

Поскольку  $t = t_1 + t_2$ , то с учетом ремонта изношенных отвалов:

$$T = 1.5t = 222 \text{ час},$$

$$F_p = 222 \cdot 6 \cdot 0.35 / 10 = 46.5 \text{ га}.$$

Рассмотрев расчеты на долговечность рабочих органов при совокупном влиянии различных факторов, следует отметить, что интенсивность износа зависит от содержания в почве абразивных (кварцевых) частиц размером более 0,1 мм и от плотности почв [9, 10].

Изменение интенсивности износа различных рабочих органов имеет некоторые общие закономерности. В начальный период нарастания линейного износа постепенно замедляется и наступает период стабилизированного износа. Замедление износа в начальный период объясняется непрерывным изменением формы лезвия. Изменения контура рабочих органов в результате износа происходит преимущественно за счет истирания выступающих частей. Конфигурация лезвий в сечении в основном зависит от механического состава и плотности почв. Для большинства применяющихся в сельском хозяйстве рабочих органов с повышением в почве содержания физической глины (с размером частиц менее 0,01 мм) затупление режущей кромки лезвия ускоряется. При работе на легких песчаных и супесчаных почвах режущая кромка лезвия остается более работоспособной, хотя интенсивность линейного износа лезвия может быть довольно высокой [11].

**Заключение.** Исследования показали, что интенсивность износа рабочих органов настолько велика, что в отдельных случаях необходимость в ремонте возникает через 2–3 часа работы лемеха или лапы культиватора. При обработке твердых почв с каменистыми включениями наблюдается значительная деформация режущей кромки, усталостные выщербины. Все это свидетельствует о тяжелых условиях работы металла при воздействии с почвой. Поэтому для правильного выбора износостойких материалов необходимо экспериментально исследовать закономерности процесса износа в условиях близких к реальным и изучать механизм абразивного износа и экологические аспекты индустриализации сельского хозяйства.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Макаров, В. В. Охрана земель : учебное пособие / В. В. Макаров, Н. В. Михеев, В. А. Галкина, В. А. Назаренко, В. Н. Полякова, Т. В. Мельник, Е. Н. Лунова // Министерство сельского хозяйства РФ; Новочеркасская государственная мелиоративная академия. – Новочеркасск, 2001.
- Бондарчук, А. В. К вопросу машинной деградации почв / А. В. Бондарчук, Р. С. Бондарчук, А. М. Рыжук // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства материалы 54 межвузов-

- ской научной студенческой конференции; Приморская государственная сельскохозяйственная академия. – 2018. – С. 129–132.
- Леонов, О. А. Влияние погрешности средств измерений на потери при ремонте сельхозтехники / О. А. Леонов, Г. И. Бондарева, Н. Ж. Шкаруба // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 11. – С. 27–29.
- Бондарева, Г. И. Основы надежности технических систем : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 150200 "Машиностроительные технологии и оборудование", специальности 150207 "Реновация средств и объектов материального производства в машиностроении" / Г. И. Бондарева, А. П. Шнырев ; М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Московский гос. агроинженерный ун-т им. В. П. Горячкина", каф. "Метрология, стандартизация и упр. качеством". – Москва, 2008.
- Бондарева, Г. И. Герметизация неподвижных фланцевых соединений силиконовыми герметиками при ремонте сельскохозяйственной техники : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2000.
- Бондарева, Г. И. Обоснование объема информации для проведения экспериментальных исследований рабочих элементов машин и оборудования / Г. И. Бондарева, Б. Н. Орлов // Природообустройство. – 2012. – № 3. – С. 105–108.
- Синицын, С. С. Аналитическая оценка машинной деградации почвы / С. С. Синицын, Т. С. Синицына // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2008. – № 21–3. – С. 220–222.
- Кравченко, И. Н. Основы надежности машин / И. Н. Кравченко, В. А. Зорин, Е. А. Пучин, Г. И. Бондарева – Москва, 2007. – Часть 1.
- Пучин, Е. А. Дипломное проектирование по специальности "технология обслуживания и ремонта машин : учебник для студентов вузов по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе» / Е. А. Пучин, Н. А. Выскребенцев, Г. И. Бондарева, Р. М. Гатауллин, И. Н. Кравченко, В. М. Корнеев, А. В. Чепурин, В. Ю. Гладков, А. А. Шульпина, Ю. А. Батов, Н. В. Корнеев. – Москва, 2007.
- Бондарева, Г. И. Математическое моделирование процесса изменения гдности рабочих элементов машин и оборудования / Г. И. Бондарева, Б. Н. Орлов // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 8. – С. 36–38.
- Степанова, О. П. Влияние механической обработки на агрохимические свойства почвы // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2008. – № 21-1. – С. 181–184.

Материал поступил в редакцию 08.04.2019

#### BONDAREVA G. I., ORLOV B. N. Industrialization of agriculture as aspect of impact on ecology

Soil cultivation is an essential element of any farming system in various soil and climatic zones. The correct treatment has a positive effect on the structure of the arable layer, on the change of agrophysical properties, its water, air and thermal regimes, changes the direction of biological and biochemical processes, contributes to the destruction of weeds, pests and pathogens. Violations of the tillage technology leads to over-compaction and its spraying, the emergence of water and wind erosion.

УДК [502.057+581.5]:546.81

Позднякова А. И., Герменчук М. Г.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВ В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

**Введение.** Строительство атомной станции было обусловлено такими ее достоинствами, как независимость от внешних источников топлива и относительная экологическая чистота. Тем не менее, она станет серьезной нагрузкой и окажет воздействие на все компоненты окружающей среды: почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир. Из них наиболее

важным компонентом являются почвы, потому что именно они представляют собой своеобразный буфер для загрязнителей [1], как радиационной, так и нерадиационной природы, и неизбежно оказываются составляющей в любой цепочке поступления загрязняющих веществ в организм человека.

Позднякова Анастасия Игоревна, аспирант учреждения образования Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, e-mail : anastacia.pazdniakova@gmail.com.

Беларусь, г. Минск, Долгобродская, 23/1.

Герменчук Мария Григорьевна, к. т. н., доцент, заведующий отделом Научно-технического центра по обеспечению ядерной и радиационной безопасности, e-mail : targetten@gmail.com.

Беларусь, 220030, г. Минск, ул. Берсона, 16.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в почвах в зоне наблюдения Белорусской АЭС

Химический элемент	Min, мг/кг	Max, мг/кг	X, мг/кг	$\sigma$	m	Кларк, мг/кг	ПДК/ОДК, мг/кг	Неопределенность измерения, мг/кг
As	менее 0,063	0,92	0,26	0,297	0,063	1,5	2	0,07
Hg	менее 0,015	0,08	0,02	0,015	0,004	0,05	2,1	0,002
Pb	4,76	12,77	2,13	2,35	0,54	12	32	1,43
Cd	менее 0,17	0,29	0,18	0,027	0,006	0,05	0,5	0,20
Mn	27,96	1206,8	325,3	257,04	58,97	247	1500	75,5
Cu	4,12	12,57	4,71	1,94	0,45	13	33	0,22
Zn	8,77	52,13	28,91	13,39	3,07	35	55	6,12
Cr	0,63	18,87	6,27	4,61	1,06	36	100	1,22
Ni	менее 0,42	15,69	4,94	3,79	0,87	20	20	1,69
Co	менее 8,33	12,57	8,55	0,97	0,22	3	20	0,72

*Примечание:* Min – минимальное значение элемента, мг/кг; Max – максимальное значение элемента, мг/кг; X – среднее значение, мг/кг;  $\sigma$  – стандартное отклонение; m – ошибка среднего; Кларк – данные по региональным кларкам [5]; ПДК/ОДК – предельно-допустимые концентрации по ГН 2.1.7.11-12-5-2004; расширенная неопределенность измерений рассчитана при  $k=2$ ,  $P=95\%$

Система комплексного мониторинга применяется для особо охраняемых природных территорий [2]. Однако для того, чтобы оценивать такое воздействие, необходима отправная точка, которой в данном случае должен стать фоновый мониторинг. В рамках данной работы не только будут представлены данные, полученные в результате исследований почв, донных отложений и растительности, отобранных в зоне наблюдения Белорусской АЭС.

Для Белорусской АЭС радиус зоны наблюдения составляет 12,9 км [3] от точки отсчета радиус-вектора (середина отрезка, соединяющего вентиляционные трубы двух энергоблоков АЭС). Именно эта зона была определена как зона воздействия, поэтому сеть комплексного мониторинга, которая состоит из 19 пунктов, размещается в ее пределах. Согласно ей проводился отбор проб.

**Материалы и методы.** Методы отбора, подготовки и анализа. На содержание тяжелых металлов были отобраны 19 проб почв, 6 проб донных отложений, 31 проба водной растительности и 74 пробы лесной растительности. Отбор проб производился в соответствии с ГОСТом 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84. Отбор проб почв, растительности и донных отложений производился на репрезентативных площадках, характеризующих данную территорию.

Исследования проводились на базе государственного предприятия «Научно-практический центр гигиены». Пробоподготовка осуществлялась согласно Инструкции 4.1.10-14-5-2006 с помощью комплексов пробоподготовки многооперационных МКП 04. Пробоподготовка почв и донных отложений к определению содержания подвижных форм тяжелых металлов проводилась в соответствии с Временными методическими рекомендациями по контролю загрязнения почв, ч.1. Измерения осуществлялись в соответствии со следующими техническими нормативными правовыми актами:

- МВИ.МН 3280-2009. Методика выполнения измерений концентраций тяжелых металлов в твердых матрицах методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии, утв. Гл. гос. сан. врачом РБ 30.12.2009 (медь, цинк, свинец, кадмий, хром, никель, марганец).
- СТБ ISO 11885-2011. Качество воды. Определение некоторых элементов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (медь, цинк, свинец, кадмий, хром, никель, марганец, мышьяк).
- ГОСТ 31870-2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии (мышьяк).
- ISO 12846-2012. Качество воды. Определение содержания ртути. Метод с применением спектроскопии атомной абсорбции (AAS) с обогащением и без него.
- МВИ концентрации ртути методом ААС. – Сборник методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении измерений в области охраны окружающей среды. Часть 2. Минск, 2011, с 265 (определение ртути).

Для количественного определения содержания тяжелых металлов в различных объектах среды использовалось оборудование:

- атомно-эмиссионный спектрометр Horiba JU 2000 производства фирмы Horiba Yobin Ivon (Япония, Франция);

- атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA 700 производства фирмы Analytik Jena (Германия);
- атомно-абсорбционный спектрометр SpectrAA 240Z производства фирмы Agilent (США);
- анализатор ртути «Юлия-5К» производства фирмы ООО НПО «Метрология» (РФ);
- анализатор ртути «Юлия-2М» производства фирмы ООО НПО «Метрология» (РФ).

Подготовку приборов к работе проводили в соответствии с инструкциями по эксплуатации прибора.

**Методы оценки результатов.** Полученные результаты были статистически оценены согласно Методике расчета неопределенности измерений при определении концентраций ионов тяжелых металлов в твердых матрицах, приложение МВИ.МН 3280-2009.

Оценка полученных результатов с использованием показателя биологического поглощения [4] производилась по формуле:

$$A_x = \frac{I_x}{n_x},$$

где  $I_x$  – содержание элемента в золе растений,  $n_x$  – содержание элемента в горной породе или почве на которой произрастает данное растение, кларк литосферы.

**Результаты и их обсуждение.** В зоне наблюдения Белорусской АЭС отсутствуют пункты наблюдения, входящие в Национальную систему мониторинга окружающей среды, поэтому для оценки воздействия электростанции была сформирована сеть пунктов наблюдений и впервые на систематической основе получена информация о фоновом содержании тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия, хрома, никеля, марганца, ртути, мышьяка) в почвах, объектах растительного мира и донных отложениях. Все пробы в зоне воздействия БелАЭС были отобраны с учетом комплексности, т. е. с одной пробой почвы отбирались семь проб растительности. Это позволяет не только определить фоновое содержание тяжелых металлов в природных объектах, но и изучить способность их к миграции в растения и накоплению в лесной подстилке, почвах и других объектах.

В результате измерений тяжелых металлов в пробах почв установлено следующее:

- 1) в 40% проб почв обнаружено превышение регионального кларка по цинку, свинцу, марганцу и никелю;
- 2) содержания мышьяка, ртути, меди, хрома в почвах не превышают региональных кларковых значений;
- 3) во всех пробах почв не обнаружено превышение нормативов по тяжелым металлам.

Результаты статистического анализа полученных данных в 19 пробах почв приведены в таблице 1.

Также на содержания тяжелых металлов были исследованы донные отложения. В результате измерений установлено следующее:

- 1) содержание кадмия в донных отложениях превышает ПДК в 2–5 раз;
- 2) результаты измерений кадмия во всех пробах донных отложений превосходят региональный кларк в 15–40 раз;

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в донных отложениях в зоне наблюдения Белорусской АЭС

Химический элемент	Min	Max	X	$\sigma$	m	Кларк	ПДК/ОДК	Неопределенность измерения, мг/кг
As	0,16	0,46	0,26	0,1	0,05	1,5	2	0,08
Pb	1,07	8,39	4,0	2,73	1,12	12	32	0,41
Cd	0,33	2,50	1,60	0,68	0,28	0,05	0,5	1,16
Cr	1,25	6,96	3,16	2,13	0,87	36	100	0,73
Ni	2,35	6,49	4,78	1,48	0,60	20	20	1,56
Mn	63,16	1019,55	355,03	337,37	137,73	247	1500	77,7
Co	1,03	2,52	1,78	0,54	0,22	6	20	0,51
Zn	6,63	27,92	17,50	7,59	3,10	35	55	3,98
Cu	0,92	4,19	2,69	1,27	0,52	13	33	0,18

**Примечание:** Min – минимальное значение элемента, мг/кг; Max – максимальное значение элемента, мг/кг; X – среднее значение, мг/кг;  $\sigma$  – стандартное отклонение; m – ошибка среднего; Кларк – данные по региональным кларкам [5]; ПДК/ОДК – предельно-допустимые концентрации по ГН 2.1.7.11-12-5-2004; расширенная неопределенность измерений рассчитана при  $k=2$ ,  $P=95\%$

3) около 20% проб донных отложений содержат количества марганца, цинка, никеля и свинца, превышающие региональный кларк.

Результаты статистического анализа полученных данных в 19 пробах почв приведены в таблице 2.

Растения способны регулировать поступление тяжелых металлов через корневую систему при их фоновых концентрациях в почвах. Однако при повышенных концентрациях защитные и регулирующие механизмы растений уже не могут препятствовать поступлению тяжелых металлов в вегетативные органы. Следовательно, при большом накоплении тяжелых металлов в почвах будет происходить рост их содержания в растениях. В связи с этим был проведен анализ лесной подстилки и образцов растений с целью определения фонового уровня содержания тяжелых металлов. В результате проведенных испытаний установлено следующее:

1. Содержание тяжелых металлов в объектах лесного растительного мира варьируется в широком диапазоне, максимальное содержание тяжелых металлов может превышать минимальное в 2–40 раз.
2. Большая часть объектов лесной растительности (84 % проб) характеризуются высоким содержанием марганца от 100,5 до 3372,7 мг/кг. Максимальное содержание элементов в лесной растительности: свинца – 27,4 мг/кг и кадмия – 0,6 мг/кг в образцах лесной подстилки; мышьяка – 1,8 мг/кг и хрома – 18,7 мг/кг в образцах коры, древесины, ветвей, хвои (сосны, ели); никеля – 11,5 мг/кг в пробах мха, лишайников; цинка – 86,2 мг/кг и меди – 22,3 мг/кг в образцах лесной подстилки; марганца – 3372,7 мг/кг в пробах лесных растений, в том числе лекарственных.
3. По валовому содержанию тяжелых металлов в объектах растительного мира тяжелые металлы можно разделить на несколько групп: элементы повышенной концентрации – марганец и цинк; средней – медь, никель, свинец и хром; низкой – кадмий и мышьяк, очень низкой – ртуть.

Тяжелые металлы могут находиться в почвах в связанном или обменном состоянии, доступном для корней растений. Чаще всего в дерново-подзолистых и серых, лесных почвах тяжелые металлы мигрируют в форме нитратов, хлоридов, сульфатов, карбонатов, бикарбонатов [6]. В связи с этим помимо валовых были определены подвижные формы содержания тяжелых металлов. На сегодняшний день доступными к определению являются водорастворимые, кислоторастворимые и подвижные формы, однако подвижные считаются наиболее опасными, так как могут попадать с промывными водами в подземные воды, так и усваиваться корнями растений, которые потом попадают в пищу, а, следовательно, и в организм человека. Результаты приведены в таблице 3.

Некоторые химические элементы избирательно поглощаются и накапливаются в объектах растительности. Интенсивность поглощения характеризуется отношением количества элемента в золе растений к его количеству в почве или горной породе. Этот предположенный Б. Б. Польновым показатель А. И. Перельман [4] назвал коэффициентом биологического поглощения  $A_x$ . В зависимости от величины  $A_x$  химические элементы разделены следующим образом: элементы биологического накопления ( $A_x > 1$ ) и биологического захвата ( $A_x < 1$ ).

Таблица 3 – Соотношение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах и донных отложениях к валовым

Химический элемент	Лесные почвы, %	Донные отложения, %
As	н.о.	40
Hg	н.о.	н.о.
Pb	18	40
Cd	н.о.	н.о.
Mn	12	49
Cu	н.о.	н.о.
Zn	19	17
Cr	н.о.	н.о.

**Примечание:** н.о. – содержания подвижных форм элемента не обнаружено

Анализ полученных данных с помощью формулы коэффициента биологического поглощения приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Значения  $A_x$  для тяжелых металлов в подстилке и образцах растительности

Химический элемент	Горизонт A0L (свежий опад)	Горизонт A0(F+H) (лесная подстилка)	Мох	Травянисто-кустарничковый комплекс
As	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Hg	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Pb	0,37	3,82	0,44	0,12
Cd	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Cr	0,94	1,06	0,08	0,05
Ni	1,33	1,61	0,66	0,41
Mn	16,55	7,66	3,48	6,04
Co	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Cu	2,14	3,06	1,90	2,34
Zn	4,06	1,93	1,71	1,43

**Примечание:** н.о. – КБП не удалось определить из-за незначительного содержания элемента

Таким образом, можно отметить, что свинец и хром активно накапливаются в лесной подстилке. Также к элементам накопления следует отнести никель, марганец, цинк и медь. Прослеживается относительная равномерность накопления как в подстилке, так и в растениях марганца, меди и цинка.

Анализ водной растительности и донных отложений с помощью коэффициента биологического поглощения представлен в таблице 5.

Таким образом, в данном случае следует отметить большое накопление в дернине почти всех тяжелых металлов, кроме кобальта, кадмия и свинца. Практически те же металлы накапливаются и в травостое, за исключением хрома и никеля. По способности к накоплению металлы можно расположить в следующей последовательности:  $Cr > Zn > Mn > Cu > As > Ni > Pb > Cd$  в дернине и  $Mn > Zn > As > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd$  в травостое.

**Таблица 5** – Значения  $A_x$  для тяжелых металлов в образцах водной растительности

Химический элемент	Дернина	Растения (травостой)
As	2,47	1,44
Hg	н.о.	н.о.
Pb	0,13	0,45
Cd	0,03	0,08
Cr	5,87	0,18
Ni	2,07	0,54
Mn	3,27	4,08
Co	н.о.	н.о.
Cu	2,49	1,40
Zn	3,47	2,08

*Примечание:* н.о. – КБП не удалось определить из-за незначительно-го содержания элемента

**Заключение.** Впервые на системной основе были получены данные о фоновом содержании тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия, хрома, никеля, марганца, ртути, а также мышьяка) в почвах, объектах растительного мира и донных отложениях в зоне наблюдения Белорусской АЭС на этапе строительства.

В верхнем (0–10 см) слое почвы, растительности и донных отложениях установлены некоторые особенности распределения тяжелых металлов, характерные для зоны наблюдения Белорусской АЭС.

В отобранных образцах почвы был проведен анализ содержания подвижных форм тяжелых металлов. Установлено, что она составляет 12–19% от валового содержания для лесных почв и 17–49% для донных отложений.

Для зоны наблюдения Белорусской АЭС характерен следующий порядок тяжелых металлов по способности к накоплению в растениях и лесной подстилке:  $Mn > Cu > Zn > Ni > Pb > Cr$ . Для водной растительности и дернины порядок немного иной:  $Mn > Cr > Zn > As > Cu > Ni > Pb > Cd$ .

Данные результаты являются основой для оценки состояния почв в части содержания тяжелых металлов на этапе строительства Белорусской АЭС.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
2. Об особо охраняемых природных территориях : Закон Респ. Беларусь от 15 нояб. 2018 г. № 150-З : с изм. и доп. : текст по состоянию на 4 фев. 2019 г.
3. Николаенко, Е. В. Радиационно-гигиенический мониторинг для оценки «нулевого» фона вокруг Белорусской АЭС / Е. В. Николаенко, В. В. Кляус // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С. И. Сычик. – Минск: РНМБ, 2017. – Вып. 27. – С. 49–50.
4. Перельман, А. Геохимия ландшафта / А. Перельман, Н. Касимов. - Москва, 1999. – 610 с.
5. Петухова, Н. Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н. Н. Петухова, В. А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т 36. – № 5. – С. 461–465.
6. Раскатов, А. В. Агроэкологические аспекты транслокации тяжелых металлов в почве и растениях : на примере дерново-подзолистых почв Ивановской области : автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук : 06.01.15 / А. В. Раскатов ; РГАУ-МСХА. – М., 2000. – 22 с.

*Материал поступил в редакцию 24.04.2019*

#### **POZDNIAKOVA A. I., GERMENCHUK M. G. Results of soils background monitoring in the observation zone of belarusian nuclear power plant**

Creation the environmental monitoring network is the main ecological objective before commissioning of any industrial facility. Republic of Belarus had not such radiation and ecologically dangerous objects earlier, so in an influence zone of the station has been created the system of complex monitoring which allows to watch ecosystem changes in dynamics and to estimate negative load of each component in the system in connection with others. This article contains results of studying and assessment of the impact on soils in the observation zone of Belarusian nuclear power plant at the construction stage.

УДК 621.311.25, 620.9

**Аллакулиев И. А., Янчилин П. Ф.**

### **СРАВНЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ ЖИЛОГО ДОМА И ОФИСНОГО ЗДАНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ АШХАБАДА**

**Введение.** Существуют различные виды гелиоколлекторов, однако в водонагревательных установках все они работают по одной схеме. Солнечные лучи нагревают теплоноситель, который по тонким трубкам поступает в заполненный водой бак. Трубки с теплоносителем проходят через весь внутренний объем бака и нагревают находящуюся в нем воду. В дальнейшем эта вода расходуется на бытовые нужды (отопление, ГВС и т. д.). Температура воды в баке контролируется специальными датчиками, при ее охлаждении ниже заданного минимума автоматически включается резервный подогрев (обычно – газовый или электродотел).

**Устройство гелиоколлектора.** Солнечные водонагреватели могут быть активного или пассивного типов. Активная система использует электрический насос для циркуляции жидкости через коллектор; пассивная система не имеет насоса и полагается только на естественную циркуляцию. Плоский гелиоколлектор (рис. 1) нагревает теплоноситель при помощи пластинчатого абсорбера. Устроен он

довольно просто. По сути, это пластина теплоемкого металла, окрашенная сверху в черный цвет специальной краской. К нижней поверхности пластины плотно прилегает (приваривается) змеевидная трубка, по которой и циркулирует жидкость.

Черная селективная краска обеспечивает максимальное поглощение солнечных лучей, причем их отражение практически равно нулю. Поглощенные лучи прогревают теплоноситель под абсорбером, он, в свою очередь, подается далее в систему. Для минимизации тепловых потерь применяются теплоизоляция абсорбера от корпуса коллектора и закаленное стекло, почти не содержащее окислов железа, которое устанавливается над абсорбером и выполняет функцию верхней крышки корпуса. Кроме того, использование подобного стекла позволяет создать своеобразный «эффект парника», что еще больше увеличивает прогрев абсорбера, а значит, и температуру теплоносителя [1].

**Аллакулиев Ихлас Аннамхаммедович**, магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета, e-mail : i.allakuliev@gmail.com.

**Янчилин Павел Федорович**, м. т. н., старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета, e-mail : tgv\_bstu@tut.by.

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