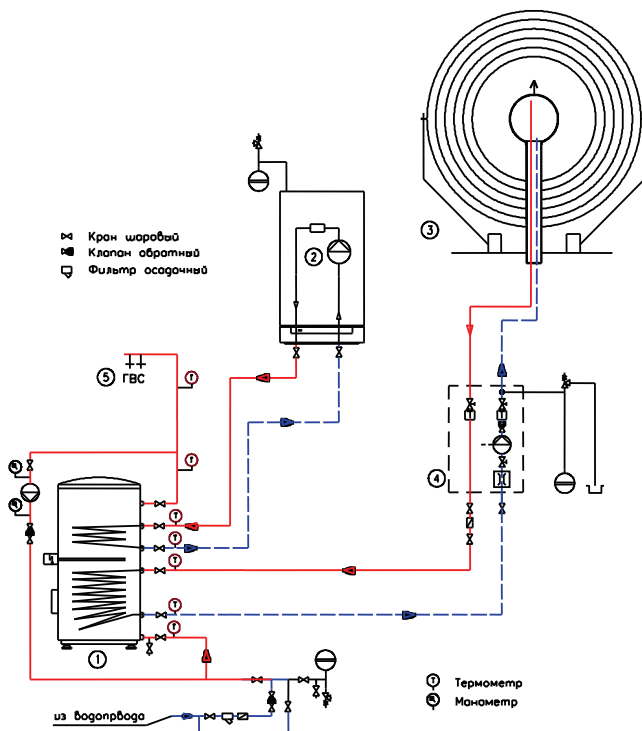
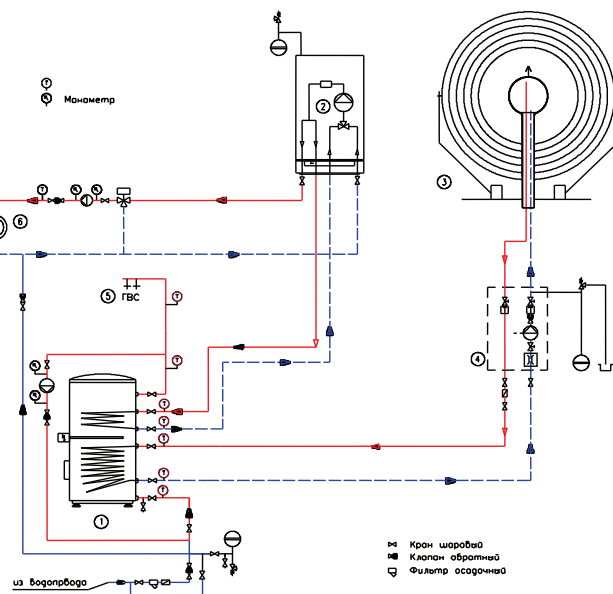


Рисунок 2. Схема бивалентного приготовления ГВС с ёмкостным водонагревателем и одноконтурным котлом



Аналогично гелиоустановка используется и для нужд хладоснабжения тех же потребителей при соответствующем её укомплектовании. Также возможно применение данной установки для различных систем освещения (теплоприёмник выполняется из прозрачного материала).

Технико-экономическая оценка гелиоустановки. Целью технико-экономической оценки является сравнение технических параметров и стоимости предлагаемой и известных гелиоустройств (таблица 1).

Так как разработанная гелиоустановка «ЛУЧ» предназначена для «небольших» потребителей теплоты, то сравнивать её будем с аналогичными известными серийно выпускаемыми устройствами — плоскими и вакуумными солнечными коллекторами [2].

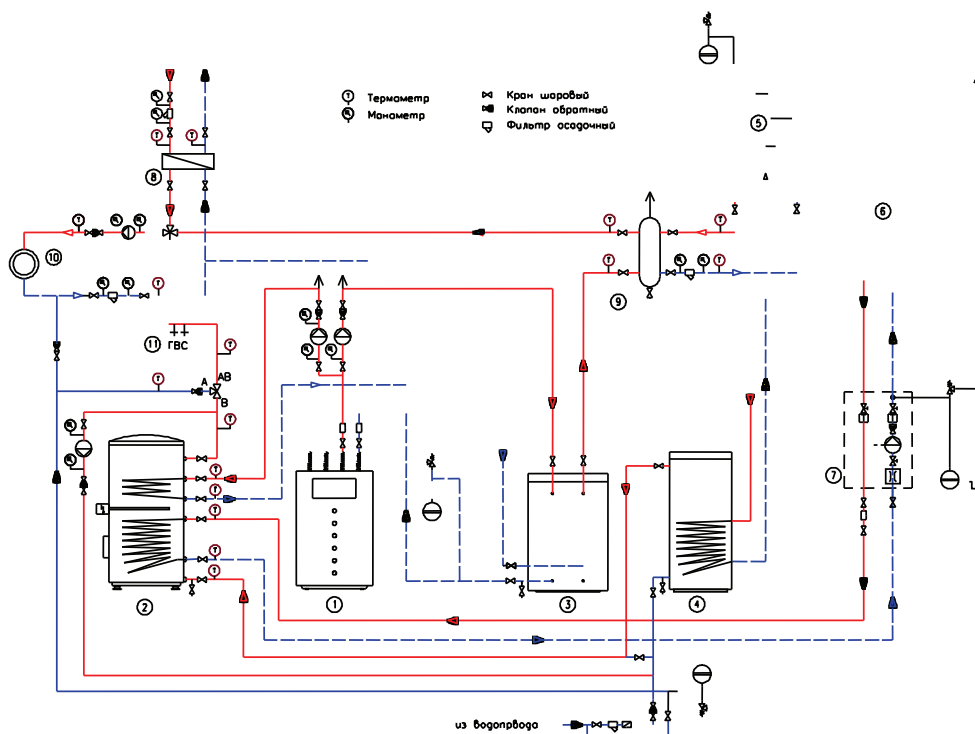
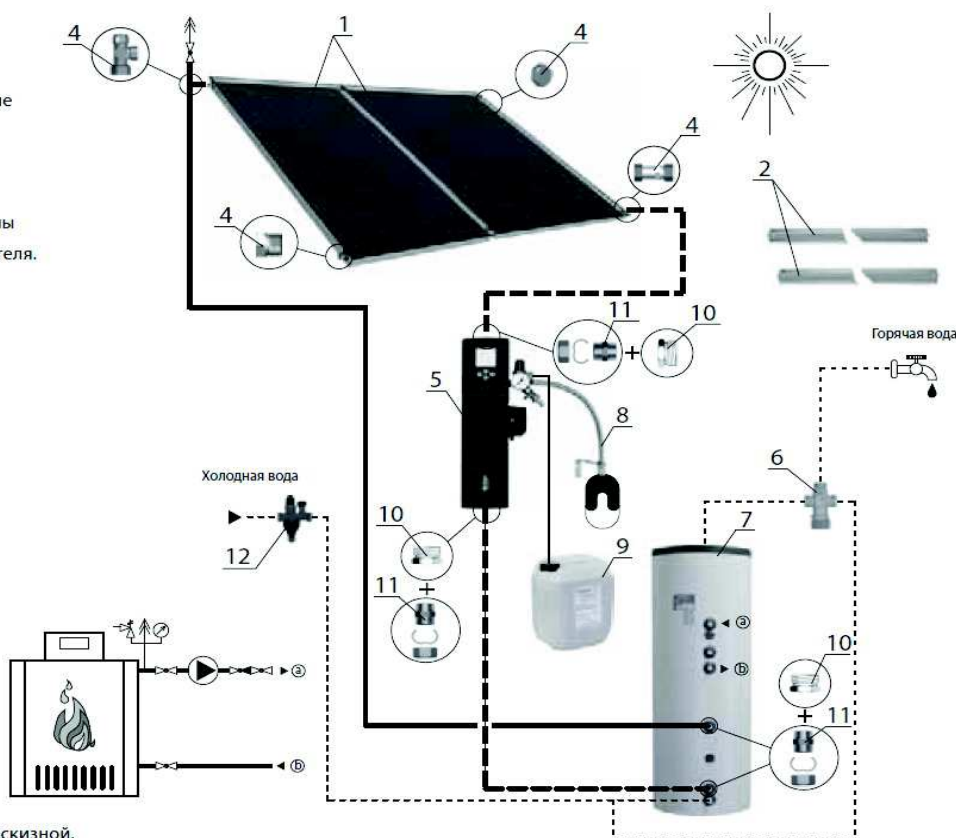


Таблица 1. Технико-экономическая оценка различных гелиоустройств

Тип солнечного коллектора	Гелиоустановка «ЛУЧ»	Вакуумированный стеклянный трубчатый КСЭ	Плоский КСЭ
Система слежения за Солнцем	Вращение вокруг двух осей	Не требуется	Не требуется
Эффективность использования прямого СИ	1	0,67	0,67
Эффективность использования рассеянного СИ	0,1	1	0,7
Рабочая температура теплоносителя, °С	50–130	90–250	30–70
Коэффициент теплопотерь A_1 за счёт теплопередачи, Вт/м ² · °С	3,0–5,0	0,85–1,2	3,4–4,2
Коэффициент теплопотерь A_2 за счёт излучения, Вт/м ² · °С ²	0,01–0,02	0,008–0,01	0,009–0,01
Стоимость за единицу (стандартная площадь поверхности одного модуля 2,5 м ²), €	2000	1680	790
Стоимость стандартного набора для приготовления ГВС для 2-4 чел. €	6000-7000	5760	3930

Состав пакета:

В состав данного пакета не входят расширительный сосуд, гофрированный трубопровод inoFlex (стр. 120) и отсечные краны ёмкостного водонагревателя.



Данная схема является эскизной.

Рисунок 5. Схема приготовления ГВС ёмкостным водонагревателем

У всех различных производителей гелиооборудования подбор и расчёт необходимого количества солнечных коллекторов зависит от нужд потребителя (отопление, ГВС) и количества самих потребителей (человек).

Для примера взяли стандартный набор от фирмы Meibes, предназначенный для приготовления санитарной горячей воды в частном доме для семьи из 4-6 человек за счёт солнечной энергии посредством плоских

коллекторов (рисунок 5). Данный пакет необходимо включить в состав котельной в качестве узла приготовления горячей воды на основе ёмкостного водонагревателя [3]. Состав этого набора и общая стоимость показаны на рисунке 6.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что разработанная гелиоустановка «ЛУЧ-3» с площадью апертуры 4,9 м² аналогична площади 5,02 м² плоских коллекторов и, соответственно, схожа по теплопроизводительности.

№ поз.	артикул	Название	Цена, евро/ед.	Кол-во, шт.	Стоимость, евро
1	45311.2	Плоский солнечный коллектор Meibes MFK 001, 3/4", площадью 2,51 м ²	739,11	2	1478,22
2	45311.102	Базовый комплект крепежных реек TRP N2 MFK для 2-х солнечных коллекторов MFK 001/002	106,68	1	106,68
3	45311.107	Базовый монтажный комплект на базе универсальных анкеров (<0°) для установки первых 2-х коллекторов MFK 001/002	206,18	1	206,18
4	45311.201	Соединительный набор для плоского солнечного коллектора MFK 001 (переход на трубу InoFlex 1/2")	34,55	1	34,55
5	45719.21	Однотрубная солнечная станция S 3/4" с регулятором и насосом Grundfos Solar 15-65	569,73	1	569,73
6	69050.5	Термостатический смеситель (защита от ожогов)	74,71	1	74,71
7	14598	Бивалентный водонагреватель ESS-PU 300, ёмкостью 300л, 10 бар, жёсткая теплоизоляция, съёмный кожух.	1171,61	1	1171,61
8	66326.13	Группа подключения расширительного бака к гелиосистеме.	41,27	1	41,27
9	83007048	Туфосор L, канистра 20л.	126,00	1	126,00
10	90652.1	Футорка 3/4" HP x 1/2" BP	2,43	4	9,72
11	46104 FL	Концевой фитинг для гофротрубы FixLock Ду 16 x 1/2" HP	7,83	4	31,32
12	6925B.80 PE	Группа безопасности для бойлера Ду 20 мм, 8 бар	79,00	1	79,00
Розничная стоимость оборудования:					3928,99

Рисунок 6. Состав и стоимость набора приготовления ГВС

Заключение. Можно сделать вывод, что разработанная гелиоустановка «ЛУЧ-3» с системой концентрации с площадью апертуры 4,9 м² аналогична гелиоустановкам площадью 5,02 м² из плоских коллекторов и, соответственно, схожа по теплопроизводительности. Подключение гелиоустановки к системам теплоснабжения потребителей осуществляются по стандартным схемам с применением серийно выпускаемого гелиооборудования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тимошук, А.Л. Перспективы использования солнечной энергии в Республике Беларусь / А.Л. Тимошук, А.А. Данилевский // Белорусское сельское хозяйство. Минск, 2012. – №1.
2. Каталог продукции Meibes 2016 г.
3. Каталог продукции Meibes 2012 г.

Материал поступил в редакцию 11.05.17

YANCHILIN P.F. Variants of the solar power plant “Луч” installation

In the article some of the possible variants of connecting the the solar power plant «ЛУЧ» installation to the consumers' heat supply systems are presented. The technical and economic evaluation of the proposed and similar known massproduced devices is shown.

УДК 628.316

С.Г. Белов, Г.О. Наумчик

ВОЗМОЖНОСТЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОДОМ УФ-СПЕКТРОСКОПИИ

Введение. В БрГТУ на кафедре ВВиОВР осуществляется разработка технологии очистки сточных вод текстильных предприятий методом озонирования. Одним из наиболее характерных загрязнителей данных сточных вод являются синтетические красители. Однако, при изучении механизма действия озона на красители возникла проблема идентификации продуктов их озоноразрушения. С учетом того, что все синтетические красители синтезируются из составляющих, имеющих ароматическую природу (соединения с бензольными, нафталиновыми, антраценовыми и другими ядрами), встал вопрос об обнаружении данных соединений в озонированной сточной воде. Основными методами определения данных соединений в органической химии яв-

ляется инфракрасная и ультрафиолетовая спектроскопии, хроматография. Поскольку на кафедре ВВиОВР имеется современный сканирующий спектрофотометр СФ-2000, было принято решение исследовать продукты распада красителей под действием озона с помощью УФ-спектроскопии.

При исследовании данного вопроса в литературных источниках оказалось, что методы идентификации ароматических соединений с помощью УФ-спектроскопии в водных растворах практически не разрабатывались. Имеются только УФ-спектры некоторых органических соединений, хорошо растворимых в воде, таких как фенол, гидрохинон, бензойная кислота. Большинство же УФ-спектров ароматических органических соединений, имеющих в

Белов Сергей Григорьевич, к.т.н., доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Наумчик Григорий Остапович, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267