

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

*Нижегородский государственный  
инженерно-экономический институт*

## **ВЕСТНИК НГИЭИ**

Ежемесячный научный журнал  
Издается с ноября 2010 года

ISSN 2227–9407

**№ 12 (43)**

Декабрь  
2014 г.

### **СВЕДЕНИЯ О ЧЛЕНАХ РЕДКОЛЛЕГИИ**

#### **ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

**Шамин А. Е.**, доктор экономических наук, профессор

**ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:**

**Проваленова Н. В.**, кандидат экономических наук, доцент

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:**

**Суслов С. А.**, кандидат экономических наук, доцент

#### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Агафонов В. П.**, кандидат экономических наук, доцент

**Булатов С. Ю.**, кандидат технических наук, доцент

**Вождаева Н. Г.**, кандидат экономических наук, доцент

**Воронов Е. В.**, кандидат экономических наук, доцент

**Дубиновский М. З.**, доктор технических наук, профессор

**Королев Е. В.**, кандидат технических наук, доцент

**Кучин Н. Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Лиманская Н. А.**, кандидат технических наук, доцент

**Мартьянычев А. В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Мордовченков Н. В.**, доктор экономических наук, профессор

**Никитин Б. А.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Оболенский Н. В.**, доктор технических наук, профессор

**Осокин В. Л.**, кандидат технических наук, доцент

**Пармакли Д. М.**, доктор экономических наук, профессор

**Проскура Д. В.**, доктор экономических наук, профессор

**Савруков Н. Т.**, доктор экономических наук, профессор

**Серебряков А. С.**, доктор технических наук, профессор

**Тетерин Ю. Н.**, кандидат экономических наук, доцент

**Удалов О. Ф.**, доктор экономических наук, профессор

**Фролова О. А.**, доктор экономических наук, профессор

**Хохлова В. В.**, доктор экономических наук, профессор

**Шавандина И. В.**, кандидат экономических наук, доцент

**Шамина О. В.**, кандидат экономических наук, доцент

Входит в перечень  
рецензируемых  
научных журналов,  
зарегистрированных  
в системе  
«Российский  
индекс научного  
цитирования»

Входит в базу научных  
электронных  
библиотек:  
«eLibrary.ru»  
«Киберленинка»

Подписной индекс  
журнала в агентстве  
«Книга-Сервис»:  
40740.

Учредитель:  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Адрес редакции, издателя, типографии:  
606340, Россия, Нижегородская обл.,  
город Княгинино,  
улица Октябрьская, дом 22а

Сайт:

Учредителя – <http://www.ngiei.ru>  
Журнала – <http://vestnik.ngiei.ru>  
E-mail: [ngieiipc@gmail.com](mailto:ngieiipc@gmail.com)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, ин-  
формационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС77-52336 от 25.12.2012 г.

Корректор: Т. А. Быстрова  
Технический редактор: Н. А. Шуварина  
Перевод на английский язык: Д. В. Быкова  
Компьютерная верстка: Д. Е. Яшин

Подписано в печать: 25.12.2014 г.  
по графику 16:00; фактически 15:00  
Формат: 60x90, 1/8

Усл. печ. л. 14,09.  
Уч.-изд. л. 8,99.

Тираж 1 000 экз.

Заказ 77.

Цена свободная.

© ГБОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический  
институт», 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b> Алмаев Артем Юрьевич, Лушкин Игорь Александрович.....	5
<b>ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА КОРРОЗИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ГРУНТА</b> Анциферов Сергей Александрович, Филенков Владимир Михайлович.....	9
<b>АНАЛИЗ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТУПЕНИ ДООЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ</b> <b>В г. о. ТОЛЬЯТТИ</b> Гребнева Алена Валерьевна, Селезнев Владимир Анатольевич.....	13
<b>МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ АВТОЗАВОДСКОГО РАЙОНА г.о. ТОЛЬЯТТИ</b> Козина Людмила Николаевна, Бухонов Дмитрий Олегович, Журилкина Екатерина Сергеевна, Бухонов Виталий Олегович, Перерва Виталий Валерьевич.....	17
<b>ПЕРЕРАБОТКА ЛОМА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОСРЕДСТВОМ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ</b> Козина Людмила Николаевна, Перерва Виталий Валерьевич, Бухонов Дмитрий Олегович, Журилкина Екатерина Сергеевна.....	25
<b>ВЛИЯНИЕ ПАЙКИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА</b> Краснопевцев Александр Ювенальевич, Мальцев Сергей Александрович, Краснопевцева Елена Александровна, Козина Людмила Николаевна.....	31
<b>ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ АКТИВНОСТИ ВЕЩЕСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ АКТИВАТОРОВ</b> Краснопевцев Александр Ювенальевич, Краснопевцева Елена Александровна.....	36
<b>ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА</b> Краснопевцева Ирина Васильевна, Мальцев Сергей Александрович, Краснопевцева Елена Александровна, Козина Людмила Николаевна.....	42
<b>ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ</b> Краснопевцева Ирина Васильевна, Краснопевцева Елена Александровна, Мальцев Сергей Александрович, Козина Людмила Николаевна.....	48
<b>КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНАХ</b> Мальцев Сергей Александрович, Краснопевцева Елена Александровна, Козина Людмила Николаевна.....	53
<b>АНАЛИЗ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ УСТАНОВОК С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА</b> Миронов Евгений Борисович, Шишарина Анастасия Николаевна.....	58
<b>ТЕПЛООБМЕННИК КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА – КАК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО</b> Осокин Владимир Леонидович, Макарова Юлия Михайловна.....	64
<b>К ВОПРОСУ УСИЛЕНИЯ РАСТЯНУТЫХ СТЕРЖНЕЙ СТАЛЬНЫХ ФЕРМ ПОКРЫТИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ</b> Родионов Игорь Константинович, Прошин Игорь Викторович, Грак Мария Владимировна.....	69
<b>ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА</b> Селезнев Владимир Анатольевич, Корнеев Андрей Александрович.....	74
<b>ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЦВЕТЕНИЯ ВОДОИСТОЧНИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</b> Стрелков Кирилл Евгеньевич, Лушкин Игорь Александрович, Филенков Владимир Михайлович.....	79
<b>РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ КОНДУКТИВНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ</b> Туищев Алексей Иванович, Губанов Игорь Олегович, Плеханов Владимир Михайлович, Токарев Дмитрий Геннадьевич.....	84
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ КОНВЕКЦИОННОМ И РАДИАЦИОННОМ ТЕПЛООБМЕНЕ</b> Туищев Алексей Иванович, Губанов Игорь Олегович, Плеханов Владимир Михайлович, Токарев Дмитрий Геннадьевич.....	88
<b>О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В РЕГИОНАХ РОССИИ</b> Филенков Владимир Михайлович, Козина Людмила Николаевна, Бухонов Дмитрий Олегович, Перерва Виталий Валерьевич, Журилкина Екатерина Сергеевна.....	94
<b>О РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ КОМСОМОЛЬСКОГО РАЙОНА г.о. ТОЛЬЯТТИ</b> Филенков Владимир Михайлович, Козина Людмила Николаевна, Бухонов Дмитрий Олегович, Перерва Виталий Валерьевич, Журилкина Екатерина Сергеевна.....	97
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕМБРАННОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ</b> Харитонов Андрей Сергеевич, Селезнев Владимир Анатольевич, Филенков Владимир Михайлович.....	103
<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	108

## CONTENT

<b>USE OF SOLAR ENERGY FOR HEATING HOT WATER SYSTEMS IN INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION</b> Almaev Artem Yurievich, Lushkin Igor Aleksandrovich.....	5
<b>THE IMPACT OF PETROLEUM PRODUCTS ON THE CORROSIVENESS OF THE SOIL</b> Antsiferov Sergei Aleksandrovich, Filenkov Vladimir Mihaylovich.....	9
<b>ANALYSIS AND SELECTION OF THE OPTIMAL LEVEL OF WATER PURIFICATION FROM ORGANIC COMPOUNDS</b> Grebneva Alena Valerievna, Seleznev Vladimir Anatolyevich.....	13
<b>MONITORING OF ELECTROMAGNETIC FIELDS IN THE AVTOZAVODSKY DISTRICT, TOGLIATTI</b> Kozina Lyudmila Nikolaevna, Buhonov Dmitry Olegovich, Zhurilkina Ekaterina Sergeevna, Buhonov Vitalii Olegovich, Pererva Vitaly Valerevich.....	17
<b>PROCESSING OF FERROUS SCRAP BY EXOTHERMIC MIXTURES</b> Kozina Lyudmila Nikolaevna, Pererva Vitaly Valerevich, Buhonov Dmitry Olegovich, Zhurilkina Ekaterina Sergeevna.....	25
<b>SOLDERING EFFECT ON HUMAN HEALTH</b> Krasnopevtsev Alexandr Yvenalievich, Maltsev Sergey Alexandrovich, Krasnopevtseva Elena Alexandrovna, Kozina Lyudmila Nikolaevna.....	31
<b>TEMPERATURE INTERVALS OF ACTIVE MATERIAL AS AN ACTIVATOR</b> Krasnopevtsev Alexandr Yvenalievich, Krasnopevtseva Elena Alexandrovna.....	36
<b>ECONOMIC GAIN AND ENVIRONMENTAL PROBLEM</b> Krasnopevtseva Irina Vasilievna, Maltsev Sergey Alexandrovich, Krasnopevtseva Elena Alexandrovna, Kozina Lyudmila Nikolaevna.....	42
<b>INNOVATIVE APPROACHES TO ECONOMY POWER RESOURCES</b> Krasnopevtseva Irina Vasilievna, Krasnopevtseva Elena Alexandrovna, Maltsev Sergey Alexandrovich, Kozina Lyudmila Nikolaevna.....	48
<b>CONFIDENTIALITY OF INFORMATION IN ADVANCED MOBILE PHONES</b> Maltsev Sergey Alexandrovich, Krasnopevtseva Elena Alexandrovna, Kozina Lyudmila Nikolaevna.....	53
<b>THE ANALYSIS OF FORCED-AIR AND EXHAUST INSTALLATIONS WITH HEAT RECUPERATING</b> Mironov Eugeni Borisovich, Shisharina Anastasiya Nikolaevna.....	58
<b>THE HEAT EXCHANGER OF THE COMBINED TYPE AS THE ENERGY SAVING UP ARRANGEMENT</b> Osokin Vladimir Leonidovich, Makarova Julia Mikhailovna.....	64
<b>BY THE ISSUE OF STRENGTHENING STRETCHED BAR STEEL COATINGS INDUSTRIAL BUILDINGS</b> Rodionov Igor Konstantinovich, Proshin Igor Victorovich, Hrak Maria Vladimirovna.....	69
<b>THE MAIN CONDITIONS AFFECTING THE CHOICE OF SWIMMING POOL WATER TREATMENT</b> Seleznev Vladimir Anatolyevich, Korneev Andrey Aleksandrovich.....	74
<b>CAUSES AND CONSEQUENCES OF FLOWERING WATER SOURCES USED FOR DRINKING WATER SUPPLY</b> Strelkov Kirill Evgenevich, Lushkin Igor Aleksandrovich, Filenkov Vladimir Mihaylovich.....	79
<b>CALCULATION OF THERMAL MODES AND CHARACTERISTICS OF PRINTED-CIRCUIT BOARDS OF RADIO ELECTRONIC MEANS AND COMPUTER EQUIPMENT IN THE CONDUCTION COOLED HEAT EXCHANGE</b> Tuishchev Alexey Ivanovich, Gubanov Igor Olegovich, Plekhanov Vladimir Mikhailovich, Tokarev Dmitry Gennadievich.....	84
<b>INVESTIGATION OF THERMAL REGIMES OF PRINTED CIRCUIT BOARDS OF RADIO-ELECTRONIC MEANS AND COMPUTER EQUIPMENT IN CASE OF CONVECTION AND RADIATION HEAT EXCHANGE</b> Tuishchev Alexey Ivanovich, Gubanov Igor Olegovich, Plekhanov Vladimir Mikhailovich, Tokarev Dmitry Gennadievich.....	88
<b>ON THE PROSPECTS OF USING HEAT PUMPS IN RUSSIAN REGIONS</b> Filenkov Vladimir Mihaylovich, Kozina Lyudmila Nikolaevna, Buhonov Dmitry Olegovich, Pererva Vitaly Valerevich, Zhurilkina Ekaterina Sergeevna.....	94
<b>RECONSTRUCTION OF THE STORM WATER SEWER SYSTEM IN THE KOMSOMOLSKY DISTRICT</b> Filenkov Vladimir Mihaylovich, Kozina Lyudmila Nikolaevna, Buhonov Dmitry Olegovich, Pererva Vitaly Valerevich, Zhurilkina Ekaterina Sergeevna.....	97
<b>APPLICATION OF TECHNOLOGY TO MEMBRANE TREATMENT OF WATER AS AN ALTERNATIVE TO CLASSIC WATER TREATMENT TECHNOLOGIES</b> Haritonov Andrey Sergeevich, Seleznev Vladimir Anatolyevich, Filenkov Vladimir Mihaylovich.....	103
<b>OUR AUTHORS.....</b>	108

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

© 2014

*А. Ю. Алмаев*, заведующий лабораторией кафедры  
«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»,  
магистрант, направление подготовки «Строительство»,  
магистерская программа «Водоснабжение городов и промышленных предприятий»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
*И. А. Лушкин*, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*Аннотация.* Применение возобновляемых источников энергии позволит существенно сократить загрязнение окружающей среды. Рассмотрены перспективы использования солнечной энергии для теплоснабжения систем горячего водоснабжения в индивидуальном жилищном строительстве.

*Ключевые слова:* горячее водоснабжение, солнечная энергия, солнечный коллектор, теплоснабжение.

На текущий момент нет сомнений в том, что энергетика будущего должна основываться на использовании солнечной энергии. Солнце – это огромный, неисчерпаемый, абсолютно безопасный источник энергии. Ввиду того, что в мире наблюдается уменьшение запасов углеводородов с одновременным увеличением темпов энергопотребления, солнечная энергетика должна рассматриваться не только как беспроигрышный, но и в долгосрочной перспективе как безальтернативный выбор для человечества [1]. По прогнозам специалистов, в ближайшие десятилетия возобновляемые источники энергии должны существенно увеличить свой вклад в мировой энергетический баланс, что позволит существенно сократить загрязнение окружающей среды углекислым газом, а оставшиеся запасы углеводородов не использовать как топливо, а в виде сырья более рационально использовать в химической промышленности [2].

Лидерами в использовании солнечной энергии являются Израиль, страны Европы (Швеция, Дания, Германия, Голландия, Австрия, Швейцария, Финляндия), Турция. В России перспективы развития солнечной энергетике остаются неопределенными, страна многократно отстаёт от уровня генерации европейских стран. Доля солнечной генерации составляет менее 0,001 % в общем энергобалансе. Такое положение объясняется отсутствием льгот для потребителей, использующих экологически чистые возобновляемые источники энергии, сложностью проектирования, низкой осведомленностью на-

селения, высокими капитальными затратами. С другой стороны, рост цен на углеводородное топливо, доступность изделий и материалов, рост темпов индивидуального строительства, ухудшение экологии повышает интерес к установкам, использующим солнечную энергию [2, 6, 7]. В Самарской области РФ наибольшее распространение получило использование солнечной энергии в сезонных системах горячего водоснабжения садоводческих товариществ, не имеющих централизованного газоснабжения, в том числе и самодельных (рисунок 1), и для интенсификации процесса сушки биологически активного сырья [3]. Солнечная энергия может быть преобразована в электрическую с помощью полупроводниковых фотоэлементов (солнечных батарей) и в тепловую с использованием пассивных или активных систем теплоснабжения. Экономически наиболее перспективным является второй вариант.

К активным системам теплоснабжения относят гелиоустановку – солнечный коллектор – устройство для сбора тепловой энергии Солнца, переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала-теплоносителя по принципу тепличного эффекта при прямой абсорбции излучения.



Рисунок 1 – Коллектор солнечной энергии на базе радиатора РСГ

В настоящее время в системах ГВС, как правило, используются активные жидкостные геосистемы. В качестве теплоносителя в них применяется вода, раствор этиленгликоля или пропилен-гликоля, органические теплоносители и др. Каждый из теплоносителей имеет определенные преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при проектировании

систем [4]. На рисунках 2, 3, 4 показаны принципиальные схемы солнечных водонагревательных установок, применяемые в системах ГВС. Одноконтурные схемы (рисунок 2) с водой в качестве теплоносителя применяются в случае сезонного использования установки, при которой исключается опасность замерзания.

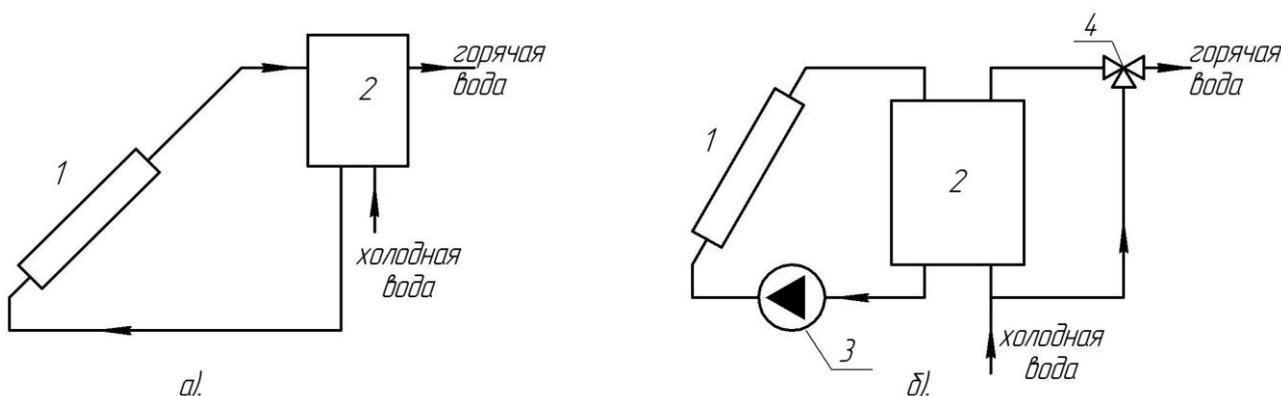


Рисунок 2 – Принципиальные схемы солнечных водонагревательных установок с естественной (а) и принудительной (б) циркуляцией теплоносителя: 1 – коллектор солнечной энергии; 2 – бак-аккумулятор горячей воды; 3 – насос; 4 – смесительный вентиль

При круглогодичном использовании для исключения вероятности замерзания теплоносителя воду заменяют на антифриз. В этом случае

солнечная водонагревательная установка монтируется по двухконтурной схеме (рисунок 3).

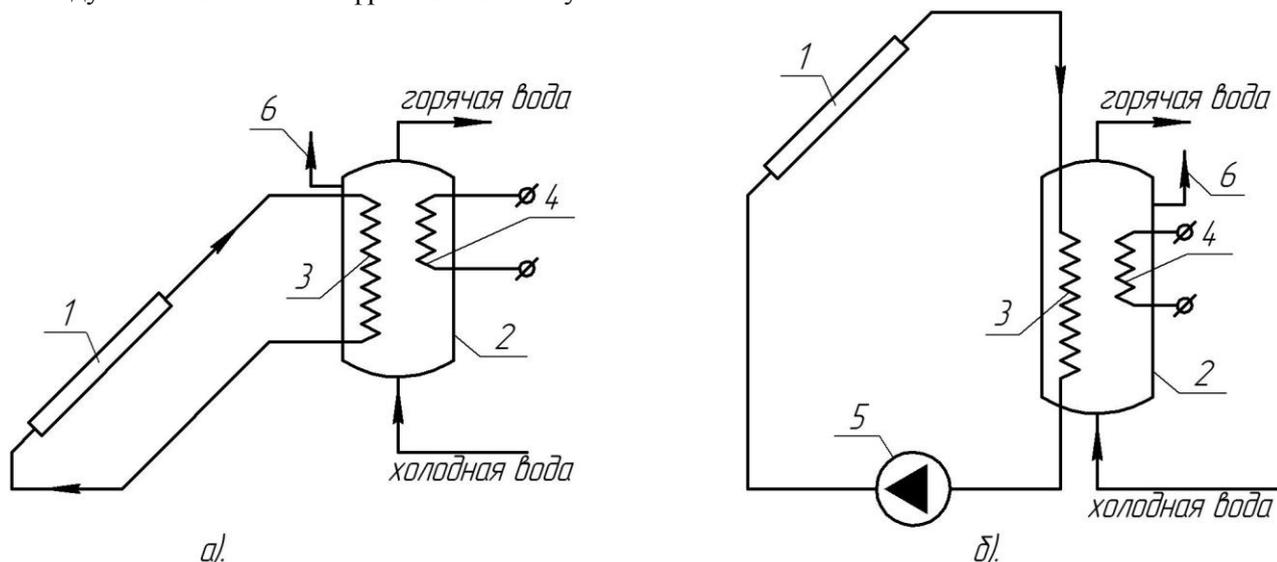


Рисунок 3 – Двухконтурные схемы солнечных водонагревательных установок с естественной (а) и принудительной (б) циркуляцией теплоносителя: 1 – коллектор солнечной энергии; 2 – аккумулятор тепла; 3 – теплообменник; 4 – резервный (дополнительный) источник энергии; 5 – насос; 6 – предохранительный клапан

Определенные преимущества имеет комбинированная гелиотеплонасосная система теплоснабжения с последовательной или параллельной схемами подключения теплового насоса. КПД солнечного коллектора серьезным образом зависит от разности температур наружного воздуха и теплоносителя. С тепловым насосом температура теплоносителя в низкотемпературных солнечных коллекторах близка температуре окружающей среды, при этом существенно сокращаются тепловые потери от поверхностей коллектора, что приводит к повышению энергетической эффективности системы солнечного теплоснабжения, а использование теплового насоса позволяет более полно усваивать солнечную энергию (рисунок 4). Кроме того, значительно сокращается необходимая поверхность коллектора, повышается его надежность. Сокращаются тепловые потери от теплопроводов при транспортировке низкотемпературного теплоносителя [5].

По типу конструкции наибольшее распространение получили плоские и вакуумные солнечные коллекторы. Простые в изготовлении плоские коллектора состоят из элемента, поглощающего солнечное излучение (абсорбера), прозрачного покрытия и теплоизолирующего слоя. Абсорбер покрывается чёрной краской ли-

бо специальным селективным покрытием (обычно чёрный никель) для повышения эффективности. Прозрачный экран обычно выполняется из стекла с пониженным содержанием металлов либо рифлёного поликарбоната. Задняя часть панели покрыта теплоизоляционным материалом. Трубки, по которым распространяется теплоноситель, изготавливаются в основном из меди. Сама панель является воздухонепроницаемой. Увеличить КПД коллектора можно, применяя специальные оптические покрытия, не излучающие тепло в инфракрасном спектре. Максимальная рабочая температура теплоносителя (без застоя) не превышает 100 °С. Коллектор способен улавливать прямую и рассеянную радиацию и устанавливается, как правило, стационарно на крыше здания.

Вакуумные солнечные коллекторы состоят из так называемых тепловых трубок, и по своему устройству напоминают термосами. Наружная часть такой трубки прозрачна, а на внутренней части трубки наносится высокоселективное покрытие, эффективно улавливающее солнечную энергию. Между внешней и внутренней стеклянной трубкой находится вакуум. Внутри трубки находится низкокипящая жидкость или теплоноситель. При облучении установки солнечным светом жидкость, находящаяся-

ся в нижней части трубки, нагреваясь, превращается в пар. Пары поднимаются в верхнюю часть трубки (конденсатор), где, конденсируясь, отдают тепло коллектору. Использование дан-

ного типа коллектора позволяет достичь большего КПД (по сравнению с плоскими коллекторами) при работе в условиях низких температур и слабой освещенности.

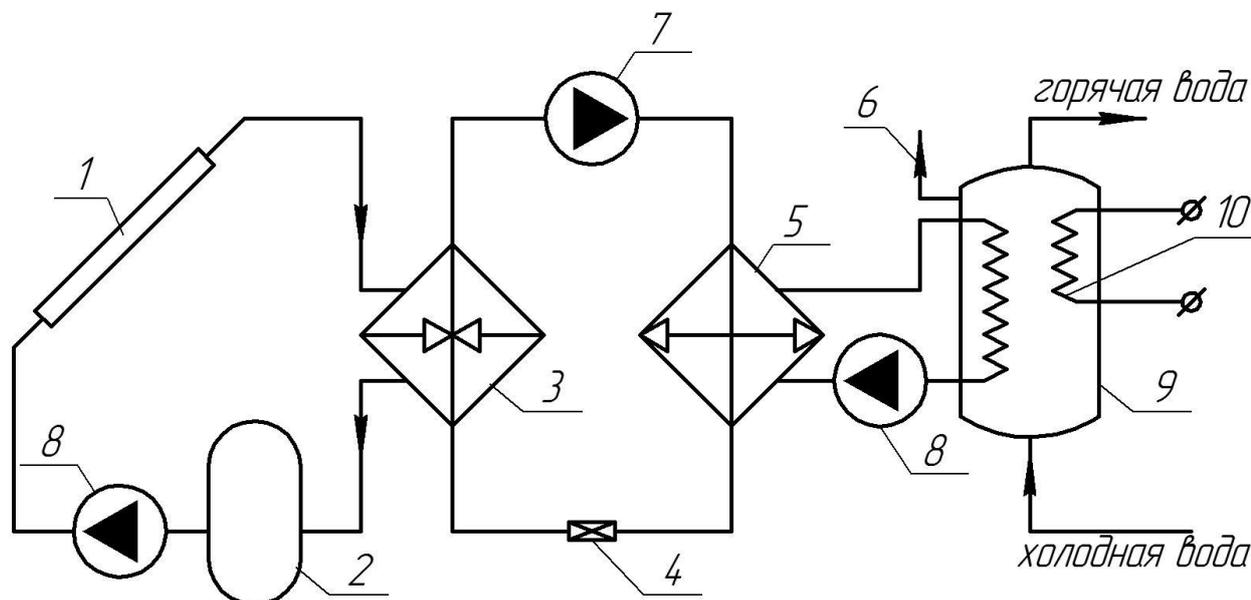


Рисунок 4 – Принципиальная схема системы солнечного теплоснабжения ГВС

с низкотемпературными солнечными коллекторами с комбинацией с тепловым насосом:

- 1 – коллектор солнечной энергии; 2 – бак-аккумулятор низкпотенциального источника тепла;
- 3 – теплообменник испарителя; 4 – дроссель; 5 – теплообменник конденсатора;
- 6 – предохранительный клапан; 7 – компрессор; 8 – насос; 9 – бак-аккумулятор;
- 10 – резервный (дополнительный) источник энергии

Современные солнечные коллекторы способны нагревать воду вплоть до температуры кипения даже при отрицательной окружающей температуре.

Стоимость солнечной установки можно существенно уменьшить путем совмещения конструкции кровли с плоским солнечным коллектором. При этом на стадии проектирования необходимо грамотно выбрать ориентацию кровли, строительные конструкции, место размещения бака-аккумулятора, способы очистки. Сопротивление теплопередаче утеплителя солнечного коллектора в этом случае должно быть не меньше требуемого для кровли, а светопо-

пускающая панель должна надежно выдерживать снеговую нагрузку. Тепловая эффективность коллектора повышается путем снижения оптических и тепловых потерь при применении нескольких слоев остекления, селективного покрытия, вакуумизации пространства между луче-поглощающей поверхностью и прозрачной изоляции, применении в конструкции солнечных концентраторов с гелио слежением [6,7,8]. Несмотря на достаточную изученность вопроса в научном отношении использование солнечной энергии при теплоснабжении систем горячего водоснабжения в индивидуальном жилищном строительстве имеет большие перспективы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики. Физика и техника полупроводников, 2004, том 38, вып. 8. Физикотехнический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, 2004.

2. Щукина Т. В. Солнечное теплоснабжение зданий и сооружений [текст]: монография/ Т. В. Щукина; Воронеж. Гос.арх.-строит.ун-т. Воронеж. 2007. 120 с.

3. Кучеренко М. Н. Анализ параметров атмосферного воздуха как агента сушки. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 3. С. 118–119.

4. Богословский В. Н., Крупнов Б. А., Сканава А. Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. в 3 ч. Ч. I. Отопление. 4-е изд., М.: Стройиздат. 1990. 344 с.

5. Петросян А. Л. Использование солнечной энергии и тепловых насосов для теплоснабжения жилых зданий. Сб научн. трудов. Ереванского гос. университета архитектуры и строительства. II том. 2003. С. 122–124.

6. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar energy thermal process. Wiley interscience, N. Y., 1974.

7. Beckman W. A., Duffie J. A., Klein S. A. Simulation of solar heating systems. Chapter 9 of the ASHRAE book. Applications of solar energy for heating and cooling a building. ASHRAE GRP. 170. American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers. N. Y., 1977.

8. THE SRB SOLAR THERMAL PANEL  
C. Benvenuti – SRB Energy, c/o CERN – 1211 Genève 23, Switzerland – DOI: 10.1051/epr/2013301 <http://www.europhysicsnews.org> or <http://dx.doi.org/10.1051/epr/2013301>

## USE OF SOLAR ENERGY FOR HEATING HOT WATER SYSTEMS IN INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION

© 2014

**A. Y. Almaev**, head of laboratory of the department «Heat, ventilation, water supply and sanitation», master, training direction «Construction» master program «Water for cities and industrial enterprises»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**I. A. Lushkin**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* the use of renewable energy sources will significantly reduce pollution. The prospects for the use of solar energy for heating hot water systems in individual housing construction.

*Keywords:* solar energy, heat, hot water, solar collector.

УДК 628.179.34

## ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА КОРРОЗИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ГРУНТА

© 2014

**С. А. Анциферов**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Загрязнение нефтепродуктами оказывает вредное экологическое влияние на почвенные экосистемы значительно изменяет химико-физические свойства грунта; способствует разрушению битумной гидроизоляции и увеличивает интенсивность коррозии трубопроводов.

*Ключевые слова:* коррозия трубопровода; коррозионная активность грунта; удельное сопротивление грунта; загрязнение нефтепродуктами.

**Проблема:** По территории автотранспортного предприятия (автобазы) транзитом проходит подземный водопровод длиной 160 м, выполненный из стальных труб ГОСТ 10704-91, согласно проекта, наружная гидроизоляция выполнена на изоляной мастике МРБ-Х-15, электрохимическая защита отсутствует. Глубина заложения водопровода 2 м, пересечения с другими коммуникациями отсутствуют, бли-

жайшая силовая электроустановка (ТП-2) расположена на удалении 240 м (рисунок 1). Водопровод, общей протяжённостью 2 350 м, эксплуатируется с 1985 года, однако на территории автобазы с частотой 6–8 лет происходят аварийные прорывы по причине повышенного коррозионного износа. Наблюдается явление язвенной коррозии с локальными участками сквозных разрушений.

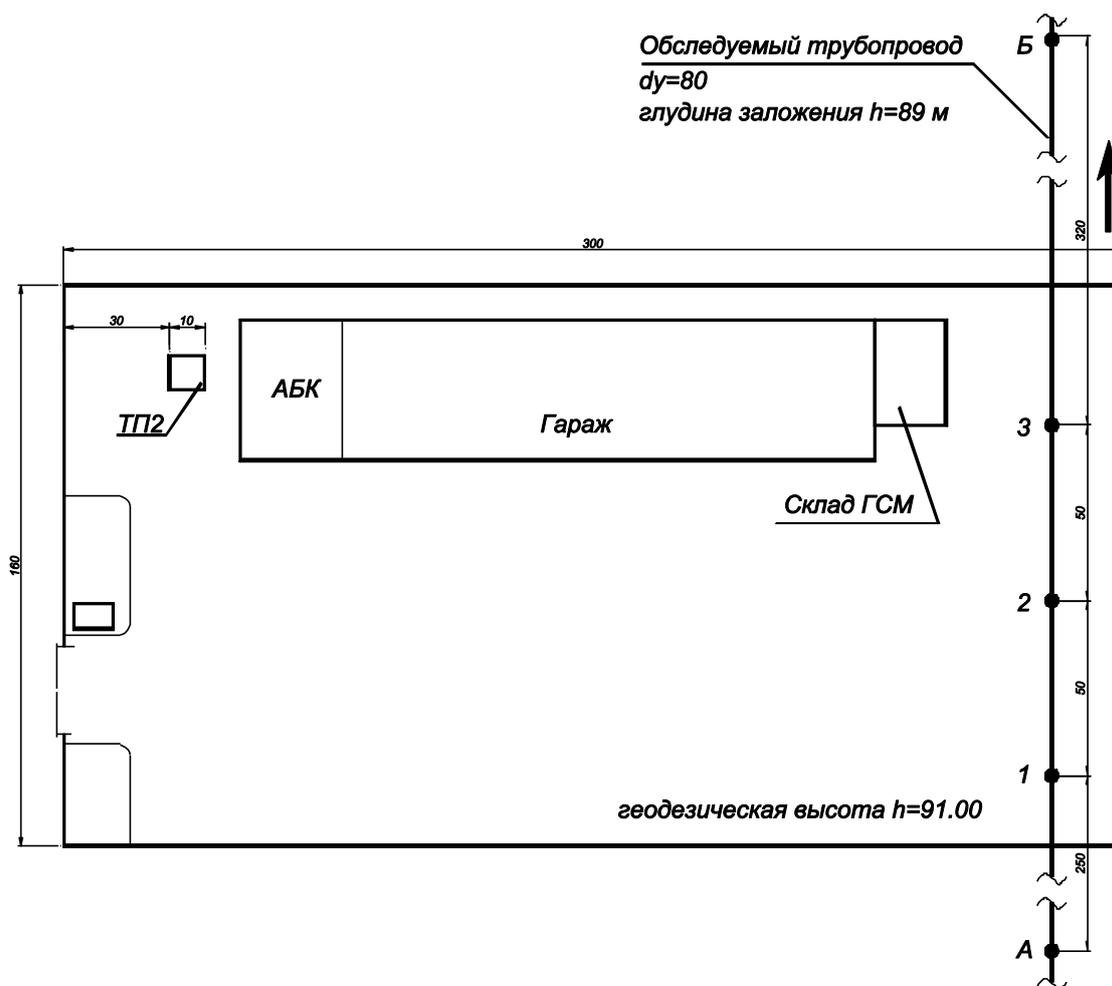


Рисунок 1 – План-схема автотранспортного предприятия

**Цель:** определить причину коррозии на участке водопровода, проходящем через территорию автобазы.

Для реализации цели поставлены научно-технические задачи:

1. Исследовать коррозионные повреждения трубопровода.
2. Определить коррозионную активность грунта.
3. Дать рекомендации по увеличению срока службы трубопровода.

Проанализировав фактические условия эксплуатации водопровода, можно предположить, что на исследуемом участке присутствует повышенная коррозионная активность грунта вследствие загрязнения его нефтепродуктами.

На исследуемых образцах трубопровода (четыре отрезка  $d_y=80$ , длиной 420–540 мм), извлечённого после 6 лет эксплуатации, наблюдается явление язвенной коррозии глубиной до 3 мм с локальными участками сквозных разрушений, отверстия имеют неправильную форму,

размер 1–8 мм. Разрушение гидроизоляции до 90 %, оставшиеся на металле её фрагменты легко отслаиваются с тонким слоем ржавчины. Оксидный слой имеет характерный оранжево-бурый оттенок и рыхлую структуру.

При отрывке траншеи для замены трубопровода взяты пробы грунта из трёх точек через 50 м на территории автобазы и из двух шурфов на удалении 250 и 320 м с глубин 0,5; 1,0; 1,5; 2 м. В соответствии [1] проведён анализ образцов, гранулометрический состав, свойства приведены в таблице 1; определены значения удельного сопротивления грунта  $\rho_g$ .

Исходными загрязняющими веществами являлись бензин, дизельное топливо, моторные и смазочные масла, однако лёгкие фракции этих веществ со временем испарились, а тяжёлые отчасти подверглись деградации. В результате наибольшую концентрацию в пробах имеют смолисто-асфальтеновые компоненты. Они, не являясь непосредственно агрессивным фактором для металла, оказывают вредное экологическое

влияние на почвенные экосистемы, значительно изменяют химико-физические свойства грунта; способствуют разрушению битумной гидроизоляционной мастики.

Измерения удельного сопротивления грунта  $\rho_g$  проведены в соответствии с [2]. Грунт из каждой точки поделён на 5 проб, замер сопротивления проведён по 3 раза для каждой пробы.

В таблице 2 представлены аналитические результаты усреднённых значений по каждой точке отбора проб и среднее значение  $\rho_g$  по трассе водопровода; на рисунке 2 график изменения  $\rho_g$  по длине трубопровода на указанных глубинах.

Таблица 1 – Гранулометрический состав образцов и их свойства

Тип почвы (суглинок)	Диаметр частиц, мм	Количество частиц, %	Инфильтрация воды	Ионообменная ёмкость	Аэрация
Песок	2,5–0,1	50–63	Хорошая	Низкая	Хорошая
Пылеватые частицы	0,1–0,002	12–15	Средняя	Средняя	Средняя
Глина	<0,002	35–40	Слабая	Высокая	Плохая

Таблица 2 – Значения удельного сопротивления грунта  $\rho_g$

Глубина, м	Номер шурфа				
	А	1	2	3	Б
0,5	89	72	72	68	88
1	86	75	71	65	85
1,5	80	71	64	64	78
2	84	73	70	66	81
среднее	84,75	72,75	69,25	65,75	83

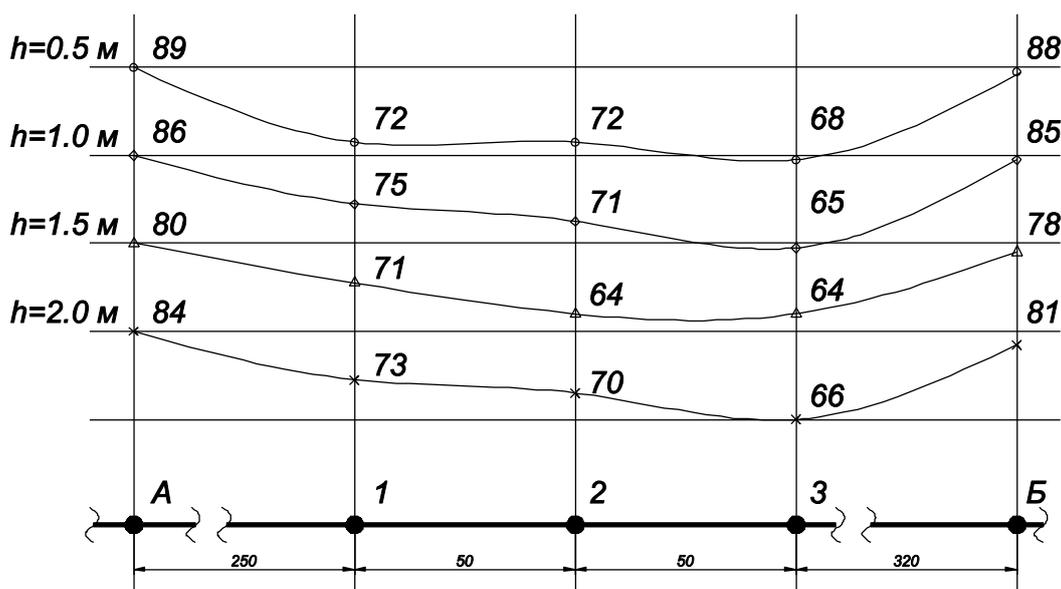


Рисунок 2 – График изменения  $\rho_g$  по длине трубопровода

Приборы и оборудование:

- источник постоянного тока БП-50-2;
- миллиамперметр класса точности 1,5 с диапазонами 200 или 500 мА;
- вольтметр ВЦ-002-60 с внутренним сопротивлением не менее 1 Мом;
- ёмкость для пробы (100x75x50 мм) из пластмассы;

- электроды внешние (А, В) размером 45x45 мм из нержавеющей стали;
- электроды внутренние (М, N) из медной проволоки диаметром 2 мм и длиной 60 мм.

Схема измерительного стенда представлена на рисунке 3.

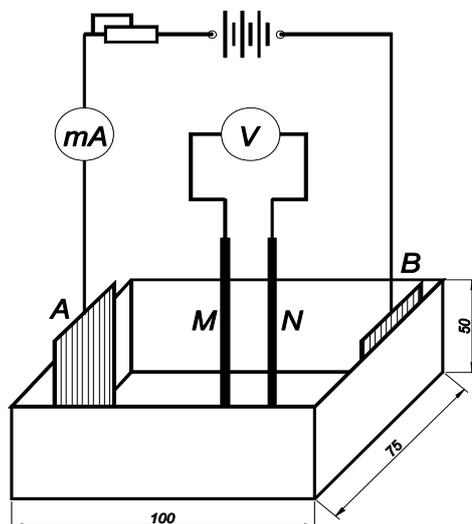


Рисунок 3 – Схема измерительного стенда

Удельное электрическое сопротивление грунта  $\rho_g$ , Ом м, определяется по формуле:

$$\rho_g = (R_g \cdot S) / L_{MN}, \quad (1)$$

где  $R_g$  – электрическое сопротивление грунта, Ом;

$S$  – площадь поверхности рабочего электрода, м<sup>2</sup>;

$L_{MN}$  – расстояние между внутренними электродами, м.

$$R_g = V / I, \quad (2)$$

где  $V$ , – падение напряжения между двумя внутренними электродами, В;

$I$  – сила тока в ячейке, А.

Выводы: загрязнение нефтепродуктами повышает коррозионную активность грунта, главным образом за счёт изменения его химико-физических свойств и разрушающего воздействия на гидроизоляцию – изоляную мастику МРБ-Х-15.

### Заключение

Причиной повышенной коррозии на участке водопровода, проходящем через территорию автобазы, является загрязнение грунта нефтепродуктами. Это предположение подтверждает

наименьшее значение  $\rho_g = 65,75$  Ом·м возле склада ГСМ (шурф 3). Для разработки эффективных методов защиты трубопровода требуются дополнительные исследования, определение состава и количество нефтепродуктов; особенности их распространения в суглинке; наличие электромагнитных полей и др. В качестве наименее затратных мер по замедлению коррозии предлагается: замена изоляции на полимерную либо замена стальной трубы на полиэтиленовую; рекультивация загрязнённого грунта; предотвращение попадания нефтепродуктов в грунт.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 5180-84. ГРУНТЫ. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- ГОСТ 9.602-89. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
- ГОСТ Р 54039-2010. Качество почв. Экспресс-метод ИК-спектроскопии для определения количества и идентификации загрязнения почв нефтепродуктами.

## THE IMPACT OF PETROLEUM PRODUCTS ON THE CORROSIVENESS OF THE SOIL

© 2014

*S. A. Antsiferov*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*V. M. Filenkov*, candidate of technical sciences, associate professor, of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* oil Pollution has an adverse environmental impact on soil ecosystems significantly modifies the chemical and physical properties of soil; contribute to the destruction of bituminous waterproofing, increases the rate of corrosion of pipelines.

*Keywords:* pipeline corrosion, corrosion activity of soil, soil resistivity, oil pollution.

УДК 628.161.2

## АНАЛИЗ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТУПЕНИ ДООЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В г.о. ТОЛЬЯТТИ

© 2014

*A. B. Гребнева*, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*В. А. Селезнев*, доктор технических наук, профессор кафедры

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Качество волжской воды не соответствует нормативным требованиям по органическому загрязнению, поэтому в настоящее время остро стоит вопрос об усовершенствовании схемы очистки питьевой воды. Проведен анализ существующей системы водоподготовки г. Тольятти и предложено направление усовершенствования очистки воды от чрезмерного органического загрязнения.

*Ключевые слова:* источники водоснабжения, водохранилища, органические загрязнение питьевых вод, схема очистки, методы дезодорирования воды, окислители, сорбционная очистка на активном угле.

Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой в условиях антропогенного эвтрофирования поверхностных водоемов с каждым годом становится всё более актуальной. Особенно остро эта проблема стоит на водохранилищах Нижней Волги, где в летний период из-за массового развития сине-зеленых водорослей наблюдается резкое ухудшение качества воды в источниках питьевого водоснабжения [1]. При этом существующие в волжских городах традиционные методы водоподготовки не позволяют довести воду, подаваемую населению, до нормативного качества [2, 3]. Ведущие специалисты в области водоподготовки [4] выявляют необходимость добавления специальной ступени до-

очистки питьевой воды в условиях интенсивного органического загрязнения.

Основная цель исследований – провести анализ и выбрать наиболее подходящую схему водоподготовки, направленную на очистку воды от излишнего содержания в воде органических загрязнений.

В настоящее время большинство поверхностных источников подвержены интенсивному органическому загрязнению. Не стали исключением и воды Куйбышевского водохранилища. Куйбышевское водохранилище (нижнюю его часть часто называют Жигулёвским морем) – самое крупное на реке Волге водохранилище. Возникло в 1955–1957 гг. после завершения строительства плотины Жигулёвской ГЭС, пере-

городившей долину Волги в Жигулях у города Ставрополь (ныне Тольятти). Является третьим в мире по площади водохранилищем.

Данное водохранилище является источником питьевого водоснабжения Автозаводского района г. о. Тольятти. Количество взвешенных веществ в воде Куйбышевского водохранилища в период проектирования и строительства очистных сооружений в 1965 году находилось в пределах от 50 до 170 мг/дм<sup>3</sup>, цветность воды – в пределах 30, поэтому была предусмотрена двухступенчатая схема очистки воды, состоящая из горизонтальных отстойников со встроенными камерами хлопьеобразования и скорых фильтров.

Экологическая ситуация Куйбышевского водохранилища – крайне сложная. Приплотинная зона водохранилища, у которой находится Тольятти, является самой неблагоприятной по формированию качества воды. По статистическим данным, несоответствие нормативным требованиям данного поверхностного источника наблюдается по следующим показателям: перманганатной окисляемости (ПО) и химическому потреблению кислорода (ХПК) в течение всего года и периодически по цветности, запаху и биохимическому потреблению кислорода (БПК). В период 2012–13 гг. изменение ПО наблюдалось в пределах 5,8–13,8 мг/дм<sup>3</sup>, а изменение ХПК – в пределах 23–36 мг/дм<sup>3</sup> при нормативах 5 мг/дм<sup>3</sup> и 15 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Максимальные разовые значения мутности достигли 33,8 мг/дм<sup>3</sup> при среднем значении за 3 года – 0,99 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенные показатели цветности, перманганатной окисляемости свидетельствуют о наличии органических загрязнений в воде поверхностного источника.

Основным источником загрязнения водохранилища являются сбрасываемые сточные воды в городах выше по течению Волги. Постоянные промышленные сбросы, содержащие азот и фосфор, являются причиной чрезвычайного распространения одноклеточных сине-зелёных водорослей, которые нередко становятся причиной гибели рыбы и птицы. Вода на городских пляжах начинает «цвести» уже к концу июня. Общую загрязнённость Куйбышевского водохранилища относят к 3 «а» классу качества из 5 возможных – «весьма загрязнённая». Коэффициент комплексности загрязнённости воды равен 25 %.

Таким образом, вода из поверхностного источника водоснабжения – Куйбышевского водохранилища подвержена загрязнению в результате хозяйственной деятельности человека по сбросам недостаточно очищенных хозяйственно-фекальных сточных вод. Сбросы сточных вод с повышенным содержанием органических загрязнений, летучих фенолов, железа, общих и термотолерантных колиформных бактерий способствуют повышенному цветению водоёма в тёплый период года с увеличением его цветности, а также нарастанию микробного (ОМЧ) и вирусного (колифаги) загрязнения водоёма.

ВОС ООО «Автоград-Водоканал» занимается очисткой волжской воды до питьевого качества. В состав комплекса очистных сооружений питьевой воды входят:

- установки УФ-обеззараживания (4 блока);
- реагентное хозяйство;
- вертикальные смесители (4 шт.);
- горизонтальные отстойники с зоной взвешенного осадка и зоной осаждения (4 шт.);
- открытые скорые фильтры с керамзитовой загрузкой (16 шт.);
- хлораторная;
- резервуары питьевой воды (4 шт. по 20 000 м<sup>3</sup> каждый);
- насосная станция 2-го подъема;
- станция повторно используемой воды с 2-мя резервуарами по 1 000 м<sup>3</sup> каждый;
- система шламоудаления;
- сети хозяйственного и противопожарного водоснабжения;
- сети подачи технической воды.

Контроль над качеством волжской и питьевой воды на входе и на выходе очистных сооружений производит аккредитованная лаборатория цеха согласно разработанному графику аналитического контроля. Кроме того, производится контроль государственными надзорными службами.

На очистных сооружениях водоподготовки применяются следующие методы очистки: обеззараживание воды ультрафиолетом, коагулирование, отстаивание, фильтрование, стабилизационная обработка, обеззараживание хлором. Поступающая волжская вода распределяется на 4 независимые технологические линии обработки воды.

Первичное обеззараживание воды осуществляется с применением УФ-комплекса, состоящего из 16 установок ультрафиолетового обеззараживания воды, производительностью до 1 100 м<sup>3</sup>/час каждая, смонтированные в блоки по 4 установки на 4 технологических ветках.

Внедрение более 10 лет назад схемы первичного ультрафиолетового обеззараживания исходной речной воды позволило исключить необходимость первичного хлорирования воды с рисками образования повышенного содержания канцерогенных хлорорганических веществ и обеспечить антивирусный барьер для дальнейших водоочистных сооружений и питьевой воды, подаваемой потребителям.

Проектная технологическая схема не предназначена для очистки солей жёсткости, щёлочности, сухого остатка, анионных ПАВ, летучих фенолов и радиоактивности, полученная за 2010–2012 годы средняя эффективность очистки от основных проектных показателей тоже достаточно невелика – по мутности на 35 %, по цветности на 48 %, по окисляемости на 24 %.

Применяемые технологии очищают воду в основном от дисперсных частиц. Молекулярно-растворенные вещества и ионы остаются в воде. Некоторое удаление органических соединений обеспечивается при помощи добавления коагулянта и системы обеззараживания, но при столь очевидном органическом загрязнении этого недостаточно. Таким образом, многие токсичные вещества не улавливаются на водоочистных сооружениях и попадают в водопроводную сеть.

Поэтому существует необходимость предусмотреть еще одну ступень доочистки воды, которая будет способствовать доведению ее до нормативного качества по показателям органического загрязнения.

Для удаления из природных вод летучих органических соединений биологического происхождения, вызывающих запахи и привкусы, широко применяют их аэрирование. На практике аэрирование проводят в специальных установках-аэраторах вакуумно-эжекционного, барботажного, разбрызгивающего и каскадного типов. Преимуществом данного метода является невысокая стоимость установок и их эксплуатации.

Недостатки аэрирования: неэкономичность из-за большой площади, невозможность использования в зимнее время, потребность в мощной

вентиляции при установке их в помещение, склонность к обрастанию. Так же аэрированием невозможно устранить стойкие запахи и привкусы, обусловленные наличием примесей, имеющих незначительную летучесть.

В последние годы в связи с возросшим загрязнением водоемов органическими соединениями существенно возросло значение окислителей, так как они разрушают в той или иной степени многие химические вещества, присутствующие в воде.

В практике водоподготовки в основном применяют следующие окислители: озон, перманганат калия, хлор и его производные.

Озон является наиболее сильным из всех известных в настоящее время окислителей. Одним из его преимуществ является неспособность к реакциям замещения. Однако озон ограниченно растворим в воде. Поэтому при большом загрязнении воды органическими веществами данный окислитель не дает хорошего дезодорирующего эффекта.

Перманганат калия является менее сильным окислителем. Он так же как и озон не вступает в реакции замещения. К недостаткам данного окислителя можно отнести его сравнительно высокую стоимость, дефицитность, а также опасность появления остаточных концентраций.

Одним из наиболее дешевых и распространенных окислителей является хлор. Его недостатком является способность вступать в реакции замещения, что приводит к образованию токсичных соединений. Так же при небольших дозах хлор способен еще более усиливать запахи и привкусы, особенно при наличии в воде фенолов.

При применении окислителей наблюдается улучшение органолептических свойств, исчезают запахи и привкусы, снижается или полностью исчезает цветность и окраска. Однако некоторые химические вещества в обычных условиях практически не поддаются действию окислителей. Так же недостатком окислительного метода является необходимость точного дозирования окислителя в строгом соответствии с уровнем и видом загрязнения воды, что крайне затруднительно, принимая во внимание сложность и длительность многих химических анализов.

Одним из наиболее надежных методов обработки воды является сорбция. Он основан на извлечении из воды токсичных органических

веществ. Из известных сорбентов наиболее эффективны – активные угли. Они применяются в виде порошка (углевание) или в виде гранул в качестве загрузки фильтров.

Активные угли хорошо сорбируют фенолы, полициклические ароматические углеводороды, в том числе канцерогенные, большинство нефтепродуктов, хлор- и фосфорорганические пестициды и многие другие органические загрязнения.

Углевание воды имеет ряд недостатков: трудности, связанные с замачиванием и дозированием угля, с необходимостью иметь емкости для контакта его с обрабатываемой водой.

Недостатком применения угольных фильтров является необходимость регенерации активного угля. Так же имеются вещества, которые не задерживаются или плохо задерживаются данными фильтрами.

Эффект дезодорации воды сорбцией и окислации примесей, а также межрегенерационный период работы ГАУ может быть резко увеличен, если воду перед фильтрованием через уголь обработать окислителем. При такой обработке воды происходит не простое суммирование двух процессов, а имеет место эффект окислительно-сорбционного взаимодействия, который заключается в том, что, с одной стороны, уголь выступает в качестве катализатора окислации, а с другой стороны, многие продукты окислации сорбируются на угле. Кроме того, применение двух методов всегда надежнее и позволяет значительно расширить диапазон удаляемых из воды органических загрязнений. Практика показала, что совместное применение окислителей и активного угля имеет и экономическое преимущество.

Оценив наиболее распространенные варианты дезодорирования воды, можно сделать вывод, что наиболее эффективно для очистки вод Куйбышевского водохранилища применять окисление и сорбцию на активированном угле. В связи с тем, что вода в поверхностном источнике не сильно загрязнена, в качестве окислителя целесообразно использование озона. Столь же достойным вариантом является применение угольных фильтров, которые, в свою очередь, обеспечивают высокую степень очистки воды и широко используются как ступень доочистки в схемах водоподготовки за рубежом.

В связи с возрастающим загрязнением водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения населения, в мировой практике расширяется использование озона для

подготовки воды питьевого качества. В настоящее время более 1 000 водопроводных станций в Европе, особенно во Франции, Германии и Швейцарии, применяют озонирование как составляющую ступень в технологическом процессе очистки воды.

В России озонирование применяется в основном лишь на некоторых водопроводных станциях крупных городов (Москва, Нижний Новгород) с использованием зарубежного оборудования. Испытания отечественного оборудования, направленные на оценку эффективности озонирования воды, уже проведены в различных городах России (Владимир, Таганрог, Рязань, Кемерово, Новокузнецк, Ярославль, Оренбург и др.).

Внедрение озонирования и фильтрации на угле позволяет удалить:

- запах и привкус от антропогенных загрязнений;

- специфические органические загрязнители: фенолы, нефтепродукты, СПАВ, пестициды, хлорорганические соединения, амины и многие другие;

- гуминовые вещества природного происхождения, обуславливающие цветность воды;

- специфические запах и привкус, появляющиеся при «цветении» воды, и выделяемые синезелеными водорослями токсические вещества;

- привкусы и запахи, продуцируемые различными водными организмами.

До разработки схем и принятия решения о применении озона на ОСВ «Автоград-Водоканал» необходимо проведение специальных исследований, в результате которых можно обоснованно судить о целесообразности и эффективности озонирования, необходимости использования сорбционной очистки воды. Важно определить места ввода озона в общей технологической схеме и оценить его влияние на основные процессы очистки воды, применяемые на ОСВ.

В ходе исследований можно установить оптимальные дозы озона в характерные периоды года, определить расчетно-конструктивные параметры метода окислительно-сорбционной очистки воды, а именно: коэффициент использования озона, время контакта озоновоздушной смеси с обрабатываемой водой, варианты использования сорбционных фильтров с выбором наиболее эффективных марок активных углей; уточнить скорость фильтрования, время до реактивации угольной загрузки и режим реактива-

ции с определением его аппаратного оформления, а также другие технологические и технико-экономические вопросы применения озона и активных углей на ОСВ.

Опыт зарубежных и отечественных исследователей убедительно доказывает, что без применения озонирования и фильтрации на угле получить воду требуемого качества из воды поверхностных загрязненных водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения, практически невозможно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селезнева А. В., Селезнев В. А., Беспалова К. В. Массовое развитие водорослей на водохранилищах р. Волги в условиях маловодья

// Поволжский экологический журнал. 2014. № 1. С. 88–96.

2. Селезнев В. А., Селезнева А. В., Беспалова К. В. Водоснабжение из эвтрофированных источников (проблемы и пути решения) // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. - 2014. № 6 (78). С. 66–70.

3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2002. 103 с.

4. Фрог Б. Н., Левченко А. П. Водоподготовка. М. : МГУ, 1996. 680 с.

### ANALYSIS AND SELECTION OF THE OPTIMAL LEVEL OF WATER PURIFICATION FROM ORGANIC COMPOUNDS

© 2014

*A. V. Grebneva*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*V. A. Seleznev*, doctor of technical sciences, professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* Quality of water doesn't correspond to regulatory requirements, that's why there's a question about the improvement of water purification scheme now. This analysis of water treatment system in Togliatti has been carried out, and the range for water's cleaning and getting rid of exceeding organic pollution.

*Keywords:* water supply source, reservoirs, organic pollution of drinking waters, purification scheme, deodorization of water, oxidant, sorption purification on activated charcoal.

УДК 372.881.1

### МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ТЕРРИТОРИИ АВТОЗАВОДСКОГО РАЙОНА г.о. ТОЛЬЯТТИ

© 2014

*Л. Н. Козина*, старший преподаватель кафедры

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*Д. О. Бухонов*, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*Е. С. Журилкина*, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*В. О. Бухонов*, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*В. В. Перерва*, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В данной работе рассмотрена проблема воздействия электромагнитного поля в городе и проведена оценка негативного воздействия электромагнитных полей на территории Автозаводского района г. о. Тольятти на основе мониторинга и составления карт ЭМП.

*Ключевые слова:* электромагнитные поля, оценка негативного воздействия, мониторинг, селитебная территория, промышленная частота, радиочастотный диапазон, плотность потока энергии, карта электромагнитных полей.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.*

В условиях современного города резко возросло воздействие на селитебную территорию электромагнитных полей различного частотного диапазона. В городах имеется ряд источников, вызывающих мощное электромагнитное излучение и негативно влияющих на состояние окружающей среды и здоровье жителей. Проблема воздействия электромагнитных полей на население осложняется тем, что человек не чувствует ни присутствия поля, ни величины воздействия. Наряду с воздействием переменных электромагнитных полей, опасность представляет также воздействие электростатических и магнитных полей [1, 2].

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.*

Для городского округа Тольятти характерно наличие ряда интенсивных источников электромагнитных полей (ЛЭП, антенн и др.), оказывающих значительное воздействие на прилегающую селитебную территорию. Проблема усугубляется тем, что ряд участков территории недопустимо близко примыкает к источникам электромагнитных полей, что приводит к необ-

ходимости снижения негативного воздействия электромагнитных полей [3].

Эффективным мероприятием является мониторинг воздействия электромагнитных полей внешних источников на селитебную территорию города.

Таким образом, проведение заявляемых исследований является крайне актуальным в условиях Самарской области.

*Формирование целей статьи (постановка задания).*

Цель работы: снижение негативного воздействия электромагнитных полей территории Автозаводского района г. о. Тольятти на основе мониторинга и составления карт электромагнитных полей.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.*

ЭМП представляют собой лишь один из физических факторов, воздействующих на людей как в условиях закрытых помещений (жилье, рабочие места), так и на открытых территориях (улицы и площади городов, сады и парки). В населенных пунктах ведущими физическими факторами, воздействующими на население, являются акустический шум, вибрация, ЭМП [3]. Структура объектов-источников физических факторов на территории населенных мест представлена на рисунке 1.

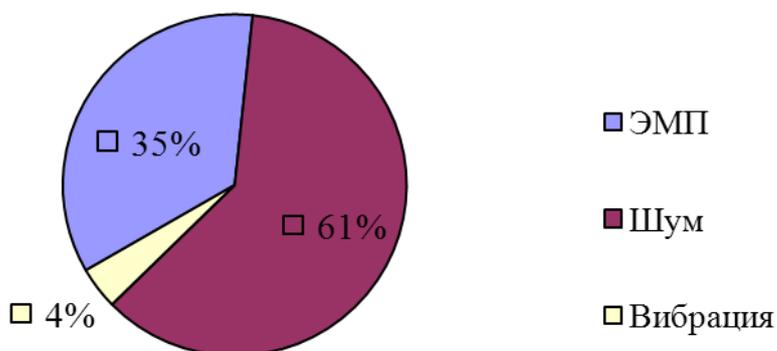


Рисунок 1 – Относительная роль отдельных физических факторов на открытых территориях населенных пунктов



тивными требованиями, превышений нормативных гигиенических требований в селитебной зоне Автозаводского района не выявлено. Однако в точке № 1 по ул. Борковской (район подстанции ВАЗа) в проекции ЛЭП наблюдается повышенное значение напряженности переменного электрического поля (значительное превышение фонового значения),  $|E| = 0,850$  кВ/м, а также в точке № 6 (Южное шоссе, 57)  $|E| = 0,350$  кВ/м.

Были также проведены измерения напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты в селитебной территории Автозаводского района. В соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.2.000-2000, для жилой зоны установлено нормативное значение напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты, равное 50 мкТл (1 А/м  $\approx$  1,25 мкТл). Этому значению удовлетворяют все полученные значения H.

Превышения нормативных гигиенических требований по напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты не было установлено ни для одной из точек. Однако в некоторых точках наблюдается повышенное фоновое значение напряженности переменного магнитного поля:

1. Ул. Свердлова (кольцо с ул. Разина), точка 2:  $|H| = 0,505$  А/м (значительное превышение фонового значения).

2. Ул. Борковская (район подстанции ВАЗа, проекция ЛЭП), точка 1:  $|H| = 0,500$  А/м (значительное превышение фонового значения).

3. Ул. Свердлова (кольцо с ул. Ворошилова), точка 3:  $|H| = 0,490$  А/м (значительное превышение фонового значения).

4. Ул. Свердлова, 44, точка 4:  $|H| = 0,450$  А/м.

5. Ул. Ворошилова, 57, точка 5:  $|H| = 0,430$  А/м.

6. Южное шоссе, 67, точка 6:  $|H| = 0,430$  А/м.

7. Ул. Дзержинского (кольцо с 40 л Октября), точка 7:  $|H| = 0,430$  А/м и др.

В результате измерений было также установлено, что значения переменного магнитного поля не являются стабильными во времени.

Было проведено множество натурных измерений вблизи распределительных подстанций внутри жилых кварталов. Сравнительный анализ результатов с санитарными правилами показал, что превышений не выявлено.

На основе полученных данных были составлены карты ЭМИ промышленной частоты в Автозаводском районе г. Тольятти (рисунок 4, 5).

Таблица 1 – Результаты натурных измерений напряженности ЭМП промышленной частоты в Автозаводском районе

№ точки	E, кВ/м	ПДУ	H, А/м	ПДУ
№ 1 (ул. Борковская, 60)	0,850	1	0,500	16
№ 2 (ул. Свердлова – ул. Ст.Разина)	0,030		0,505	
№ 3 (ул. Свердлова – ул. Ворошилова)	0,005		0,480	
№ 4 (ул. Свердлова, 44)	0,008		0,450	
№ 5 (ул. Ворошилова, 57)	0,078		0,430	
№ 6 (ул. Южное шоссе, 67)	0,350		0,430	
№ 7 (ул. Дзержинского – ул. 40 лет Победы)	0,008		0,430	





нитного излучения напрямую сказывается на здоровье населения. Проблема осложняется тем, что человек не чувствует ни присутствия поля, ни величины воздействия.

Эффективным мероприятием по выявлению негативного воздействия является мониторинг электромагнитных полей внешних источников на жилую территорию города, моделирование и расчет электромагнитных полей, а также прогнозирование их распространения с использованием программного обеспечения.

Как показало сопоставление измеренных значений напряженности переменного электрического поля промышленной частоты с нормативными требованиями, превышений нормативных гигиенических требований в жилой зоне Автозаводского района не выявлено. Однако по ул. Борковской (район подстанции ВА3а) в проекции ЛЭП наблюдается значительное превышение фонового значения.

Превышения нормативных гигиенических требований по напряженности переменного магнитного поля промышленной частоты не было установлено ни для одной из точек.

На основании анализа результатов измерений ЭМП РЧ можно сделать следующий вывод: незначительное превышение нормативных значений напряженностей переменных электромагнитных полей радиочастотного диапазона, а также превышение нормативных значений плотности потока энергии согласно СанПиН 2.1.2.000-2000 выявлено в районе Дома связи (по Московскому проспекту, 21), где имеется передающая антенна.

Таким образом, снижение негативного воздействия ЭМП на человека возможно с помощью мониторинга жилой территории. Проведённые измерения позволяют оценить проблему воздействия переменных электромагнитных полей на жилую территорию Автозаводского района и разработать дальнейшие оптимизационные и регулирующие мероприятия снижения нагрузки на окружающую среду.

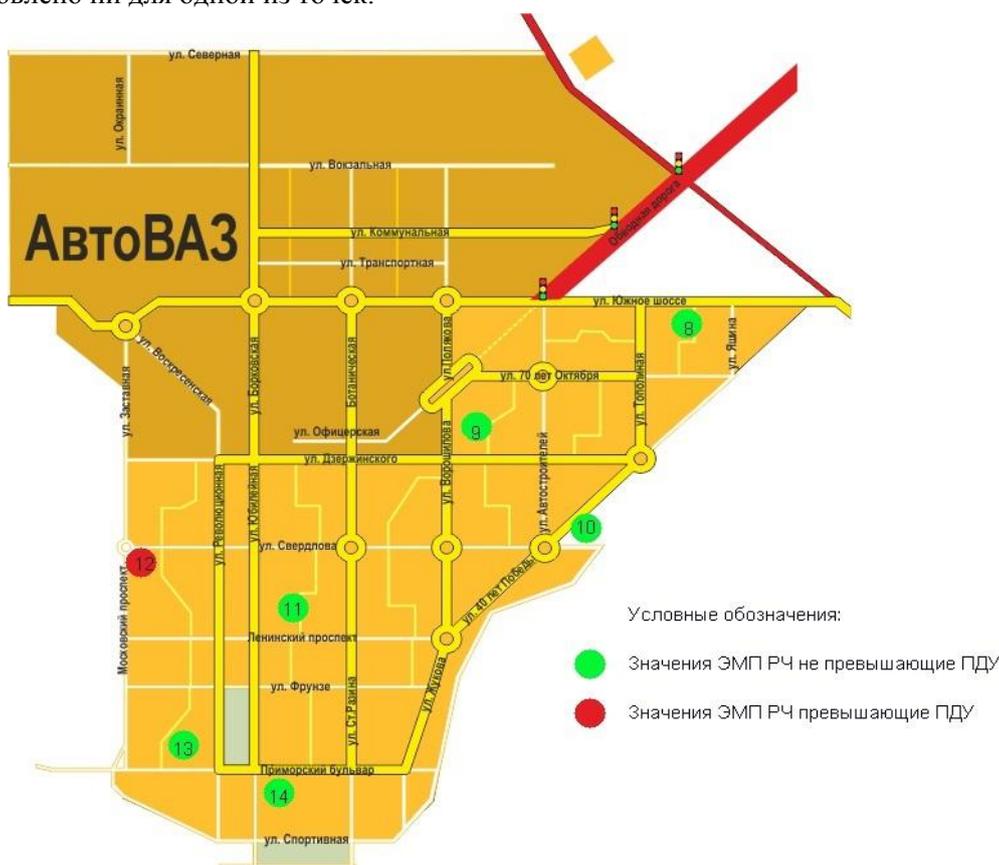


Рисунок 6 – Карта значений напряженностей переменных ЭМП радиочастотного диапазона

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А. В., Экологический мониторинг физических загрязнений на территории Самарской области. Снижение воздействия источников загрязнений: монография. Самара. 2009.

2. Васильев А. В., Васильев В. В., Школов М. А., Шишкин В. А., Каплина Р. Г. Исследование воздействия физических полей в промышленных и жилых зонах г. Тольятти. В научно-теоретическом журнале по химии и химической технологии «Российский химический журнал», № 3, том L. 2006. С. 72–78.

3. Воробьев П. В., Иванов Н. И., Рудаков М. Л., Самойлов М. М. Влияние антропогенных физических полей на население большого города. В сб. докладов

4-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новое в экологии и БЖД». 1999, т.1 С. 100–111.

4. ГОСТ 12.1.002-84. Электрические поля промышленной частоты. М. : Издательство стандартов, 1984.

5. Кузнецов А. Н. Биофизика электромагнитных воздействий. Основы дозиметрии. М. : Энергоатомиздат, 1994. 255 с.

6. Методические указания. Определение уровней электромагнитного поля, границ санитарно-защитной зоны и зон ограничения застройки в местах размещения передающих средств радиовещания и радиосвязи кило-, гекто- и декаметрового диапазонов. МУК 4.3.044-96 от 02.02.96. Госкомсанэпиднадзор России.1996.

## MONITORING OF ELECTROMAGNETIC FIELDS IN THE AVTOZAVODSKY DISTRICT, TOGLIATTI

© 2014

*L. N. Kozina*, assistant professor of the chair  
«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*D. O. Buhonov*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*V. O. Buhonov*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*E. S. Zhurilkina*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*V. V. Pererva*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* This article deals problem of exposure of electromagnetic field in city and was reviewed evaluation of the negative effects of electromagnetic fields based on the monitoring and mapping of electromagnetic fields in the Avtozavodsky district, Togliatti

*Keywords:* electromagnetic fields, evaluation of the negative effects, monitoring, living area, industrial frequency, radio frequency band, the energy flux density, map of electromagnetic fields.

## ПЕРЕРАБОТКА ЛОМА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОСРЕДСТВОМ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ

© 2014

**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры  
«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**В. В. Перерва**, магистрант  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Д. О. Бухонов**, магистрант  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Е. С. Журилкина**, магистрант  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

*Аннотация.* В настоящее время существует проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, и особый вклад в это вносят «кладбища техники». Но есть способ утилизации техники – это резка при помощи экзотермических смесей.

*Ключевые слова:* «кладбища техники», переработка, тяжелые металлы, экзотермическая смесь, загрязнение окружающей среды, термитная резка.

**Цель** – снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду путем уменьшения объема лома черных металлов посредством утилизации с помощью экзотермических смесей.

В настоящее время существует проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, и особый вклад в это вносят «кладбища техники» – территории, на которых брошенная техника ожидает переработки уже несколько десятков лет. Длительность нахождения некоторых экземпляров на свалке отсчитывается с двадцатых годов прошлого века, причем пополнение кладбищ техники происходит и до сегодняшнего дня, следовательно, выделение в окружающую среду тяжелых металлов происходит постоянно.

Свалок крупногабаритной техники, пришедшей в негодность или потерявшей свои потребительские свойства, достаточно большое количество, и эти свалки с каждым годом занимают все больше места на нашей планете.

Большую часть объектов свалок составляют корабли и подводные лодки, когда-то принадлежавшие военно-морскому флоту. Кто отвечает за суда-утопленники, российское законодательство однозначно ответить не может. Капитаны за корабли не отвечают, а судовладельцы скрываются и объявляют себя банкротами, ведь штрафы сопоставимы со стоимостью судна.

В таблице 1 приведены примеры наиболее известных в России «кладбищ техники», а также занимаемые ими площади.

Таблица 1 – Масштабы свалок крупногабаритной техники

Название	Местонахождение	Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3
Кладбище кораблей	Авачинская бухта, Камчатская область	≈ 26 250,12
	Бухта Труда, акватория Владивостока	≈ 19 706,96
	Акватория Кольского залива, Мурманская область	≈ 13 906,45
	Керченский пролив, акватория Черного и Азовского морей	≈ 63 64,54
Кладбище подводных лодок	Бухта «Незаметная», Мурманская область	≈ 5 280,66
Кладбище вагонов	База запаса ОАО «РЖД», Московская область, рядом с Домодедово	≈ 3 912,45
Σ		75 421,18

И это лишь малая часть того, что известно общественности.

Свалки лома черных металлов пагубно влияют на экологию и здоровье человека.

Загрязнение морской среды различными токсическими веществами антропогенного происхождения приводит к существенным нарушениям физико-химического состава природных вод, оказывает отрицательное воздействие на морские организмы и морские экосистемы в целом [1, 2].

Существуют доказательства наличия серьезных поражений у организмов, содержащих вы-

сокие концентрации металлов. Это – патология кровяной плазмы у рыб, поражение жаберной мембраны, гистопатология тканей. Кроме того, присутствие в воде высоких концентраций меди и цинка снижает резистентность у рыб, вызывая эпидемические заболевания. Некоторые токсичные металлы производят прямое действие на хромосомы, вызывая генетические повреждения гидробионтов [1, 5].

На рисунке 1 приведены результаты исследования загрязнения вод Кольского залива Баренцева моря тяжелыми металлами. Воды Кольского залива загрязнены ртутью, свинцом, железом, никелем, марганцем, медью [1].

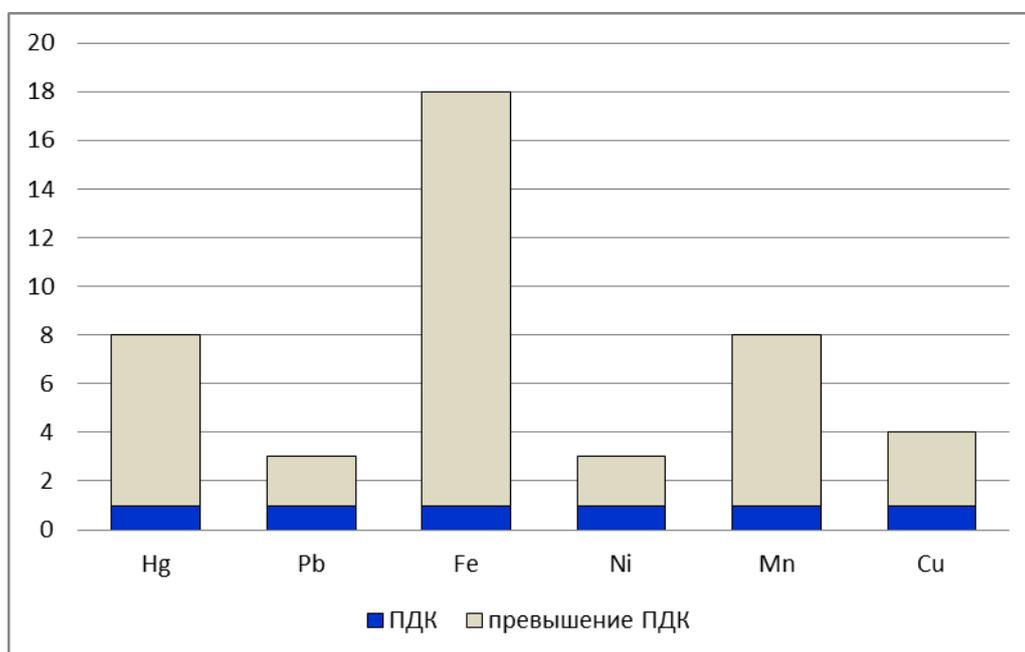


Рисунок 1 – Соотношение норм ПДК тяжелых металлов к превышаемым значениям

Концентрации ряда тяжелых металлов в водах залива были выше предельно допустимых концентраций прибрежных вод морей рыбохозяйственного значения. Максимальные значения были на уровне: ртути – 7 ПДК, свинца – 2 ПДК, железа – 17 ПДК, никеля – 2 ПДК, марганца – 7 ПДК, меди – 3 ПДК [1].

Кроме того, загрязнение Кольского залива Баренцева моря является серьезной экологической проблемой, т. к. из-за низкой температуры процесс самоочищения в нем затруднен [1, 3].

Нашему организму тоже отнюдь не безразлично количественное содержание микроэлементов, т. к. в зависимости от концентрации вещество может быть и полезным и вредным. Тяжелые металлы непосредственно влияют на

организм человека, изменяя его функции и свойства [4].

Тяжелые металлы, попадая в наш организм, остаются там навсегда, вывести их можно только с помощью белков молока и белых грибов. Достигая определенной концентрации в организме, они начинают свое губительное воздействие – вызывают отравления, мутации. Кроме того, что сами они отравляют организм человека, они еще и чисто механически засоряют его – ионы тяжелых металлов оседают на стенках тончайших систем организма и засоряют почечные каналы, каналы печени, таким образом, снижая фильтрационную способность этих органов [5, 6].

Соответственно, это приводит к накоплению токсинов и продуктов жизнедеятельности клеток нашего организма, т. е. самоотравление организма, т. к. именно печень отвечает за переработку ядовитых веществ, попадающих в наш организм, и продуктов жизнедеятельности организма, а почки – за их выведение наружу.

Тяжелые металлы являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы.

Таким образом, при злоупотреблении любым из вышеперечисленных веществ может развиться либо болезнь, либо произойдет мутация, поэтому следует беречь себя и соблюдать все положенные нормы по употреблению того или иного элемента [29].

Согласно известным технологиям изделие необходимо разделить на части для последующей переплавки. Большую проблему составляет переработка крупногабаритной техники, например, судов и подводных лодок. Причиной этого является несовершенство технологий.

У брошенной техники толщина металла колеблется от 30 до 368 мм. Поэтому были проанализированы механические и тепловые технологии переработки лома черных металлов толщиной более 30 мм.

Среди известных технологий механической резки металлов являются гидравлические ножницы, устанавливаемые на стрелу экскаватора, и угловая шлифовальная машина, которая является общедоступным инструментом. Каждая из этих технологий может работать в полевых условиях, что является их преимуществом.

Среди известных технологий тепловой резки металлов чаще всего используют газокислородный резак, преимуществом которого является его универсальность и удобство в обращении. Но также есть и еще один способ, который еще ранее не использовался для резки крупногабаритной техники – это резка при помощи экзотермических смесей, которая, по литературным данным, никогда ранее не применялась для резки крупногабаритной техники. Сырьем для экзотермической реакции служат отходы металлургического производства, как правило – это железная окалина и дешевые порошки вторичного алюминия.

В настоящее время это малоизученный способ. Во время экзотермической реакции разбивается температура до 3 000 °С, способная

прожечь любую толщину обшивки судна за несколько секунд.

Стандартная экзотермическая реакция протекает с большим выделением тепла и выглядит следующим образом [7]:



$Me_1$  – металл, стоящий левее в ряду напряжений химических элементов;

$Me_2$  – металл, стоящий правее в ряду напряжений химических элементов;

$Q$  – теплота реакции [7; 8].

Элементарная термитная смесь – железная окалина плюс алюминиевый порошок в стехиометрическом соотношении.

Чтобы осуществить термохимическую реакцию между восстановителем и окислителем, необходимо наличие определенных условий, как то: химическая чистота компонентов термитной шихты, соответствующего измельчения их, определенное соотношение составляющих термита в шихте, доведение термитной смеси до температуры начала реакции [7, 8].

В составе железоалюминиевого термита восстановителем является алюминий в порошкообразном состоянии, а окислителем – порошок железной окалины. Химическая чистота восстановителя и окислителя необходима для обеспечения определенной активности и теплотворной способности термита [7, 8].

Большое влияние на ход реакции оказывает измельчение составляющих термитной шихты. Более крупные компоненты используются в реакциях с большими порциями шихты. Для небольших порций термита применяют более измельченные порошки [7].

Кроме определенной химической чистоты и измельчения составляющих термита, в термитной шихте необходимо создать правильные соотношения компонентов [7, 8]. Наиболее оптимальный состав термитной шихты – это 30 % алюминия и 70 % железной окалины. Если процентное соотношение алюминия будет выше 30 %, то при протекании реакции будет наблюдаться пироэффект – световая вспышка, сопровождающаяся выделением дыма. Если же процентное соотношение алюминия будет меньше 30 % – будет снижаться теплотворная способность реакции.

Чтобы осуществлялась реакция между алюминием и железной окалиной, термитная шихта должна быть нагрета до температуры воспламенения, которая для железо-алюминиевого термита при химической чистоте компонентов и измельчении, а также правильно выбранном соотношении составляющих достигает 1340–1360 °С [7, 8].

При разработке технологии переработки лома черных металлов посредством экзотермических смесей был проведен патентный поиск существующих технологий, используемых для термитной резки.

Выбраны два аналога:

1. Экзотермический стержень-резак (патент РФ № 2206437), который предназначен для резки металлов и неметаллов в полевых и экстремальных условиях (в соответствии с рисунком 2).

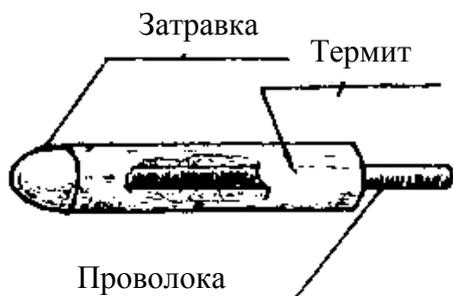


Рисунок 2 – Экзотермический стержень-резак

Стержень-резак предназначен для резки металлов и неметаллов в полевых и экстремальных условиях без применения газа, электроэнергии и специального оборудования. Запальная часть стержня состоит из смеси порошка магния, хлората калия и связующего. Режущая часть включает порошок алюминия, хлората калия и связующее. Ручка изготовлена из смеси кварцевого песка и связующего [9].

2. Устройство для ремонта деталей с открытыми поверхностными дефектами (патент РФ № 2477208), используемое для наплавки металла на детали с поверхностными дефектами (в соответствии с рисунком 3).

Изобретение может быть использовано для ремонта деталей, имеющих открытые поверхностные дефекты типа раковин, трещин, прогаров. Сущность изобретения заключается в том, что предлагаемое устройство содержит ограждение, выполненное из термостойкого материала в виде цилиндра с поперечным сечением в форме эллипса, описывающего контур дефекта

на поверхности изделия. Ограждение снабжено крышкой с центральным отверстием для поджигания экзотермической смеси. Полость ограждения заполнена экзотермической смесью со связующим. В отличие от прототипа в верхней части ограждения перед крышкой установлена перегородка из термостойкого материала, в центре которого выполнено отверстие. Кроме того, в перегородке выполнены несколько отверстий, которые расположены вокруг центрального отверстия. Диаметр всех отверстий в перегородке одинаков и равен диаметру отверстия в крышке [10].

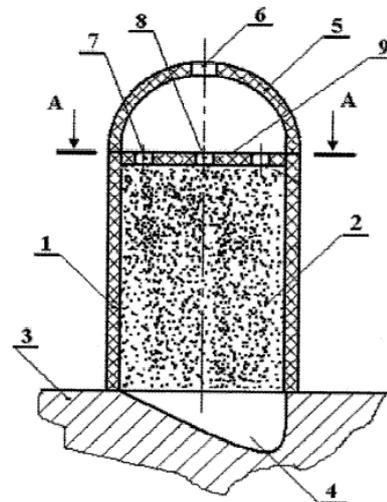


Рисунок 3 – Устройство для ремонта деталей с открытыми поверхностными дефектами

Второй аналог обладает существенным плюсом – он стационарен, достаточно форму установить на поверхность, поджечь и реакция дальше будет происходить без участия рабочего. Однако данный способ предназначен для наплавки. Следовательно, требуется специальная дозировка термитной шихты, тепло во время реакции которой способно проплавить разрезаемую поверхность.

Поэтому в разработке устройства для термитной резки именно второй аналог выбран за прототип.

Было решено остановиться именно на стационарной форме, как у прототипа, но переделать уже данную известную форму для осуществления резки.

Предлагаемую форму рекомендовано изготовить из керамического материала в форме полутрубки с зауженной частью с внутренней стороны для меньшей площади резки (в соответствии с рисунком 4).

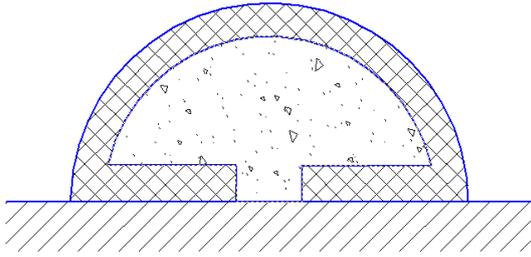


Рисунок 4 – Устройство для термитной резки

Форму заполняют экзотермической смесью. Для предотвращения высыпания смеси форму заклеивают с торцов и с основания, например картоном. Или применяют связующее вещество для компонентов смеси. Форму устанавливают на разрезаемую поверхность, поджигают сбоку и после реакции удаляют.

Резка происходит как за счет теплотворной способности экзотермической смеси, так и за счет давления перегретых во время реакции газов. Перегретые газы устремляются вверх и, не найдя выхода, сталкиваясь с оболочкой формы, устремляются вниз, оказывая давление на разрезаемую поверхность.

Данная форма может быть использована для резки металлов с большой толщиной, а именно для резки крупногабаритной техники, такой, как старое судно или подводная лодка.

Переработка свалок лома черных металлов, а именно утилизация старого судна будет состоять из следующих этапов, которые представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Последовательность операций переработки старого судна

*Разметка разрезаемой поверхности.* Данный этап содержит в себе разметку корабля, то есть нанесение на корабль линий и меток, по которым будет в дальнейшем накладываться форма с термитной шихтой.

*Изготовление форм с шихтой.* Для приготовления термитной шихты будут использоваться отходы металлургического производства – железная окалина и алюминиевая стружка.

Брать нужно эти компоненты в стехиометрическом соотношении 30:70 для повышения эффективности экзотермической реакции. Ингредиенты нужно измельчить при необходимости и тщательно перемешать. Далее подготовить керамическую емкость и засыпать внутрь приготовленную ранее термитную смесь.

*Установка формы на разрезаемую поверхность.* Форму, заполненную термитной

шихтой, нужно установить на разрезаемую поверхность. Если у поверхности, на которую нужно установить форму с шихтой имеет угол наклона более  $30^\circ$ , то для удержания формы на такой поверхности следует использовать бетонит – раствор, который следует нанести на емкость снизу, для того, чтобы при поджигании термита емкость не соскользнула с разрезаемой поверхности.

*Поджиг термита.* Для поджига термита будут использоваться термитные спички. Термитные спички во избежание ожога рук должны быть закреплены в специальной державке, на отрезке стальной проволоки или в плоскогубцах. После введения спички в термитную смесь работающий должен отойти от формы на расстояние не менее 1,5 м. Если термит не воспламенился, то повторно зажигать его нужно с большой осторожностью, не ранее чем через 5 минут.

*Удаление формы.* После того, как прошла термитная реакция, нужно подождать в течение 5 минут, пока форма не остынет, после чего снять ее и повторить все этапы сначала.

*Сбор разрезанных кусков металла.* Сбор металла будет производиться спецтехникой, на которой установлен многочелюстный грейфер.

*Отправка разрезанного металла на переплавку.* Данный этап подразумевает вывоз разрезанных кусков металла на предприятия, занимающиеся переплавкой металлолома.

#### **Достоинства:**

1. Главным достоинством данной технологии является утилизация отходов металлургических производств, а именно – железной окалины и алюминиевой стружки. При этом в термитной шихте можно использовать также и замасленную окалину.

2. Экзотермическая резка работает без применения газа, электроэнергии и специального оборудования, что делает ее универсальным методом, так как данный метод можно использовать в полевых и экстремальных условиях.

3. Термитную смесь удобно хранить и транспортировать.

4. Экзотермическая реакция при любом объеме смеси протекает за 20–30 секунд.

#### **Недостатки:**

1. Единственным недостатком данной технологии являются подготовительные операции, которые примерно будут занимать от 30 до 60 минут.

Термитные смеси развивают при горении очень высокую температуру, поэтому неосторожное обращение с ними может привести к тяжелым ожогам. Все работы, связанные с производством термитных смесей и их применением, должны производиться в соответствии с действующими Правилами, утвержденными Президиумом ЦК профсоюзов и согласованными с главным санитарным врачом.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кудасов В. И. Характеристика загрязнения тяжелыми металлами вод Кольского залива по данным исследованиям 2001–2004 гг. Вестник МГТУ, том 9, № 5. 2006. С. 833–838.

2. Савинова Т. Н. Химическое загрязнение северных морей. Апатиты, КНЦ РАН, ММБИ, 1990. 146 с.

3. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Коллектив авторов. Апатиты, КНЦ РАН. 1997. 265 с.

4. Влияние тяжелых металлов на организм. [http://knowledge.allbest.ru/ecology/2c0a65635b3bd78a5c53b88521306d27\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/ecology/2c0a65635b3bd78a5c53b88521306d27_0.html)

5. Содержащиеся в воде ионы тяжелых металлов и их воздействие на организм человека. [http://www.tdsmeter.ru/feed\\_22.html](http://www.tdsmeter.ru/feed_22.html)

6. Воздействие тяжелых металлов на организм человека. <http://forum.xumuk.ru/index.php?showtopic=6813>

7. Малкин Б. В., Воробьев А. А. Термитная сварка. МинКомХоз РСФСР, 1963.

8. Нойман А., Рихтер Е. Сварка, пайка, склейка и резка пластмасс. Справочник, 1985.

9. Нофохацкий И. В. Экзотермический стержень-резак. Патент РФ № 2169065, от 13.02.1997, В23К23/00, В23К35/00.

10. Кувшинова Н. Н., Казаков Ю. В., Лапшин А. С. Устройство для ремонта деталей с открытыми поверхностными дефектами. Патент РФ № 2477208, от 07.04.2011, В23Р6/00, В23К23/00.

## PROCESSING OF FERROUS SCRAP BY EXOTHERMIC MIXTURES

© 2014

**L. N. Kozina**, assistant professor of the chair  
«Heat, ventilation, water supply and sanitation»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**V. V. Pererva**, master  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**D. O. Buhonov**, master  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**E. S. Zhurilkina**, master  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* Currently, there is the problem of environmental pollution by heavy metals, and a special contribution to make this «graveyard of technology». But there is a way of recycling technology - is cutting by means of exothermic mixtures.

*Keywords:* «graveyard technology» processing, heavy metals, exothermic mixture, pollution, termites cutting.

УДК 621.791.3: 613.6

## ВЛИЯНИЕ ПАЙКИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

©2014

**A. Ю. Краснопецев**, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**С. А. Мальцев**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Е. А. Краснопецева**, аспирант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры  
«Энергетические машины и системы управления»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В наше время пайка широко применяется при изготовлении и ремонте различных изделий, некоторые из них невозможно создать при помощи любых других процессов соединения, это такие изделия, как: теплообменные устройства авиационной промышленности, платы сотовых телефонов, ювелирные изделия. Пайка широко используется в машиностроении. Для такого широко применяемого процесса необходимо знать, где работника может подстерегать опасность. Данное знание поможет избежать несчастных случаев на производстве и уменьшит риск возникновения различных болезней.

*Ключевые слова:* бессвинцовые технологии, воздействие на организм человека, индукционная пайка, оловянная чума, пайка, припой, плавление, смачивание припоем, токсичные вещества.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Пайка – это процесс образования неразъемного соединения с межзаточными связями путем нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления, их смачивания припоем, затекания припоя в зазор и последующей

его кристаллизации [1].

В качестве припоев при пайке используются как чистые металлы, так и различные сплавы. Выбор припоя, используемого для выполнения конкретной задачи, зависит от состава и физико-химических свойств основного материала, а также от условий эксплуатации готового изделия.

Как и большинство технологических процессов, пайка может оказывать негативное влияние на организм человека. Источниками такого воздействия являются в основном вспомогательные материалы: припой, флюсы и газовые среды.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.* Негативное воздействие на организм человека могут оказывать также условия выполнения технологического процесса пайки: высокая температура; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение источников нагрева и нагретых деталей; электромагнитные поля; ультразвук; запыленность и загазованность воздуха [2]. Подобные факторы могут встречаться при выполнении и других технологических операций, таких как: литье, штамповка, сварка, контроль качества готовых изделий и др.

*Формирование целей статьи.* Знание источников опасности, возникающих в процессе пайки, и последствий поможет избежать несчастных случаев на производстве и уменьшит риск возникновения различных болезней. Необходимо обнаружить и описать данные источники.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.* В соответствии с требованиями охраны труда, помещения, в которых выполняются паяльные работы, должны быть оснащены вытяжной вентиляцией. Работа вентиляционных установок должна контролироваться с помощью световой и звуковой сигнализации, автоматически включающейся при остановке вентиляции. Работники, занятые пайкой расплавленным припоем, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты.

Все эти требования направлены на минимизацию воздействий вредных и опасных факторов на здоровье человека, выполняющего процесс пайки.

Однако они не смогут защитить здоровье человека, если не проведена работа по уменьшению вредных веществ в составе самих используемых при пайке материалов, так как в процессе нагрева вещества, входящие в состав припоя и флюса, испаряются и разлагаются. При этом большинство из них не являются безвредными для здоровья человека.

Наибольшее распространение при производстве различных изделий с помощью низкотемпературной пайки получила система припоев олово-свинец. Данные припои применяются при пайке сталей, никеля, меди и ее сплавов, в том числе при пайке микроэлектроники. Различные соотношения олова и свинца определяют свойства припоев. Оловянно-свинцовые припои по сравнению с другими обладают рядом преимуществ: высокой смачивающей способностью, хорошим сопротивлением коррозии, удобством применения. Для обеспечения специальных свойств оловянно-свинцовые припои легируют различными элементами, в частности сурьмой, серебром, кадмием. Сурьма и серебро повышают температуру плавления оловянно-свинцового припоя, а кадмий, наоборот, снижает [3].

Процессы пайки или лужения оловянно-свинцовыми и оловянно-свинцово-кадмиевыми припоями могут сопровождаться выделением токсичных веществ: свинца и окиси кадмия, которые в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 относятся к веществам 1-го класса опасности [4]. Поступление вредных веществ в организм человека в условиях изготовления и использования припоев возможно при вдыхании загрязненного воздуха, а также с водой и пищей при несоблюдении работниками личной гигиены.

Действие свинца на организм человека заключается в поражении нервной системы, крови, сосудов. Кадмий поражает органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, внутренние органы, скелетную мускулатуру и костную ткань, вызывает раздражение кожных покровов [5].

Европейский парламент и Совет по отходам электрического и электронного оборудования (WEEE) 27 января 2003 года ввел в действие директиву 2002/96/ЕС [6], а именно переход на бессвинцовые технологии изготовления электронного оборудования.

Почти сразу же появились противники данных нововведений. Казалось бы, все очень просто: замена крайне вредного свинца менее опасными для здоровья человека веществами поможет повысить безопасность процесса пайки. Однако в данной ситуации не все так однозначно. Бессвинцовые припои имеют более высокую температуру плавления и более низкие показатели смачиваемости, чем оловянно-свинцовые. Поэтому для обработки паяемых поверхностей применяют специальные более активные флюсы, имеющие гораздо большую

вредность для здоровья человека, чем свинец, содержащийся в составе припоя. Тем более что количество свинца в припое в несколько раз меньше, чем количество используемого флюса. Проведенные исследования показали [6], что характеристики паяных швов, выполненных бессвинцовыми припоями, для условий длительной эксплуатации гораздо хуже, чем швов, выполненных припоями, содержащими свинец.

В настоящее время ведутся исследования по разработке бессвинцового припоя, который станет полноценной заменой припоям, содержащим свинец, так как на данный момент времени ни один из бессвинцовых припоев не считается полной заменой оловянно-свинцового.

Рассматривая конкретное изделие, например, легковой автомобиль, можно заметить, что источником свинца здесь является далеко не

применяемый для пайки припой, так как его количество, необходимое для получения паяных соединений, крайне мало. Для пайки всего автомобиля может быть использовано около 50 г оловянно-свинцового припоя, при этом содержание свинца в автомобильном аккумуляторе доходит до 10 кг.

Если говорить о попадании свинца в атмосферный воздух, то следует заметить, что основным его источником является автотранспорт – 68 % (рисунок 1). Более 80,8 % свинца применяется в автомобильных аккумуляторах, причем эта цифра продолжает расти. Для сравнения: в электронной промышленности используется менее 1 % всего добываемого в мире свинца [7].

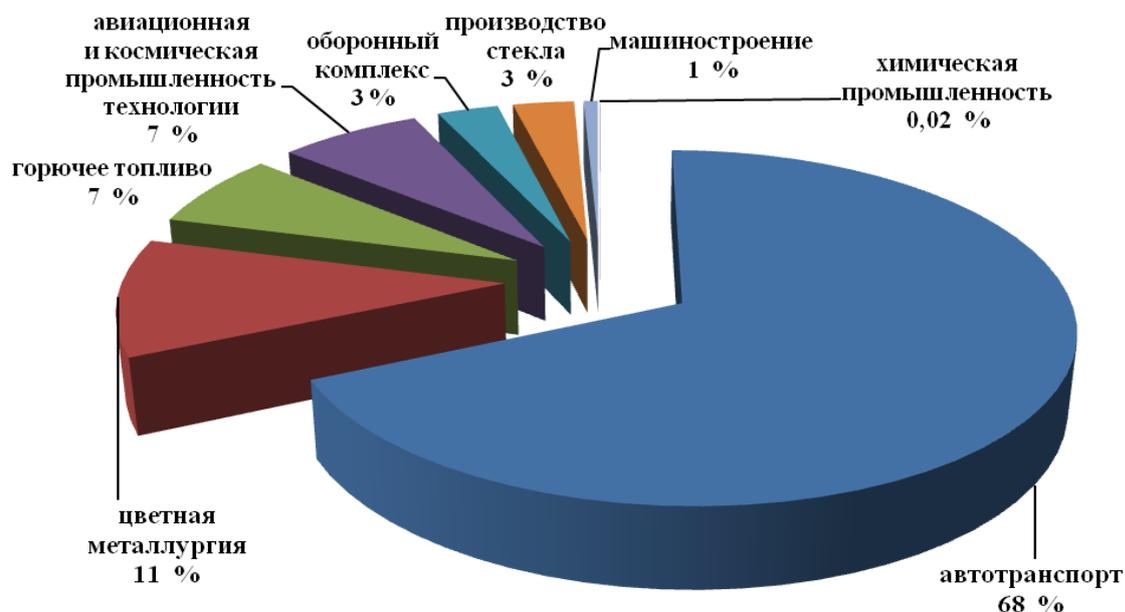


Рисунок 1 – Источники поступления свинца в атмосферный воздух

Поэтому говорить о том, что именно припой, содержащие свинец, представляют основную вредность для здоровья человека, по меньшей мере, неразумно.

Основная составляющая бессвинцовых припоев – это олово. Оно обладает особенностью, которая получила название «оловянная чума» (рисунок 2). Оловянная чума – это полиморфное превращение белого олова в серое

( $\beta \rightarrow \alpha$ ), при котором металл рассыпается в серый порошок. Причина разрушения состоит в резком увеличении удельного объема металла (плотность ( $\beta$ -Sn больше, чем  $\alpha$ -Sn) [8]. Оловянная чума может наблюдаться при понижении температуры, начиная с +13 °С. Однако при содержании в припое хотя бы 1 % свинца, подобного эффекта не наблюдается.

Что касается профессиональных заболеваний, возникающих у паяльщиков, использующих оловянно-свинцовые припои, то следует прислушаться к авторитетному мнению кандидата технических наук А. Н. Парфенова, занимавшегося вопросами перехода на бессвинцовые технологии [9]: «...как профессионал в пайке с 40-летним стажем работы руководителя технологической службы предприятия...могу объективно

утверждать, что ни одного случая профессионального заболевания в форме стационарной медицинской реабилитации по причине свинца и кадмия при пайке не было! В то же время имело место множество различных проявлений токсико-аллергических заболеваний от использования определенных органических флюсов, растворителей и моющих сред».



Рисунок 2 – Оловянная чума

Таким образом, переход на бессвинцовые технологии может только ухудшить экологическую ситуацию на производстве. И сохранить здоровье людей, связанных с процессом пайки с использованием данных припоев, не удастся. Стоит задуматься над поговоркой «Лучшее – враг хорошего» и по возможности начать возвращение к технологиям с использованием свинцовых припоев, которые качественно выполняют свою работу.

Одной из наиболее вредных для здоровья человека технологий пайки является индукционная пайка токами высокой частоты. Сам технологический процесс очень прост и удобен: необходимое для расплавления припоя тепло получается от электрического тока, индуктирующегося непосредственно в подлежащих пайке деталях. При индукционной пайке соединяемые детали располагают около или внутри специальных индукторов (токовозбуждающие катушки) и включают в электрическую цепь (рисунок 3).

Данный способ обладает преимуществами: возможность нагревать не всю деталь, а конкретную область; возможность контролировать действие как с помощью приборов, так и визуально; высокая скорость и производительность нагрева (от 100 до 250 °С в секунду) [10].

Однако на производство некоторых предприятий с использованием индукционных установок допускаются только женщины, и то лишь те, у кого уже есть минимум двое детей. Напрашивается вопрос: значит, у этих женщин детей больше может и не быть? Мужчины же вовсе обходят участки с работающим индукционным оборудованием за несколько метров, так как на них такое оборудование оказывает еще более вредное воздействие. К счастью, такие «ужасы» касаются лишь старых моделей индукционного оборудования. В новых установках, как утверждает изготовитель, вредное воздействие индуктора не распространяется на всего человека в целом, лишь на те участки, которые находятся в зоне действия оборудования. Так же говорится о том, что по прошествии определенного времени отдыха вредное воздействие рассеивается, и общий вред здоровью рабочего не наносится. Требуется располагать определенные части тела на заданном расстоянии для минимизации вредного воздействия. Все бы хорошо, однако, старые установки служат дольше и не требуют такой частой замены индуктора, поэтому зачастую рабочие продолжают работать на старом, более привычном оборудовании.

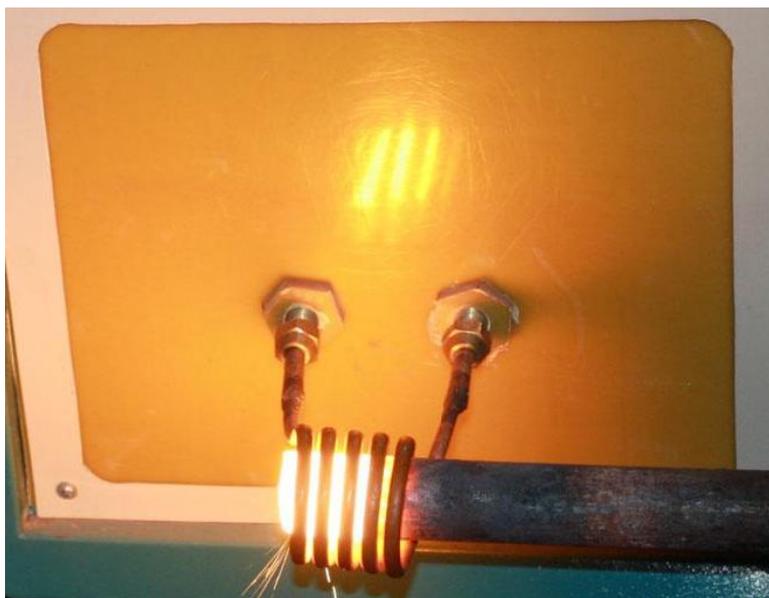


Рисунок 3 – Индуктор

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.* Необходимо обратить внимание на то, что очень часто именно сам человек является причиной своих профессиональных заболеваний из-за халатного выполнения правил техники безопасности и эксплуатации оборудования, а не процесс, в котором он задействован, за исключением, конечно, некоторых особо вредных процессов. Многие процессы можно сделать менее вредными, если вопросы охраны труда будут решаться на этапе проектирования технологических процессов и на этапе их выполнения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17325-79 «Пайка и лужение. Основные термины и определения».
2. Вредные и опасные факторы в паяльном производстве [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [http://www.svarkainfo.ru/rus/technology/payka/solder\\_bad\\_factors/](http://www.svarkainfo.ru/rus/technology/payka/solder_bad_factors/)
3. Библиотека технической литературы [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://delta-grup.ru/bibliot/18/225.htm>
4. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества.

Классификация и общие требования безопасности»

5. Мир сварки [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [http://www.weldworld.ru/3solders\\_pos.html#link6](http://www.weldworld.ru/3solders_pos.html#link6)
6. Википедия [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
7. Григорьев В. Бессвинцовая технология – требование времени или прихоть экологов? / В. Григорьев // [http://www.contractelectronica.ru/info/articles/rohs/pbf\\_technologie/](http://www.contractelectronica.ru/info/articles/rohs/pbf_technologie/)
8. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [dic.academic.ru/dic.nsf/bse/116158/Оловянная](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/116158/Оловянная)
9. Парфенов А. Н. О промсанитарии, экологической безопасности и профпригодности персонала на монтажно-сборочных работах // Практическая силовая электроника. № 9. 2003. С. 44.
10. Петрунина И. Е. Справочник по пайке: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение. 1984. 400 с.

## SOLDERING EFFECT ON HUMAN HEALTH

© 2014

**A. Y. Krasnopevtsev**, candidate of technical science, associate professor of the chair

«Welding, material handling pressure and related processes»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**S. A. Maltsev**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**E. A. Krasnopevtseva**, postgraduate student

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**L. N. Kozina**, assistant professor of the chair

«Energy Machines and Control Systems»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* In our time, the soldering is widely used in the manufacture and repair of various items, some of them are impossible to create by any other process connections are such items as: exchanger-recurrent unit of the aviation industry, the board cellular telec-new jewelry. Brazing is widely used in mechanical engineering. For such a widely-used process needs to know where the employee may in danger. This knowledge will help to avoid accidents at work and reduce the risk of various diseases.

*Keywords:* soldering, brazing, toxic substances, lead-free, tin plague, induction brazing, melting, wetting of the solder, the impact on the human body.

УДК 621.791.36:621.79.01

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ АКТИВНОСТИ ВЕЩЕСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ АКТИВАТОРОВ

© 2014

**А. Ю. Краснопецев**, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Е. А. Краснопецева**, аспирант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Применение того или иного вида активатора требует наличия знаний о его свойствах. Каждое вещество может проявлять свою активность при различных условиях (температура, атмосфера, давление, время), а в результате может быть как полезно, так и бесполезно для процесса, в котором оно применяется. Для того чтобы определить, при каких условиях проводить процесс пайки, в котором действие активатора будет положительно влиять на качество соединения, необходимо определить, при каких условиях, например температуре, активатор будет более активен.

*Ключевые слова:* пайка, температурный интервал активности, припой, вещества-активаторы, массометрическая установка, контейнер, тигель, термический цикл, изменение массы.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Пайка нержавеющей стали усложнена наличием на ее поверхности труднорастворимой оксидной пленки. Учитывая, что для удаления оксидной пленки с поверхности нержавеющей стали необходимо использовать активные флюсы, которые необходимо обязательно отмывать от готового изделия, бесфлюсовая пайка с использованием активаторов является перспектив-

ным решением некоторых проблем. При использовании активаторов при пайке в модифицированной воздушной среде может обеспечиваться не местная, как это происходит при использовании флюсов, а общая защита паяемого изделия в процессе пайки. Применение флюсов, содержащих вредные и ядовитые компоненты, оказывает негативное влияние на здоровье человека, проводящего пайку (газовыми горелками, индукционный нагрев). При пайке в контейнере

все вредные вещества находятся в замкнутом объеме и не оказывают негативного влияния на человека.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.* Несколько лет назад на кафедре «Оборудование и технология пайки» (Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы) был проведен ряд успешных экспериментов по бесфлюсовой пайке нержавеющей стали. Они состояли в том, что образцы из нержавеющей стали паялись латунию в парах цинка с добавлением активатора. В результате были получены качественные и прочные (разрыв происходил по основному металлу) паяные соеди-

нения. Проблема состояла в том, что состав применяемого активатора (комплексный активатор) был неизвестен, он уточнялся в лабораториях.

*Формирование целей статьи.* Необходимо уточнить состав комплексного активатора и изучить его свойства, на примере температурного интервала активности. Нужно изучить поведение других активаторов в условиях, близких к условиям процесса пайки.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.* Для определения температурного интервала активности веществ-активаторов проводились опыты. Опыты производились с помощью массометрической установки, схема которой представлена на рисунке 1.

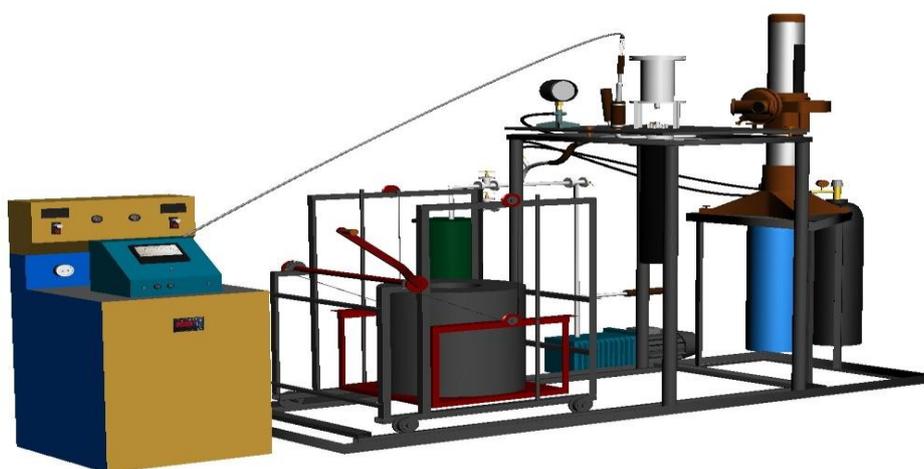


Рисунок 1 – Массометрическая установка

Исследовались температурные интервалы активности таких веществ, как:

- $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- комплексный активатор
- $\text{Na}_2\text{SiF}_6$
- $\text{TiH}_2$
- $\text{KBF}_4$

Для опытов были изготовлены специальные тигли из нержавеющей стали и графита (рисунок 2).

Последовательность операций при проведении опыта:

1. Активатор укладывался в тигель.
2. Тигель с активатором взвешивался.
3. Снимались показания катетометра без груза и с грузом.
4. Контейнер одевался на тигель с термометрами.

5. Контейнер закреплялся специальными болтами и герметизировался с помощью резиновых прокладок, находящихся на фланце контейнера.

6. Производился цикл нагрева (термические циклы представлены на рисунке 3).

7. В процессе нагрева снимались показания катетометра, секундомера и потенциометра.

8. При достижении необходимой температуры нагрев прекращался.

9. Тигель вместе с контейнером охлаждался до комнатной температуры.

10. Тигель извлекался из контейнера и взвешивался.

11. Производились расчеты.



Рисунок 2 – Тигли

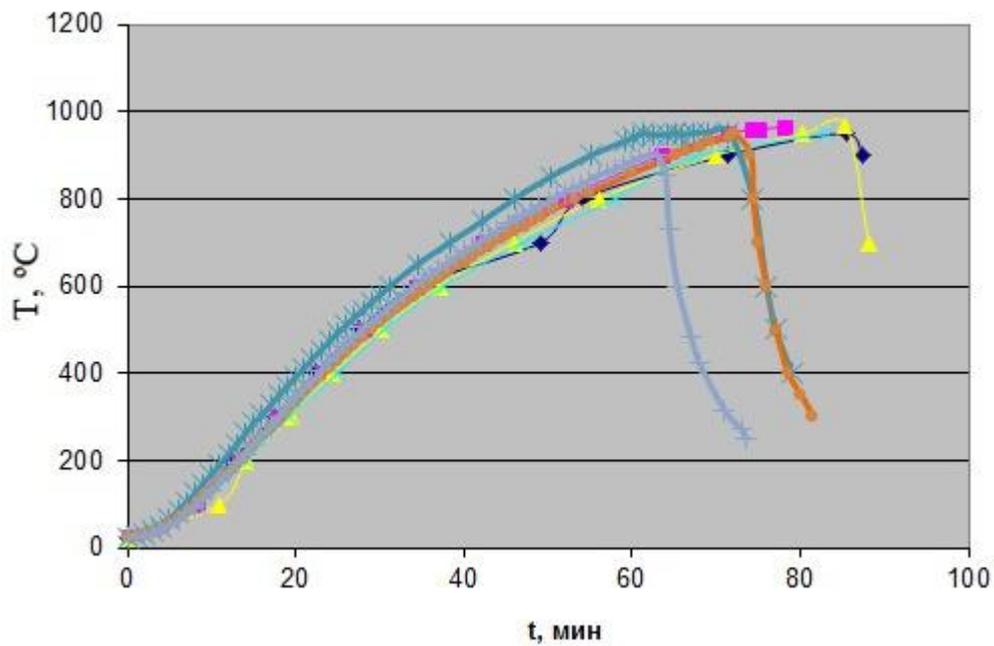


Рисунок 3 – Термические циклы

В каждом опыте снимались показания изменения положения индикатора на нити подвеса, температуры и времени, при которых они происходили. Посчитаны значения изменения массы ( $m_i$ ) в каждый момент времени.

Изменение массы по результатам взвешивания до и после опыта:

$$\Delta m = m_k - m_n. \quad (1)$$

Изменение положения индикатора:

$$\Delta l = l_k - l_n. \quad (2)$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta l} = k. \quad (3)$$

Изменение положения индикатора катетометра в каждый момент времени:

$$\Delta l_i = l_i - l_n. \quad (4)$$

Изменение массы в каждый момент времени:

$$m_i = k \cdot \Delta l_i. \quad (5)$$

По результатам каждого опыта строилась таблица и график изменения массы активатора при нагреве.

**Результаты исследований.** По данным опытов были построены графики изменения массы веществ-активаторов при нагреве (рисунок 4, 6, 9, 10, 11).

Из графика можно сделать вывод о том, уменьшение массы  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  начинается при 100 °С, активное уменьшение массы начинается при 200 °С и продолжается до 400 °С, следующий интервал уменьшения массы 900–950 °С, так же уменьшение массы наблюдается и при охлаждении до 700 °С.

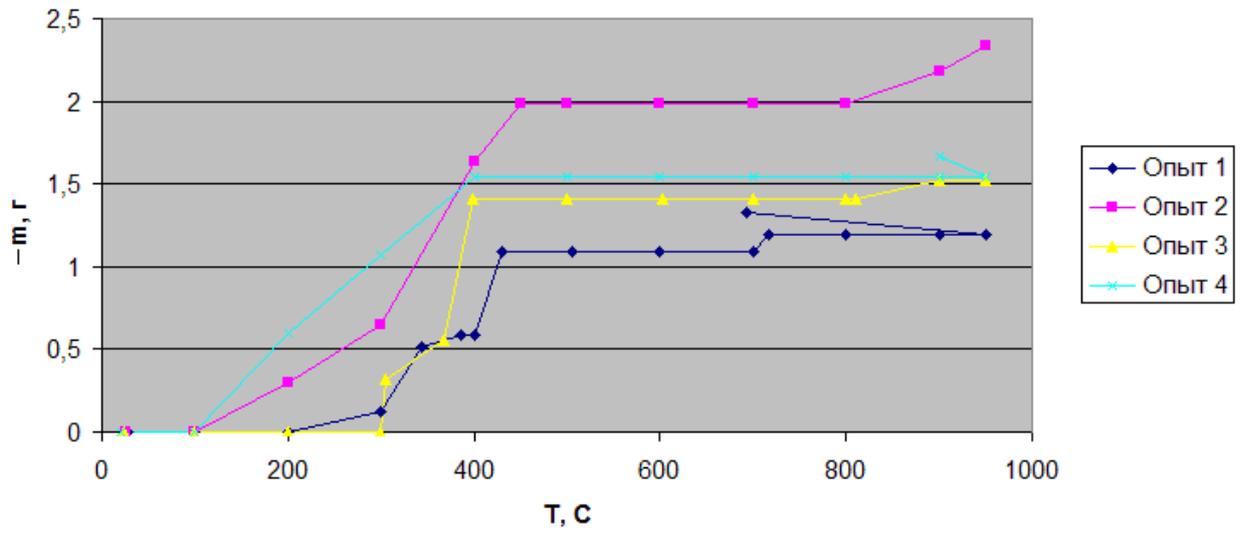


Рисунок 4 – Изменение массы буры



Рисунок 5 – Внешний вид буры при нагреве до 950 °С

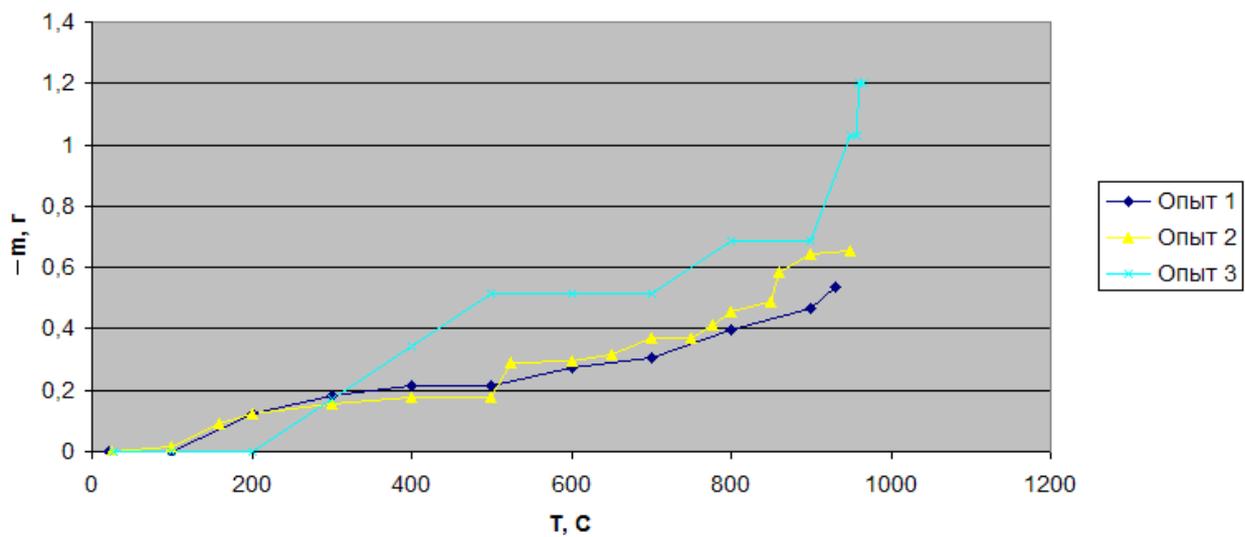


Рисунок 6 – Изменение массы комплексного активатора

Согласно графику, активное уменьшение массы происходит в интервале температур 200–950 °С, наибольшее изменение массы наблюдалось в интервале температур 700–800 °С и 900–950 °С. При нагреве выше 950 °С масса остается неизменной.

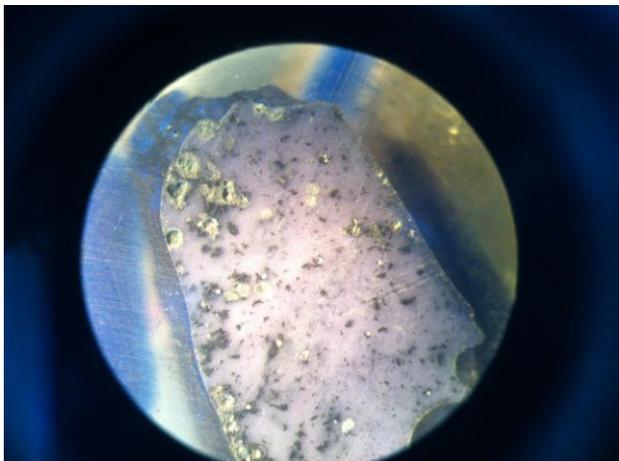


Рисунок 7 – Внешний вид комплексного активатора при нагреве до 600 °С

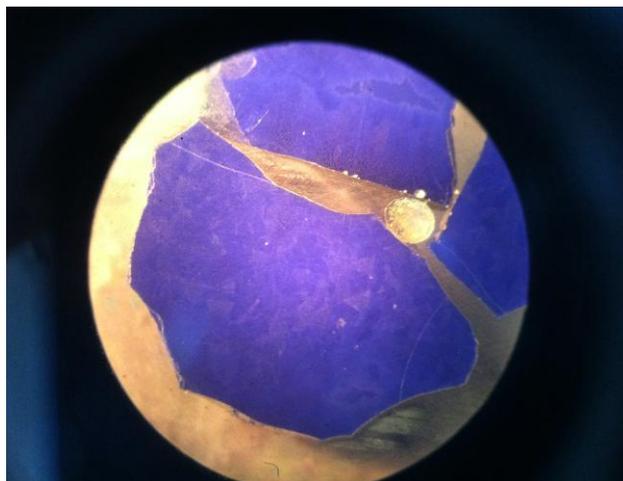


Рисунок 8 – Внешний вид комплексного активатора при нагреве до 950 °С

По графику изменения массы  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  можно судить о том, что активное уменьшение массы  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  начинается при температуре 600 °С и заканчивается при температуре 800–850 °С.

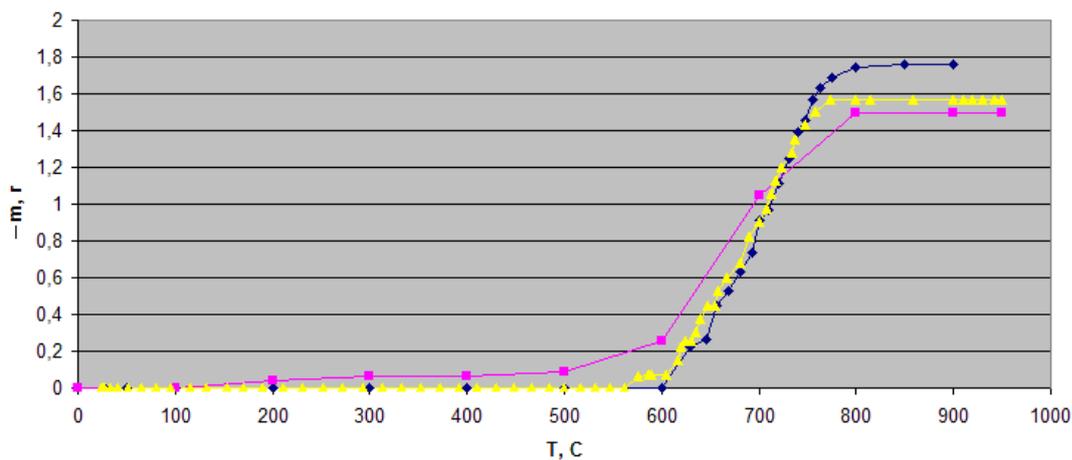


Рисунок 9 – Изменение массы  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$

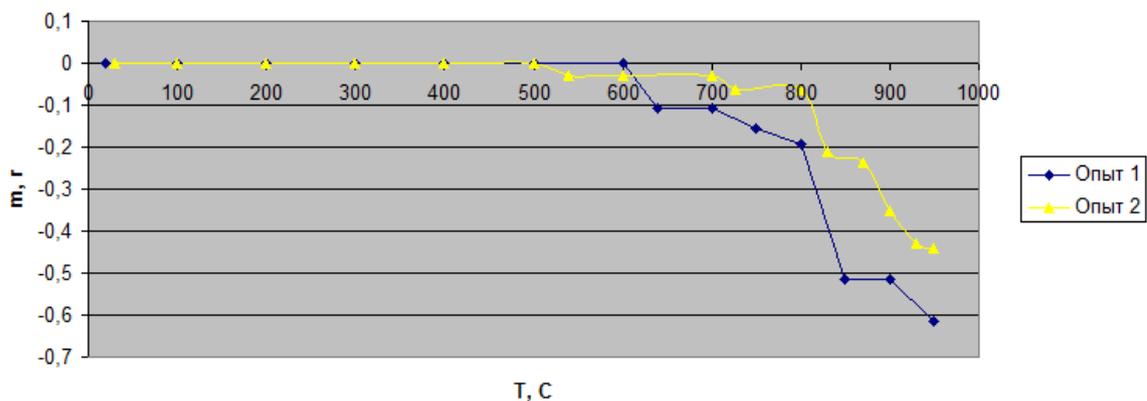


Рисунок 10 – Изменение массы  $\text{TiH}_2$

При выполнении данного опыта были получены неоднозначные результаты, по графикам изменения массы  $TiH_2$  видно, что при нагреве масса  $TiH_2$  увеличивается. Увеличение массы начинается при температуре 600–700 °С; Активное уменьшение массы  $KBF_4$  начинается при 600–700 °С и заканчивается при 980 °С.

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.* В результате проведенных исследований удалось выяснить температурные интервалы активности веществ-активаторов, а именно буры, комплексного активатора,  $Na_2SiF_6$  и  $TiH_2$ ,  $KBF_4$ .

Было выяснено, что  $Na_2SiF_6$  может быть полезен в качестве активатора при пайке припоями с температурой плавления в интервалах температур 600–850 °С. Использование  $KBF_4$  в качестве активатора наиболее рационально при пайке припоями с температурой плавления в интервалах температур 650–970 °С.  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  (бура) наиболее полезна при высокотемпературной пайке при температурах 900–950 °С. Опытным путем было выяснено, что прокаливание буры целесообразно проводить до температуры 400 °С, дальнейший нагрев с целью прокаливания нецелесообразен.

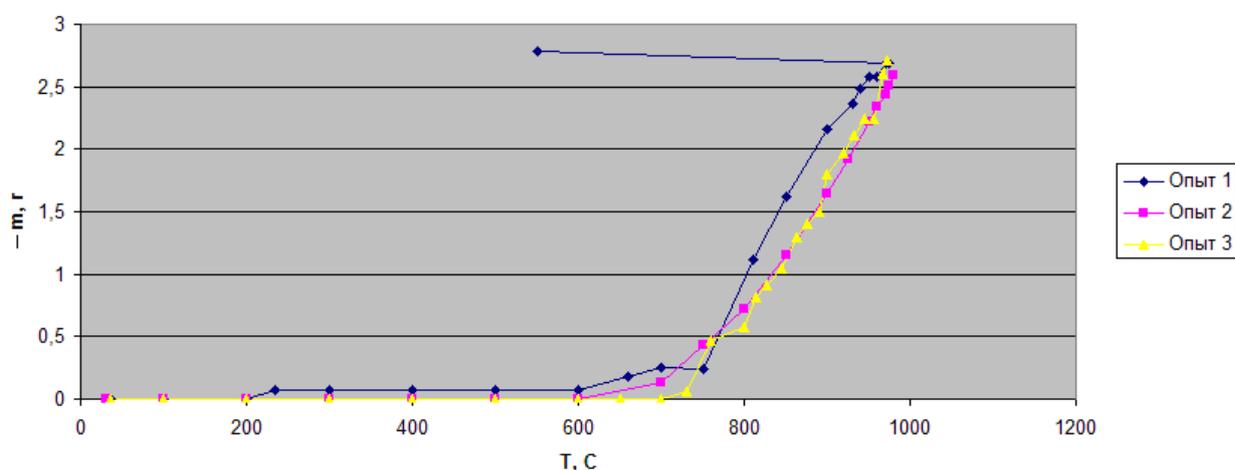


Рисунок 11 – Изменение массы  $KBF_4$

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Петрунина И. Е. Справочник по пайке: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1984. 400 с.
- Краснопевцев А. Ю. и др. Расширение технологических возможностей контейнерной пайки сталей в модифицированной воздушной среде // Пайка-2008: сборник материалов Международной науч.-техн. конф. (Тольятти, 10–12 сентября 2008 года). Тольятти: Изд-во ТГУ, 2008. 324 с.
- Краснопевцев А. Ю. и др. Исследование влияния технологических параметров на качество соединений при пайке углеродистых сталей в парах цинка методом полного факторного эксперимента // Современные проблемы повышения эффективности сварочного производства: сборник материалов Всероссийской заочной науч.-техн. конф. (Тольятти, 25–28 октября 2011 года). Тольятти: Изд-во ТГУ. 2011. 437 с.

- Краснопевцев А. Ю. Припои, образующиеся в процессе пайки // Сварочное производство. 2010. № 12. С. 15–18.
- Краснопевцев А. Ю. Контейнерная пайка: классификация и терминология // Сварочное производство. 2009. № 3. С. 40–42.
- Краснопевцев А. Ю., Сафонов М. В., Косянчук А. В., Белоусов С. И. Оптимизация режимов пайки углеродистых сталей в парах цинка // Пайка-2010. Анализ современного состояния, обсуждение перспектив и достижений в области пайки: Материалы семинара. М. : ЦРДЗ. 2010. С. 35–42.
- Планирование и обработка результатов многофакторных экспериментов: Метод.указания / Сост. Краснопевцев А. Ю. Тольятти: ТолПИИ. 1990.
- Гидрид титана [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Гидрид\\_титана](http://ru.wikipedia.org/wiki/Гидрид_титана)

## TEMPERATURE INTERVALS OF ACTIVE MATERIAL AS AN ACTIVATOR

© 2014

**A. Y. Krasnopevtsev**, candidate of technical science, associate professor of the chair  
«Welding, material handling pressure and related processes»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**E. A. Krasnopevtseva**, postgraduate student  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* The use of a particular type of activator requires knowledge about its properties. Each agent can exhibit its activity under various conditions (temperature, atmosphere, pressure, time), and the result may be both useful and useless for the process in which it is applied. In order to determine the conditions under which to conduct the soldering process in which the action of the activator will positively affect the quality of the connection, it is necessary to determine under what conditions, such as temperature, the activator will be more active.

*Keywords:* soldering, the temperature range of activity, solder, substance-activators, the mass metric machine, container, a crucible, a thermal cycle, the change in mass.

УДК 504.05

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

© 2014

**И. В. Краснопевецва**, кандидат экономических наук, доцент кафедры  
«Торговое дело и управление производством»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**С. А. Мальцев**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Е. А. Краснопевецва**, аспирант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры  
«Энергетические машины и системы управления»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В статье рассмотрен вопрос о небезопасности эксплуатации энергосберегающих ламп, раскрыты проблемы, возникающие в связи с отсутствием в российских населенных пунктах должной системы утилизации таких небезопасных для человека отходов, как ртутьсодержащие лампы.

*Ключевые слова:* энергосберегающие лампы, плюсы и минусы изобретения, ультрафиолетовое излучение, ядовитые пары ртути, метилртуть, неправильная утилизация, ртутьсодержащие отходы.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Прогресс не стоит на месте, и мы движемся вместе с ним. Однако зачастую научные открытия и изобретения в конечном итоге имеют не только плюсы, ради которых они изобретались, но и минусы. Иногда случается так, что минусы могут легко перечеркнуть все плюсы изобретения. Чтобы такого не произошло необходимо еще на этапе разработки позаботиться о безопасной нейтрализации или хотя бы минимизации вреда, исходящего, в конечном итоге, от полученного изобретения. К одному из таких

изобретений вред, исходящий от которого, может перечеркнуть пользу, относятся энергосберегающие лампы.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.* Дилемма использования энергосберегающих ламп волнует человечество не столь сильно, как должна. К сожалению, лишь малая доля людей, использующих данные лампы, знает или хотя бы когда-то интересовалась, чем ртутьсодержащие лампы могут быть вредны и

опасны. Система предупреждения об опасности данных изделий отсутствует. Человек не знает, что делать с лампой после использования и утилизирует ее как обычный бытовой отход, не подозревая, какой вред себе и окружающей среде он наносит.

*Формирование целей статьи.* Необходимо выяснить степень вреда, который может нанести использование энергосберегающих ламп, а также неправильная их утилизация на человека и окружающую среду. Нужно дать пользователю правильный алгоритм действий по утилизации отработанных энергосберегающих ламп.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.* Первого января 2011 года стартовала программа перехода к использованию энергосберегающих ламп. Этой акцией Россия следует примеру ЕС, где уже запрещен оборот ламп накаливания мощностью 100 и 75

ватт [1]. В современном мире энергосберегающие лампы с каждым днем набирают все большую и большую популярность. Этому способствуют, как и законы об энергосбережении и повышении энергетической эффективности, так и бесспорное преимущество энергосберегающих ламп перед обычными лампами накаливания. Чем же обуславливается это преимущество? Для ответа на этот вопрос рассмотрим устройство и принцип действия представленных ламп.

Как известно, в лампе накаливания находится вольфрамовая нить, которая под действием электрического тока раскаляется до яркого свечения (рисунок 1). Главным минусом является то, что у данных ламп очень низкий коэффициент полезного действия, и поэтому, как минимум, половина потребляемой лампочкой электроэнергии тратится не на освещение помещения, а на собственный нагрев.



Рисунок 1 – Лампа накаливания

Энергосберегающая лампа состоит из колбы (наполненной парами ртути и аргоном) и пускорегулирующего устройства (стартера). На внутреннюю поверхность колбы нанесено специальное вещество – люминофор. Люминофор – это вещество, излучающее видимый свет под воздействием ультрафиолетового излучения. Когда включается энергосберегающая лампочка,

то в ней, под действием электромагнитного излучения, пары ртути начинают создавать ультрафиолетовое излучение, а ультрафиолетовое излучение, в свою очередь, проходя через люминофор, преобразуется в видимый свет. Люминофор существует с различными оттенками, и, следовательно, может создавать различные цвета светового потока (рисунок 2).



Рисунок 2 – Энергосберегающие лампы

Благодаря подобной конструкции и принципу действия, энергосберегающие лампочки имеют следующее преимущество:

- экономия электроэнергии (энергосберегающая лампочка мощностью 20 Вт создает световой поток равный световому потоку обычной лампы накаливания 100 Вт) (рисунок 3);

- низкая теплоотдача (энергосберегающие лампы выделяют очень мало тепла, так как у них вся затраченная электроэнергия преобразуется в

световой поток – следовательно, энергосберегающие лампы незаменимы в условиях с ограничением уровня температуры);

- большая светоотдача (в отличие от обычной лампы накаливания, энергосберегающая лампа светится по всей своей площади);

- долгий срок службы (более чем у ламп накаливания 5–15 раз);

- выбор желаемого цвета (мягкий белый свет, холодный белый, дневной свет и т. д.) [2].



Рисунок 3 – Эквиваленты энергосберегающих ламп и ламп накаливания

К недостаткам энергосберегающих ламп можно отнести их цену, которая больше в 10–20 раз, чем у обычной лампочки накаливания. Но с учетом срока службы и низкого электропотребления использование энергосберегающих ламп все равно остается выгодным для бюджета. Хотя заявляемые производителями сроки службы (до 10–15 тысяч часов), не соответствуют действи-

тельности в реальных условиях бытового применения – при нестабильном напряжении сети и прерывистом цикле эксплуатации кратковременного включения (включить-выключить) [3].

Гораздо более серьезным недостатком является наличие ртути в энергосберегающих лампах (рисунок 4).

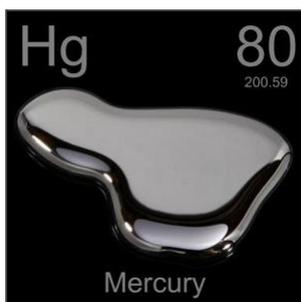


Рисунок 4 – Ртуть

Ртуть относится к чрезвычайно вредным химическим веществам (первый класс опасности), пары которой очень ядовиты и могут вызвать тяжелое отравление.

Из-за случайного повреждения лампы, пары ртути, не имеющие цвета и запаха, оказываются в воздухе. Вдыхание таких паров может

привести к тяжелым последствиям. Ртуть поражает центральную нервную систему, сосредотачивается в почках, нарушая их деятельность, также накапливается в клетках мозга и слизистой оболочке рта.

Среднее содержание ртути в энергосберегающих лампах составляет 5 мг, но в некоторых

оно может достигать целых 70 мг (для сравнения – приблизительный объем ртути в градуснике около 1 000 мг). Приведем маленький математический расчет. Допустим, что в среднем в одной двухкомнатной квартире может быть установлено 8 энергосберегающих ламп (1 – коридор, 2 – кухня, 2–1-я комната, 3–2-я комната). По данным [4], в Автозаводском районе города Тольятти расположено 565 домов с 165 288 квартирами в них. Если условно принять, что все квартиры двухкомнатные, то среднее количество ртути в лампах, установленных в жилых помещениях можно рассчитать по формуле:

$$\Sigma H_{рт} = H_{рт} \cdot N \cdot \Sigma K, \quad (1)$$

где  $\Sigma H_{рт}$  – суммарное количество ртути в лампах;

$\Sigma K$  – суммарное количество квартир, в которых установлены лампы;

$H_{рт}$  – среднее содержание ртути в одной энергосберегающей лампе;

$N$  – количество энергосберегающих ламп в одной квартире.

$$\Sigma H_{рт} = H_{рт} \cdot N \cdot \Sigma K = 0,005 \cdot 8 \cdot 165\,288 = 6\,611,52$$

Расчеты показывают, что минимум 6,6 кг ртути находится в лампах одного только района города Тольятти. Не стоит забывать, что количество ламп не остается постоянным, они выходят из строя, а на их место устанавливаются новые ртутьсодержащие лампы.

Стоит задуматься, так ли они хороши с экологической точки зрения, как о них говорят (рисунок5).



Рисунок 5 – Энергосберегающие лампы

Энергосберегающие лампы нельзя выбрасывать вместе с простым мусором ни в мусоропровод, ни в уличные мусорные баки. Их нужно

сдавать в специальные пункты по утилизации ртутьсодержащих отходов (рисунок 6).



Рисунок 6 – Участок по уничтожению ртутьсодержащих отходов

Однако в реальной жизни ситуация обстоит иначе – всего лишь единицы правильно утилизируют лампочки. Почему же так происходит?

Самое главное – не все знают о содержании ртути в лампочке. А многие из тех, кто знает, не осознают серьезность угрозы. Неорганическая ртуть опасна тем, что при взаимодействии с почвенными и водными микроорганизмами она превращается в высокотоксичное вещество – метилртуть. Метилртуть, растворяясь в воде, может длительное время служить источником хронического загрязнения вод и окружающей среды (рисунок 7).

Что делать, если разбилась энергосберегающая лампа? Как и любой носитель ртути, разбитая энергосберегающая лампочка требует к себе аккуратного отношения. Последовательность действий после того, как разбилась ртуть-содержащая лампа, должна быть следующей:

- откройте окна в квартире минимум на 15 минут, чтобы помещение хорошо проветрилось;
- при уборке осколков и частей лампочки воспользуйтесь одноразовыми резиновыми пер-

чатками: трогать лампу голыми руками не следует;

- не используйте щетку или пылесос, чтобы собрать осколки;

- соберите все осколки с помощью куска твердого картона или плотной бумаги и поместите их в герметичный пластиковый пакет;

- протрите поверхность, на которой разбилась лампа, с помощью влажного бумажного полотенца и поместите его в тот же пластиковый пакет;

- не выбрасывайте осколки вместе со всем остальным мусором. Сдайте их в специализированный пункт утилизации [5]. Считается, что употребление крупной океанической рыбы (тунец, меч-рыба) беременными женщинами может привести к попаданию метилртути через плаценту в ткани плода [5]. Следовательно, ртуть-содержащие отходы представляют собой, по образному выражению, химическую бомбу замедленного действия (рисунок 8).

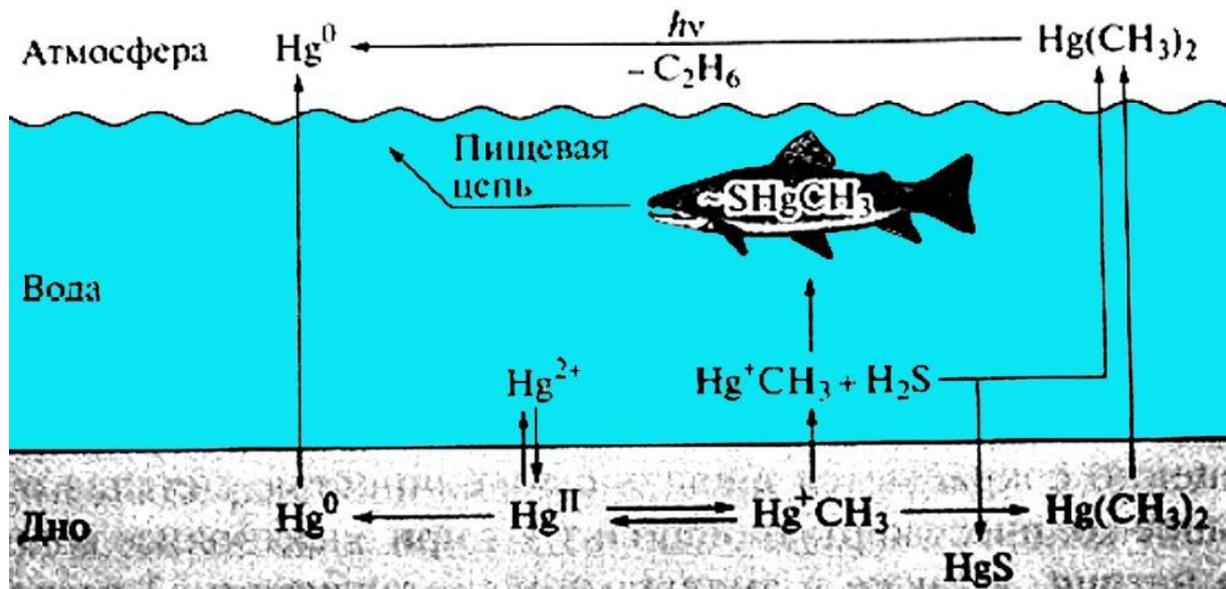


Рисунок 7 – Загрязнение вод и окружающей среды ртутью



Рисунок 8 – Рыба, содержащая ртуть

В нашей стране со стороны государства отсутствует активное содействие процессу утилизации энергосберегающих ламп. Мало того, что мест для сбора ртутьсодержащих ламп очень мало в масштабе города, так еще и многие из них работают очень неудобно для населения (ежемесячно 23 числа или с 16:00 до 16:30 по понедельникам и пятницам) [6].

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.* Для того чтобы утилизировать энергосберегающую лампочку, нужно четко знать, какую она представляет опасность, чтобы освободить время в течение рабочего дня, и съездить в пункт утилизации, который находится на определенном расстоянии. Не простая выходит задача для простого человека.

Необходимо внедрение со стороны государства четкого регламента на утилизацию энергосберегающих ламп, а также разъяснение правил и последствий неправильной утилизации ртутьсодержащих отходов среди населения. Нужно расширить количество пунктов утилизации (с удобным графиком работы), чтобы для каждого желающего утилизировать лампу он находился не более чем в 10-ти минутах ходьбы от дома.

Каждый человек должен решать за себя сам, хочет он приносить в дом ртутьсодержащие лампы, позволяющие экономить при оплате счетов за электроэнергию, или же хочет использовать проверенные лампы накаливания, или более дорогостоящие, но более безопасные свето-

диодные, галогенные лампы. Нельзя насильно заставлять население использовать какие-либо новшества, ограничивая продажу и выпуск старого и проверенного. Только тогда, когда люди осознанно пойдут на использование небезопасных технологий, они смогут отвечать за свои действия и будут делать все для сохранения своего здоровья, здоровья окружающих и экологической безопасности планеты в целом.

Никакое полезное изобретение не может быть до конца полезным, пока не будут приняты меры по устранению исходящей от него опасности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как утилизировать энергосберегающие лампы? [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [http://www.stpravda.ru/20110406/kak\\_utilizirovat\\_energoberegayuschie\\_lampy\\_52465.html](http://www.stpravda.ru/20110406/kak_utilizirovat_energoberegayuschie_lampy_52465.html)
2. Преимущества и недостатки энергосберегающих ламп [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.advicehome.ru/page9.php>
3. Энергосберегающие лампы [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://vreden-polezen.ru/tehnika-elektronika/item/2-energoberegayushie-lampy-vred.html>
4. Информация об управляющих компаниях в Автозаводском районе г. Тольятти [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://viperson.ru/wind.php?ID=654750>
5. Энергосберегающие лампы: как правильно использовать и утилизировать? [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.babygreen.ru/energysaving/2010/02/08/165/>
6. В Тольятти остро стоит вопрос с утилизацией энергосберегающих ламп [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://tltgorod.ru/news/theme-5/news-21308/>

## ECONOMIC GAIN AND ENVIRONMENTAL PROBLEM

© 2014

**I. V. Krasnopevtseva**, candidate of economical science, associate professor of the chair  
«Trading Business and Production Management»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**S. A. Maltsev**, master  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**E. A. Krasnopevtseva**, postgraduate student  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**L. N. Kozina**, assistant professor of the chair  
«Energy Machines and Control Systems»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* In clause the question about Not safe operation Saving up energy lamps is considered, the problems arising in connection with absence in the Russian settlements of due system of recycling of such unsafe waste for the person, as Containing mercury lamps are opened.

*Keywords:* saving up energy lamps, pluss and minuses of the invention, ultra-violet radiation, poisonous pairs mercury, marked mercury, wrong recycling, containing mercury waste.

УДК 330.15: 332.8

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

© 2014

**И. В. Краснопевецва**, кандидат экономических наук, доцент кафедры  
«Торговое дело и управление производством»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Е. А. Краснопевецва**, аспирант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**С. А. Мальцев**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры  
«Энергетические машины и системы управления»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В статье отмечается необходимость экономии энергетических ресурсов для сохранения их запасов на более длительное время, определяются основные сферы и возможности энергосбережения, рассматривается ряд инновационных направлений, позволяющих решить данную проблему.

*Ключевые слова:* энергетические ресурсы, комфортная температура, теплоизоляция жилых помещений, энергосбережение, солнечные батареи, энергия приливов и отливов, энергия ветра, ветроэнергостановки.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Далеко не секрет, что запасы высококачественного топлива, находящиеся в земле, весьма ограничены. Решение задачи энергосбережения позволит растянуть эти запасы на более длительное время и зарезервировать необходимую их часть для неэнергетических нужд, таких как: производство лекарств, смазочных мате-

риалов и других продуктов, в состав которых входит ископаемое топливо [1].

Каждое государство в процессе экономического развития сталкивалось с проблемой неэффективного использования энергетических ресурсов, и каждое из них было вынуждено решать эту проблему. Россия является страной с различными климатическими зонами, кардинально различающимися по объемам потре-

ния энергии. Поэтому каждый регион должен разрабатывать свои нормы энергопотребления, в зависимости от климатических условий, в которых приходится жить его гражданам, и искать свои пути сбережения, пока еще доступных людям исчерпаемых энергетических ресурсов.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой*

*проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных раньше частей общей проблемы.* Благодаря Гольфстриму страны Европы, прилегающие к Атлантическому океану, отличаются более мягким климатом (рисунок 1), но в последние годы в связи с остыванием Гольфстрима зимы в Европе становятся более суровыми.

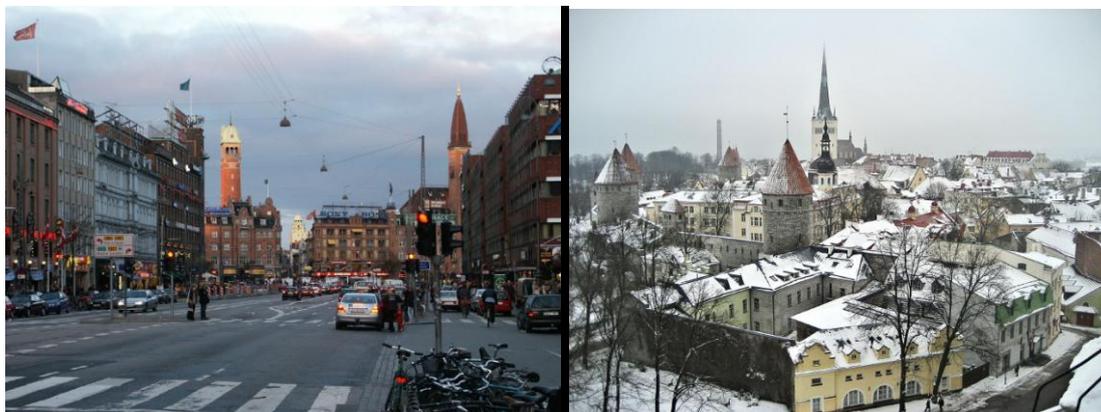


Рисунок 1 – Зима в Европе

Мягкие зимы требуют меньших затрат энергии. Однако изменившийся в Европе климат приводит к тому, что европейцы увеличивают свои расходы на отопление жилых помещений. Статистика показывает, что на отопление квартиры площадью 60 м<sup>2</sup>, например, литовцы платят от 100 до 850 литов в зависимости от состояния дома, что в переводе на рубли составляет около 10 тыс. руб. за двухкомнатную квартиру [2]. Таким образом, даже весьма экономный расход энергии требует от населения немалых финансовых затрат.

*Формирование целей статьи.* Целью данной статьи является определение основных на-

правлений решения проблемы сбережения энергетических ресурсов.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.* Добиваться экономии энергии путем уменьшения ее количества для отопительных нужд и снижения комфортных для человека температур в наших климатических условиях просто преступно. Указанные на рисунке 2 нормы температур наверняка считаются удовлетворительными, однако при температуре в офисе (+16 °С) мысли работника будут направлены не на решение рабочих проблем, а на наличие теплой одежды и чашки горячего чая [3].

В квартирах		В общественных местах	
Жилые комнаты	20° - 22°	Офисы	16° - 24°
Кухня	19° - 21°	Кинотеатры	16° - 24°
Туалет	19° - 21°	Магазины	16° - 24°
Ванная комната	24° - 26°		

Рисунок 2 – Нормы температур в жилых помещениях и общественных местах [3]

Автоматическая система регулирования температуры домашних отопительных приборов

при изменении наружной температуры воздуха – это хорошая попытка экономии энергоресурс-

сов, однако она имеет свои существенные недостатки. При наружной температуре воздуха (-20 °С), батареи в квартирах вполне могут обеспечить комфортную для жильцов температуру, однако при повышении температуры на улице до (-10 °С) система автоматически уменьшает температуру батарей и квартира вновь остывает, не успев прогреться. Подобная система может привести к задуманной экономии только при условии хорошей теплоизоляции домов, что на самом деле отсутствует. Создать в своих домах комфортные температурные условия жильцы могут только используя дополнительный обогрев электричеством или газом, что приводит к

дополнительной неадекватной растрате исчерпаемых энергетических ресурсов. Поэтому одной из основных сфер энергосбережения является качественная теплоизоляция жилых помещений, действительно позволяющая осуществлять экономию электро- и тепловой энергии.

Другим, весьма эффективным способом сбережения электрической и тепловой энергии, является применение солнечных батарей (рисунок 3), что находит широкое применение в странах Европы, имеющих большое количество солнечных дней в году. В основе работы солнечных батарей лежит солнечная энергия, которую дают солнечные лучи.



Рисунок 3 – Солнечные батареи

Один квадратный метр Солнца излучает 62 900 кВт энергии. Это примерно соответствует мощности работы 1 миллиона электрических ламп. Солнце дает Земле каждую секунду 80 тысяч миллиардов кВт, т. е. в несколько раз больше, чем все электростанции мира. Перед современной наукой стоит задача – научиться наиболее полно и эффективно использовать энергию Солнца, как наиболее безопасную. Поэтому солнечные батареи применяются во многих сфе-

рах жизни человека. Ученые считают, что повсеместное использование солнечной энергии – это будущее человечества [4].

Солнечные батареи применяются на современных автомобилях Toyota Prius. Расположенные на крыше автомобиля солнечные батареи (рисунок 4) выполняют следующую функцию: при внезапно закончившемся топливе, благодаря работе батареи, автомобиль может проехать еще около 1,5 км.



Рисунок 4 – Автомобиль с солнечными батареями на крыше

Солнечные батареи используются в жилых домах, как правило, отрезанных от цивили-

зации. Крыши домов укрывают солнечными батареями (рисунок 5), которые вырабатывают

электричество для освещения, работы бытовых приборов и нагрева воды.



Рисунок 5 – Дом, с солнечными батареями на крыше

Солнечные батареи используются также для энергообеспечения целых населённых пунктов. Например, электростанция, расположенная в Испании, оборудована солнечными батареями и направленными на них зеркалами, которые отражают и фокусируют свет (рисунок 6). Около 10 тысяч близлежащих домохозяйств снабжаются получаемой электроэнергией.

Солнечные батареи являются одним из основных способов получения энергии на космических аппаратах. В процессе работы они не расходуют материалы и экологически безопасны.



Рисунок 6 – Солнечная башня в Севилье

Получать энергию приливов и отливов могут только населенные пункты, расположенные на берегу морей и океанов, поэтому для лю-

В микроэлектронике солнечные батареи также широко используются для обеспечения подзарядки различной мелкой бытовой электроники: калькуляторов, фонариков, сотовых телефонов и т. д. В 2009-м году компанией Samsung была представлена интересная разработка: телефон «E1107 Crest Solar» (рисунок 7), на обратной стороне которого расположена солнечная панель, пополняющая заряд аппарата [5].

Существуют и другие способы получения энергии, не связанные с расходом ископаемых топливно-энергетических ресурсов, такие как энергия приливов и отливов, энергия ветра.



Рисунок 7 – Мобильный телефон Samsung E1107 Crest Sola

дей, проживающих в центре материков, вдали от водных источников, такое энергообеспечение невозможно. Более доступной является энергия

ветра, которая используется в местностях с небольшим количеством солнечных дней в году, где применение солнечных батарей имеет низкую эффективность.

Энергия ветра, являясь производной энергии солнца, образуется за счет неравномерного нагревания поверхности Земли. Каждый час Земля получает 100000000000000 кВт/ч энергии солнца. Около 1–2 % солнечной энергии преобразуется в энергию ветра. Этот показатель в 50–100 раз превышает количество энергии, преобразованной в биомассу всеми растениями Земли [6].

На протяжении многих тысячелетий человечество использует энергию ветра. Энергия ветра привлекательна с точки зрения экологии: при ее использовании нет выбросов в атмосферу, нет опасных радиоактивных отходов. Ветер, как первичный источник энергии, ничего не стоит и может использоваться децентрализованно. Нет необходимости в создании таких инфраструктур как, например, при производстве и передаче электроэнергии, выработанной за счет сжигания нефти или природного газа.

Ветроэнергостановки преобразуют кинетическую энергию ветра в электрическую с помощью генератора. Лопасти ветряков используются подобно пропеллеру самолета для вращения центральной ступицы, подсоединенной через коробку передач к электрическому генератору (рисунок 8). Естественно, что наибольший ветровой потенциал наблюдается на морских побережьях, на возвышенностях и в горах. Тем не менее существует еще много других территорий с потенциалом ветра, достаточным для его использования в ветроэнергетике. Как источник энергии, ветер является менее предсказуемым в отличие от, например, солнца, однако в определенные периоды времени наличие ветра наблюдается на протяжении целых суток [6]. Преимуществом ветроэнергостановок перед солнечными батареями является то, что они работают круглосуточно в любую погоду под открытым небом. В настоящее время созданы высокопроизводительные ветроэнергостановки, способные вырабатывать электроэнергию даже при очень слабом ветре.



Рисунок 8 – Ветроэнергостановки

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.* Возможности широкого энергосбережения в виде использования солнечных батарей, ветроэнергостановок, электростанций, работающих на приливах и отливах, имеют место в нашей повседневной жизни. Еще большее их применение и даже массовый переход на использование альтернативных энергетических ресурсов становится в настоящее время все более актуальным и необходимым, при условии, что количество ископаемых топливно-энергетических ресурсов ограничено и с каждым годом уменьшается.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы повышения энергоэффективности [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://energyeffect.net/index.php-id=25.html>
2. Тепло в литовском доме [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://pavel-shipilin.livejournal.com/76378.html>
3. Какая норма температуры в квартире зимой? [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.bolshoyvopros.ru/questions/152-kakaja-norma-temperature-v-kvartire-zimoi.html>
4. Как используют солнечную энергию [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://realproducts.ru/kak-ispolzuyut-solnechnuyu-energiyu/>
5. Портативные солнечные батареи для мелкой бытовой техники [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.sun-battery.biz/http://caesber.ru/news/energo/39462/>
6. Энергия ветра [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://teplonasos.ua/raznoe/drugie-istochniki-energii/veter/>

## INNOVATIVE APPROACHES TO ECONOMY POWER RESOURCES

© 2014

- I. V. Krasnopevtseva**, candidate of economical science, associate professor of the chair  
«Trading Business and Production Management»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**E. A. Krasnopevtseva**, postgraduate student  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**S. A. Maltsev**, master  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*  
**L. N. Kozina**, assistant professor of the chair  
«Energy Machines and Control Systems»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*Annotation.* The article need to conserve energy resources for the preservation of their stocks for a longer time indicates the main areas and opportunities for energy savings are determined by a number of innovative directions that allow to solve this problem is considered.

*Keywords:* power resources, comfortable temperature, isolation of heat premises, the savings of energy, solar batteries, a tidal energy, a wind power, wind installations for development of energy.

УДК 004.056.5

## КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНАХ

© 2014

- С. А. Мальцев**, магистрант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Е. А. Краснопевецова**, аспирант  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*  
**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры  
«Энергетические машины и системы управления»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В данной статье рассмотрен вопрос о безопасном хранении личных данных в современных мобильных телефонах (смартфонах), также приведена тенденция развития мобильных телефонов, выполнен анализ возможных способов утечек информации и путей ее сохранения.

*Ключевые слова:* мобильные телефоны, сохранность личной информации, защита информации, мобильные антивирусы, конфиденциальность, смартфон, Интернет, резервное копирование, восстановление информации.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Современные мобильные телефоны существенно отличаются от своих предшественников, а именно практически все из них дополнены функциональностью карманного персонального компьютера. Это означает, что они так-же стали подвержены компьютерному взлому и, следовательно, необходимо уделять соот-

ветствующее внимание безопасности и сохранности данных.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.* В наше время большинство людей относятся к мобильным телефонам так же, как и 10 лет назад, не уделяя должного внимания тому, что расширение функционала позволило не

только хранить и обрабатывать личную информацию в устройстве, но и использовать ее во вред злоумышленниками.

*Формирование целей статьи.* Необходимо выявить потенциальные угрозы и каналы утечки личной информации в современных мобильных телефонах (смартфонах).

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных науч-*

*ных результатов.* В настоящее время редкость встретить человека, у которого нет мобильного телефона. Если 20 лет назад стоимость мобильного телефона не сильно отличалась от цены нового автомобиля, а 10 лет назад они приобретались только в случае острой необходимости, то сейчас сотовые телефоны есть практически у всех(рисунк1,2)[1,2].

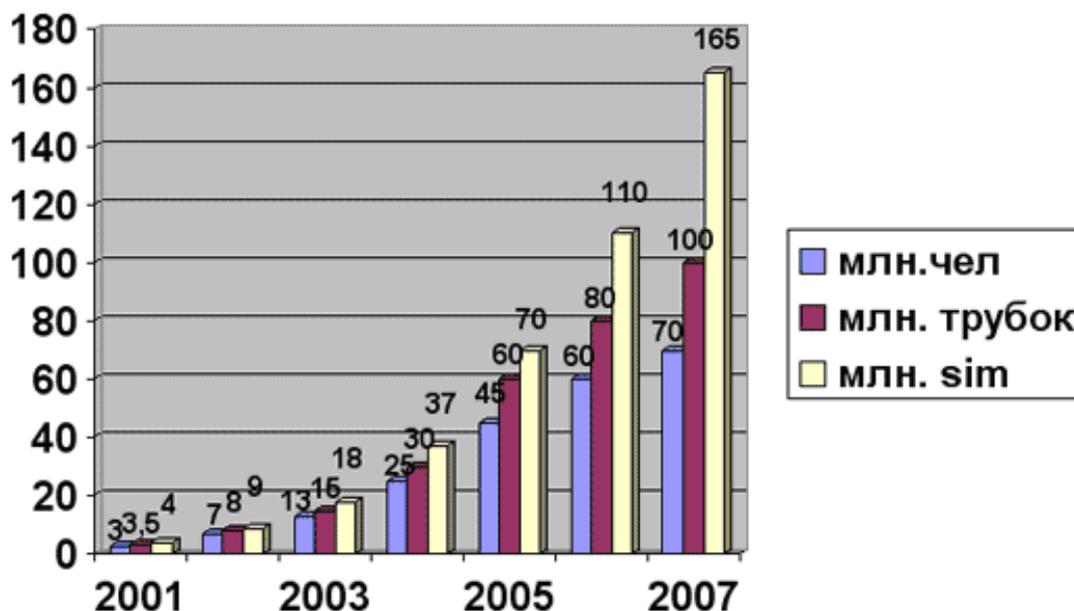


Рисунок 1 – Динамика числа пользователей услуг мобильной связи в России 2001–2007 гг.

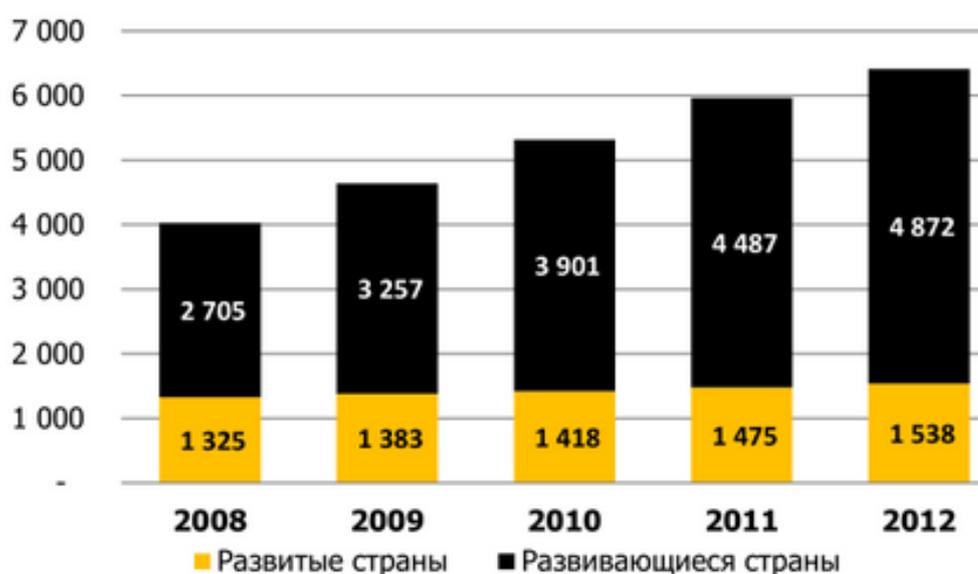


Рисунок 2 – Количество абонентов мобильной телефонной связи в мире, млн 2008–2012 гг.

Первым сотовым телефоном является Motorola DynaTAC (рисунок 3). Это была трубка весом около 0,8 кг и размерами 22,5x12,5x3,75 см, без учета гибкой обрешиненной антенны [3].



Рисунок 3 – Motorola DynaTAC

Поскольку подобный аппарат был не удобен для постоянного его использования в повседневной жизни, многие компании (Ericsson, Nokia, Alcatel и т. д.) старались решить эту проблему. Данная задача была успешно решена к началу 21-го века. Например, выпущенный в четвёртом квартале 2000 года компанией Nokia 3310 (рисунок 4) полностью выполняет задачи простого телефона, необходимого в первую очередь для связи [4]. Однако, выполнив первоочередную задачу, производители решили на достигнутом не останавливаться и стали улучшать мобильные телефоны прочими дополнительными

функциями (цветной дисплей, камера, музыкальный плеер и т. д.). Таким образом, современный мобильный телефон уже является практически портативным компьютером. Если в недалеком прошлом на витринах магазинов в характеристиках телефонов указывали, является ли дисплей цветным, то теперь указывается, какой стоит процессор, объем оперативной памяти и т. д. (рисунок 5) [5].



Рисунок 4 – Nokia 3310

Такие возможности телефонов способствовали тому, что теперь мы храним в них все больше и больше личной информации. Сейчас в наших телефонах помимо простой записной книжки также содержатся фотографии, документы, а функции GPS позволяют телефону фиксировать точное местоположение. Не у многих появляется следующий вопрос: «А насколько все это безопасно?»



	<b>Samsung Galaxy S II</b>	<b>HTC Sensation</b>	<b>HP Pre3</b>
Платформа	Android 2.3 с надстройкой TouchWiz	Android 2.3 с надстройкой Sense	webOS 2.2
Дисплей (разрешение)	4,3 дюйма (800x480 точек, 218 ppi)	4,3 дюйма (960x540 точек, 256 ppi)	3,58 дюйма (800x480 точек, 260 ppi)
Процессор	1,2 ГГц, 2 ядра	1,2 ГГц, 2 ядра	1,4 ГГц, 1 ядро
Оперативная память	1 Гбайт	768 Мбайт	512 Мбайт
Встроенная память	16 Гбайт	1 Гбайт	16 Гбайт
Карты памяти	microSD	microSD	Не поддерживаются
Камера внешняя/фронтальная	8 Мпикс/2 Мпикс	8 Мпикс/0,3 Мпикс	5 Мпикс/0,3 Мпикс
Беспроводные интерфейсы	Wi-Fi, Bluetooth 3.0	Wi-Fi, Bluetooth 3.0	Wi-Fi, Bluetooth 2.1
Батарея	1650 мАч	1520 мАч	1230 мАч

Рисунок 5 – Характеристики современных мобильных телефонов

Практически все люди серьезно относятся к безопасности своего персонального компьютера, устанавливают на него антивирусные программы и уделяют нужное внимание выполняемым действиям. Но вот к мобильному телефону многие до сих пор относятся как к «простому средству связи» и не обращают внимания, когда игровая программа при установке запрашивает разрешение на определение местоположения (рисунок 6).

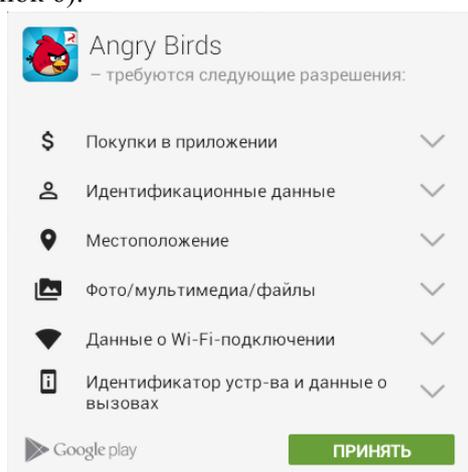


Рисунок 6 – Установка игровой программы на телефон

Мало кто уделяет должное внимание тому, какую именно информацию запрашивает его телефон. Например, для полноценного использования смартфонов iPhone компании Apple необходимо создать так называемый Apple ID.

При его создании нужно указывать свое имя, фамилию, почтовый адрес, дату рождения (рисунок 7) [6].

Таким образом, компания-производитель владеет довольно подробной информацией о своих потребителях. Особую опасность представляют те сервисы, которые настроены на обеспечение удобства пользованием своими персональными данными. Например, сервис резервного копирования и восстановления данных. Он дружелюбно предлагает нам не потерять информацию, в случае возникновения незапланированной ситуации. Для этого нужно сделать копию данных телефона и сохранить ее в своей учетной записи в интернете. Иными словами, мы добровольно отправляем абсолютно всю личную информацию на сервер компании, предоставляющей нам данную услугу. Довольно большой процент современных телефонов постоянно подключены к глобальной сети Интернет, и лишь немногие из них защищены должным образом. 21 ноября 2013 г. Международная антивирусная компания ESET совместно с журналом «Директор по безопасности» провела исследование, направленное на то, чтобы выяснить, каким образом пользователи защищают свои мобильные устройства. Среди предложенных вариантов самым популярным оказался ответ «Никак» (56 % опрошенных). На втором и третьем месте оказались «Использую встроенные средства защиты» (17 %) и «Использую ан-

тивирус для мобильного устройства» (8 %). Еще 19 % опрошенных затруднились дать ответ. Если же из результатов опроса исключить 19 % неопределившихся респондентов, то цифры будут еще печальнее – 69 % никак не защищают свои мобильные устройства, и всего треть пользователей используют хотя бы какую-то антивирусную защиту (21 % встроенную и 10 % – полноценный мобильный антивирус (рисунок 8) [7].

## Создание Apple ID

### Имя

Введите полное имя.

Имя

Отчество/второе имя

Фамилия

### Почтовый адрес

Введите почтовый адрес.

Страна/регион

Компания/организация

Адрес, строка 1

Адрес, строка 2

Адрес, строка 3

Город

Область/край

Почтовый индекс

Рисунок 7 – Создание Apple ID

Довольно большое внимание разработчиков вредоносного программного обеспечения сосредоточено именно на платформах смартфонов, а количество и «качество» мобильных угроз демонстрируют бурный рост. Поэтому необходимо должным образом защищать мобильный телефон, чтобы предотвратить заражение вредоносными или шпионскими программными обеспечениями [7].

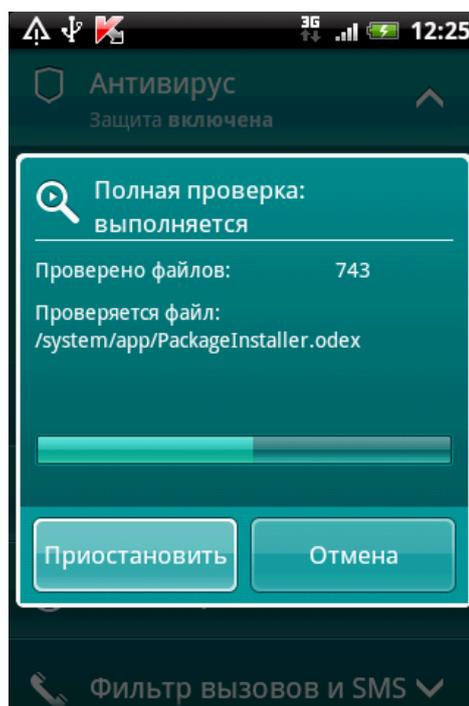


Рисунок 8 – Мобильный антивирус

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.*

Современные мобильные телефоны содержат функции карманного персонального компьютера, а следовательно, им необходимо уделять должное внимание по вопросам защиты личной информации. Прежде всего, сам пользователь, устанавливая новое приложение на телефон, должен задуматься, хочет ли он сообщать о себе ту или иную информацию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сколько в России абонентов мобильной связи? [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.marketologi.ru/publikatsii/stati/skolko-v-rossii-abonentov-mobilnoj-svjazi/>
2. J'son & Partners Consulting оценил рынок связи в России [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.content-review.com/articles/26657/>
3. Motorola DynaTAC [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Motorola\\_DynaTAC](https://ru.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC)
4. Nokia 3310 [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia\\_3310](https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia_3310)
5. Предполагаемые характеристики смартфона iPhone 5 [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://digit.ru/infografika/20110714/382882525.htm>

6. Создание Apple ID [Электронный ресурс]. – Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <https://appleid.apple.com/account>.

7. Всего 10 % пользователей установили мобильный антивирус [Электронный ресурс]. –

Электрон. ст. – Режим доступа к ст. <http://www.esetnod32.ru/company/press/center/vse-go-10-polzovateley-ustanovili-mobilnyy-antivirus/>

## CONFIDENTIALITY OF INFORMATION IN ADVANCED MOBILE PHONES

© 2014

*S. A. Maltsev*, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*E. A. Krasnopevtseva*, postgraduate student

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*L. N. Kozina*, assistant professor of the chair

«Energy Machines and Control Systems»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* In this article, the issue of safe storage of personal data in the modern mobile phone (smartphone) is considered, as well the development trend of mobile phones is given, an analysis of possible ways to leak information, and ways to save is made.

*Keywords:* mobile phones, the safety of personal information, protection of information, mobile anti-virus, privacy, smartphone, internet, backup, recovery information.

УДК 697.921.47

## АНАЛИЗ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ УСТАНОВОК С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА

© 2014

*Е. Б. Миронов*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис»,

*А. Н. Шишарина*, магистрант,

*ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-экономический институт,*

*г. Княгинино (Россия)*

---

*Аннотация.* Проблема энергосбережения касается, в частности, агропромышленного комплекса, где значительная доля энергоресурсов расходуется на силовое питание, подогрев теплоносителей для различных технологических нужд, освещение мастерских, поэтому использование наиболее эффективных энергосберегающих средств и методов в данной области становится актуальной задачей.

Одной из форм энергосбережения и создания оптимальных условий работы обслуживающего персонала, а также эффективного хранения техники на предприятиях сервиса является поддержание комфортного температурно-влажностного микроклимата. Для создания этих условий могут быть использованы приточно-вытяжные установки с рекуператором тепла.

Современные строительные материалы позволяют уменьшить теплопотери здания и в то же время делают их герметичными, нарушая воздухообмен. Приточно-вытяжные установки с рекуператором тепла восстанавливают воздухообмен без лишних затрат на подогрев свежего воздуха, в свою очередь, рекуператоры позволяют сократить значительную долю потерь на нагрев воздуха.

Следует отметить, что соблюдение санитарных норм на производстве включает в себя такой важный и проблемный пункт, как кратность вентиляции помещений. Чем выше загрязненность, тем интенсивнее обмен и больше кратность. При этом рекомендуемое превышение объема поступающего воздуха должно составлять 10–15 %, создавая избыточное давление.

Рекуператор (от лат. recuperator – получающий обратно, возвращающий) – теплообменник поверхностного типа, использующий теплоту отходящих газов. В рекуператоре теплообмен осуществляется непрерывным образом через стенку, разделяющую теплоносители. Рекуператоры различаются по направлению относительного движения теплоносителей – противоточные, прямоточные; по кон-

струкционным особенностям – трубчатые, пластинчатые, ребристые; по назначению – подогреватели воздуха, газа, жидкостей, испарители, конденсаторы.

В данной статье рассмотрено устройство промышленных приточно-вытяжных установок с рекуператором тепла для подогрева воздуха в помещениях предприятий технического сервиса.

*Ключевые слова:* вентилятор, подогреватель воздуха, поток воздуха, рекуператор пластинчатый, технический сервис, установка приточно-вытяжная, утилизация тепла, фильтр, энергосбережение.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Одним из приоритетных направлений государственной политики является рациональное использование энергетических ресурсов, о чем сказано в Федеральном законе № 261 от 03.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1, с. 96]. В частности, проблема энергосбережения касается и агропромышленного комплекса, где значительная доля энергоресурсов расходуется на силовое питание, подогрев теплоносителей для различных технологических нужд, освещение мастерских и многое другое. Поэтому использование наиболее эффективных энергосберегающих средств и методов в данной области становится чрезвычайно актуальной задачей.

Одним из вариантов сбережения энергоресурсов является применение метода рекуперации (возврата) тепла в системах вентиляции и кондиционирования промышленных зданий, в том числе и предприятий технического сервиса (О. Г. Мартыненко [2] О. П. Иванов, А. А. Рымкевич [3]). Данный метод применим как в холодное время года для обогрева, так и в теплое – для кондиционирования. Рекуперация в системах вентиляции это – процесс, когда поступающий холодный приточный воздух нагревается за счет отработанного вытяжного теплого воздуха.

В настоящее время выпускается множество приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла следующих фирм: Daikin (модели серии VAM), Systemair (модели серии VX), Эко-терм (модели серии УВРК) и т. д., но, как правило, с двумя типами рекуператора (роторной или пластинчатой конструкции) [4, 5, 6]. В пластинчатом рекуператоре в отличие от роторного нет движущихся частей, он не смешивает входящие и выходящие потоки воздуха, не изменяя влажности подающегося воздуха.

При противоточной организации потоков пластинчатый рекуператор попеременно нагре-

вается и охлаждается тепловыделяющим и теплопоглощающим воздушными потоками, поэтому приточный и вытяжной воздух должны быть согласованы и проходить одновременно через него.

Пластинчатый рекуператор выполняет функцию накопительной массы, одна половина которой нагревается теплым воздушным потоком, а вторая половина охлаждается холодным потоком, протекающим в противоположном направлении. Температура воздуха, на выходе из теплообменника не одинакова и зависит от объема воздуха проходящего через него, а также от наружной температуры, внутренней температуры и влажности воздуха. Пластинчатый рекуператор при надежной системе защиты от обмерзания (подогрев приточного воздуха) практически не требует обслуживания (смены фильтров).

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных раньше частей общей проблемы.* Анализируя статьи многих авторов [7...13] по вопросу систем вентиляции и кондиционирования зданий технического сервиса, было выявлено, что в основном авторы уделяют внимание только одному методу вентиляции и кондиционирования, выделяя недостатки и положительные стороны, но сравнительной характеристики нескольких видов приточно-вытяжных установок, существующих и запатентованных на сегодня, еще не было.

*Формирование целей статьи (постановка задания).* Проанализировать несколько видов приточно-вытяжных установок, существующих и запатентованных на сегодня.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.* Рассмотрим несколько видов приточно-вытяжных установок.

Существует приточно-вытяжная установка (рисунок 1) [14], предназначенная для утилизации тепла. Она состоит из утепленного корпуса 5, каналов для приточного 6 и вытяжного 8

воздуха, в каждом из которых размещены фильтры очистки воздуха 4, вентилятора 3, камеры 10 с вращающимся регенеративным теплоутилизатором 9 при этом камера устанавливается на кровле здания на железобетонном стакане 1 и представляет собой корпус в виде параллелепипеда, стенки которого выполнены из утепленных панелей, соединяющихся между собой быстродействующими замками, а основанием корпуса служит металлическая рама 11, причем в верхней части камеры расположен горизонтальный вращающийся регенеративный теплоутилизатор 9, представляющий собой выдвижной каркас, разделенный на две полости перегородкой, в которой закреплены опоры сердечника барабана, образованного лентами из гофрированной алюминиевой фольги, плотно навитой на сердечник 12, причем на сердечнике барабана закреплен шкив привода клиноременной пере-

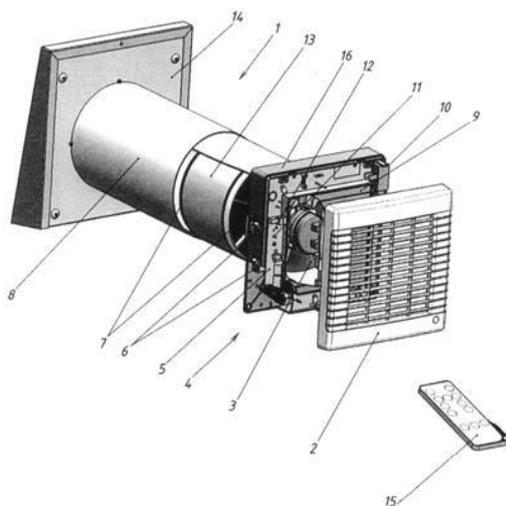


Рисунок 2 – Приточно-вытяжная установка (патент №140092)

- 1 – приточно-вытяжная установка;
- 2 – внешняя решетка;
- 3 – вентилятор; 4 – вентиляционный блок;
- 5 – блок управления; 6 – жалюзи;
- 7 – фильтры; 8 – вентиляционный канал;
- 9 – выходной терминал; 10 – входной терминал;
- 11 – датчик влажности воздуха; 12 – датчик света;
- 13 – рекуператор; 14 – основание;
- 15 – пульт управления; 16 – кожух

дачи, а перегородка каркаса с закрепленным на ней барабаном образует каналы для приточного и вытяжного воздуха, в каждом из которых размещены фильтры очистки воздуха 4. Разработана приточно-вытяжная установка 1 (рисунок 2) [15], содержащая вентиляционный канал 8, соединяющий помещение с наружной средой, содержащий рекуператор 13, фильтры 7, вентиляторный блок 4, содержащий электрический осевой реверсивный вентилятор 3 и жалюзи 6 с электроприводом, блок управления 5, содержащий входной терминал 10 для подключения к электросети, внешнюю решетку 2 и дистанционный пульт управления 15, а также содержит датчик влажности воздуха 11, подключенный к блоку управления, датчик света 12, подключенный к блоку управления, а блок управления расположен в вентиляторном блоке и дополнительно содержит выходной терминал 9.

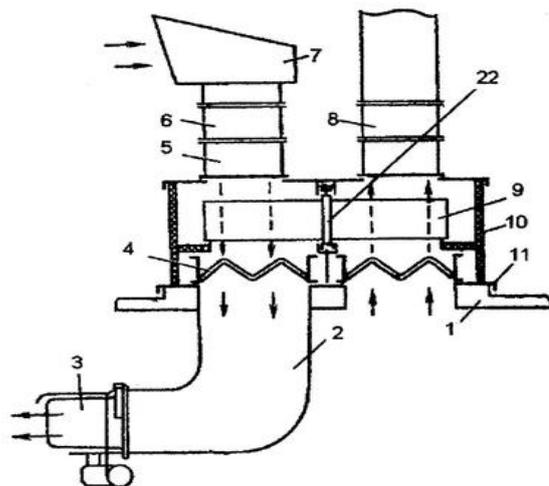


Рисунок 1 – Приточно-вытяжная установка (патент № 2282794)

- 1 – стакан; 2 – канал; 3 – вентилятор;
- 4 – фильтр очистки воздуха; 5 – корпус;
- 6, 8 – каналы; 7 – воздухозаборник;
- 9 – теплоутилизатор; 10 – камера;
- 11 – рама; 12 – сердечник

Имеется приточно-вытяжная установка (рисунок 3) [16] с пластинчатым рекуперативным теплоутилизатором, имеющая в корпусе входные и выходные отверстия для приточного воздуха, входные и выходные отверстия для вытяжного воздуха к соответствующим зонам входа вытяжного воздуха в установку и выхода вытяжного воздуха из установки, фильтрующий элемент входного приточного воздуха, нагревательный элемент выходящего приточного воздуха, поддон для слива конденсата из пластинчатого рекуперативного теплоутилизатора, соединенные с блоком управления байпасный клапан, приточный и вытяжной вентиляторы. Отличительной особенностью установки является то, что байпасный клапан расположен меж-

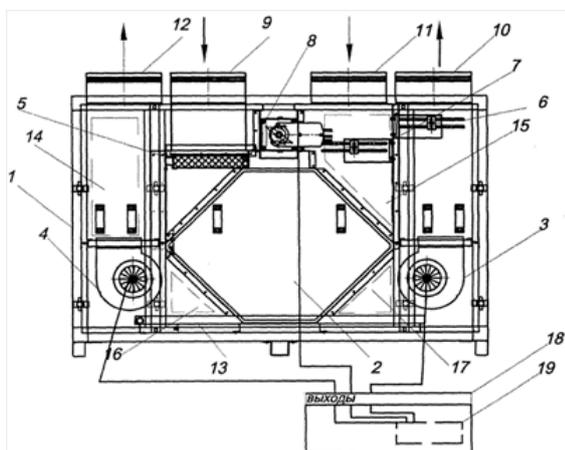


Рисунок 3 – Приточно-вытяжная установка (патент №134619)

Разработана приточно-вытяжная установка (рисунок 4) [17] для вентиляции и кондиционирования воздуха, содержащая корпус, установленный в сквозном отверстии наружной стены здания, причем внутренняя поверхность корпуса покрыта теплоизоляционным материалом, в полости корпуса размещены стационарная регенеративная насадка и реверсивный осевой вентилятор, отличающаяся тем, что в состав установки входит мобильный кондиционер, а стенка корпуса выполнена раздвоенной по ее длине с образованием кольцевого канала между частями стенки, имеющего выход в атмосферу

ду зоной выхода вытяжного воздуха из установки и зоной входа вытяжного воздуха в установку с возможностью циркуляции вытяжного воздуха через пластинчатый рекуперативный теплоутилизатор по замкнутому контуру при открытом положении байпасного клапана в режиме оттаивания пластинчатого рекуперативного теплоутилизатора, причем блок управления соединен с приточным вентилятором с возможностью его отключения в указанном режиме. При этом блок управления, представляющий собой микропроцессор, соединен с приточным вентилятором через средство коммутации, а в корпусе установлен нагревательный элемент для вытяжного воздуха.

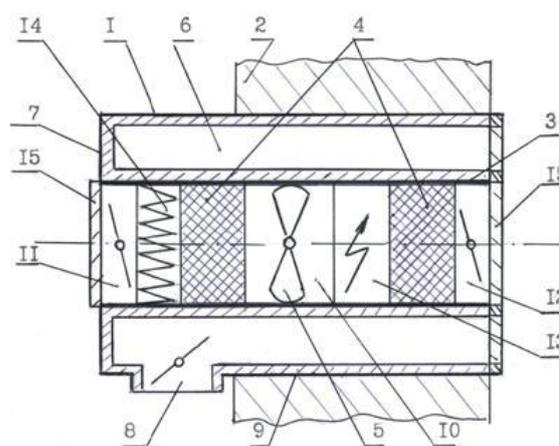


Рисунок 4 – Приточно-вытяжная установка (патент №127875)

наружного воздуха на одном конце и заглушенный торец на другом его конце, при этом кольцевой канал связан с воздуховодом мобильного кондиционера через патрубок, смонтированный в наружной части стенки корпуса и имеющий клапанную задвижку, причем полость корпуса связана с атмосферой наружного воздуха и помещением посредством патрубков, имеющих клапанные задвижки, при этом в полости корпуса установлен нагреватель воздуха.

При этом в полости корпуса установлен фильтр для поступающего в помещение воздуха, а торцы корпуса снабжены защитными решетками. Кроме того стационарная регенеративная насадка выполнена из гофрированной алюминиевой фольги.

Приточно-вытяжное устройство (рисунок 5) [18], содержащее вентиляторную установку, подающий воздуховод, один конец которого сообщен с атмосферой, а второй размещен в нижней части проветриваемого помещения и снабжен подогревателем воздуха, при этом приемный патрубок вытяжного воздуховода размещен в верхней части проветриваемого помещения, а его выпускной конец снабжен вертикальным выпускным патрубком, отличающееся тем, что вентиляторная установка содержит подающий вентилятор, размещенный у приемного отверстия подающего трубопровода, при этом подающий трубопровод после подающего вентилятора разделен на первый и второй каналы так, что сечение первого не превышает 0,15 от сечения второго, при этом первый канал через вытяжной эжектор связан с вертикальным выпускным патрубком вытяжного воздуховода, а второй канал через подающий эжектор связан с входом теплопринимающего контура теплообменника, выход которого сообщен с вертикальным нисходящим каналом подающего воздуховода, кроме того, вытяжной воздуховод перед теплообменником разделен на третий и четвертый каналы так, что сечение четвертого не превышает 0,15 от сечения третьего, при этом третий канал связан с входом теплоотдающего контура теплообменника, выход которого сообщен с всасывающим патрубком вытяжного эжектора, причем четвертый канал сообщен с всасывающим патрубком подающего эжектора.

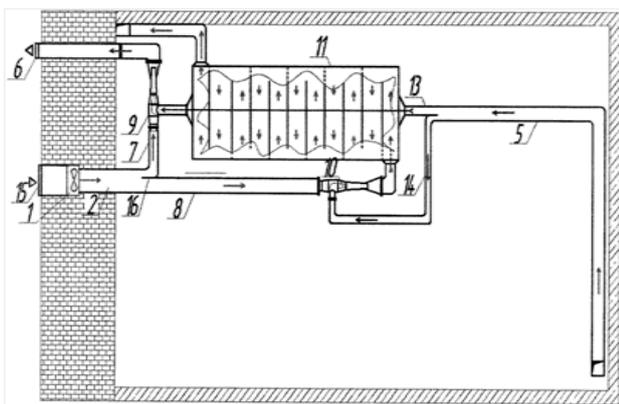


Рисунок 5 – Приточно-вытяжная устройство (патент №102764)

Установка для теплоснабжения, охлаждения и вентиляции помещений [19], включающая тепловой насос, соединенный с баком-теплоаккумулятором и трубопроводами теплоснабжения, систему вентиляции с приточно-вытяжными воздуховодами, отличается тем, что она содержит рекуператор, плоский солнечный коллектор, датчики температуры снаружи и внутри помещения и устройство контроля и управления элементами установки в соответствии с показаниями датчиков.

Приточно-вытяжное устройство [20], содержащее вентиляторную установку, вертикальную вентиляционную шахту, вытяжной воздуховод, размещенный в шахте, сообщенный с помещениями вытяжными патрубками, а верхним концом с выпускным патрубком, обеспечивающим сброс исходящего воздуха в атмосферу, приток воздуха обеспечивается через окна, кроме того, устройство снабжено подогревателем воздуха, подаваемого в помещения.

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.* В настоящее время промышленность предлагает широкий спектр приточно-вытяжных установок, существующих и запатентованных на сегодня. Однако наиболее эффективными являются установки с пластинчатым рекуператором, поскольку не содержат движущихся частей, легко обслуживаются, не смешивают выходящий и входящий воздух, а также энергоэффективны.

Анализ конструкций установок с пластинчатым рекуператором показал, что они, как правило, отличаются конструкцией теплообменника, направлением потока воздуха и перечнем дополнительного оборудования. Поэтому совершенствование конструкции с изменением данных параметров создает большой потенциал для повышения эффективности приточно-вытяжных установок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матияшук С. В. Комментарий к Федеральному закону «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (постатейный). М. : Юстицинформ. 2010. 270 с.
2. Мартыненко О. Г., Михалевич А. А., Шиков В. К. Справочник по теплообменникам. М. : Энергоатомиздат. 1987. 560 с.
3. Иванов О. П., Рымкевич А. А. Методика комплексной оценки эффективности использования утилизации тепла и холода в системах кондиционирования воздуха. // Холодильная техника. 1980. № 3. С. 34–38.
4. Промышленная вентиляция [Электронный ресурс] // Daikin: [сайт]. [2014]. URL: <http://www.daikin.ru/>
5. Приточные воздухообрабатывающие агрегаты [Электронный ресурс] // Systemair: [сайт]. [2014]. URL: <http://www.systemair.com/>
6. Приточно-вытяжная вентиляционная установка с рекуперацией тепла [Электронный ресурс] // Ecotherm: [сайт]. [2014]. URL: <http://www.ecotherm.ru/>
7. Колунов О. А, Иванов О. П. Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования за счет применения утилизации теплоты удаляемого воздуха. // Холодильная и криогенная техника. 2003. № 1. С. 16–19.
8. Полезные модели РФ промышленные образцы РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.freem.ru> (дата обращения 30.11.2014).
9. Приточно-вытяжные установки Dimmax с рекуперацией тепла [Электронный ресурс] // Dimmax:[сайт].[2014].URL: <http://dimmax.pro/articles/pritочно-vytjazhnye-ustanovki-dimmax-s-rekuperatsiej-tepla/>
10. Что такое приточно-вытяжная установка с рекуператором? [Электронный ресурс] // Группа компании Эффект: [сайт]. [2014]. URL: [http://effect-nn.ru/article\\_139.htm](http://effect-nn.ru/article_139.htm)
11. Приточные установки. [Электронный ресурс] // Planetaklimat: [сайт]. [2014]. URL: <http://planetaklimat.ru/ventiljacionnaja-ustanovka-s-rekuperaciei/>
12. Приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла [Электронный ресурс] // Вентиляция Vents: [сайт]. [2014]. URL: <http://www.rusvents.ru/pritochnovytyazhnyeust.htm>
13. Преимущества и недостатки рекуперативной вентиляции [Электронный ресурс] // Klivent: [сайт]. [2014]. URL: <http://klivent.net/ventilyacionnye-sistemy/rekuperativnaya-ventilyaciya.html>
14. Патент на полезную модель № 2282794 РФ. Приточно-вытяжная установка с теплоутилизатором / О. С. Кочетов, М. О. Кочетова, Т. Д. Ходакова, А. В. Шестернинов, М. Е. Стареев, Г. В. Львов, А. В. Куличенко (РФ). 1с: ил.1. Оpubл. 27.08.2006.
15. Патент на полезную модель № 140092 РФ. Приточно-вытяжная установка с теплоутилизатором / А. С. Клапишевский, А. М. Цьомык (РФ). – 1с: ил.1. Оpubл. 27.04.2014.
16. Патент на полезную модель № 134619 РФ. Приточно-вытяжная установка спластинчатым рекуперативным теплоутилизатором / А. А. Кавыгин, С. А. Колыдяжный (РФ). 1с: ил.1. Оpubл. 20.11.2013.
17. Патент на полезную модель № 127875 РФ.Приточно-вытяжная установка для вентиляции и кондиционирования воздуха / В. А. Пронин, А. П. Верболоз, А.В. Цыганков (РФ). 1с: ил.1. Оpubл. 10.05.2013.
18. Патент на полезную модель № 102764 РФ.Приточно-вытяжная устройство / Г. А. Захаров, О. Л. Лазовская, К. В. Цыганкова, А. А. Журмилов (РФ). 1с: ил.1. Оpubл. 10.03.2011.
19. Патент на полезную модель № 75015 РФ.Установка для теплоснабжения, охлаждения и вентиляции помещений / А. Б. Кириллов(РФ). 1с: ил.1. Оpubл. 20.07.2008.
20. Патент на полезную модель № 102095 РФ. Приточно-вытяжное устройство / Г. А. Захаров, О. Л. Лазовская, К. В. Цыганкова, А. А. Журмилов (РФ). 1с: ил.1. Оpubл. 10.02.2011.

## THE ANALYSIS OF FORCED-AIR AND EXHAUST INSTALLATIONS WITH HEAT RECUPERATING

© 2014

**E. B. Mironov**, the candidate of technical sciences, the associate professor of the chair  
«Technical service»

**A. N. Shisharina**, the under graduate student

Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Knyaginino (Russia)

---

*Annotation.* The problem of energy saving concerns in particular agriculture where a high proportion of power resources are spent for a power feed, heating of heat-carriers for various technological needs, illumination of workshops, therefore use of the most effective энергосберегающих means and methods in the given area becomes an actual problem.

One of forms энергосбережения and creations of optimum operating conditions of the attendants, as well as effective storage of technics at the enterprises of service is maintenance comfortable a temperature-moisture microclimate. For creation of these conditions forced-air and exhaust installations with a recuperator of heat can be used.

Modern building materials allow reducing heat loss buildings and during too time does their tight, breaking air exchange. Forced-air and exhaust installations with a recuperator of heat restore air exchange without extra expenses for heating of fresh air; in turn recuperators allow reducing a high proportion of losses to heating of air.

It is necessary to note, that compliance with sanitary norms on manufacture includes such important and problem item, as frequency rate of ventilation of facilities. The above impurity, the more intensively an exchange and is more frequency rate. Thus recommended excess of volume of acting air should make 10–15 %, creating superfluous pressure.

Recuperator (from an armor. recuperator – regaining, returning) is the superficial type of heat exchanger, using heat of departing gases. In a recuperator heat exchange is carried out by continuous image through a wall dividing heat-carriers. Recuperators differ on relative direction movement of heat-carriers – counter flow, direct-flow; on constructional features – tubular, lamellar, ridge; to destination – heaters of air, gas, liquids, evaporators, condensers.

In the given article the arrangement of industrial forced-air and exhaust installations with a recuperator of heat for heating of air in facilities of the enterprises of technical service is considered.

*Keywords:* the fan, a heater of air, a stream of air, a recuperator lamellar, technical service, installation forced-air and exhaust; recycling of heat, the filter; the energy savings.

УДК 662.99

## ТЕПЛООБМЕННИК КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА – КАК ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

© 2014

**В. Л. Осокин**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой  
«Электрификация и автоматизация»

**Ю. М. Макарова**, преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация»  
Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Княгинино (Россия)

---

*Аннотация.* В статье рассматривается один из наиболее потребляемых в сельском хозяйстве энергоресурсов – электрическая энергия. Показано в натуральном и денежном эквиваленте, что по проведенным исследованиям нагрев воды для поения является одним из самых энергоемких процессов.

Для решения проблемы энергосбережения в статье предлагается модернизировать систему водоподготовки путем введения нового устройства – теплообменника комбинированного типа, который бы позволил снизить затраты на электрическую энергию. Его работа заключается в том, чтобы за счет тепловой энергии, выделяемой животными, нагревать воду в устройстве. Теплообменник выполняется в виде стальной нержавеющей трубы с оребрением, которое увеличивает поверхность нагрева.

Так же в статье рассмотрена возможность внедрения устройства. Показано, что рынком сбыта могут быть сельскохозяйственные предприятия Нижегородской области, которых насчитывается более трехсот.

Сказано, что в настоящее время для проведения исследований частично собран макет животноводческого помещения с уменьшенной копией теплообменника и подана заявка на полезную модель. Выявлено, что можно достичь при внедрении устройства.

В статье рассмотрены риски, которые могут возникнуть, если теплообменник внедрять на рынок энергосберегающих устройств, и как их можно преодолеть.

В представленной работе проводилась экономическая оценка внедрения рассматриваемого энергосберегающего устройства. Были рассчитаны капитальные затраты для девятнадцати животноводческих помещений для КРС на двести голов каждое. Для них же высчитали годовые эксплуатационные затраты, хозрасчетный экономический эффект, а также срок окупаемости, который показал, что внедрение этого устройства повысит эффективность процесса водоподготовки.

*Ключевые слова:* сельскохозяйственное предприятие, энергоресурс, потребители электрической энергии, энергоемкость, исследования, электрические водонагреватели, КРС (крупный рогатый скот), энергосбережение, модернизация системы водоподготовки.

Многим известно, что одним из основных потребляемых энергоресурсов в сельскохозяйственных предприятиях является электрическая энергия [2, 3]. Потребителей электроэнергии достаточно много, и все они по своей энергоемкости разные. По проведенным исследованиям, было выявлено, что электрические водонагреватели стоят на втором месте по потреблению: за год в двух предприятиях, имеющих 19 помещений для содержания КРС было потрачено около 131 тыс. кВт·ч или около 700 тыс. руб.

Для решения этой проблемы предлагается модернизация системы водоподготовки в животноводческих комплексах для содержания КРС, путем введения нового устройства, которое позволит снизить потребление электроэнергии в целом по предприятию и исключить затраты на электроэнергию, необходимую для подогрева воды [5, 6, 14, 15, 16]. Проблеме исследования систем электроснабжения и оптимизации режимов водоподготовки, изучению структуры электротермического оборудования, а также вопросам управления электропотреблением уделялось и уделяется пристальное внимание. Весомый вклад в ее решение внесли Деягин В. Н., Мишуров Н. П., Кузмина Т. Н., Шулятьев В. Н. [1, 2, 3, 4] и др.

Модернизация заключается в размещении в верхней части животноводческого помещения теплообменника комбинированного типа. Его работа заключается в том, чтобы нагревать воду за счет тепловой энергии, вырабатываемой животными. Особенность заключается в том, что на подогрев воды электрическая энергия не требуется.

Необходимо отметить, что рынок внедрения устройства очень широк. В Нижегородской области предприятий, имеющих КРС и нуждающихся во внедрении энергосберегающего устройства, более трехсот!

Так же существует возможность охватить и близлежащие области. Аналогов этому устройству в Нижегородском регионе нет. Конкуренция существует только в той области, которая также стремится к снижению потребления электроэнергии, но эти устройства не предусматривают возможность полного исключения ее использования [10, 11, 17, 18].

В настоящее время, для проведения необходимых исследований, частично собран макет животноводческого помещения с уменьшенной копией теплообменника. Подана заявка на полезную модель.

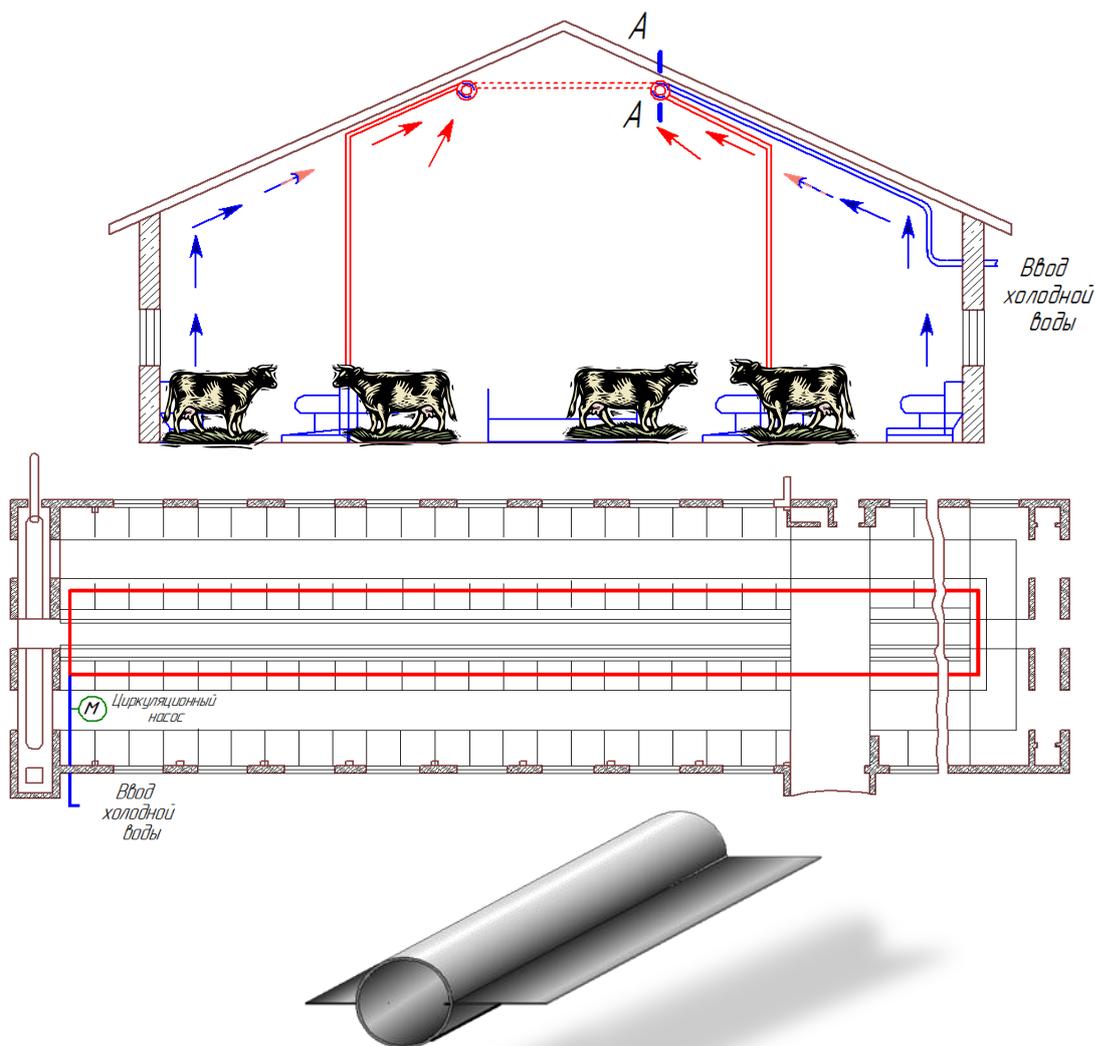


Рисунок 1 – Технологическое размещение устройства теплообменника

Благодаря внедрению устройства в действительности можно достичь:

- сокращения расходов на электроэнергию, затрачиваемую на подогрев воды, которая составит около 41 %;
- снижения себестоимости производства молока [12, 13, 19];
- выход на рынок близлежащих регионов.

Существуют конечно, же, риски, которым подвержено рассматриваемое устройство. Рассмотрим их:

Риск 1 – невостребованность устройства [2, 7, 8, 9]. Этот риск уменьшается путем наличия гарантийных писем от управления сельским хозяйством близлежащих районов и предприятий (гарантийные письма от управлений сельским хозяйством Большемурашкинского и Княгининского районов). Эти предприятия готовы

принять участие в исследовании, что дает хороший старт для дальнейшей реализации продукта.

Риск 2 – конкуренты. На самом деле на рынке энергосберегающих устройств полно конкурентоспособных предприятий, которые своей продукцией гарантируют снижение потребления электрической энергии, которая расходуется на нагрев воды. Этот риск сводится до минимума тем, что в нашем устройстве исключается использование электроэнергии на подогрев.

Была произведена экономическая оценка энергосберегающих технологий.

Здесь следует отметить, что данные капиталовложения определялись исходя из условия, что все 19 животноводческих помещений рассчитаны на 200 голов каждое. Для того чтобы

произвести сборку устройства, были подсчитаны капиталовложения сначала для одного устройства размером 55 x 5 м, общей протяженностью 120 м.

Для выполнения установки теплообменника предлагается использовать нержавеющую трубу AISI 304 (08X18H10) DIN 17455, диаметром 84 мм толщиной стенок 2 мм. Ее оптовая цена за кг составляет 220 рублей. Вес трубы длиной 1 метр  $m = 4,11$  кг. Тогда масса устройства:

$$M_y = L_{\text{общ}} \cdot m = 120 \cdot 4,11 = 493,2 \text{ кг.}$$

Затраты на трубу составят:

$$K_T = M_y \cdot C = 493,2 \cdot 220 = 108,504 \text{ тыс. руб.}$$

Для оребрения предлагается использовать листы нержавеющей стали AISI 304 (08X18H10) размером 1500x3000 толщиной 1,5 мм. Из одного листа можно нарезать 24 полосы шириной 60 мм, общей длиной  $l_p = 72$  м. Зная, что оребрение теплообменника выполнено двумя пластинами, а  $L_{\text{общ}} = 120$  м, несложно подсчитать общую длину полосы  $L_{p.\text{общ}}$ . Она составит 240 метров. Тогда количество листов нержавеющей стали для устройства (с учетом того, что при нарезке металла миллиметры будут скрадываться):

$$M_l = L_{p.\text{общ}} : l_p = 240 : 72 = 3,33 \approx 4 \text{ листа}$$

Оптовая цена листа 151 руб/кг, вес одного листа 54 кг. Тогда получится, что затраты на оребрение теплообменника составят  $K_l = 32,616$  тыс. руб.

Следует учесть затраты на сварочные работы и заработную плату сварщикам. По предварительным подсчетам они составят  $Z_p = 50$  тыс. руб.

Тогда капиталовложения в производство одного устройства составят [8]:

$$K = K_T + K_l + Z_p$$

$$K = 108,504 + 32,616 + 50 = 191,1 \text{ тыс. руб.}$$

За последний год предприятиями АПК потреблено 1955,7 тыс. кВт\*ч. Применение теплообменника способствует снижению потребления электрической энергии на 322,691 тыс. кВт\*ч или 1839,336 тыс. руб.

Годовые эксплуатационные затраты:

$$Z_{\text{г}} = A_0 + Z_{\text{П}} + N_{\text{зп}} + P_p,$$

где амортизационные отчисления, расходы на ремонт и техническое обслуживание установки теплообменника составят:

$$A_0 + Z_{\text{то}} = K \cdot N_r : 100,$$

где  $N_r$  – годовая норма отчислений на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание, %;

$$A_0 = 3630,9 \cdot 30 : 100 = 1089,27 \text{ тыс. руб.}$$

Заработная плата с начислениями:

$$Z_{\text{П}} + N_{\text{зп}} = Z_t \cdot C_c \cdot k_d \cdot k_{\text{нз}},$$

где  $Z_t$  – годовая трудоемкость обслуживания установки теплообменника, чел.-ч.;  $C_c$  – часовая тарифная ставка обслуживающего персонала, руб/ч;  $k_d$  – коэффициент дополнительной оплаты труда ( $k_d = 1,4$ );  $k_{\text{нз}}$  – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату ( $k_{\text{нз}} = 1,26$ ).

$$Z_{\text{П}} + N_{\text{зп}} = 80 \cdot 50 \cdot 1,4 \cdot 1,26 = 7,056 \text{ тыс. руб.}$$

Прочие расходы:

$$P_p = K \cdot 0,02;$$

$$P_p = 3630,9 \cdot 0,02 = 72,618 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда годовые эксплуатационные затраты:

$$Z_{\text{г}} = 1089,27 + 7,056 + 72,618 = 1168,944 \text{ тыс. руб.}$$

Хозрасчетный экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{\text{фх}} = \mathcal{E}_3 \cdot T_3 - Z_{\text{г}};$$

$\mathcal{E}_3 \cdot T_3 = C_3$  – это стоимость сэкономленной электроэнергии – 1839,336 тыс. руб.

$$\mathcal{E}_{\text{фх}} = 1839,336 - 1168,944 = 670,392 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости капиталовложений:

$$T_{\text{ок}} = K : \mathcal{E}_{\text{фх}} = 3630,9 : 670,392 = 5,42 \text{ лет}$$

Результаты расчетов подтверждают, что модернизация системы водоподготовки [20, 21] для поения КРС повысит эффективность процесса водоподготовки и, как следствие, снизит себестоимость производства молока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Делягин В. Н. Обоснование рациональных температурно-влажностных режимов животноводческих помещений: Энергосбережение и энергоснабжение в сельском хозяйстве. Тр. 4-й Международной научно-технической конференции. М. : ГНУ ВИЭСХ. 2004. С. 250–255.
2. Мишуров Н. П., Кузмина Т. Н. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях/Ан. обзор. М. : ФГНУ «Росинформагротех». 2004. 96 с.
3. Тесленко И. И. Ресурсосберегающие технологии в молочном животноводстве. М. : 2002. 289 с.
4. Шулятьев В. Н. Снижение энергозатрат при обеспечении микроклимата в коровниках:

Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Труды 3-й Международной научно-технической конференции. М. : ГНУВИ-ЭСХ, 2003. С. 366–371.

5. Кулиев Р. С. Экспериментальная система микроклимата для коровника. М. : Аграрная наука. 2014. 25–26

6. Мамедов Э. С. Разработка методики оптимизации микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях // НАНА Гянджинский региональный научный центр. Сборник известий. Гянджа. 2012. № 493. С. 65–69.

7. Мамедов Э. С. Тепловлажностный баланс животноводческих помещений // Материалы общереспубликанской конференции. АГАУ. Гянджа. 2013. С. 138–140.

8. Водяников В. Т. Экономическая оценка проектных решений в АПК. М. : КолосС. 2008. 263 с.

9. Статистические материалы развития агропромышленного производства России. М. : 2013. 35 с.

10. Скоркин В. К. Современные требования к управлению технологическими процессами на молочных фермах с целью повышения качества продукции // Вестник ВНИИМЖ. 2013. № 3. С. 4–13.

11. Федоренко И. Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве. М. : 2012. 304 с.

12. Юрченко Н. М. Организационно-экономические основы развития механизации и автоматизации животноводства. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства РАСХН (Москва). С. 24–231.

13. Шувалов Г. В., Воробьева Л. Б., Мамонов А. А. Электрофизические свойства подготовленной воды [Изучение электрофизических свойств обработанной СВЧ-излучением питьевой воды]. // Информ. технологии, системы и приборы в АПК/Сиб. регион. отд-ние Россель-

хозакадемии [и др.]. Новосибирск. 2012. Ч. 2. С. 113–116. Рез. англ. Библиогр. : С. 116. Шифр 13–159.

14. Агропромышленный комплекс России в 2011 году. М. : 2012. 555 с.

15. Кряжков В. М. Научно-техническое обеспечение молочного животноводства в регионах страны: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства. 2011. С. 107–110.

16. Тихомиров А. В. Энергоэффективные технические средства и оборудование в системах энергообеспечения объектов животноводства: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства РАСХН. 2011. С. 43–49.

17. Лачуга Ю. Ф. Энергетическая стратегия сельского хозяйства России на период до 2020. М. : 2009.

18. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства на период до 2020. М. : 2009.

19. Коновалов, А. П. Энергосбережение в сельском хозяйстве Электронный ресурс. Фонд энергосбережения, развития промышленности и энергетики Курской области. Режим доступа: <http://energo.kcni.ru/energokursk/selhoz.shtml>, свободный.

20. Хазанов Е. Е., Гордеев В. В., Хазанов В. Е. Модернизация молочных ферм/ СПб. : ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. 2008. 380 с.

21. Вторый В. Ф., Вторый С. В., Зайцев И. С. Мониторинг водопотребления – путь к снижению экологического ущерба при производстве молока. ГНУ Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии), г. Санкт-Петербург. 2011. С. 104–109.

## THE HEAT EXCHANGER OF THE COMBINED TYPE AS THE ENERGY SAVING UP ARRANGEMENT

© 2014

**V. L. Osokin**, the candidate of technical sciences, the associate professor,  
the manager of the chair «Electrification and automatization»

**J. M. Makarova**, the teacher of the chair «Electrification and automatization»  
*Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Knyaginino (Russia)*

---

*Annotation.* In the article one of the power resources most consumed in agriculture – electric energy is considered. It is shown in natural and money's worth that on the lead researches heating of water for watering is one of the most power-intensive processes.

For the decision of a problem of energy saving in the article it is offered to modernize system of water-preparation by introduction of a new arrangement which is the heat exchanger of the combined type which would allow lowering expenses for electric energy. Its work consists in that due to thermal energy allocated animals to heat up water in an arrangement. the heat exchanger is carried out in the form of a steel corrosion-proof pipe with ribbed which are increased with a surface of heating.

As in article the possibility of introduction of an arrangement is considered. It is shown, that a commodity market can be the agricultural enterprises of the Nizhniy Novgorod area which it is totaled more than three hundred.

It is told, that now, for carrying out of researches, the breadboard model of cattle-breeding facility with the reduced copy of the heat exchanger is partially collected and the application for useful model is submitted. It is revealed that it is possible to reach at introduction of an arrangement.

In article risks which can arise if the heat exchanger to introduce on the market of energy saving arrangements and as they can be overcome are considered.

In the presented work the economic assessment of introduction considered energy saving arrangements was spent. Capital expenses for nineteen cattle-breeding facilities for large horned livestock on two hundred goals everyone have been calculated. For them have calculated annual operational expenses, self-supporting economic benefit, as well as a time of recovery of outlay which has shown, that introduction of this arrangement will raise efficiency of process of water-preparation.

*Keywords:* the agricultural enterprise, energy resource, consumers of electric energy, power consumption, researches, electric water heaters, large horned livestock, energy saving, modernization of system of water-preparation.

УДК 69.024.8:621.791

## К ВОПРОСУ УСИЛЕНИЯ РАСТЯНУТЫХ СТЕРЖНЕЙ СТАЛЬНЫХ ФЕРМ ПОКРЫТИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

© 2014

**И. К. Родионов**, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Городское строительство и хозяйство»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**И. В. Прошин**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**М. В. Грак**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы напряженного состояния, развивающегося в процессе усиления (сварки) растянутых стержней стальных ферм покрытия. Приведено теоретическое, подтвержденное экспериментом, обоснование рациональной сварочной технологии усиления растянутых элементов: позволяющей сваривать усиливаемые и усиливающие стержни при полной расчётной нагрузке. Даны критерии безопасного проведения сварочных работ при усилении растянутых стержней методом увеличения сечений.

*Ключевые слова:* стальные фермы покрытия, растянутые стержни, усиление, сварка, технологии, экономический и экологический эффекты.

В процессе эксплуатации промышленных зданий неизбежно появляется необходимость усиления стальных ферм покрытий. Часто и эффективно усиление их достигается увеличением сечений отдельных, в том числе и растянутых, наиболее напряженных стержней путём присоединения к ним на сварке дополнительных стержневых элементов.

Сварка – это, с одной стороны, все её технологические моменты, с другой – все её последствия (разогрев, деформации), то есть всё то, что серьёзным, порой негативным образом влияет на работу как свариваемых, так и сваренных стержней.

Влияние сварки на напряженное состояние усиливаемых растянутых стержней комплексно не исследовалось ни в одной из известных работ [1, 2]. Отсюда разноречивость различных рекомендаций по технологиям усиления, создающая серьёзные проблемы для эксплуатационников. Особо следует отметить, что без привязки к технологиям сварки предлагаются разные величины предельно допускаемых при усилении нагрузок: 0,2–0,8 от предельных расчётных для усиливаемых элементов [3, с. 350; 4, с. 459].

Анализ результатов многочисленных исследований показывает, что при эксплуатации промышленных зданий довольно часто имеет место скопление пыли на покрытиях, образование пылевых мешков, тяжёлых корок, увеличивающих постоянную составляющую нагрузок. При этом фермы могут работать под на-

грузками, близкими к предельным расчётным. Учитывая ещё и проблему коррозии, выполнение существующих рекомендаций по ограничению уровня нагрузок при усилении в большинстве случаев требует разгрузку ферм от части покрытия, что влечёт за собой не только эти расходы, но и потери от остановки производственных процессов внутри реконструируемых зданий.

Таким образом, можно сделать вывод о наличии объективной необходимости разработки критериев безопасного проведения усиления (сварки) стержней ферм покрытий, разработки научно обоснованных, рациональных сварочных технологий, позволяющих проведение усиления при любых уровнях расчётных нагрузок.

В данной статье приводятся некоторые результаты исследований напряженно-деформированного состояния растянутых стержней в процессе их усиления методом увеличения сечения. Целью их являлась разработка рациональной сварочной технологии усиления высоконапряженных растянутых стержней стальных ферм, а также выявление критериев определения предельно допустимых при усилении нагрузок.

Общий подход к решению проиллюстрируем на конкретном примере усиления центрально-растянутого элемента. Основной стержень примем в виде полосы с пластинами по концам, имитирующими фасонки ферм. Элемент усиления примем также полосовой, с присоединением к основному на сварке втавр (рисунок 1).

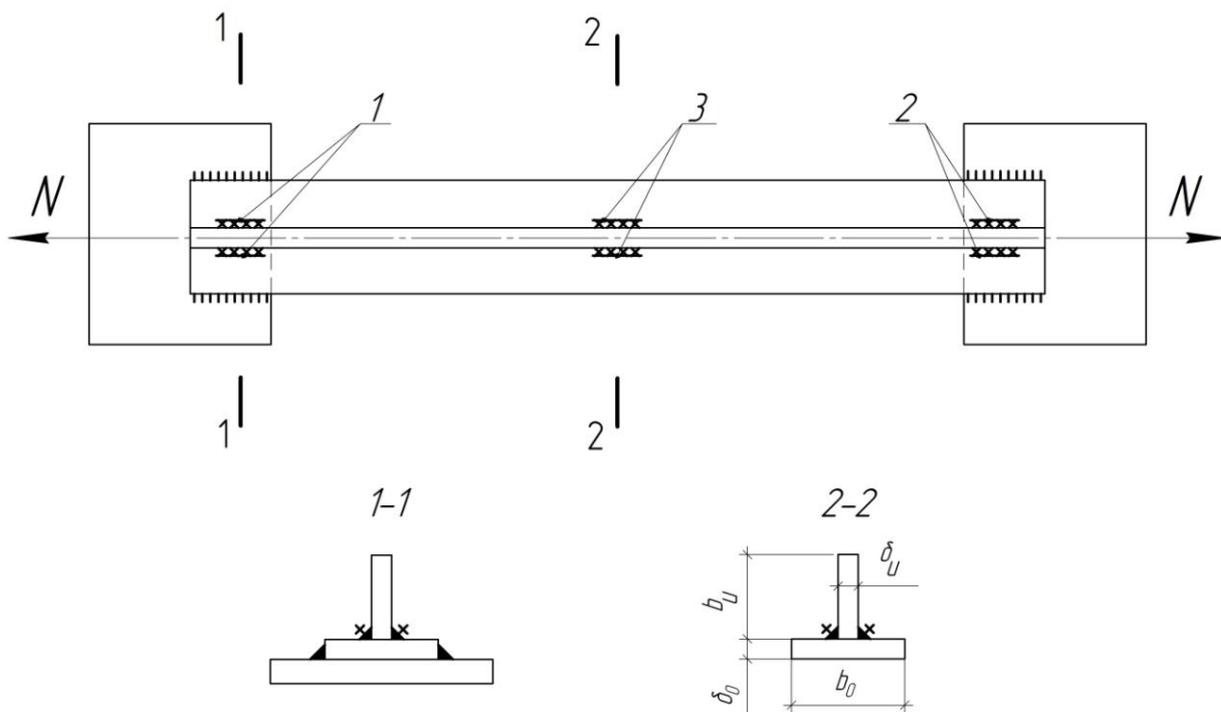


Рисунок 1 – К вопросу о порядке наплавки сварных швов

Несущая способность растянутых стержней ферм определяется прочностью в пределах упругой работы. В процессе усиления важнейшим моментом являются их тепловые ослабления: выпадение из работы частей сечений, разогретых выше температуры, при которой сталь перестает сопротивляться деформациям. Для малоуглеродистых и низколегированных сталей такой температурой является  $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Были получены зависимости для определения максимальных зон такого разогрева, что дало возможность обосновать теоретически с позиции несущей способности усиливаемых растянутых стержней две основные технологические схемы:

- первая, с наплавкой рабочих швов от середины стержней к концам (швы позиции 3);
- вторая, с первоначальным наложением рабочих швов (позиции 1, 2) по концам, в пределах фасонки, и последующей наплавкой промежуточных швов (позиция 3).

Фактически, были получены две классификации уровней напряженно-деформированного состояния растянутых стержней ферм, методики расчета которых дают возможность оценить безопасность выполнения сварочных работ при их усилении в зависимости от усилий, режимов сварки, геометрических и прочностных характеристик свариваемых элементов.

Для первой технологической схемы условие обеспечения несущей способности растянутого стержня при усилении будет определяться по сечению 2-2 (рисунок 1) и иметь вид:

$$\sqrt{1 - A_o^{CB} / A_o} \geq N, \quad (1)$$

где  $\sqrt{N}$  – несущая способность основного стержня;

$N$  – усилие, действующее в основном стержне;

$A_o = b_o \delta_o$  – площадь сечения основного стержня;

$A_o^{CB}$  – площадь теплового ослабления сечения основного стержня.

Несущая способность  $[N]$  определяется, как

$$\sqrt{N} = \sigma_t^o A_o, \quad (2)$$

где  $\sigma_t^o$  – предел текучести материала основного стержня.

Выражение  $1 - A_o^{CB} / A_o < 1$ . Таким образом, рассматривая неравенство (1), можно сделать вывод, что усиление растянутого стержня с первоначальной наплавкой соединительных швов между фасонками возможно лишь при усилии в нём  $N$ , находящемся в пределах определенной доли несущей способности, то есть,  $N \leq K[N]$ , где коэффициент  $K = 1 - A_o^{CB} / A_o$ . Данный коэффициент находится в пределах  $0 \leq K < 1$  и зависит от погонного тепловложе-

ния при сварке, геометрических размеров сечений элементов, схем их соединения.

Для второй технологической схемы условие обеспечения несущей способности растянутого стержня при усилении будет определяться по сечениям 1-1 и 2-2 и иметь вид соответственно:

$$N \leq \bar{N} + A_F \sigma_T^F - A_o^{CB} \sigma_T^O; \quad (3)$$

$$N \leq \bar{N} + A_U \sigma_T^U - A_U^{CB} \sigma_T^U - A_o^{CB} \sigma_T^O; \quad (4)$$

где  $A_F$  – минимальная площадь сечения фасонки (сечение 1-1, рисунок 1);

$A_U = b_U \delta_U$  – площадь сечения элемента усиления;

где  $A_U^{CB}$  – площадь ослабления сваркой сечения элемента усиления;

$\sigma_T^F, \sigma_T^U$  – пределы текучести материала фасонки и элемента усиления.

Можно заметить, что в данном случае возможно проведение усиления практически при усилении в стержне, равном его несущей способности. Для этого необходимо выполнение двух условий:

$$A_o^{CB} \sigma_T^O \leq A_F \sigma_T^F; \quad (5)$$

$$A_o^{CB} \sigma_T^O \leq A_U - A_U^{CB} \sigma_T^U, \quad (6)$$

то есть ослабление сваркой основного стержня должно быть компенсировано по прочности, во-первых, сечениями фасонки и, во-вторых, не разогретой (выше 600 °С) частью сечения элемента усиления.

Приведенные выше теоретические выкладки были проверены экспериментально на

натурных стержнях (рисунок 1). Усиление стержней проводилось по 2-й технологической схеме при нагрузках, вызывающих усилия, абсолютно близкие к нормативным (определенным по пределу текучести) значениям несущей способности. Стержни (18 штук) были поделены на две равные группы. При испытании стержней 1-й группы сварка выполнялась на режимах, при которых по теории (формулы 3–6) должна была обеспечиваться (на пределе) их несущая способность. Образцы 2-й группы усиливались при более высоких величинах погонной тепловой энергии. По теории они должны были «потечь» при наплавке промежуточных швов (позиция 3, рисунок 1).

При испытаниях регистрировалась осевая нагрузка (P) и продольные деформации ( $\Delta l$ ).

На рисунках 2 и 3 представлены графики продольных деформаций двух образцов (1-й и 2-й групп) в процессе их испытаний до потери несущей способности. Оба образца (размеры сечений  $b_o \delta_o = 100 \times 4$  мм, рисунок 1) нагружались до текучести (0–1). Далее нагрузка немного сбрасывалась до стабилизации стержней (1–2) и производилось присоединение элементов усиления (размеры сечений  $b_U \delta_U = 30 \times 4$  мм, рисунок 1) наплавкой соединительных швов сначала по концам в пределах фасонки, затем промежуточных.

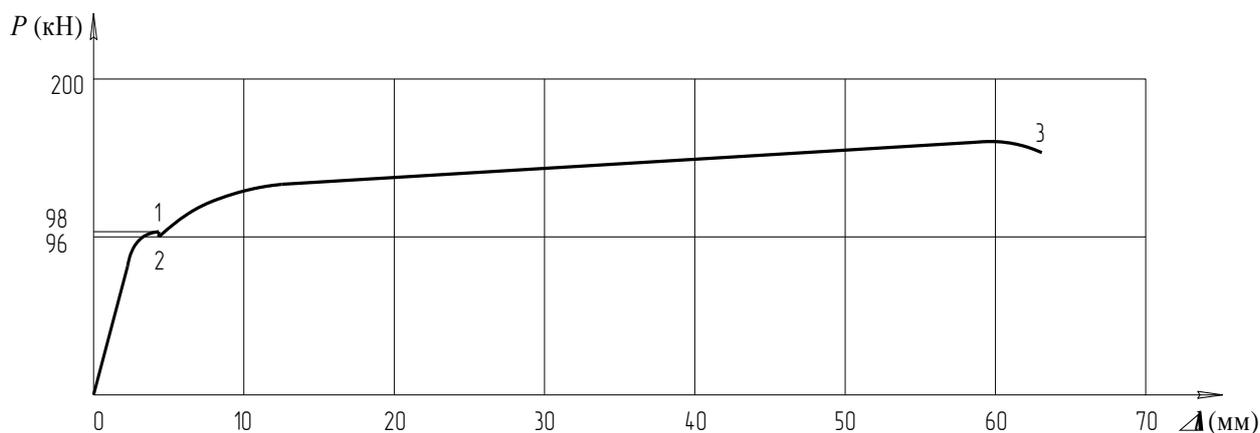


Рисунок 2 – Работа одного из стержней 1-й группы

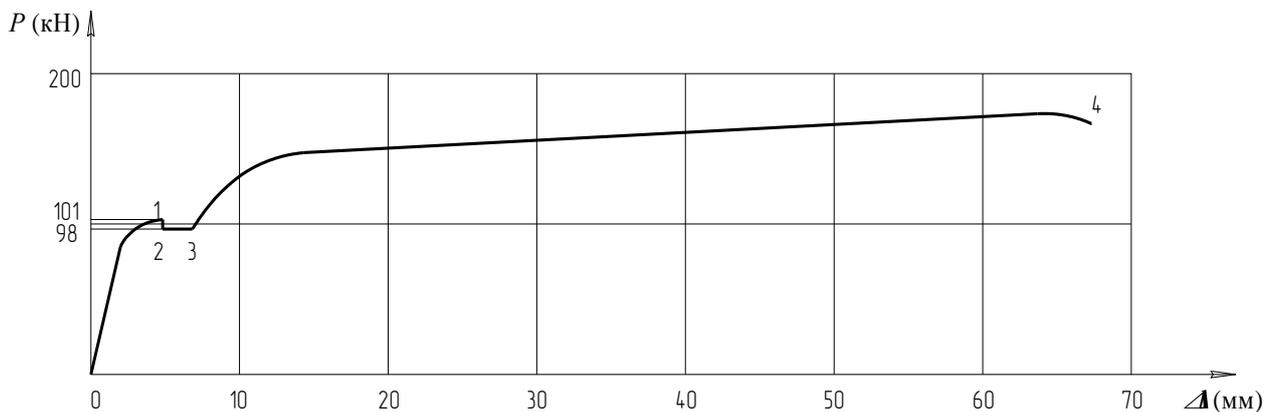


Рисунок 3 – Работа одного из стержней 2-й группы

Как видно из графиков, при наплавке всех швов на стержень первой группы (погонное тепловложение  $q_n = 10\,272$  Дж/см) удлинения не отмечались (точка 2, рисунок 2). При наплавке же промежуточных швов на стержень 2-й группы ( $q_n = 11\,528$  Дж/см) имело место удлинение (площадка 2–3, рисунок 3). Таким образом, полученные экспериментально результаты подтвердили теоретические обоснования, что дало возможность сделать следующие выводы:

1. Усиление растянутых стержней стальных сварных ферм возможно при полной для них расчётной нагрузке. Для этого необходимо следующее:

- наплавка связующих швов сначала по концам (в пределах фасонки) и только затем, после их остывания, в промежуточных сечениях;

- применение режимов сварки, при которых величина теплового ослабления сечений усиливаемых стержней компенсируется по прочности сечениями фасонки и не разогретыми (выше  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) частями сечений элементов усиления.

2. В случае применения порядка сварки с первоначальной наплавкой связующих швов по концам стержней и известных сечениях элементов усиления, безопасные режимы сварки при усилении растянутых угловых стержней ферм

могут быть определены по предлагаемой методике.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Десятов Б. И. Исследование работы усиливаемых под нагрузкой элементов сварных стальных ферм. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М. : МИСИ, 1968.

2. Кизингер Р. Исследование напряжённого состояния растянутых стержней металлических ферм при их усилении под нагрузкой. автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М. : МИСИ, 1973.

3. Кузнецова В. В. Металлические конструкции. в 3 т. т 3. стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. (справочник проектировщика). (ЦНИИ проектстальконструкция им. Н. П. Мельникова) М. : Изд-во АСВ, 1999.

4. Беленя Е. И. Кудишин Ю. И., Игнатьева В. С. и др. Металлические конструкции : Учебник для студ. высш. учеб. заведений / 10-е изд., стер. Издательский центр «Академия», 2007. 688 с.

## BY THE ISSUE OF STRENGTHENING STRETCHED BAR STEEL COATINGS INDUSTRIAL BUILDINGS

© 2014

**I. K. Rodionov**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Urban Construction and Management»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**I. V. Proshin**, undergraduate

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**M. V. Hrak**, undergraduate

*togliatti state university, togliaatti (Russia)*

---

*Annotation.* The problems of the stress state that develops during the amplification process (welding) tensile bar steel trusses cover. given theoretical justification of the rational welding technology to strengthen the stretched elements allows welding and reinforcing rods amplified at full rated load. given the criteria for safe welding operations in the amplification method of increasing the tension bar sections.

*Keywords:* steel trusses cover, stretched elements, amplification, welding, technologies, economic and environmental effects.

УДК628.1+725.74

## ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ПЛАВАТЕЛЬНОГО БАССЕЙНА

© 2014

**В. А. Селезнев**, доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**А. А. Корнеев**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Выбор схемы и технологии процесса очистки, а также состава водоочистного оборудования зависит от современных требований к санитарно-гигиеническому состоянию воды плавательного бассейна, параметров исходной воды; назначения бассейна; объёма ванны бассейна и др. технико-экономических параметров.

В связи с этим существует большое количество различных схем водоподготовки плавательного бассейна, с множеством вариантов, как типов фильтровального оборудования, так и типов оборудования по обеззараживанию воды.

В данной статье проведен анализ основных параметров, влияющих на выбор схемы и оборудования водоподготовки плавательных бассейнов различных типов.

*Ключевые слова:* водоподготовка, плавательный бассейн, система очистки воды, фильтрационное оборудование.

Современные потребности в строительстве бассейнов отметили в своей программе «500 бассейнов» члены партии «Единая Россия». Помимо повышенного спроса на многофункциональные спортивные комплексы, плавательные бассейны и физкультурно-оздоровительные комплексы, возросло и требование к качеству воды в данных сооружениях, а также к энерго-сберегающим мероприятиям.

Качество воды плавательных бассейнов должно соответствовать определенным пара-

метрам и требованиям нормативных документов. Это достигается проектированием высокоэффективной системы фильтрации, которая позволяет обеспечить как высокую степень, как механической очистки, так и системы очистки с использованием химических реагентов, а также новые схемы очистки с использованием безреагентных способов очистки воды.

*Цель статьи:* определение основных условий, влияющих на выбор системы водоподготовки плавательных бассейнов.

Выбор технологии процесса очистки и состава водоочистных установок является основополагающей задачей при проектировании бассейна и диктуется санитарно-гигиеническими требованиями, предъявляемыми к воде плавательного бассейна, технико-экономическими показателями, площадью насосно-фильтровальной станции, качеством исходной воды, объемом ванны бассейна и другими параметрами. Поэтому существует множество различных вариантов технологических схем [1].

Основным фактором, влияющим на выбор экономически целесообразной и технически грамотной системы водоподготовки плавательного бассейна является определение типа бассейна.

В соответствии с [2] плавательные бассейны делят на: спортивные, оздоровительные, детские, учебные, охлаждающие.

От типа бассейна регламентируется режим работы оборудования бассейна. Основными элементами бассейнов являются: ванна или чаша бассейна и технологическое помещение со станцией водоподготовки, фильтровальным оборудованием, вспомогательным оборудованием, системой автоматики и другим оборудованием. Только строгое соблюдение технологических и санитарно-гигиенических требований к бассейну и его основным элементам позволит обеспечить высокое качество воды и хорошее самочувствие купающихся.

При проектировании систем водоснабжения и водоотведения плавательных бассейнов необходимо учитывать:

1) качество исходной воды, поступающей в бассейн: вода питьевого качества, подземный или поверхностный источник; даже в городском водопроводе вода может несколько отличаться, т. к. качество воды в городском водопроводе зависит от источника, качества очистки и изношенности сетей [1];

2) контингент купающихся: предполагается ли купание детей (требование к температурному режиму; повышенные требования к очистке по некоторым микроэлементам, например, железу, вызывающему сухость кожи, раздражение и аллергические реакции, особенно у детей младшего возраста; период водообмена, связанный с возможным загрязнением воды соединениями аммиака) [1];

3) возможность прохождения медицинского обследования купающихся или сбор меди-

цинских справок у посетителей бассейна. Не прошедшая необходимую очистку вода может стать источником многих заболеваний: туберкулез кожи, эпидермофития, гепатит А, дизентерия, грибковые заболевания кожи и др. [2].

4) доступность инженерных систем: канализация, холодное и горячее водоснабжение, электричество;

5) применение энерго- и ресурсоэкономных проектов в случае плавательных бассейнов – это применение оборотной системы водоснабжения;

6) внедрение рациональных архитектурно-строительных решений, для плавательных бассейнов – это соблюдение санитарно-гигиенических требований, обеспечения поточности движения посетителей, что скажется на качестве воды, уменьшит нагрузку на фильтровальные установки, что, в свою очередь, отразится в снижении расхода промывной воды и количестве дезинфектанта [1].

Для обеспечения необходимого качества воды плавательного бассейна необходима эффективная система технологического водоснабжения. В зависимости от типа системы и режима её работы плавательные бассейны делятся на: наливные – с периодической сменой воды, с проточной системой водоснабжения и с системой оборотного или рециркуляционного водоснабжения. Выбор типа системы зависит от назначения бассейна, его объема и ряда других факторов [3].

Наливная система применяется для бассейнов с ванной небольшого объема (до 20–50 м<sup>3</sup>) и имеет ряд существенных недостатков:

– количество загрязнений в процессе эксплуатации непрерывно возрастает;

– частые смены воды (до начала опорожнения должна быть не более 6 часов) приводят к значительным затратам воды, тепла для её подогрева и дезинфектанта;

– температура воды в ванне непрерывно снижается;

– появляется возможность возникновения хлоростойчивой патогенной микрофлоры [2].

Проточная система технологического водоснабжения рекомендуется для бассейнов объемом до 200 м<sup>3</sup>. В данных бассейнах подача очищенной, обеззараженной и подогретой воды в ванну производится постоянно в течение всего периода эксплуатации. Серьезным недостатком

проточной системы является большой расход воды (три-пять объемов ванны в сутки) и теплоты для её подогрева.

Оборотная система технологического водоснабжения. Благодаря непрерывной очистке и дезинфекции данная система обеспечивает высокое качество воды в бассейне и экономное расходование исходной воды.

Одним из основных параметров водного режима ванны бассейна является циркуляционный расход, влияющий на качество воды, расход

электроэнергии, реагентов, стоимость оборудования и функционирование оборотной системы водообмена в целом. На определение оптимального циркуляционного расхода воды влияют многие факторы, для чего в [3] рассматривается ряд формул по определению этого расхода. Важнейшей задачей при проектировании системы водоподготовки плавательного бассейна является выбор наиболее оптимальной формулы определения циркуляционного расхода.

Таблица 1 – Результаты расчета циркуляционных расходов для бассейнов различного назначения

Объем бассейна, м <sup>3</sup>	Расчетный циркуляционный расход воды, м <sup>3</sup> /ч								
	$Q_c^I$	$Q_c^{II}$	$Q_c^{III}$	$Q_c^{IV}$	$Q_c^{V}$	$Q_c^{VI}$	$Q_c = V_n / T$		
							T=12	T=8	T=6
Демонстрационно-спортивный бассейн									
3 000	14,4	197,88	531,76	–	20,8	105,6	250	375	50
Учебно-оздоровительные бассейны									
875	40,25	36,87	155,1	144,95	25,13	68,3	72,92	109,37	145,86
670	5,92	35,36	119,5	111,49	26,27	57,2	55,83	83,75	111,66
Оздоровительные бассейны									
450	19,2	25,75	–	74,54	36,11	55	37,5	56,25	75
345	8,69	77,95	–	57,15	11,77	27,5	28,75	43,12	57,5
300	15,94	30,38	–	49,69	13,8	27,5	25	37,5	50
95,4	29,6	14,62	–	15,8	12,05	14,3	7,95	12	15,9
66	21,82	21,33	–	10,93	11,24	12,1	5,5	8,25	11
Бассейны в банях и саунах									
23,76	4,8	32,19	–	3,93	3,61	4,4	1,98	2,97	3,96
10,2	11,52	19,65	–	1,68	8,66	4,4	0,85	1,27	1,7
6,75	13,06	22,57	–	1,11	3,61	2,2	0,56	0,84	1,12
Детские бассейны									
Школьный/80,62	17,01	18,2		13,3	28,72	20,9	6,72	10,08	13,45
Учебный/50	26,58	25,04	–	8,25	21,12	14,3	–	6,25	8,33
Детский сад/14,7	16,96	12,9	–	2,42	9,28	12,1	–	1,84	2,45

где  $Q_c^I - Q_c^{IIII}$  – циркуляционные расходы, посчитанные по разным формулам исходя из различных условий:

1. Из условия режима эксплуатации.
2. Из условия гидравлического режима, обеспечивающего полное смешение поступающей воды с водой ванны бассейна.
3. Из условия водного режима с учетом качества воды для спортивных и демонстрационных бассейнов.
4. Из условия водного режима с учетом качества воды для оздоровительных бассейнов.
5. Для ориентировочных расчетов для малых бассейнов.

Не менее важным пунктом при проектировании бассейна является непосредственно технологическая схема очистки воды плавательного бассейна.

Самой распространённой схемой водоподготовки является схема, состоящая из кварцевого фильтра, системы обеззараживания с применением химических реагентов и безреагентной системы. В частности, система с фильтром шпунтовой навивки с загрузкой песком 0,8–1,2 мм, автоматической станции дозирования хлора и РН и ультрафиолетовой установкой. К достоинствам этой системы можно отнести доступность оборудования, загрузки, простоту эксплуатации и обслуживания, срок эксплуатации 15–20 лет. К недостаткам данной системы относят необходимость коагулирования воды, организация реагентного хозяйства, раздражение слизистой оболочки и кожи посетителей хлорными реагентами, необходимость дополнительного оборудования для промывки фильтра.

Для повышения эффективности кварцевых фильтров применяют модернизированные фильтры:

- 1) с высокой загрузкой (более 1м).
- 2) с двойной загрузкой, состоящей из керамзита и песка.
- 3) с ионообменными и многофункциональными загрузками материалами.

Такие фильтры позволяют повысить качество очистки воды, подобрать засыпку основываясь на качество исходной воды, но вместе с тем значительно повысить капитальные и эксплуатационные затраты. Однако вместе с тем стоит отметить широкий спектр производителей

фильтров с кварцевой загрузкой и доступность фильтров данной конфигурации.

В качестве альтернативы классическим песчаным фильтрам можно назвать мембранные фильтры, нашедшие применение в бассейнах Франции, Японии и ряда других стран и появившиеся и на российском рынке, как в зарубежном, так и в отечественном исполнении. Фильтрационные мембраны позволяют получить воду очень высокого качества, однако в некоторых случаях вода отечественных источников (вода городского водопровода в некоторых городах нашей страны оставляет желать лучшего) требует тщательной предочистки, что в сумме с самой установкой делает этот метод не всегда экономически обоснованным. Вдобавок данный метод требует внимания квалифицированного обслуживающего персонала. Неправильная эксплуатация может привести к необратимым последствиям для установки [1].

При невозможности проектирования капитальной системы очистки воды возможно применять картриджные фильтры. Однако данные фильтры в условиях низкого качества сетевой воды, попадания в бассейн пыли листвы и другого мусора требует постоянной очистки или замены.

В случае, если к качеству воды бассейнов предъявляются особенно высокие требования, а также существуют некоторые другие технические и технологические особенности объекта, могут быть рекомендованы к применению намывные фильтры, которые прекрасно зарекомендовали себя за рубежом. Применение намывных фильтров в водоподготовке плавательных бассейнов рекомендовано [4].

Применение намывных фильтров позволяет отказаться от использования дефицитного коагулянта и получить воду высокого качества, в том числе и от бактериальных загрязнений. Сметная стоимость оборудования насосно-фильтровальной станции с намывными фильтрами, по сравнению со скорыми напорными, меньше в 1,8 раза, а себестоимость водоподготовки ниже в 2 раза [3, 5, 6]. Это объясняется меньшим числом фильтров, по сравнению со схемой со скорыминапорными фильтрами, упрощенной обвязкой трубопроводов, отсутствием необходимости в коагулировании и подщелачивании воды и незначительным расходом промывной воды [1].

Применение в водоподготовке бассейна намывного фильтра решает несколько проблем:

1. Высокое качество профильтрованной воды позволяет рекомендовать эту схему для спортивно-демонстративных и коллективных бассейнов. Высокие показатели по мутности и цветности, содержанию железа и марганца обеспечивают необходимую прозрачность для фото-видеосъемки, позволяют видеть дно на всю глубину, независимо от глубины бассейна. Высокое качество воды по бактериологическим показателям позволяет снизить дозу хлора, что благоприятно скажется на здоровье спортсменов [5].

2. Установка с намывными фильтрами компактна, занимает небольшую площадь, а возможность применения фильтров, как вертикально, так и горизонтально расположенных, снимает ограничения по высоте помещения насосно-фильтровальной станции [6].

3. Сокращается необходимое количество промывной воды, а применение водо-воздушной «шоковой» промывки минимизирует ее расход, что позволяет строить объекты с данной схемой в районах с высоконагруженной системой канализации или небольшими [5].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адельшин А. Б., Леонтьева С. В., Основные технологические параметры, влияющие на выбор схемы водоподготовки плавательных бассейнов. // Известия КазГАСУ. 2011. № 3 (17). С. 114–121.
2. СанПиН 2.1.2.1188-03. Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества. М. : Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. 27 с.
3. Кедров В. С., Рудзский Г. Г. Водоснабжение и водоотведение плавательных бассейнов. 2-е изд. М. : Стройиздат. 1991. 160 с.
4. СП 31-113-2004. Бассейны для плавания. СПб. : Информационно-издательский центр Минздрава России. 2005. 66 с.
5. Адельшин А. Б., Леонтьева С. В. Перспективы использования намывных фильтров в техническом водоснабжении плавательных бассейнов. // Известия КазГАСУ. 2008. № 1 (9). С. 145–151.
6. Адельшин А. Б., Леонтьева С. В., Ежова К. А. Очистка технологической воды плавательного бассейна на намывных фильтрах. // Известия КазГАСУ. 2009. № 1 (11). С. 206–210.

## THE MAIN CONDITIONS AFFECTING THE CHOICE OF SWIMMING POOL WATER TREATMENT

© 2014

*V. A. Seleznev*, doctor of technical sciences, professor of the chair  
«Heat, ventilation, water supply and sanitation»  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*A. A. Korneev*, master  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* Selecting schema and technology cleaning process, as well as the composition of the water treatment plant depends on modern requirements for sanitary - hygienic state of the water of the swimming pool, the parameters of the source water; Destination of the basin; the volume of the bath basin; et al. techno-economic parameters.

In this regard, there are a number of different schemes of water treatment swimming pool, with a variety of options as types of filtration equipment, and types of equipment for water disinfection.

This article analyzes the main parameters influencing the choice of the scheme and swimming pools of water treatment equipment of various types.

*Keywords:* water, swimming pool water treatment system, filtration equipment.

**ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ЦВЕТЕНИЯ ВОДОИСТОЧНИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ  
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

© 2014

**К. Е. Стрелков**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**И. А. Лушкин**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение», руководитель магистерской программы «Водоснабжение городов и промышленных предприятий»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Множество населенных пунктов в Российской Федерации используют поверхностные источники для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения. Интенсивное увеличение количества сине-зеленых водорослей приводит к значительному снижению качества используемой воды, увеличивает денежные затраты на ее очистку, несет опасность для здоровья человека и экологического состояния природы в целом.

*Ключевые слова:* водохранилище, водоснабжение, цианобактерии, качество воды.

Цветение воды – явление, с которым сталкивался каждый из нас. С началом летнего периода большинство водоемов подвергаются так называемому цветению. Вода в этот период приобретает сине-зеленый, а иногда ржаво-коричневый оттенок. В основе этого явления лежит массовое развитие цианобактерий (сине-зеленых водорослей), динофлагеллятов, диатомовых водорослей. Цветение возможно, как в пресной, так и в морской воде, но в основном наблюдается в пресных стоячих (с медленным течением) водоемах, таких как озера, пруды и водохранилища.

Процесс интенсивного развития цианобактерий скорее является следствием. Причиной же следует считать эвтрофикацию водоема. Эвтрофикация – насыщение водоемов биогенными элементами, сопровождающееся обильным ростом биологической продуктивности водных бас-

сейнов. Эвтрофикация может быть результатом как естественного (старение водоема), так и антропогенного воздействия. Основными антропогенными источниками являются необработанные сточные воды и смыв удобрений с грунта. Они же и являются главным носителем химических элементов, способствующих эвтрофикации – азота и фосфора. Еще один источник – ортофосфат натрия, компонент стиральных порошков. Во многих странах мира использование этого соединения при производстве запрещено для целей уменьшения эвтрофикации водоемов.

По данным лаборатории мониторинга водных объектов ИЭВБ РАН, количество нитратов и фосфатов в воде находится в зависимости от численности водорослей (рисунок 1, 2) [1].

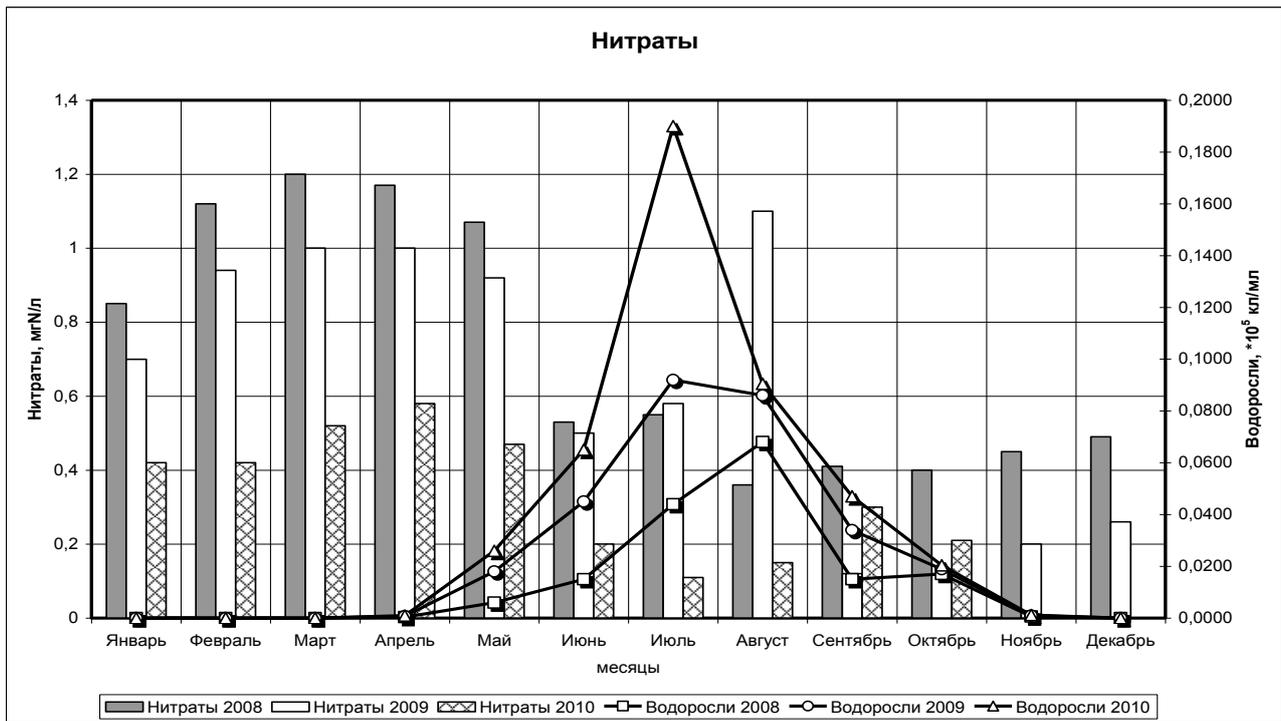


Рисунок 1 – Зависимость количества нитратов от увеличения численности водорослей

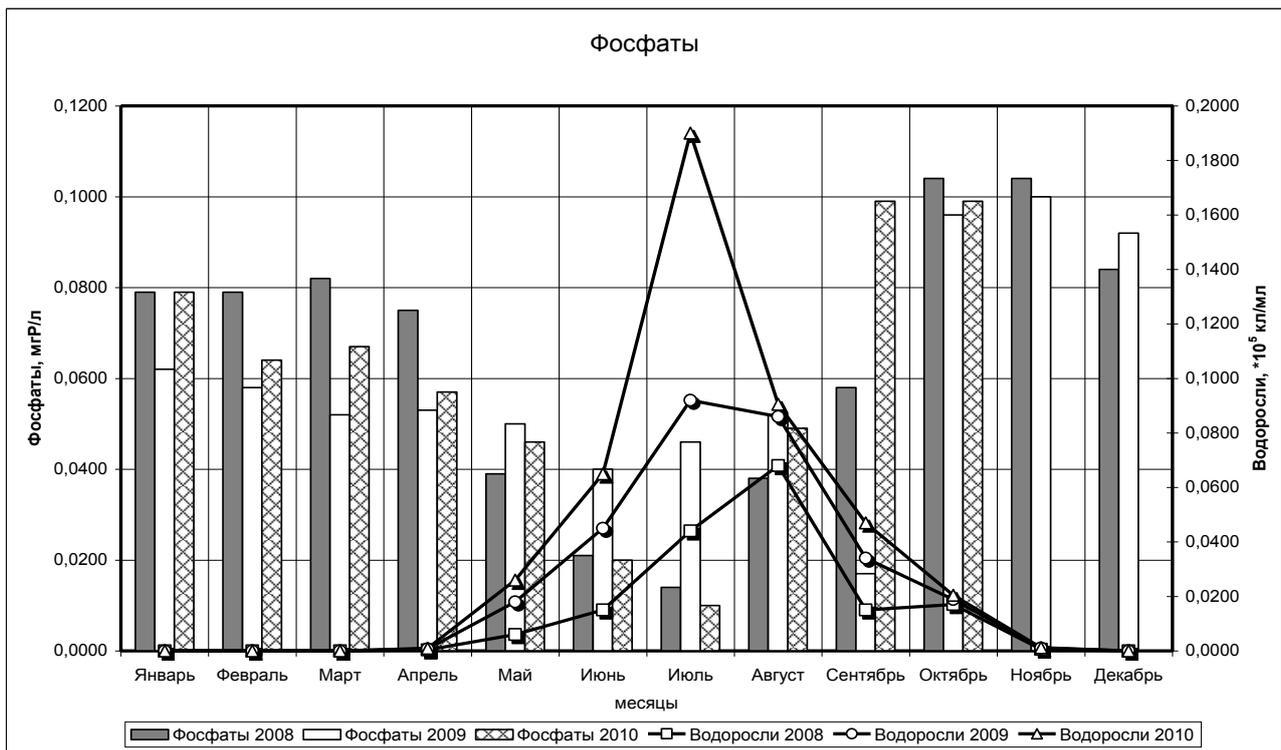


Рисунок 2 – Зависимость количества фосфатов от увеличения численности водорослей

Создание водохранилищ на равнинных реках, повышение среднегодовой температуры, сброс сточных вод с концентрациями загрязняющих веществ значительно выше допустимых параметров и ряд естественных факторов, все это способствует и создает благоприятные условия для развития цианобактерий [2]. Рост цветения воды приводит к дефициту кислорода, пере-

насыщению водоемов углекислым газом, повышению кислотности, затрудняет работу гидротехнических сооружений, понижает органолептические показатели воды (цвет, запах, вкус), увеличивает вязкость вод, ведет к замору рыбы, гибели водоплавающих птиц и оказывает отрицательное воздействие на состояние экосистемы в целом [2, 3].

По сути, цветение воды – это совершенно обычное природное явление. Но в современных условиях главной его опасностью является гипертрофизированное увеличение численности цианобактерий и деградация биотического комплекса самоочищения водоемов. Большинство городов в России используют водохранилища для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения. Загрязнение водных объектов приводит к снижению качества потребляемой воды и отрицательно сказывается на здоровье жителей [3].

В первую очередь цветение воды негативно сказывается на обитателях водной экосистемы. Рыбы, бентосные, планктонные животные, водоплавающие птицы, а также млекопитающие – первые кто чувствует на себе последствия чрезмерного увеличения количества цианобактерий в воде. В период массового развития сине-зеленых водорослей на поверхности водоемов образуется пленка, экранирующая проникновение солнечных лучей в толщу воды, тем самым вызывая своеобразное «голодание» эукариотических водорослей. Последние, в свою очередь, являются главными конкурентами цианобактерий и составляют основу питания организмов зоопланктона.

Во-вторых, бурное развитие численности сине-зеленых водорослей изменяет окраску воды, придает ей своеобразный специфический запах и вкус, приводит к затруднениям в техническом и питьевом водоснабжении, создает помехи нормальной работе гидротехнических сооружений [3, 4].

Одним из факторов ухудшения состояния воды в реках Российской Федерации, как ни странно, является строительство большого количества водохранилищ. Один из таких примеров – Волжско-Камский каскад ГЭС. В мире создание водохранилищ на равнинных реках считается не целесообразным, но в России, имеющей обширные территории, подобная практика существует. Во время строительства огромные территории подверглись затоплению и подтоплению. Создание этих объектов привело к необратимым изменениям экологической и гидрологической ситуации в водоемах. Значительно снизилась скорость движения воды в Волге и, как следствие, степень перемешивания. Волга в районе Куйбышевского водохранилища (береговая линия г. Тольятти) на момент летнего периода больше похожа на озеро, нежели на реку [3]. Являясь источником водоснабжения, вода

Куйбышевского водохранилища представляет для города стратегическую важность и ценность. С каждым годом качество воды становится все хуже, процесс эвтрофикации все сильнее ощущается в повседневной жизни. Вода в водохранилище начинает цвести уже в апреле-мае. Для того чтобы привести воду в соответствие с требованиями качества, предъявляемыми к питьевой воде, требуются огромные средства. В нашем городе, да и в нашей стране вопросу развития системы водоподготовки уделяют недостаточное внимание. С ростом ухудшения качества воды требуются все большие вливания средств на развитие и реконструированные систем доочистки. Но, как и во всех случаях, решению проблемы необходимо уделять комплексное внимание, одновременно стараясь бороться и с последствиями, и с причинами роста эвтрофикации водных объектов.

Антропогенное воздействие на водоемы в ходе производственной и сельскохозяйственной деятельности в совокупности с естественным созданием комфортных условий (увеличение температуры окружающей среды, глобальное потепление) для развития популяции сине-зеленых водорослей дает эффект прогрессирующего ухудшения качества воды. Как правило, сброс ливневых вод с территорий городов осуществляется напрямую в близлежащие водоемы, попросту минуя систему предварительной очистки, позиционируясь как условно чистый сток. Подобная ситуация сложилась и в г. Тольятти. Ливневые стоки с территории Автозаводского, Комсомольского районов сбрасываются в водохранилище без какой-либо очистки. В городе есть очистные сооружения, но они требуют реконструкции и на данный момент не функционируют. Из Центрального района ливневый сток сбрасывается в искусственное озеро, расположенное в лесу на ул. Банькина. Сброс стоков в водохранилище ведется непосредственно на территории зоны отдыха и рядом с п-ов Капылово. Эти места всегда являлись любимым местом для отдыха горожан в жаркие летние дни, но в последние годы купание в этих зонах затруднено и даже опасно для здоровья. Цветение воды вызывает заболевания кожи у купальщиков, влечет за собой болезни органов пищеварения.

В истории неоднократно фиксировались смертельные случаи отравления цианобактериальными токсинами. Первые свидетельства появ-

вились в 1793 году [5], в момент высадки в Британской Колумбии капитана Георга Ванкувера и его команды. Они заметили, что у индейских племен существует табу на употребление моллюсков, выловленных из водоемов, когда она начинала зацветать. Как оказалось, в моллюсках накапливался токсичный яд, количества которого вполне хватало для отравления человека и влекло за собой летальный исход. Первая официальная информация относится к 1878 году, когда согласно статье в журнале «Nature» были зафиксированы случаи гибели свиней, лошадей и собак после употребления воды из цветущего водоема. Прямой контакт с такой водой или употребление в пищу рыбы из водоема, который подвержен интенсивному развитию в нем цианобактерий, может стать причиной развития тяжёлых заболеваний. На сегодняшний день известно, что влияние цианобактерий и их токсинов оказывает более обширное отрицательное влияние на здоровье человека и животных. Подвергается серьезному влиянию деятельность сердечно-сосудистой и иммунной системы, печени и других жизненно важных органов [5, 7].

Печально известные события, связанные с отравлениями цианобактериями, происходят по всему миру. Например, в Бразилии 1997 году после употребления местными жителями воды из цветущего водохранилища пострадало более ста человек, часть из которых погибла от отравлений. Особенную опасность несут гепатотоксины, оказывающие разрушительный эффект на печень человека и животных и способные в короткие сроки привести к циррозам и раковым новообразованиям. К сожалению, токсины цианобактерий весьма устойчивы и не разрушаются при стандартных схемах водоподготовки, таких как хлорирование и ультрафиолетовое обеззараживание. Попадая в организм животных, отдельные токсины фактически не разрушаются и далее могут попасть в организм человека при употреблении им в пищу мяса или молока скотины, оказывая отрицательный эффект на общее состояние здоровья и подвергая его серьезной опасности [5].

Еще одним важным фактором, влияющим на распространение сине-зеленых водорослей, является температурный режим. Климатические изменения, в том числе увеличение температуры воды, способствует распространению эвтрофикации водоемов по всему миру. Американские климатологи установили, что увеличение цвете-

ния воды может вызвать не только насыщение углекислым газом вод мирового океана, повышение их кислотности, но и повысить уязвимость приповерхностных вод. К такому выводу ученые пришли в ходе наблюдений за развитием цианобактерий на побережьях Китая и США. Две крупнейшие реки в мире – Янцзы и Миссисипи выносят в больших количествах азотистые удобрения на мелководья Восточно-Китайского моря и Мексиканского залива, а они являются пищей для цианобактерий. Выбросы нитратов, составляющие основную часть используемых удобрений, за вторую половину прошлого столетия выросли в Китае в четыре, в США в три раза [5, 7]. Как видно из проделанных исследований, уже ранней весной начинается падение уровня кислорода, увеличение содержания концентрации углекислого газа и повышение кислотности. Подобная ситуация продолжалась на протяжении всего лета и начала осени. Взаимосвязь между уменьшением содержания кислорода и снижения кислотности указывает на то, что кислород уходил на окисление органики, количество которой возрастало из-за цветения воды. Ученые также сопоставили повышение концентрации углекислого газа в прибрежных водах и в атмосфере с изменениями водородного показателя. Считается, что в основном кислотность вод зависит от количества поглощаемого ими углекислого газа, поэтому повышение концентрации углекислоты в атмосфере должно сопровождаться таким же увеличением кислотности. Однако эти цифры не сходятся. Несовпадение объясняется ростом содержания углекислого газа, способность воды к его поглощению снижается. Тем самым увеличивается постоянная концентрация углекислоты в атмосфере, что неизбежно ведет к климатическим изменениям на нашей планете [5].

При использовании воды, богатой фито- и зоопланктоном, традиционные технологии и сооружения забора и очистки не могут обеспечить надлежащего качества водоподготовки. Поэтому все более актуальной становится проблема совершенствования технологий водоприема и обработки воды из поверхностных источников, содержащих планктон (водоросли), являющихся, по сути, комплексным выражением антропогенного загрязнения. Основные направления борьбы с водорослями при заборе и обработке воды [6]:

1) максимальное извлечение водорослей (планктона) из воды источников на водозаборах и начальных стадиях водоподготовки до поступления на блоки очистки;

2) уменьшение количества водорослей в акватории водоотбора, устранение причин их развития; создание условий, препятствующих их росту и распространению и др.;

3) модернизация традиционных методов забора и очистки воды внедрением новых технологических решений.

Выходом из сложившейся ситуации с качеством поверхностных водоисточников в РФ и мире является комплексный подход к решению проблемы, требующий вливания огромных денежных средств как государственных, так и частных. Он должен включать в себя борьбу с уже сложившейся обстановкой состояния водных объектов, предотвращение развития и ухудшения ситуации. Реальное снижение фосфорной и нитратной нагрузки на водохранилища позволит значительно ограничить развитие фитопланктона и уменьшить негативные последствия, связанные с цветением воды и ухудшением ее качества [7]. Для этого необходимо решить существующие правовые и финансовые проблемы в области нормирования антропогенного воздействия на водоемы, разработав современные научно обоснованные нормативы и комплекс мероприятий по контролю за выполнением предложенных мероприятий. Как минимум, следует установить контроль за соблюдением действующего в настоящее время законодательства – Водного кодекса РФ и Федерального закона «Об охране окружающей среды». Реконструкция и модернизация водозаборных и очистных сооружений, внедрение и разработка новых технологий с учетом современных тенденций и опыта, полученного за рубежом, в вопросах решения проблемы эвтрофикации водоемов, позволят нам сохранить природные и жизненно важные ресурсы, сохранить здоровье нынешнему и бу-

дущим поколениям, сохранить экосистему нашей страны и планеты в целом. Инновационные подходы, касающиеся мер борьбы с цианобактериями, должны сочетать и учитывать в себе теоретический и практический факторы, направленные на борьбу с глобальной проблемой современности – эвтрофикацией водоемов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селезнева А. В., Селезнев В. А. Проблемы восстановления экологического состояния водных объектов Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2010. № 2. С. 28–44.
2. Селезнев В. А., Селезнева А. В. Влияние плотин на создание благоприятных условий для цветения воды на крупных водохранилищах.
3. Селезнева А. В., Селезнев В. А. От локального мониторинга к регулированию сброса загрязняющих веществ в водные объекты // Водное хозяйство России, № 2, Екатеринбург. 2008. С. 4–21.
4. Громов Б. В. Цианобактерии в биосфере // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 9. С. 33–39.
5. Колмаков В. И. Токсичное цветение воды континентальных водоемов: глобальная опасность и методы ликвидации // [http://studopedia.net/5\\_58014\\_toksichnoe-tsvetenie-vodi-kontinentalnih-vodoemov-globalnaya-opasnost-i-metodi-likvidatsii.html](http://studopedia.net/5_58014_toksichnoe-tsvetenie-vodi-kontinentalnih-vodoemov-globalnaya-opasnost-i-metodi-likvidatsii.html).
6. Лушкин И. А., Стрелков Д. А., Немнонова М. А. Проблемы забора и очистки воды для водоснабжения из источников с обильной водной растительностью. Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. № 1. С. 50–54.
7. Новая газета в Поволжье. Когда сольют Волгу? 01/02/2012. // <http://www.novayasamara.ru/content/когда-сольют-волгу>

## CAUSES AND CONSEQUENCES OF FLOWERING WATER SOURCES USED FOR DRINKING WATER SUPPLY

© 2014

**K. E. Strelkov**, master

*Togliatti state University, Togliatti (Russia)*

**I. A. Lushkin**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti state University, Togliatti (Russia)*

**V. M. Filenkov**, candidate of technical sciences, associate professor of the department  
«Heat and gas supply, ventilation, water supply and Sewerage», the head of the master's  
programme in «Urban water Supply and industrial enterprises»

*Togliatti state University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* Many settlements in the Russian Federation using surface sources of water for domestic water supply. Intensive increase in the number of blue-green algae leads to a significant reduction in the quality of water used, increases the monetary costs of its cleanup, is a danger to human health and the ecological state of nature as a whole.

*Keywords:* reservoir, water, cyanobacteria, water quality.

УДК 621.396.6

## РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ КОНДУКТИВНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ

© 2014

**А. И. Тушцев**, доктор технических наук, доцент, профессор-консультант кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**И. О. Губанов**, кандидат технических наук, старший преподаватель

*Тольяттинский колледж дизайна и управления, Тольятти (Россия)*

**В. М. Плеханов**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Д. Г. Токарев**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Микроминиатюризация конструкций радиоэлектронных устройств приводит к тепловой нагруженности. Печатная плата рассматривается в качестве теплового источника, в котором электрическая энергия преобразуется в тепловую. Ее элементы в нагруженном состоянии представляют источники, стоки и приемники тепловой энергии. Представлен расчет тепловых режимов и характеристик печатных плат при кондуктивном теплообмене.

*Ключевые слова:* печатная плата, тепловая энергия, кондуктивный теплообмен, теплопроводность, расчет теплового потока, радиатор.

Микроминиатюризация конструкций радиоэлектронных устройств приводит к тепловой нагруженности, связанной с перегревом элементов и самого печатного узла. В этом случае печатную плату можно рассматривать в качестве теплового источника, в котором электрическая

энергия преобразуется в тепловую. Элементы на печатной плате в нагруженном состоянии, таким образом, представляют источники, стоки и приемники тепловой энергии. По известным данным К. П. Д. преобразования полезного электрического сигнала составляет единицы процен-

та, т. е. РЭС можно рассматривать в качестве нагревателя, имеющего большой К. П. Д.

В радиоэлектронном устройстве, представляющем электронный конструктив II уровня иерархии РЭС присутствуют все три вида теплообмена: кондукция (теплопроводность), конвекция и лучеиспускание (радиация). Представим нижеуказанные виды теплообмена с позиции основных законов теплопередачи.

Теплопроводность представляет процесс передачи тепловой энергии внутри твердого тела или неподвижной жидкости (газа) от участков с более высокой температурой к участкам с более низкой температурой или же при соприкосновении двух твердых тел с различной температурой.

Процесс теплопроводности связан с понятиями температурного поля и градиента температуры. В общем виде температура  $\theta$  является функцией координат трехмерного пространства  $x, y, z$  и времени  $t$ .

$$\theta = f(x, y, z, t). \quad (1)$$

Температурное поле можно рассматривать как совокупность значений температуры для всех точек рассматриваемого пространства в определенный промежуток времени.

Для одномерного пространства уравнение (1) можно представить в виде

$$\theta = f(x). \quad (2)$$

Геометрическое место точек, имеющих одинаковую температуру, образует изотермическую поверхность. Поскольку в одной и той же точке пространства не может быть двух различных значений температур, то можно сказать, что изотермические поверхности не пересекаются друг с другом – все они либо кончатся на границе тела, либо замыкаются на себе. Поэтому изменение температуры в теле может иметь место лишь в направлениях, пересекающих изотермические поверхности (рисунок 1).

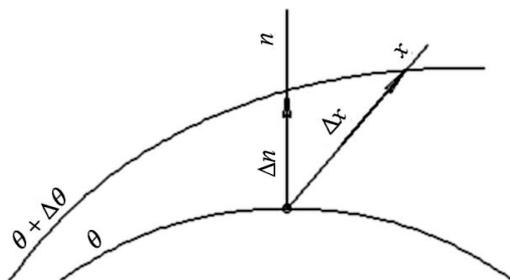


Рисунок 1 – Изотермическая поверхность и температурный градиент

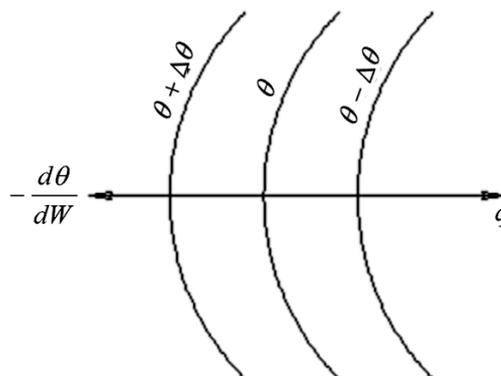


Рисунок 2 – Температурный градиент и удельный тепловой поток

Наибольшее изменение температуры  $\theta$  имеет место в направлении нормали  $n$  к изотермической поверхности.

$$\lim(\Delta\theta/\Delta n)_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{\partial\theta}{\partial n} = grad\theta = \nabla\theta, \quad (3)$$

где  $\nabla$  – математический символ градиента.

Температурный градиент является вектором, имеющим направление по нормали по отношению изотермической поверхности в сторону возрастания температуры. Передача же тепла ведется только в направлении уменьшения значения температуры. Обозначим количество тепла, передающегося через произвольную поверхность в единицу времени, через  $q$ , а удельный тепловой поток –  $q$ . Удельным тепловым потоком называют количество тепла (тепловой поток), отнесенное к единице поверхности. Плотность теплового потока совпадает с направлением тепла в данной точке тела и противоположно направлению вектора теплового градиента (рисунок 2).

Основной закон теплопроводности носит название закона Фурье

$$q = -\lambda grad\theta = -\lambda\Delta\theta, \quad (4)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$ .

Коэффициент  $\lambda$  характеризует способность данного материала проводить тепло

$$\lambda = -\frac{|q|}{grad\theta} = \frac{Q}{S \cdot t \cdot \Delta\theta/\Delta x}, \quad (5)$$

где  $Q$  – тепловой поток;

$s$  – площадь;

$t$  – время;

$\Delta\theta$  – изменение температуры;

$\Delta x$  – расстояние между рассматриваемыми изотермическими поверхностями.

Так для сухого воздуха при  $\theta = 20^\circ\text{C}$  и нормальном давлении  $\lambda = 0,0276 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

для воды  $\lambda = 0,597 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

гетинакса  $\lambda = 0,17 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

текстолита  $\lambda = 0,27 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

серебра  $\lambda = 420 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

меди  $\lambda = 390 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

золота  $\lambda = 310 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

алюминия  $\lambda = 230 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

латуни  $\lambda = 105 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

стали  $\lambda = 45 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

слюды  $\lambda = 0,5 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

дюралюминия  $\lambda = 180 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ .

Величина  $\lambda$  зависит от температуры. Для большинства металлов с повышением температуры  $\lambda$  убывает.

Распределение тепла может происходить в стационарном режиме, при котором температурное поле не меняется во времени, и в нестационарном режиме, когда температурное поле зависит от времени.

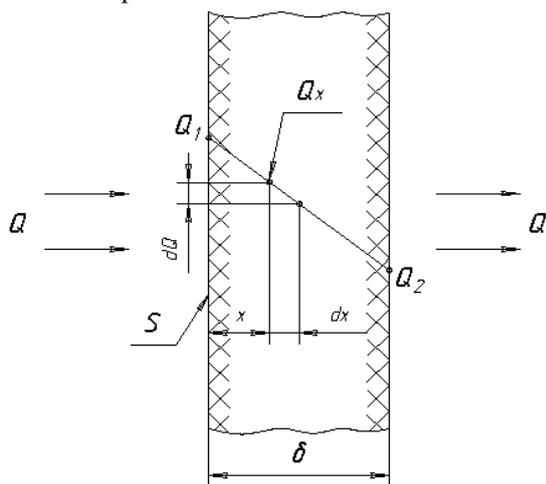


Рисунок 3 – распределение температур на поверхностях диэлектрического основания печатной платы

Для стационарного режима величину теплового потока  $Q$ , прошедшую через плоскую однородную стенку можно найти из формулы (6).

$$Q = \lambda \cdot S \cdot \Delta\theta / \delta, \quad (6)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала стенки,  $\text{Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ ;

$S$  – площадь поверхности стенки,  $\text{м}^2$ ;

$\Delta\theta$  – разность температур поверхностей стенки,  $^\circ\text{C}$ ;

$\delta$  – толщина стенки, м;  $\delta = h_{\text{п.п.}}$ .

Представив диэлектрическое основание печатной платы с температурами сторон  $\theta_1$  и  $\theta_2$ , как плоскую стенку, покажем распределение температур на рис.3.

Считая толщину фольги печатной платы в форме бесконечно тонкого слоя, «вырезанного» перпендикулярно направлению теплового потока, величину удельного теплового потока можно записать в виде

$$q = -\lambda \cdot d\theta / dx, \quad (7)$$

где  $q$  – удельный тепловой поток,  $\text{Вт/м}^2$ ;

$d\theta / dx$  – градиент температуры при малом приращении координаты  $x$  по толщине фольги.

При стационарном режиме  $\theta$  и  $s$  в любом слое стенки одинаковы, то при  $\lambda = \text{const}$  падение температуры  $\theta_1 - \theta_x$  пропорционально толщине рассматриваемого слоя  $x$  стенки.

Двухсторонняя печатная плата представляет трехслойную стенку, в которой поверхностные слои имеют толщину  $h_\phi = \delta_1$ , а диэлектрическое основание имеет слой  $h_{\text{п.п.}} = \delta_2$ .

Распределение температур в сечении печатной платы представим на рис.4.

Распределение температур в сечении печатной платы представим на рис.4.

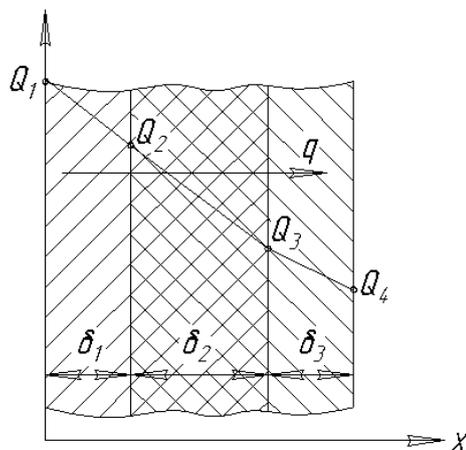


Рисунок 4 – распределение температур в сечении печатной платы

Для стационарного теплового режима имеем

$$q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(\theta_1 - \theta_2); q = \frac{\lambda_2}{\delta_2}(\theta_2 - \theta_3) \text{ и}$$

$$q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(\theta_3 - \theta_4). \quad (8)$$

Сложив левые и правые части системы уравнений (8), имеем

$$\theta_1 - \theta_4 = q \cdot \left( 2\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \delta_2\lambda_2 \right). \quad (9)$$

Откуда удельный тепловой поток составляет

$$q = \frac{\theta_1 - \theta_4}{2\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \delta_2\lambda_2} = \frac{\lambda_{\text{ЭКВ}}}{\sum \delta} \cdot (\theta_1 - \theta_{n+1}). \quad (10)$$

Для стенки, имеющей  $n$  слоев, вводится понятие эквивалентного коэффициента теплопроводности  $\lambda_{\text{ЭКВ}}$ , тогда величину удельного потока можно записать в форме выражения

$$q = \frac{\theta_1 - \theta_{n+1}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}}, \quad (11)$$

$$\lambda_{\text{ЭКВ}} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}} =$$

где

$$\frac{\sum \delta}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}}$$

*Пример.* Определить эквивалентный коэффициент теплопроводности и удельный тепловой поток двусторонней печатной платы при температурах ее граничных поверхностей  $\theta_1 = 70^\circ\text{C}$  и  $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$ ; первый слой – медная фольга,  $h_\phi = \delta_1 = 50\text{мкм}$ ,  $\lambda_1 = 390 \text{ Bm}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ ; второй слой – диэлектрическое основание толщиной  $h_{\text{П.П.}} = \delta_2 = 1\text{мм}$ , материал стеклотекстолит –  $\lambda_2 = 0,27 \text{ Bm}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ ; третий слой – медная фольга,  $h_\phi = \delta_1 = 50\text{мкм}$ ,  $\lambda_3 = 390 \text{ Bm}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ .

$$\lambda_{\text{ЭКВ}} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}} =$$

$$= \frac{50 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 10^{-6}}{50 \cdot 10^{-6}/390 + 1 \cdot 10^{-3}/0,27 + 50 \cdot 10^{-6}/390}$$

$$= 0,297 \text{ Bm}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$$

Удельный тепловой поток через двустороннюю печатную плату

$$q = \frac{\lambda_{\text{ЭКВ}}(\theta_1 - \theta_2)}{\sum \delta} = \frac{0,297 \cdot (70 - 20)}{1,1} = 13,51 \text{ Bm}/\text{м}^2.$$

При определении теплового потока вводят понятие о тепловом сопротивлении стенки  $R_T = \delta/\lambda \cdot S$ , тогда закон Фурье принимает форму закона Ома

$$Q = (\theta_1 - \theta_2)/R_T. \quad (12)$$

Или

$$R_T = \delta/\lambda \cdot S. \quad (13)$$

Величина, обратная тепловому сопротивлению, представляет тепловую проводимость

$$G_T = 1/R_T = \lambda \cdot S \cdot \delta^{-1} \quad (14)$$

В общем тепловое сопротивление стенки конструкции

$$R_T = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{\lambda \cdot S(x)}, \quad (15)$$

где  $dx$  – элемент длины пути теплового потока;

$S(x)$  – площадь изотермической поверхности в аналитическом выражении;

$X_1$  и  $x_2$  – расстояние от начала отсчета изотермических поверхностей.

Данный метод расчета может быть использован для проектирования радиаторов радиоэлектронных устройств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туищев А. И. Методы и средства компьютерного управления радиационным нагревом. М. : ГАСБУ. 1998. 317 с.
2. Туищев А. И. Проектирование бытовых радиоэлектронных средств. М. : МГУС. 2002. 488с.

**CALCULATION OF THERMAL MODES AND CHARACTERISTICS  
OF PRINTED-CIRCUIT BOARDS OF RADIO ELECTRONIC MEANS AND COMPUTER  
EQUIPMENT IN THE CONDUCTION COOLED HEAT EXCHANGE**

© 2014

**A. I. Tuishchev**, doctor of technical sciences, associate professor, professor-consultant of the department «Automation of technological processes and productions»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**I. O. Gubanov**, candidate of technical sciences, senior lecturer

*Togliatti College of design and management, Togliatti (Russia)*

**V. M. Plekhanov**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department «Automation of technological processes and productions»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**D. G. Tokarev**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Automation of technological processes and production»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* Micro-miniaturization designs of radio electronic devices leads to thermal loading. Printed-circuit board is considered as a heat source, in which electric energy is converted into heat. Its elements in the laden condition are the sources and sinks of thermal energy. Present the calculation of thermal modes and characteristics of printed-circuit boards in the conduction cooled heat exchange.

*Keywords:* printed-circuit board, heat energy, conductive heat transfer, thermal conductivity, calculation of heat flux, heat sink.

УДК 621.396.6

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ  
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
ПРИ КОНВЕКЦИОННОМ И РАДИАЦИОННОМ ТЕПЛООБМЕНАХ**

© 2014

**A. И. Туищев**, доктор технических наук, доцент, профессор-консультант кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**И. О. Губанов**, кандидат технических наук, старший преподаватель

*Тольяттинский колледж дизайна и управления, Тольятти (Россия)*

**В. М. Плеханов**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Д. Г. Токарев**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* Конвекция в радиоэлектронных средствах представляет процесс переноса тепла между поверхностью твердого тела и воздушной средой. Теплообмен излучением осуществляется за счет электромагнитных колебаний в широком диапазоне длин волн. Представлен расчет тепловых режимов печатных плат при конвекционном и радиационном теплообмене.

*Ключевые слова:* радиоэлектронные средства, печатная плата, тепловой поток, теплоотдача, теплопроводность, конвекционный теплообмен, радиационный теплообмен, расчет тепловых режимов.

Конвекция в различных РЭС представляет процесс переноса тепла между поверхностью твердого тела и воздушной средой за счет перемещения макроскопических частей воздуха.

Как правило, в РЭС редко используется жидкостное охлаждение, поэтому в качестве среды используется воздух. Движение воздуха может быть свободным и вынужденным.

Свободное движение обуславливается естественной конвекцией, а вынужденное – принудительной вентиляцией.

Распространение тепла путем сочетания теплопроводности и конвекции называют конвекционным теплообменом.

Практические расчеты конвекционного теплообмена производят на основании закона Ньютона–Рихмана

$$Q = \alpha_K (\theta_o - \theta_c) S, \quad (1)$$

Где  $\alpha_K$  – коэффициент конвекционного теплообмена,  $Bm / m^2 \cdot ^\circ C$ ;

$\theta_o$  и  $\theta_c$  – соответственно температуры твердого тела конструкции РЭС и среды (воздуха);

$S$  – площадь поверхности соприкосновения,  $m^2$ .

Коэффициент  $\alpha_K$  представляет собой количество тепла, переданного в единицу времени через единицу поверхности при разности температур между поверхностью и воздухом в один градус. Конвективная теплоотдача в РЭС определяется характером движения воздуха, который может быть представлен двумя режимами – ламинарным и турбулентным. Первый режим определяется спокойным, струйным течением воздуха, второй – вихревым, неупорядоченным течением воздуха.

Коэффициент  $\alpha_K$  есть функция многих параметров: характера и скорости движения, охватывающего стенку воздуха  $v$ ; коэффициента теплопроводности  $\lambda$ , удельной теплоемкости  $c$ ; кинематической вязкости воздуха  $\nu$ , разности температур стенки  $\theta_o$  и окружающей среды  $\theta_c$ ; формы и размера тела  $l$ ; коэффициента объемного расширения воздуха  $\beta$ ; ускорения силы тяжести  $g$ ; коэффициента температуропроводности  $\alpha$ ; плотности воздуха  $\rho$ ; давления  $p$ .

С учетом перечисленного уравнение (1) для свободной конвекции можно записать в виде

$$Q = f(v, x, c, \nu, \theta_o, \theta_c, l, \beta, g, \alpha, \rho) \cdot (\theta_o - \theta_c) \quad (2)$$

Как видно из уравнения (2), такое обилие факторов, влияющих на коэффициент  $\alpha_K$ , делает практически невозможным аналитическое решение задач конвективного теплообмена, поэтому в большинстве случаев расчеты выполняются на основе экспериментов. Обработка экспериментальных данных дала возможность получить общие закономерности, относящиеся к широкому классу явлений конвективного теплообмена, что позволило производить расчеты без проведения трудоемких и дорогостоящих опытов на основе теории подобия. Использование современной вычислительной техники позволило, применяя методы моделирования тепловых полей, рассчитывать тепловые характеристики РЭС.

Сущность подобия двух явлений заключается в разнозначности одноименных физических величин, определяющих эти явления. Так для конвективного теплообмена  $\theta, v, p$ , а в ряде случаев и другие параметры ( $\nu, \lambda, \rho$  и т. д.) в различных точках теплового потока могут иметь различные значения. Подобие двух таких процессов характеризует равноценность этих величин во всем объеме рассматриваемых систем, что означает разнозначность полей этих величин. Из анализа математического описания конвективного теплообмена выводятся строго определенные соотношения – инварианты или критерии (числа) подобия. Критерии подобия представляют безразмерные комплексы, составленные из параметров, характеризующих рассматриваемое явление. Критерии подобия называют именами ученых, внесших вклад в развитие науки о теплопередаче.

Обычно при расчете конвективного теплообмена используют критерии:  $nu$  (*nusselt*) – нуссельта;  $gr$  (*grashof*) – грасгофа;  $pr$  (*prandtl*) – прандтля.

В соответствии с [2] указанные критерии определяются из следующих соотношений

$$Nu = \frac{\alpha_K \cdot l}{\lambda}; Gr = \beta g \frac{l^3}{\nu^2} (\theta_o - \theta_c);$$

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha}; \alpha = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad (3)$$

где  $\alpha_K$  – коэффициент теплоотдачи,  $Bm / m^2 \cdot ^\circ C$ ;

$L$  – определяющий линейный размер, м;  
 $\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха,  $\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$\alpha$  – коэффициент теплопроводности воздуха,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ .

Для печатной платы, расположенной горизонтально, определяющим размером будет наименьшая сторона, а для электрического двигателя – диаметр. Зависимость  $\alpha_K$  от ряда параметров (2) представляют уравнением подобия или критериальным уравнением

$$Nu = f(Gr, Pr). \quad (4)$$

Уравнение (4) носит общий характер. Для РЭС при свободной конвекции вводят постоянные – электрические коэффициенты  $c$  и  $n$  и индекс  $m$ .

Значение постоянных зависят от аргумента ( $gr \cdot pr$ ), а индекса от значений  $\alpha$ ,  $\nu$ ,  $\lambda$ ,  $\beta$  воздуха.

$$Nu_m = c(Gr \cdot Pr)_m^n. \quad (5)$$

Выражение  $(gr \cdot pr)_m$  зависит от вида движения воздуха – переходный к ламинарному, ламинарный и турбулентный. В [1, 2] приводятся следующие данные:

$(gr \cdot pr)_m$	$n$
$1,1 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^2$	
1,18	1/8
$5 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^7$	
0,54	1/4
$2 \cdot 10^7 \dots 1 \cdot 10^{13}$	
0,135	1/3

Указанные значения справедливы для средней температуры

$$\theta_m = 0,5(\theta_o + \theta_c).$$

В случае выполнения условия [2]

$$(\theta_o - \theta_c) < \sqrt[3]{40 \div l \cdot 10^{-3}} \quad (6)$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_K$  можно найти из выражения

$$\alpha_K = (1,42 + 1,4 \cdot 10^{-3} \theta_m) Nu \left[ \frac{(\theta_o - \theta_c)}{l} \right]^{1/4}. \quad (7)$$

Если условие (9.68) не выполняется, величину  $\alpha_K$  находят по формуле

$$\alpha_K = (1,67 + 3,6 \cdot 10^{-3} \theta_m) Nu (\theta_o - \theta_c)^{1/3}. \quad (8)$$

Поскольку РЭС работают в условиях средней температуры воздуха

$\theta_c = 20^\circ\text{C}$  и нормальном давлении

$p = 10^5 \text{ Па}$  значения параметров уравнений (2) и (3) можно считать равными:

$$\lambda = 2,59 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C};$$

$$\nu = 1,51 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot \text{с};$$

$$C = 1,005 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}; \rho = 1,205 \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$$\alpha = 21,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$g = 9,81 \text{ м}^2/\text{с}, \beta = 0,00366 \text{ и } Pr = 0,7.$$

*Пример.* Определить тепловой поток от горизонтально расположенной печатной платы вычислительного устройства, имеющей размеры  $0,330 \times 0,240$  м. В рабочем режиме плата нагрелась до температуры  $\theta_o = 70^\circ\text{C}$  температура окружающего воздуха  $\theta_c = 20^\circ\text{C}$ . Расчет проведен на основании формулы (5). Определим значение критерия  $pr$  по средней температуре воздуха

$$\theta_m = 0,5(70 + 20) = 45^\circ\text{C}.$$

Для  $\theta_m = 45^\circ\text{C}$  имеем следующие значения параметров:

$$\lambda = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C};$$

$$\nu = 1,746 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot \text{с}; Pr = 0,7 \text{ и } Pr_c/Pr_o = 1.$$

Для определения значения критерия  $gr$  в качестве определяющего размера принимаем ширину печатной платы  $l = 0,24$  м. Тогда на основании выражения (3) имеем

$$Gr = \beta \cdot g \cdot l^3 \cdot \frac{(\theta_o - \theta_c)}{(\nu^2)} =$$

$$= 0,0366 \cdot 9,81 \cdot 0,24^3 \times (70 - 20) \frac{1}{(1,746 \cdot 10^{-5})^2}$$

$$Gr \cdot Pr = 6,88 \cdot 10^7 \cdot 0,7 = 4,8 \cdot 10^7.$$

При турбулентном режиме значение критерия нуссельта будет равно

$$Nu = c(Gr \cdot Pr)^n = 0,135(4,8 \cdot 10^7)^{1/3} = 1,79$$

Тогда

$$\alpha_K = \frac{Nu \cdot \lambda}{l} = \frac{1,79 \cdot 0,028}{0,24} = 2,09 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Если теплоотдающая поверхность печатной платы обращена кверху, значение  $\alpha_K$  необходимо увеличить на 30 % т. е.

$$\alpha_{K_B} = \alpha_K \cdot 1,3 = 2,09 \cdot 1,3 = 2,72 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

Если же теплоотдающая поверхность печатной платы обращена книзу, то  $\alpha_K$  необходимо уменьшить на 30 %, т. е.

$$\alpha_{K_H} = \alpha_K \cdot 0,7 = 2,09 \cdot 0,7 = 1,46 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}.$$

Соответственно тепловые потоки для первого и второго случая будут равны

$$\begin{aligned} Q_B &= \alpha_{K_B} \cdot S(\theta_o - \theta_c) = \\ &= 2,72 \cdot 0,33 \cdot 0,24(70 - 20) = 10,77 \text{ Вт} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_H &= \alpha_{K_H} \cdot S(\theta_o - \theta_c) = \\ &= 1,46 \cdot 0,33 \cdot 0,24(70 - 20) = 5,78 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Тепловое сопротивление при конвективном теплообмене представляет следующее соотношение

$$R_{T_k} = l / (S \alpha_K). \quad (9)$$

Используя выражение (3), значение сопротивления  $r_{тк}$  примет вид

$$R_{T_k} = \frac{l}{\lambda \cdot S \cdot Nu}. \quad (10)$$

Или

$$R_{T_k} = \frac{l}{\lambda \cdot S \cdot c(Gr \cdot Pr)^n}. \quad (11)$$

Теплообмен излучением в РЭС осуществляется за счет электромагнитных колебаний в

широком диапазоне длин волн от долей микрометра до нескольких километров.

В процессах лучистого теплообмена наибольший интерес представляют видимые (световые) и тепловые (инфракрасные) лучи с длинами волн от 0,4 до 800 мкм.

Тепловые излучения (радиация) свойственна всем телам. Каждое тело не только непрерывно излучает, но и непрерывно поглощает энергию, которая определяется температурами тел, участвующих в лучистом теплообмене.

Суммарное излучение, проходящее через произвольную поверхность  $s$  в единицу времени, называется потоком излучения  $q$ . Плотность потока излучения с единицы поверхности по всем направлениям полусферического пространства определяется по формуле

$$q = \frac{dQ}{dS}. \quad (12)$$

Поток излучения  $q$ , падающий на тело (например, на печатную плату), частью поглощается –  $Q_{п}$ , частью отражается –  $Q_o$  и частью проходит сквозь тело –  $Q_{скв}$  (рисунок 1). Таким образом

$$Q = Q_{п} + Q_o + Q_{скв}. \quad (13)$$

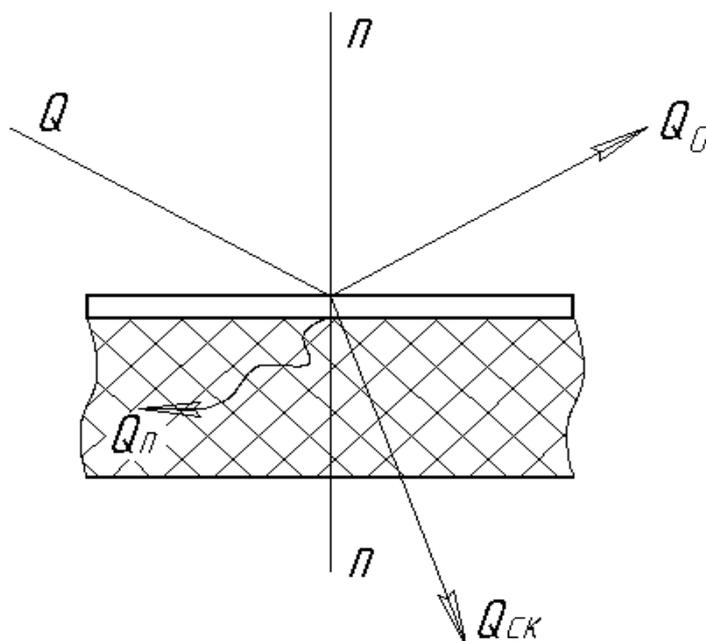


Рисунок 1 – Распределение лучистой энергии, падающей на печатную плату

Если падающий поток  $q$  полностью проходит сквозь тело, то оно прозрачно или диатерминично. Если же поток  $q$  полностью поглощается телом, то такое тело называют абсолютно черным. В случае полного отражения телом потока  $Q$  оно называется зеркальным. Абсолютно прозрачных, черных и зеркальных тел в природе не существует.

Методы расчета лучистого теплообмена строятся на использовании законов Планка, Кирхгофа, Ламберта, Стефана–Больцмана.

Закон Стефана-Больцмана представляет соотношение, показывающее долю результирующего потока с поверхности  $i$ , попавшую на поверхность  $j$

$$Q_{ij} = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot G S_i \alpha_{ij} \left[ \left( \frac{273 + \theta_i}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + \theta_j}{100} \right)^4 \right] \quad (14)$$

где  $\varepsilon_{\text{пр}}$  – приведенная степень черноты поверхностей двух тел, между которыми установлен лучистый теплообмен;

$G$  – постоянная Больцмана для абсолютно черного тела,

$$G = 5,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4};$$

$\theta_i$  и  $\theta_j$  – температуры  $i^{\text{ой}}$  и  $j^{\text{ой}}$  поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене, в град. К;

$S_i$  – площадь поверхности тела с температурой  $\theta_i$ ,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha_{ij}$  – коэффициент, зависящий от расстояния, относительного положения и формы тел, участвующих в лучистом теплообмене.

Представим лучистый теплообмен в форме уравнения Ньютона–Рихмана.

$$Q_{ij} = \alpha_{\lambda ij} (\theta_i - \theta_j) \cdot S_i, \quad (15)$$

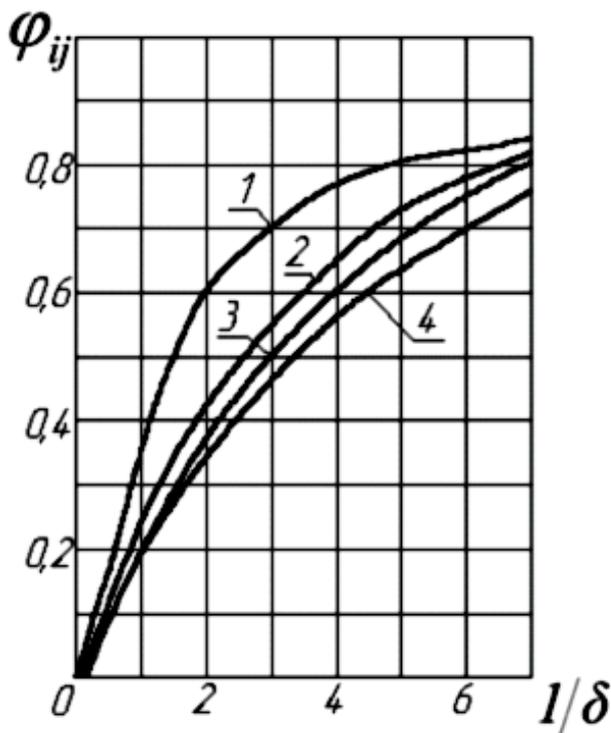
где  $\alpha_{\lambda ij}$  – коэффициент отдачи излучением,

$$\alpha_{\lambda ij} = \varepsilon_{\text{пр}} \varphi_{ij} f(\theta_i, \theta_j). \quad (16)$$

Значение приведенного коэффициента черноты тел для двух неограниченных плоскопараллельных плоскостей находят из соотношения

$$\varepsilon_{\text{пр}12} = \left( \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)^{-1}, \quad (17)$$

где  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  – соответственно степень черноты полного излучения для двух тел.



1 – полосы  $l_2 > l_1$ ;

2 – полосы с соотношением сторон  $l_1/l_2 = 2$ ;

3 – квадраты  $l_1 = l_2$ ;

4 – круги.

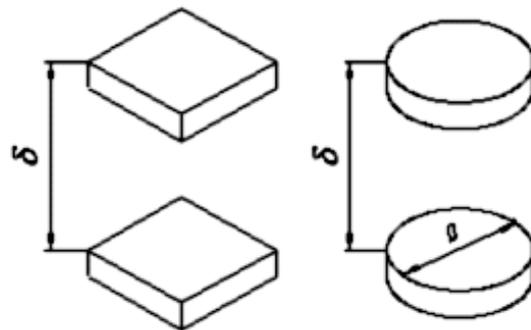


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента облученности от расстояния между телами

Так для: меди электролитической полированной печатных плат  $\varepsilon = 0,025 \dots 0,061$ ; алюминия полированного  $\varepsilon = 0,030 \dots 0,057$ ; алюминия окисленного  $\varepsilon = 0,11 \dots 0,19$   $\varepsilon = 0,11$ ; дюралюминия  $\varepsilon = 0,25$ ; лака черного блестящего  $\varepsilon = 0,875$ ; лака черного матового  $\varepsilon = 0,96 \dots 0,98$ .

Если  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  более 0,8, то тогда

$$\varepsilon_{\text{пр12}} \approx \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2. \quad (18)$$

Величина  $\varphi_{ij}$  является коэффициентом облученности, который показывает долю энергии, излучаемой  $i$  поверхностью, попадающую на  $j$  поверхность. Величину  $\varphi_{ij}$  для двух тел, участвующих в лучистом теплообмене, находят по графикам. Кривые 1, 2, 3 и 4 показаны на рисунке 2 для поверхностей тел, имеющих формы полосы или круга.

Функция  $f(Q_1, Q_2)$  табулирована.

Менее точное значение  $f(Q_1, Q_2)$  можно найти из выражения (19)

$$f(Q_1, Q_2) = 2,88 \cdot 10^{-8} (Q_1 + Q_2)^3, \quad (19)$$

где  $Q_1, Q_2$  – температуры поверхностей тел, участвующих в радиационном теплообмене,  $\kappa$ ;

$S_i$  – поверхность теплообмена,  $m^2$ .

Тепловое сопротивление лучистого теплообмена между двумя телами можно представить в виде

$$R_{T_\lambda} = (S_i \cdot \alpha_{\lambda ij})^{-1}. \quad (20)$$

Мощность, передаваемую радиацией от источника нагрева к поверхности тела, определяют из выражения (21)

$$P = \int_{S_i} \sigma(S_i) G \theta^4(S_i) dS_i, \quad (21)$$

где  $g$  – постоянная Больцмана,  
 $\theta$  – температура поверхности  $S_i$ ; в град  $\kappa$ ;  
 $\sigma$  – эмиссионная способность через поверхность  $S_i$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туищев А. И. Методы и средства компьютерного управления радиационным нагревом. М. : ГАСБУ. 1998. 317 с.
2. Туищев А. И. Проектирование бытовых радиоэлектронных средств. М. : МГУС, 2002. 488 с.

## INVESTIGATION OF THERMAL REGIMES OF PRINTED CIRCUIT BOARDS OF RADIO-ELECTRONIC MEANS AND COMPUTER EQUIPMENT IN CASE OF CONVECTION AND RADIATION HEAT EXCHANGE

© 2014

**A. I. Tuishchev**, doctor of technical sciences, associate professor, professor-consultant of the department «Automation of technological processes and productions»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**I. O. Gubanov**, candidate of technical sciences, senior lecturer  
*Togliatti College of design and management, Togliatti (Russia)*

**V. M. Plekhanov**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department «Automation of technological processes and productions»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**D. G. Tokarev**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Automation of technological processes and production»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* Convection in radio-electronic means is the process of heat transfer between a solid surface and air environment. Radiative heat exchange is carried out at the expense of electromagnetic oscillations in a wide range of wavelengths. Present the calculation of thermal modes of printed circuit boards in case of convection and radiation heat exchange.

*Keywords:* radio-electronic means, printed-circuit board, heat flow, heat emission, heat conductivity, convection heat exchange, radiation heat exchange, calculation of heat modes.

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Д. О. Бухонов**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**В. В. Перерва**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Е. С. Журилкина**, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В настоящее время в регионах России мало применяются тепловые насосы, которые являются эффективнее, экономичнее и экологичнее любых установок получения тепловой энергии.

*Ключевые слова:* тепловой насос, тепловая энергия, контур, источник тепла, эффективность, хладагент, компрессор, коэффициент трансформации энергии.

**Цель** – определение и разработка видов тепловых насосов для регионов России.

При использовании в качестве источника тепла скалистой породы трубопровод опускается в скважину. Не обязательно использовать одну глубокую скважину, можно пробурить несколько не глубоких, более дешевых скважин, главное получить общую расчетную глубину.

Для расчетов можно использовать следующее соотношение: на 1 метр скважины приходится 50–60 Вт тепловой энергии. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходима скважина глубиной 200–170 метров.

При использовании в качестве источника тепла участка земли трубопровод зарывается в землю на глубину промерзания грунта (выбирается для конкретного региона). Минимальное расстояние между соседними трубопроводами – 0,8–1,2 м. Специальной подготовки почвы, засыпок и т. п. не требуется. Предпочтения к грунту – желательно использовать участок с влажным грунтом, идеально с близкими грунтовыми водами, однако сухой грунт не является помехой – это приводит лишь к увеличению длины контура. Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 метр трубопровода, 20–30 Вт, для установки теплового насоса произво-

дительностью 10 кВт необходим земляной контур длиной 500–333 метра. Для укладки такого контура потребуется участок земли площадью около 600–400 кв. метров соответственно. При правильном расчете контур, уложенный в землю, не оказывает влияния на садовые насаждения, и участок может использоваться для выращивания культур точно так же как и при отсутствии внешнего коллектора.

При использовании в качестве источника тепла воды ближайшего водоема, реки контур укладывается на дно. Этот вариант является идеальным с любой точки зрения: короткий внешний контур, «высокая» температура окружающей среды (температура воды в водоеме зимой всегда положительная), высокий коэффициент преобразования энергии тепловым насосом. Главное условие – водоем должен быть проточным и достаточным по размерам. Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 метр трубопровода, 30 Вт. Для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо уложить в озеро контур длиной 333 метра, чтобы трубопровод не всплывал, на 1 погонный метр трубопровода устанавливается около 5 кг груза.

Вместо того чтобы извлекать энергию из скважин, земли или водоема, воздушный тепловой

насос собирает энергию из окружающего воздуха. Если возможности разместить земляной коллектор нет, данная модель теплонасосной установки является наилучшим выбором. Точно так же как и обычные теплонасосные установки, тепловой насос воздух-вода дает тепло и горячую воду в дом и сокращает потребление энергии до 75 %. Однако, в силу технических причин, теплонасосные установки с воздушным контуром имеют серьезное ограничение в применении: минимальная температура наружного воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Причем, начиная с температуры наружного воздуха  $-10$  градусов, подключается резервный электродвигатель, т. к. коэффициент преобразования (КПД теплового насоса) снижается. И, таким образом,

при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже, по сути, работает только электрический нагрев [1,4].

Эффективность тепловых насосов принято характеризовать величиной безразмерного коэффициента трансформации энергии  $K_{tr}$ , определяемого для идеального цикла Карно по следующей формуле [2]:

$$K_{tr} = \frac{T_{oui}}{T_{oui} - T_{in}} \quad (1)$$

где  $T_{oui}$  и  $T_{in}$  – температуры соответственно на выходе и входе из насоса. Реальный коэффициент трансформации отличается от идеального, на величину коэффициента  $h$  (таблица 1).

Таблица 1 – Степень термодинамического совершенства

Мощность, кВт	Тип компрессора	Эффективность (степень термодинамического совершенства) $h$ , доли ед.
300–3000	Открытый центробежный	0,55–0,75
50–500	Открытый поршневой	0,5–0,65
20–50	Полугерметичный	0,45–0,55
2–25	Герметичный, с R-22	0,35–0,5
0,5–3,0	Герметичный, с R-12	0,2–0,35
<0,5	Герметичный	<0,25

Основными составными элементами внутренних контуров тепловых насосов (рисунок 1) являются: компрессор (получает энергию от электрической сети), конденсатор, испаритель, терморасширительный клапан (капилляр).

Хладагент поступает в испаритель под давлением через капиллярное отверстие, там за счёт резкого снижения давления происходит испарение. При этом хладагент забирает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель, в свою очередь, забирает тепло у грунтового контура, таким образом, происходит его постоянное охлаждение. Компрессор, всасывая из испарителя хладагент, сжимает его, таким образом, температура хладагента растет и выталкивает в конденсатор. Далее, в конденсаторе нагретый хладагент в результате сжатия отдает полученное тепло (температура около  $85\text{--}125^{\circ}\text{C}$ ) в отопляемый контур и полностью переходит в жидкое состояние. Далее процесс циклично повторяется. Когда достигается нужная температура, терморегулятор, размыкая электрическую цепь, останавливает компрессор. После снижения

температуры в отопительном контуре терморегулятор вновь замыкает цепь и включается компрессор.

*Основные преимущества тепловых насосов:* экономичность, доступность и повсеместность, экологичность, универсальность, безопасность [3, 4].

**Особенности:**

- 1) тепловые насосы оправдывают себя только в хорошо утепленных зданиях, в зданиях, которые имеют теплопотери не более  $100 \text{ Вт/м}^2$ ;
- 2) чем меньше разница температур теплоносителей во входном и выходном контурах, тем больше коэффициент преобразования тепла;
- 3) для достижения большей выгоды практикуется использование тепловых насосов в паре с дополнительным генератором тепла.

**Выводы:**

1. Тепловые насосы экономичны и экологичны.
2. Оправдывают себя в хорошо утепленных зданиях с малой разницей температур теплоносителей во входном и выходном контурах.
3. Универсален и подходит для любого региона России.

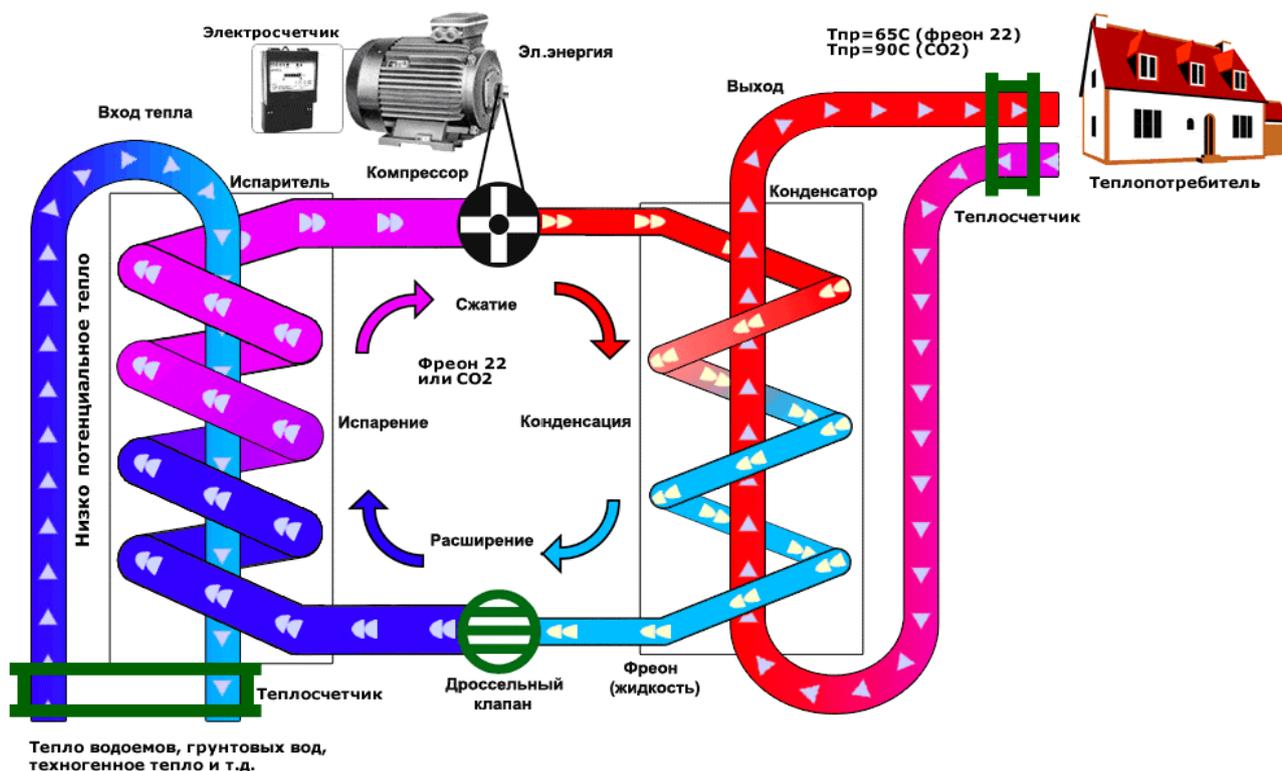


Рисунок 1 – Схема теплового насоса

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы. М. : Энергоиздат. 1982.
2. Хайруллин И. Д., Закиров Д. Д. Положительные аспекты внедрения технологий отопления с применением тепловых насосов. 1999. № 3. С. 27–28.
3. Фёдоров С. В. Использование тепловых насосов с целью экономической выгоды. 2001. С. 12–14.
4. Давыдчев Р. А., Марков Ю. В., Козина Л. Н. Города России : проблемы строительства инженерного обеспечения, благоустройства и экологии, г. Пенза 2011. С. 207.

### ON THE PROSPECTS OF USING HEAT PUMPS IN RUSSIAN REGIONS

© 2014

**V. M. Filenkov**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**L. N. Kozina**, assistant professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**D. O. Buhonov**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**V. V. Pererva**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**E. S. Zhurilkina**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*Annotation.* Currently in Russia's regions little used heat pumps, which are the most efficient, economical and environmentally friendly plants producing any heat.

*Keywords:* a heat pump, thermal energy, circuit, a heat source, the efficiency of the refrigerant compressor, the transformation coefficient of energy.

УДК 372.881.1

## О РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ КОМСОМОЛЬСКОГО РАЙОНА Г.О. ТОЛЬЯТТИ

© 2014

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Л. Н. Козина**, старший преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция,  
водоснабжение и водоотведение»

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Д. О. Бухонов**, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**В. В. Перерва**, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Е. С. Журилкина**, магистрант

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

---

*Аннотация.* В данной работе выполнено проектирование сети ливневой канализации, модернизация существующих ливневых очистных сооружений, путем ввода в них специальных методов и сооружений, позволяющих привести качество стоков в соответствии с нормами ПДС.

*Ключевые слова:* реконструкция, ливневая канализация, очистка сточных вод, сорбционный фильтр, УФ-обеззараживание, тонкослойные отстойники, фильтры с зернистой загрузкой, угольные фильтры.

Решение проблемы отведения и очистки ливневых сточных вод является актуальной задачей для городских территорий. Ливневой канализации Комсомольского района г. о. Тольятти требуется реконструкция, поскольку сетей для сбора и отведения стока недостаточно для предотвращения, в период дождей и весеннего половодья, подтопления улиц. Также необходимо решить проблему с очисткой ливневых сточных вод, так как существующие очистные сооружения не обеспечивают качество очистки воды, соответствующее требованиям, предъявляемым к сточным водам, сбрасываемым в водоем в пределах города.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.*

Для решения данных проблем необходимо увеличение протяженности сети ливневой канализации в районе, модернизация существующих ливневых очистных сооружений посредством ввода в них специальных методов и сооружений, позволяющих привести качество очищен-

ных ливневых сточных вод в соответствии с требованиями норм предельнодопустимых сбросов (ПДС), разработанных НИЦ «Водные проблемы» (г. Тольятти) (А. Яковлев)

*Формирование целей статьи (постановка задания).*

Цель данной работы по реконструкции ливневой канализации Комсомольского района г. о. Тольятти – решение проблем с ливневой канализацией в районе, поскольку сетей ливневой канализации недостаточное количество, чтобы в период дождей и весеннего половодья избежать затопления улиц. А также решить проблему с очисткой ливневых сточных вод, так как в данное время существующие очистные сооружения ливневой канализации не обеспечивают качество очистки воды, соответствующее требованиям, предъявляемым к сточным водам, сбрасываемым в водоем в пределах города.

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.*

Ливневая канализация с очистными сооружениями ливневых стоков в Комсомольском районе г. Тольятти построена в 1977 году по

проекту государственного института по проектированию дорожно-транспортных сооружений «Гипрокоммундортранс» (г. Москва).

Бассейном сбора ливневых сточных вод является Комсомольский район г.Тольятти. Площадь водосборного бассейна дождевых и талых вод г. Тольятти – 430,20 га.

Общая протяженность водостоков – 8 738 п. м., диаметр трубопроводов – от 300 до 1 200 мм.

Режим работы водосточной сети – самоотечный,

На очистку направляется (по проекту) до 94 % общего среднегодового количества наиболее загрязненного стока.

Перед сбросом в Куйбышевское водохранилище сточные воды проходят механическую очистку на очистных сооружениях ливневой канализации (ОСЛК).

Очистные сооружения ливневых стоков введены в действие в марте 1993 года и расположены в Комсомольском районе г. Тольятти (элеватор) на расстоянии 1 км от берега Куйбышевского водохранилища. Занимаемая площадь – 2,25 Га.

Комплекс очистных сооружений ливневых стоков введен в действие в марте 1993 года и расположен в Комсомольском районе г. Тольятти (элеватор) на расстоянии 1 км от берега Куйбышевского водохранилища. Занимаемая площадь – 2,25 Га.

Очистные сооружения состоят из насосной станции, 4-х параллельных горизонтальных отстойников, пруда дополнительного отстаивания, водослива – аэратора и системы подводящих и отводящих трубопроводов.

В насосной станции для перекачки ливневых стоков установлены 2 насоса Д-3200-33 производительностью 2 500 м<sup>3</sup>/час, Н = 17м, мощностью 132 кВт, n = 730 об/мин. Плавающий мусор задерживается на решетках прием-

ной камеры насосной станции, откуда периодически удаляется решеткоочистной машиной РЗ-65.

Горизонтальные отстойники длиной 72 м, шириной 6 м, глубиной проточной части 3 м, предназначены для задержания основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов. Отстойники работают параллельно, и любой из них может быть отключен путем установки шандорных затворов в распределительных камерах. Продолжительность отстаивания – 2 часа.

Основная масса взвешенных веществ (минеральные частицы, в основном, песок) задерживается и накапливается в осадочной части. Удаляется экскаватором насухо по мере необходимости.

Из отстойников отстоянная вода поступает в пруд дополнительного отстаивания, предназначенный для задержания тонкодисперсных веществ и оставшегося количества нефтепродуктов. Параметры пруда: площадь зеркала пруда – 6 000 м<sup>2</sup>; объем пруда – 10 632 м<sup>3</sup>; ширина пруда – 40 м; глубина – 2 м. В аварийных случаях по обводному трубопроводу ливневые сточные воды направляются на выпуск, минуя очистные сооружения.

Очистные сооружения имеют периодический – сезонный характер работы. На зимний период отстойники отключаются,

Производительность очистных сооружений – 63 513 м<sup>3</sup>/сут.

Существующая технологическая схема очистки ливневых сточных вод приведена на рисунке 1.

Таблица 1 – Расчетные характеристики насосных станций и напорных сетей.

Наименование насосной станции	Наименование напорной сети	Производительность насосной станции (расход в напорном трубопроводе), Q л/с	Характеристика трубопровода				Напорная характеристика						Наличие резерва насосного оборудования
			диаметр, мм	скорость, м/с	уклон	Длина, м	потери напора по длине $H_l$ , м	Потери напора на местные сопротивления в трубопроводе $H_{м}$ , м	Геометрический напор $H_{геом}$ , м	Потери напора в насосной установке $\Sigma H_{нас}$ , м	Свободный излив $H_{св}$ , м	потребный напор $\Sigma H$ , м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ЛНС-1	К2Н	2374,39	2 d-800 1200	2,37 2,11	0,00816 0,00375	5x2 2842	0,0816 10,66	0,00816 1,07	25,57	1,0	2,0	40,39	Да
ЛНС-2	1К2Н	243,2	500	1,24	0,00433	2142	9,27	0,93	22,5	1,0	2,0	35,70	да

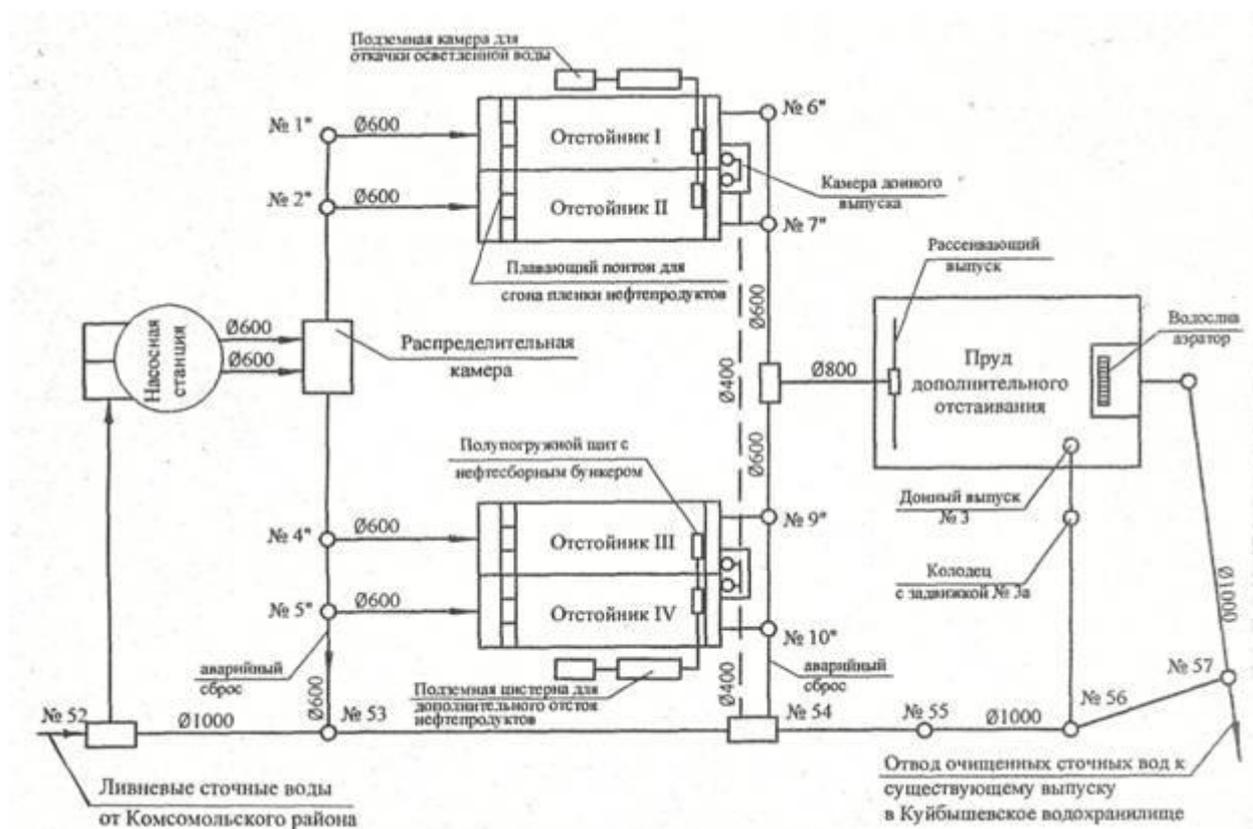


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема существующих очистных сооружений

Фактический объем ливневых сточных вод, поступающих на очистку, составляет 178 250 м<sup>3</sup>/год (34 % проектной мощности). Это связано с тем, что система ливневой канализации

Комсомольского района построена не полностью.

Для повышения эффективности очистки дополняем существующий горизонтальный отстойник тонкослойными блоками (рисунок 2).

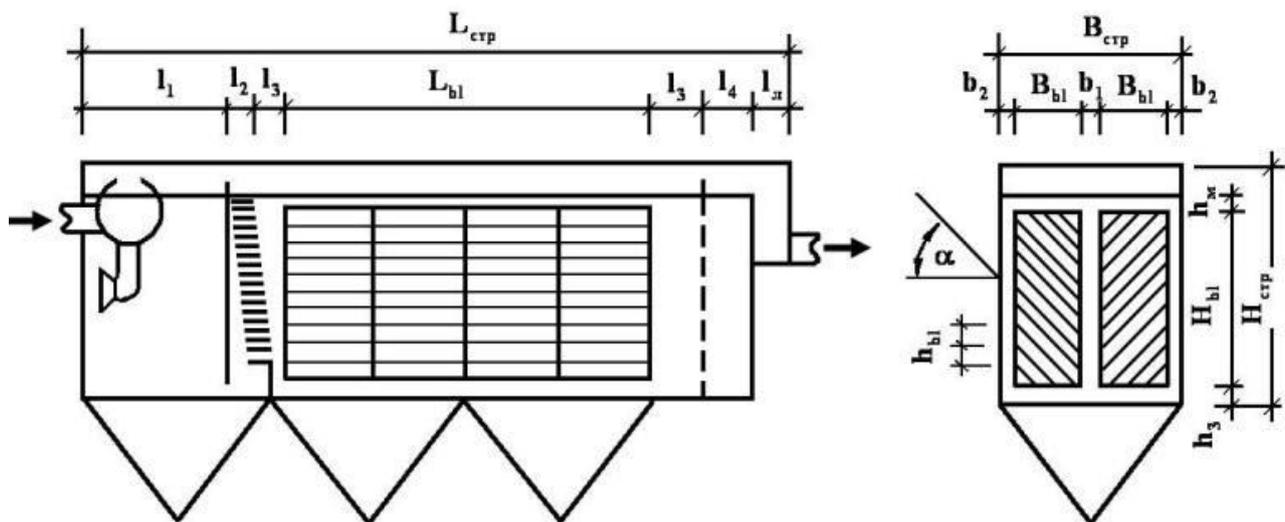


Рисунок 2 – Тонкослойный отстойник.

Принимаем блоки тонкослойного отстаивания с размерами: 1300x1600x1000 мм. Количество блоков на один отстойник – 2 [2].

Производительность одного отстойника:

$$Q_{set}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_{set} = 3,6 K_{set} \cdot l_{set} \cdot B_{set} \cdot (v_0 - \sigma_{tb}),$$

$$Q_{set} = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 63 \cdot 3 \cdot (5 - 0) = 1701 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Дооснащаем отстойник встроенной механической камерой хлопьеобразования (флокулятором) размером 9x6x3,25 с мешалками, необходимыми для процесса хлопьеобразования, способствует плавному перемешиванию воды. Средняя скорость движения воды в камере – 2 м/с. Мешалки располагаем в начале коридора отстойника в два ряда и разделяем перегородками для циркуляции воды. Размещаем по 4 мешалки в каждую камеру хлопьеобразования 4-х отстойников, так как у нас жидкость с большой вязкостью. Следовательно, подбираем тихоходную мешалку марки AFG.13.180.30.5.0B.A [4].

Для доведения качественного состава очищенных ливневых сточных вод до требования норм ПДС предусматривается отстаивание обработанной реагентами воды и двухступенчатая доочистка на механических и сорбционных угольных фильтрах с подачей порошкообразного сорбента ПАУ перед механическими фильтрами. Показатели качества ливневых сточных вод приведены в таблице.

Принятые основными техническими предложениями решения позволяют обеспечить доведение качества очищенных сточных вод до требования норм ПДС по всем показателям, кроме содержания хлоридов и сульфидов.

Данные технические предложения позволяют обеспечить доведение качества очищенных сточных вод до требований норм ПДС по всем показателям, кроме содержания хлоридов и сульфатов.

Снижение содержания хлоридов и сульфатов, присутствующих в составе ливневых сточных вод в концентрациях, не превышающих ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования, до концентраций, требуемых нормами ПДС, нецелесообразно, учитывая невысокую степень опасности (IV класс) этих веществ и необходимость в то же время создания специальных дорогостоящих обессоливающих сооружений.

Кроме того, эти сооружения требуют сложной и дорогостоящей эксплуатации, и сами являются источником отрицательного воздействия на окружающую природную среду, поскольку при их работе образуются отработанные регенерационные растворы (рассолы) с повышенным содержанием солей, в свою очередь требующие специальных сооружений для их обработки и, в конечном итоге, для их захоронения.

Таблица 2 – Показатели остаточных загрязнений в очищенных ливневых сточных водах

№ п/п	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязнений, мг/л					
		Поступающие на очистку ливневые сточные воды	После отстойников	После механических фильтров	После сорбционных фильтров	Нормативы ПДС	Норма для водоема рыбохозяйственного назначения
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Взвешенные	161,00	4,991	1,996	1,996	6,558	0,25
2	Нефтепродукты	1,31	0,6	0,3	0,05	0,05	0,05
3	Медь	0,08	0,01	0,001	0,0005	0,0005	0,001
4	Цинк	0,095	0,01	0,001	0,0006	0,06	0,01
5	Железо общее	7,54	1,0028	0,1	0,045	0,045	0,10
6	СПЛАВ	0,06	0,04	0,03	0,02	0,038	0,50
7	Азот нитридный	0,015	0,001	0,001	0,00009	0,0009	0,02
8	Азот нитратный	0,22	0,1399	0,1399	0,1399	0,14	9,10
9	Азот аммонийный	0,14	0,01	0,001	0,0008	0,0008	0,39
10	БПКп	11,30	7,006	5,002	3,001	6,558	3,00
11	Фосфор общий	0,096	0,096	0,096	0,96	0,096	0,20
12	Сульфаты	75,30	49,02	49,02	48,187	48,178	100
13	Хлориды	55,00	38,39	37,58	37,58	35,19	300

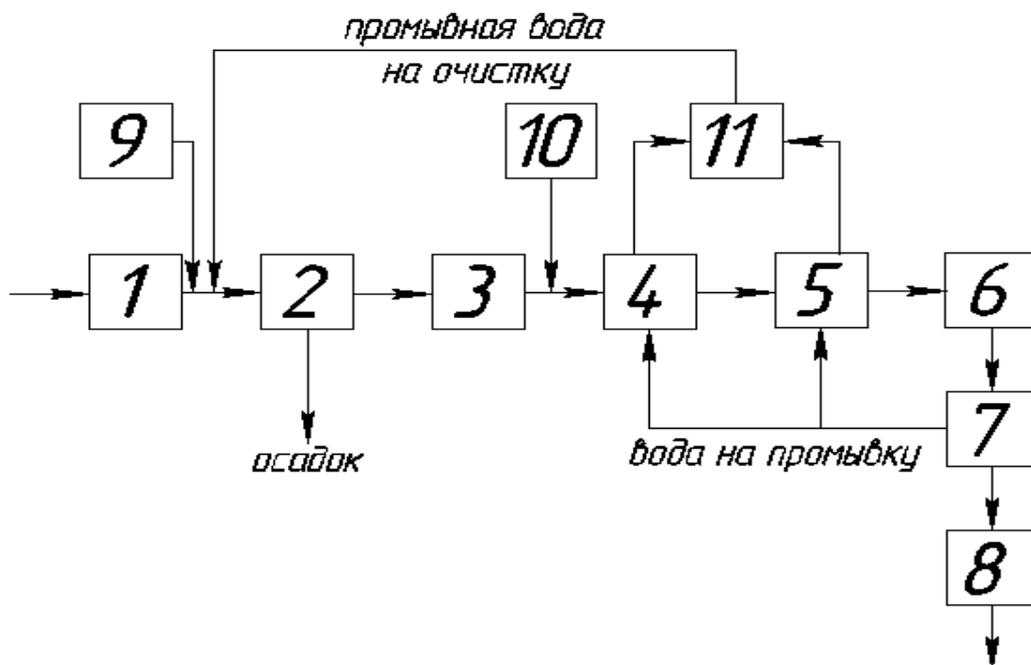


Рисунок 2 – Принципиальная схема очистных сооружений после реконструкции

1 – насосная станция; 2 – тонкослойный отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования и тихоходными мешалками; 3 – резервуар отстоянной воды; 4 – фильтры с зернистой загрузкой; 5 – резервуар дочищенных ливневых сточных вод; 6 – сорбционные фильтры; 7 – резервуар глубокой дочищенных сточных вод; 8 – УФ-обеззараживание; 9 – реагентное хозяйство ПАА; 10 – реагентное хозяйство ПАУ; 11 – резервуар грязной промывной воды

*Выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления.*

Очистные сооружения ливневых сточных вод являются природоохранным объектом, предназначенным для защиты водной среды от загрязнений, поступающих со сточными водами.

Очистка и глубокая доочистка ливневых сточных вод на фильтрах (зернистых и угольных) позволяет снизить концентрацию загрязнений до норм предельно допустимого содержания (ПДС), разработанными НИЦ «Водные проблемы» (г. Тольятти).

Материалы и конструкции сооружений и коммуникаций практически исключают возможность утечки реагентов, сточных вод в почву, а следовательно, и ее загрязнение.

Грязная промывная вода после промывки фильтров I и II ступеней направляется в приемную камеру очистных сооружений для очистки.

Предусмотренная очистка и глубокая доочистка ливневых сточных вод исключает сброс ряда загрязняющих веществ в Куйбышевское водохранилище.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». М. : Стройиздат. 1985.
2. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология». М. : Стройиздат. 2003.
3. СНиП 12-01-2004 «Организация строительства». М. : ФГУП ЦПП. 2004.
4. СНиП 11-105-97 (ч. 3) Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III.
5. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. М. : Стройиздат. 1974.
6. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов из металла, пластмасс и железобетонных конструкций. М. : Стройиздат. 1989.
7. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации, МДС 81-35.2004.

## RECONSTRUCTION OF THE STORM WATER SEWER SYSTEM IN THE KOMSOMOLSKY DISTRICT

© 2014

**V. M. Filenkov**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**L. N. Kozina**, assistant professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**D. O. Buhonov**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**V. V. Pererva**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**E. S. Zhurilkina**, master

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* This article deals the design of the storm drain system, upgrading of existing stormwater treatment facilities, by entering them in special methods and structures that bring the quality of treated stormwater wastewater in accordance with the requirements of the maximum allowable discharge.

*Keywords:* reconstruction, storm drainage, wastewater treatment, sorption filter, UV disinfection, the lamella clarifiers, filters with granular filling, carbon filters.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕМБРАННОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ

© 2014

*А. С. Харитонов*, магистрант

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**В. А. Селезнев**, доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**В. М. Филенков**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»,  
руководитель магистерской программы «Водоснабжение городов и промышленных предприятий»

*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

---

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются современные технологии в сфере водоочистки: мембранная фильтрация, ультрафиолетовое обеззараживание, компактные установки озонирования, используемые при разработке новых технологических схем водоочистных сооружений.

*Ключевые слова:* очистка воды, мембранная технология, водоподготовка.

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.* Водоочистные сооружения являются главным элементом водоснабжения. Им уделяется серьезное внимание в крупных городах и населенных пунктах, а в малых и удаленных населенных пунктах водоочистным сооружениям уделяется зачастую второстепенная роль. Многие водоочистные сооружения эксплуатируются продолжительное количество времени, выработав свой рабочий ресурс, и требуют дорогостоящей реконструкции. За прошедшие несколько десятилетий произошло значительное изменение качества воды с момента разработки проектов типовых очистных сооружений. Из-за морального устаревания технологии снижается эффективность работы очистных сооружений. Помимо увеличения концентрации загрязнений водоемов, сильное распространение получила эвтрофикация водоемов. В настоящее время в сфере водоочистки существует большое количество современных технологий: мембранная фильтрация, ультрафиолетовое обеззараживание, компактные установки озонирования и т. д. Все это может быть использовано при разработке новых технологических схем водоочистных сооружений. Проблема водоснабжения малых и удаленных населенных пунктов из поверхностных источников в большинстве регионов не решена или решена частично, поэтому поиск новых, более рациональных и целесообразных

технологий очистки воды является актуальной проблемой.

В связи с глобальным загрязнением поверхностных вод, централизованное водоснабжение все в большей степени ориентируется на подземные источники. Так, в России более 60 % городов использует для водоснабжения подземные источники. В других странах доля подземного водоснабжения еще выше [1]. Однако в условиях растущей техногенной нагрузки на окружающую среду подземные воды подвергаются зачастую более интенсивному загрязнению и истощению. Например, в Подмосковье ежедневно бурится от 50 до 200 скважин разной глубины. По разным причинам подавляющее большинство скважин эксплуатируется без соблюдения правил пользования такими источниками воды. Это приводит к быстрому локальному загрязнению подземных вод этого региона. Помимо этого, существуют территории, на которых использование подземных вод невозможно или затруднено по причине их высокого загрязнения или сложности обустройства скважин из-за местных условий. В подобных ситуациях использование вод поверхностных источников для питьевых нужд является единственно возможным.

Природные воды из поверхностных источников (рек, озер, прудов, водохранилищ и т. д.), используемые для водоснабжения населения, характеризуются наличием широкого спектра органических и неорганических загрязнителей.

лей. Это, прежде всего, естественные природные загрязнения, которые включают в себя гуминовые соединения, фульвокислоты, взвешенные вещества природного происхождения, обуславливающие высокую цветность и мутность воды. Кроме того, в поверхностных водах велико содержание и антропогенных промышленных загрязнений, включающих в себя тяжёлые металлы, нефтепродукты и прочие токсичные компоненты, поступающие в водоёмы с неочищенными или с недостаточно очищенными сточными водами.

Перед непосредственным использованием такая вода проходит обязательную очистку с доведением ее показателей до норм питьевого назначения [2, 3].

Стандартная схема водоподготовки воды из поверхностного источника включает в себя механическую очистку, реагентную обработку, фильтрацию и обеззараживание. Для обеззараживания обычно применяется хлор, реже – гипохлорит натрия. В зависимости от качественного состава загрязнений в исходной воде дополнительно может производиться обработка воды с целью удаления железа, марганца, для уменьшения жесткости. Сооружения водоподготовки, как правило, имеют большие габариты, высокую цену и сроки строительства.

Вода нагнетается насосами станции первого подъёма в смеситель, в который из дозатора подаётся необходимое количество коагулянта, способствующего осаждению взвешенных в воде частиц. Обработанная коагулянтной водой самотёком поступает в осветлители, затем на песчаные фильтры, где окончательно очищается от примесей. Для удаления из фильтра осевших частиц его промывают чистой водой, подаваемой снизу-вверх. Очищенная вода скапливается в подземных резервуарах, откуда насосами станции второго подъёма перекачивается по магистральному водоводу на кустовые насосные станции водораспределительной системы водоснабжения [3].

Процессы коагуляции/флокуляции в сочетании с методами гидромеханического разделения (отстаивания и фильтрования) и обеззараживания (хлорирование, озонирование) составляли основу водоподготовки для питьевых целей многие десятилетия. При этом обработка сильными окислителями воды, содержащей остаточные количества веществ органической природы, приводит к образованию канцерогенов

(например, тригалометанов), чье присутствие в питьевой воде крайне нежелательно.

В настоящее время существует ряд технологий, который позволяют значительно упростить, а вместе с тем удешевить процесс водоподготовки воды – мембранные технологии. По мнению академика Н. А. Платэ, одним из первых среди малозатратных и технологически обоснованных процессов водоподготовки являются мембранные методы разделения жидких и газовых сред [4, 6].

Более 20 лет назад на предприятиях Минатома России ученые научились изготавливать новый тип микрофильтрационного материала, который, с точки зрения науки о фильтрах, является идеальным для очистки жидкостей и газов от микропримесей (пыль, взвеси, бактерии и т. д.).

Мембранная технология основана на пропускании воды под давлением через полупроницаемую мембрану и разделении воды на два потока: фильтрат (очищенная вода) и концентрат (концентрированный раствор примесей). Явление прохождения воды через пленку из мало-концентрированного раствора в более концентрированный раствор было открыто еще в XVIII в. Это явление получило название осмоса, а пленка, пропускающая воду, названа мембраной. Явление осмоса лежит в основе обмена веществ всех живых организмов. Благодаря ему в каждую живую клетку поступают питательные вещества и, наоборот, выводятся шлаки. Явление осмоса наблюдается, когда два соляных раствора с разными концентрациями разделены полупроницаемой мембраной. Эта мембрана пропускает молекулы и ионы определенного размера, но служит барьером для веществ с молекулами большего размера [4, 6]. Таким образом, молекулы воды способны проникать через мембрану, а молекулы растворенных в воде солей – нет.

Если по разные стороны полупроницаемой мембраны находятся солесодержащие растворы с разной концентрацией, молекулы воды будут перемещаться через мембрану из слабо концентрированного раствора в более концентрированный, вызывая в последнем повышение уровня жидкости. Из-за явления осмоса процесс проникновения воды через мембрану наблюдается даже в том случае, когда оба раствора находятся под одинаковым внешним давлением. Было установлено, что процесс этот продолжа-

ется до тех пор, пока между растворами не установится определенная разница в давлении, так называемое осмотическое давление – сила, под действием которой вода проходит через мембрану. В 60-е годы XX в. было обнаружено, что если искусственно к концентрированному раствору приложить давление, больше осмотического, то будет протекать обратный процесс: молекулы воды будут переходить из концентрированного раствора в разбавленный. Этот процесс называется «обратным осмосом». В процессе обратного осмоса вода и растворенные в ней вещества разделяются на молекулярном уровне, при этом с одной стороны мембраны накапливается практически идеально чистая вода, а все загрязнения остаются по другую ее сторону. Тогда ученые пришли к выводу, что явление обратного осмоса можно использовать для очистки воды от различных примесей, так как обратный осмос обеспечивает гораздо более высокую степень очистки, чем большинство традиционных методов фильтрации, основанных на фильтрации механических частиц и адсорбции ряда веществ с помощью активированного угля. Кроме того, метод обратного осмоса гораздо проще и дешевле в эксплуатации по сравнению с ионообменными системами. Первоначально обратный осмос применялся для опреснения морской воды [4]. Постепенно стали изготавли-

ваться мембраны с различным диаметром пор, соответственно обеспечивающие разную чистоту воды на выходе.

Мембраны можно классифицировать по размерам задерживаемых частиц на следующие типы:

- микрофилтрационные (MF),
- ультрафилтрационные (UF),
- нанофилтрационные (NF),
- обратноосмотические (RO).

При переходе от микрофилтрации к обратному осмосу размер пор мембраны уменьшается и, следовательно, уменьшается минимальный размер задерживаемых частиц. При этом, чем меньше размер пор мембраны, тем большее сопротивление она оказывает потоку и тем большее давление требуется для процесса филтрации. В водоподготовке воды для питьевых нужд наибольшее распространение получили ультрафилтрационные мембраны, с размером пор от 0,01 до 0,1 мкм [6]. Они удаляют крупные органические молекулы (молекулярный вес больше 10 000), коллоидные частицы, бактерии и вирусы, не задерживая при этом растворенные соли, сохраняя естественный солевой баланс воды. Типовая схема подготовки воды из поверхностного источника с использованием ультрафилтрационных мембран представлена на рисунке 1

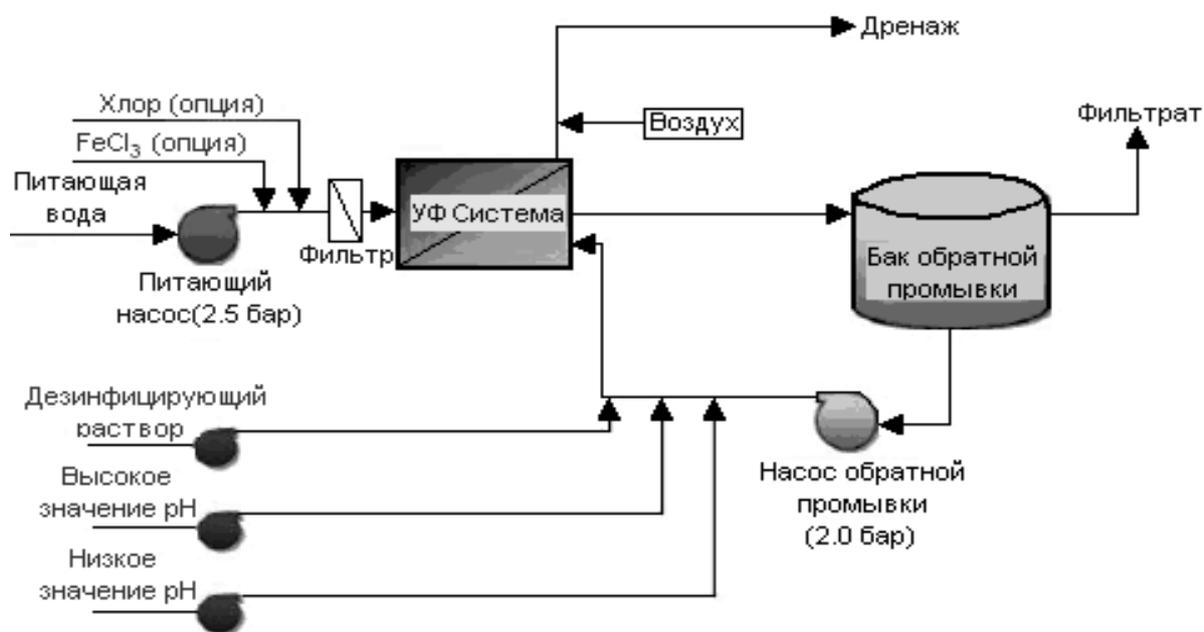


Рисунок 1 – Типовая схема подготовки воды из поверхностного источника с использованием ультрафилтрационных мембран

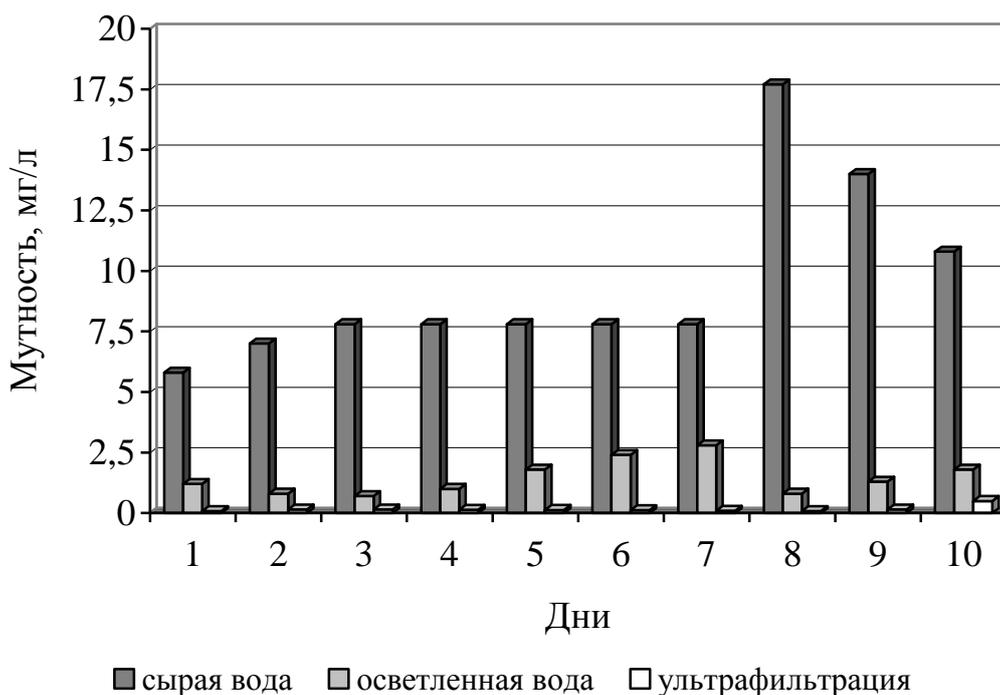


Рисунок 2 – График изменения показателей мутности воды после коагуляции в осветлителе и ультрафильтрации

Как видно из графика (рисунок 2), технология ультрафильтрации имеет значительное преимущество перед классической технологией водоподготовки. Качество очищенной воды практически не зависит от степени загрязнения исходной воды из источника. К тому же система имеет высокий КПД (не менее 92 %) и низкое энергопотребление (около 0,19 кВт\*ч/м<sup>3</sup>) [5].

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что в ближайшие десятилетия мембранные технологии будут постепенно заменять технологии очистки воды для водоподготовки. Уже в настоящее время мембраны применяются на сооружениях водоподготовки и очистки канализационных стоков по всему миру. Отдельно стоит отметить Сингапур, в котором построен завод по очистке сточных вод NeWater. На данном заводе производится очистка стоков с целью доведения их качественного показателя до норм питьевой воды с использованием технологии обратного осмоса. Работа завода позволяет

обеспечить потребность острова в воде. Использование мембранных технологий позволит сократить себестоимость очистки воды за счет уменьшения размеров очистных сооружений, снижения потребляемой электроэнергии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков Ю. В., Сайфутдинов М. М. Вода и жизнь на Земле. М. : Наука. 1981. 184 с.
2. Лутай Г. Ф. Химический состав воды и здоровье населения. Гигиена и санитария. 1992. № 1.
3. Бондарев В. П. Геология. Курс лекций: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. М. : Форум: Инфра-М. 2002. 224 с.
4. Брок Т. Мембранная фильтрация. М. : Мир. 1987. 464 с., ил.
5. Дытнерский Ю. И. Обратный осмос и ультрафильтрация. М. : Химия, 1978. 352 с., ил.
6. Мулдер. Введение в мембранную технологию. М. : Мир. 1999. 514 с., ил.

**APPLICATION OF TECHNOLOGY TO MEMBRANE TREATMENT  
OF WATER AS AN ALTERNATIVE TO CLASSIC WATER TREATMENT TECHNOLOGIES**

© 2014

*A. S. Kharitonov*, master

*Togliatti state University, Togliatti (Russia)*

**V. A. Seleznev**, doctor of technical sciences, professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

**V. M. Filenkov**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair

«Heat, ventilation, water supply and sanitation»

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

---

*Annotation.* This article discusses the latest technologies in the field of water treatment, membrane filtration, ultraviolet disinfection, ozonation compact plants that are used in the development of new technological schemes of water treatment facilities.

*Keywords:* water treatment, membrane technology, water treatment.

## НАШИ АВТОРЫ

**Алмаев Артем Юрьевич**, заведующий лабораториями кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»,  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: almay1981@mail.ru

**Анциферов Сергей Александрович**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: salan@tltsu.ru

**Бухонов Дмитрий Олегович**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: skurt2009@yandex.ru

**Бухонов Виталий Олегович**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: skurt2008@yandex.ru

**Гребнева Алена Валериевна**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: miss.grebneva1991@yandex.ru

**Грак Мария Владимировна**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: cveto4ek45@mail.ru

**Губанов Игорь Олегович**, кандидат технических наук, старший преподаватель Тольяттинского колледжа дизайна и управления.  
Адрес: 445044, Россия, Самарская область, г. Тольятти, Бульвар космонавтов, 15 – 175.  
E-mail: iogubanov@yandex.ru

**Журилкина Екатерина Сергеевна**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: zhurilckina@yandex.ru

**Козина Людмила Николаевна**, старший преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: waterkafedra@tltsu.ru

**Краснопевцев Александр Ювенальевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: a.krasnopevtsev@tltsu.ru

**Краснопевцева Елена Александровна**, аспирант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: April-peres@yandex.ru

**Корнеев Андрей Александрович**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14.  
E-mail: korneeva1992@gmail.com

**Краснопевцева Ирина Васильевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Торговое дело и управление производством»  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: i.krasnopevtseva@mail.ru

**Лушкин Игорь Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: lia2073@mail.ru

**Мальцев Сергей Александрович**, магистрант

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: test\_91@bk.ru

**Макарова Юлия Михайловна**, преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация»

Адрес: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 606340, Россия, Княгинино, ул. Октябрьская, 22  
E-mail: makjul92@mail.ru

**Мионов Евгений Борисович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис»

Адрес: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22.  
E-mail: mironov-e@mail.ru

**Осокин Владимир Леонидович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрификация и автоматизация»

Адрес: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 606340, Россия, Княгинино, ул. Октябрьская, 22  
E-mail: osokinvl@mail.ru

**Перерва Виталий Валерьевич**, магистрант

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: v.v.pererva@mail.ru

**Прошин Игорь Викторович**, магистрант

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: iv.proshin@gmail.com

**Плеханов Владимир Михайлович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств».

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445667, Россия, Самарская область, г. Тольятти, улица Белорусская, 14.  
E-mail: plehanovvm@yandex.ru

**Родионов Игорь Константинович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство»

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: riktlt@mail.ru

**Селезнев Владимир Анатольевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: seleznev53@mail.ru

**Стрелков Кирилл Евгеньевич**, магистрант

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: 79608503949@yandex.ru

**Токарев Дмитрий Геннадьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств».

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445667, Россия, Самарская область, г. Тольятти, улица Белорусская, 14.  
E-mail: atppfti@tltsu.ru

**Туишев Алексей Иванович**, доктор технических наук, доцент, профессор-консультант кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств».  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445667, Россия, Самарская область, г. Тольятти, улица Белорусская, 14.  
E-mail: kitika@yandex.ru

**Филенков Владимир Михайлович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: salan@tltsu.ru

**Харитонов Андрей Сергеевич**, магистрант  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Тольятти, ул. Белорусская, 14  
E-mail: poly.cool.bit@gmail.com

**Шишарина Анастасия Николаевна**, магистрант  
Адрес: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22.  
E-mail: lustra-alisa@rambler.ru

## OUR AUTHORS

**Almaev Artem Yurievich**, head of laboratory of the department «Heat, ventilation, water supply and sanitation», master, training direction «Construction» master program «Water for cities and industrial enterprises»  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: almay1981@mail.ru

**Antsiferov Sergey Alexandrovich**, master  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: salan@tltsu.ru

**Buhonov Dmitry Olegovich**, master  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: skurt2008@mail.ru

**Buhonov Vitalii Olegovich**, master  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: skurt2008@yandex.ru

**Grebneva Alena Valerievna**, master  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: miss.grebneva1991@yandex.ru

**Hrak Maria Vladimirovna**, undergraduate  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: cveto4ek45@mail.ru

**Gubanov Igor Olegovich**, candidate of technical sciences, senior lecturer, togliaatti college of design and management.  
Address: 445044, Russia, Samara region, Togliatti, Boulevard of cosmonauts, 15 – 175.  
E-mail: iogubanov@yandex.ru

**Zhurilkina Ekaterina Sergeevna**, master  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: zhurilckina@yandex.ru

**Kozina Lyudmila Nikolaevna**, assistant professor of the chair «Heat, ventilation, water supply and sanitation»  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: waterkafedra@tltsu.ru

**Krasnopevtsev Alexandr Yvenalievich**, candidate of technical science, associate professor of the chair «Welding, material handling pressure and related processes»  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: a.krasnopevtsev@tltsu.ru

**Krasnopevtseva Elena Alexandrovna**, postgraduate student  
Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarussian, 14  
E-mail: april-perec@yandex.ru

**Korneev Andrey Aleksandrovich**, master

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: korneevaa1992@gmail.com

**Krasnopevtseva Irina Vasilievna**, candidate of economical science, associate professor of the chair «Trading Business and Production Management»

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: a.krasnopevtsev@tltso.ru

**Lushkin Igor Aleksandrovich**, candidate of technical sciences, associate professor of the chair «Heat, ventilation, water supply and sanitation»

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: lia2073@mail.ru

**Maltsev Sergey Alexandrovich**, master

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: test\_91@bk.ru

**Makarova Julia Mikhailovna**, the teacher of the chair «Electrification and automatization»

Address: Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, 606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Steet, 22a

E-mail: makjul92@mail.ru

**Mironov Eugeniy Borisovich**, the candidate of technical sciences, the associate professor of the chair «Technical service»

Address: Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, 606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a

E-mail: mironov-e@mail.ru

**Osokin Vladimir Leonidovich**, the candidate of technical sciences, the associate professor, the manager of the chair «Electrification and automatization»

Address: Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, 606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Steet, 22a

E-mail: osokinvl@mail.ru

**Proshin Igor Victorovich**, undergraduate

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: iv.proshin@gmail.com

**Pererva Vitaly Valerevich**, master

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: v.v.pererva@mail.ru

**Ple Khanov Vladimir Mikhailovich**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department «Automation of technological processes and productions».

Address: Togliatti State University, 445667, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

E-mail: plehanovvm@yandex.ru

**Rodionov Igor Konstantinovich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Urban Construction and Management»

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: riktlt@mail.ru

**Seleznev Vladimir Anatolyevich**, doctor of technical sciences, professor of the chair «Heat, ventilation, water supply and sanitation»

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: seleznev53@mail.ru

**Strelkov Kirill Evgeneevich**, master

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: 79608503949@yandex.ru

**Tokarev Dmitry Gennadievich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Automation of technological processes and productions».

Address: Togliatti State University, 445667, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

E-mail: atpfti@tltsu.ru

**Tuishchev Alexey Ivanovich**, doctor of technical sciences, associate professor, professor-consultant of the department «Automation of technological processes and productions».

Address: Togliatti State University, 445667, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

E-mail: kitika@yandex.ru

**Fileikov Vladimir Mihaylovich**, candidate of technical sciences, associate professor, of the chair «Heat, ventilation, water supply and sanitation»

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: polkovnik-feliks@mail.ru

**Haritonov Andrey Sergeevich**, master

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, st. Belarusian, 14

E-mail: poly.cool.bit@gmail.com

**Shisharina Anastasiya Nikolaevna**, the under graduate student

Address: Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, 606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a

E-mail: lustra-alisa@ram

**Министерство образования Нижегородской области**

**Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**Уважаемые коллеги!**

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ» приглашает к сотрудничеству!**

**Научный журнал «Вестник НГИЭИ» публикует статьи  
по научным направлениям (экономические и технические науки).**

**Условия и порядок приема рукописей**

1. Редакция принимает к публикации материалы на русском и английском языке по темам, соответствующим основным научным направлениям журнала. Статьи принимаются в течение года и при условии положительных результатов экспертизы включаются в очередной номер журнала.

2. В журнале публикуются статьи, отличающиеся высокой степенью научной новизны, теоретической и практической значимости. В статье должны быть изложены основные научные результаты исследования, которые должны быть оригинальными, ранее нигде не публиковавшимися. Авторами статей могут быть ученые-исследователи, докторанты, аспиранты, соискатели.

3. Научная структура статьи должна состоять из элементов, отвечающим следующим параметрам:

– постановка научной проблематики исследования (раскрывается актуальность исследования в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами);

– анализ признанных и современных исследований (публикаций) в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор. Выделение неразрешенных раньше частей общей проблемы;

– формирование целей исследования (постановка задания);

– изложение основного материала публикации с полным обоснованием полученных научных результатов;

– выводы исследования и перспективы дальнейших изысканий данного направления;

– список литературы.

4. Авторы предоставляют рукописи и электронную версию публикации с сопроводительной документацией в редакцию журнала по адресу: 606340, Россия, Нижегородская область, город Княгинино, улица Октябрьская 22а, кабинет 202, и на электронный адрес (ngieiipc@gmail.com).

Электронная версия публикации должна состоять из двух файлов. Первый содержит статью (пример в приложении 1), а второй информацию о статье и авторах размещаемую на сайт (пример в приложении 2). Файлы должны иметь следующие структуру названия:

первый – Фамилия\_статья\_город (например: Максимов\_статья\_Мичуринск);

второй – Фамилия\_сайт\_город (например: Максимов\_статья\_Мичуринск).

Файлы, инфицированные вирусами, не обрабатываются и не принимаются к опубликованию.

5. Поступившие в редакцию материалы регистрируются и в течение 3-х дней автору (авторам) по электронной почте высылается подтверждение о получении статьи.

6. Статьи, не соответствующие условиям публикации и требованиям к оформлению, не рассматриваются.

7. Если рецензия содержит рекомендации по исправлению и доработке статьи, то она направляется автору с предложением учесть рекомендации при подготовке нового варианта статьи. Датой поступления статьи в данном случае считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

8. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

## Требования к публикуемым статьям и их оформлению

### Форматирование основного текста

1. Текст должен быть набран в Microsoft Word и сохранен в файле, только с расширением (.rtf).
2. Формат страницы – А4 (книжный).
4. Поля – все по 20 мм.
5. Абзацный отступ – 1,25 см.
6. Абзацный интервал (перед и после) – 0 пт.
7. Шрифт – Times New Roman, обычный; размер кегля (символов) – 14 пт.
8. Межстрочный интервал – полуторный (1,5).
9. Автоматическая расстановка переносов, с шириной зоны переноса слов – 0,25 см.
10. Номер страницы располагается внизу от центра.

### Объем статьи

От 0,25 до 1,0 авторского (учетно-издательского) листа – 10–40 тыс. знаков (с пробелами), до списка литературы.

### Требования и структура публикуемой статьи

Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:

1. Индекс универсальной десятичной классификации (УДК) – слева (без отступа), обычным шрифтом; индекс УДК должен соответствовать заявленной теме; если тема комплексная, то используются несколько индексов УДК разделенных (:).

2. Заголовок (название) статьи – по центру (без отступов), полужирным шрифтом прописными буквами (на русском языке); название статьи не должно иметь знаков переноса слов.

В названии статьи нельзя указывать регион (например Ульяновская область) и временной период (например за 2003–2012 гг.) исследования. Данная информация должна быть представлена в аннотации.

3. Авторский знак и год издания – слева (без отступа).

4. Инициалы автора и фамилия, ученая степень, ученое звание, должность – слева (без отступа), прописными буквами. Инициалы и фамилия выделяются полужирным.

5. Название института, город, страна – по центру (без отступов), прописными буквами. Страна записывается в круглых скобках.

6. Отступив одну строку, (с отступом) Аннотация (250 слов) на русском языке за исключением самого слова «*Аннотация.*» которое пишется курсивом.

7. Ключевые слова (10 и более слов и словосочетаний на русском языке – 3-и полных строки) шрифт без выделения за исключением самого словосочетания «*Ключевые слова:*», которое пишется курсивом. Ключевые слова и словосочетания перечисляются в алфавитном порядке.

8. Отступив одну строку размещается текст статьи.

9. Список литературы – отделяется одной строкой от основного текста статьи и пишется прописными буквами с жирным выделением, без точки «**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**».

Литература оформляется по ГОСТ Р 7.0.5.– 2008 «Библиографическая ссылка» в виде затекстовых сносок.

Список литературы формируется в порядке упоминания в тексте, и должен содержать не менее 20 наименований и на каждый должна быть ссылка в тексте статьи с указанием страницы заимствования текста (например [2, с. 53]). Порядковый номер источников должен проставляться вручную.

10. С новой страницы предоставляются данные пунктов оформления статьи 1–7 на английском языке.

### **Рисунки, схемы, диаграммы, фотографии**

Иллюстрации должны быть четкими и только черно-белыми. Шрифт в иллюстрациях должен быть не менее 10 кегля основного текста. Иллюстрациям присваивается порядковый номер. (например: «Рисунок 1 – Структура численности ...»). Название рисунка пишется по центру (без абзацного отступа), обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове. Сканированные рисунки должны иметь разрешение не менее 300 dpi, с обязательным указанием источника заимствования.

### **Таблицы**

Название таблицы пишется по центру (без абзацного отступа) с указанием ее порядкового номера (например «Таблица 1 – Экономическая эффективность ...»). Название таблицы пишется обычным шрифтом и строчными буквами, кроме прописной в первом слове.

Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается.

### **Формулы**

Набор формул осуществляется только в текстовом редакторе Microsoft Equation или Math Type.

Нумерация формул – сквозная, арабскими цифрами, справа в конце строки, в круглых скобках.

Размер символов в формуле должен соответствовать 10 размеру основного текста.

Длина формул не должна превышать 80 мм.

Латинские символы набираются курсивом, греческие – прямым шрифтом, кириллица не допускается.

### **Требования к информации оформляемой на сайт и ее оформлению**

1. Текст должен быть набран в Microsoft Word и сохранен в файле, только с расширением (.rtf).
2. Формат страницы – А4 (книжный).
4. Поля – все по 20 мм.
5. Абзацный отступ – 1,25 см.
6. Абзацный интервал (перед и после) – 0 пт.
7. Шрифт – Times New Roman, обычный; размер кегля (символов) – 12 пт.
8. Межстрочный интервал – одинарный (1,0).
9. Автоматическая расстановка переносов, с шириной зоны переноса слов – 0,25 см.
10. Номер страницы располагается внизу от центра.

### **Требования и структура информации**

1. Название статьи на русском языке – прописными буквами, жирное выделение, выравнивание по центру (без абзацного отступа).

2. Пропустив одну строку название статьи на английском языке – прописными буквами, жирное выделение, выравнивание по центру (без абзацного отступа).

3. Пропустив одну строку, размещается аннотация на русском языке – слова «*Аннотация.*» выделяется курсивом. Текст аннотации без выделения. Абзацный отступ 1,25 см. Выравнивание по ширине.

4. Аннотация на английском языке – слова «*Annotation.*» выделяется курсивом. Текст аннотации – без выделения. Абзацный отступ 1,25 см. Выравнивание по ширине.

5. Пропустив одну строку, размещаются ключевые слова на русском языке – словосочетание «*Ключевые слова:*» выделяется курсивом. Ключевые слова и словосочетание – без выделения. Абзацный отступ 1,25 см. Выравнивание по ширине.

6. Ключевые слова на английском языке – словосочетание «*Keywords:*» выделяется курсивом. Ключевые слова и словосочетание – без выделения. Абзацный отступ 1,25 см. Выравнивание по ши-

рине.

7. Пропустив одну строку указывается Фамилия Имя Отчество автора (полностью) – жирное выделение, первые буквы прописные. Далее по строке, через запятую ученая степень, ученое звание, должность – строчными буквами без выделения. Абзацный отступ отсутствует. Выравнивание по левому краю.

8. Адрес: – название учреждения, индекс, страна, город, улица, дом. Без абзацного отступа. Выравнивание по левому краю.

9. Электронный адрес (E-mail:). Выравнивание по левому краю.

10. Пропустив одну строку размещаются пункты 7–9 на английском языке.

Наглядное оформление информации размещаемой на сайте представлено в приложении 2

УДК 331

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

© 2014

*А. Н. Игошин*, кандидат экономических наук,  
доцент кафедры «Экономика и статистика»

*Нижегородский государственный инженерно-экономический институт,  
Княгинино (Россия)*

*А. Д. Черемухин*, ассистент кафедры «Экономика и статистика»

*Нижегородский государственный инженерно-экономический институт,  
Княгинино (Россия)*

*Аннотация.* Статья посвящена количественной оценке величины человеческого капитала специалистов-управленцев в сельскохозяйственных организациях. Рассматриваются различные определения человеческого капитала, в том числе сформулированные российскими учеными, анализируются общие требования, предъявляемые к методике оценки данного вида ресурса. (*Объем аннотации 250 слов*)

*Ключевые слова:* бухгалтерская отчетность, выручка от продажи продукции, животноводство, материальные затраты, нелинейная зависимость, оценка, регрессионная функция, сельскохозяйственные организации, человеческий капитал. (*Объем 3-и полных строки по алфавиту*).

Современная экономика характеризуется высокой скоростью изменчивости, что вынуждает руководителей и управленцев сельскохозяйственных организаций быстрее реагировать на изменения во внешней среде. Соответственно, успешность организации и ее финансовые результаты оказываются в тесной зависимости от их уровня знаний [1, с. 10].

Таблица 1 – Климатическая характеристика агрономических районов  
Нижегородской области

Агрономический район	Сумма положительных температур, °С	Продолжительность безморозного периода, дней
Северо-Восточный (I)	1800–1900	120–125
Центральный левобережный (II)	1900–2000	130–135
Приречный почвозащитный (III)	2000–2100	130–135
Пригородный (IV)	2100–2150	130–135
Центральный правобережный (V)	2150–2200	135–140
Юго-Западный (VI)	2200–2250	135–140
Юго-Восточный (VII)	2250–2300	135–140

Цель задачи – определить структуру организаций с оптимальными размерами посевных площадей по агрорайонам, обеспечивающую максимум прибыли от продажи продукции.

$$Z = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} R_{jk} X_{jk} \rightarrow \max \quad (1)$$

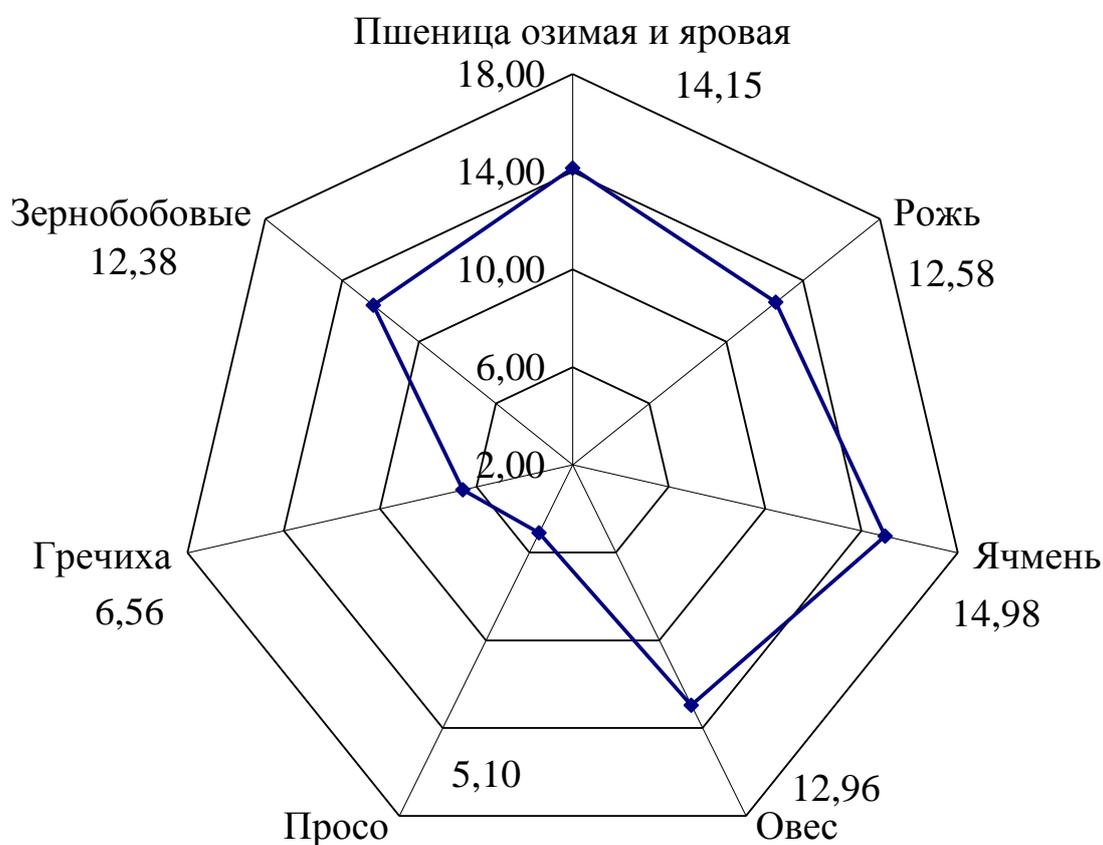


Рисунок 1 – Средняя урожайность зерновых культур за 1995–2000 год, ц с га

Вследствие этого при проведении экономических исследований по оптимальным размерам землепользования нужно учитывать весь комплекс факторов, влияющих на функционирование организаций.

*(Объем статьи 0,25–1,00 печатного листа)*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутко И. В., Ефимов И. А. Концентрация производства и оптимальные размеры сельскохозяйственных предприятий // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1 (34). С. 15–20.

2. Ганин Д. В., Суслов С. А., Тетерин Ю. Н. Социально-экономические проблемы устойчивого развития сельских территорий : монография. Княгинино : НГИЭИ, 2011. 256 с.

3. Сидорова Н. П., Фролова О. А. Экономико-математическая модель оптимизации структуры организационно-правовых форм собственности Нижегородской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 9 (83). С. 109–112. URL: <http://elibrary.ru/download/31528756.pdf> (дата обращения 06.03.2013).

4. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски: оценка, управление, портфель, инвестиции. Изд. 3-е. М., 2004. 356 с.

5. Приемопередающее устройство : патент 2187888 Российская Федерация : МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 j 13/00 / Чугаева В. И., ; заявитель и патентообладатель Воронежский научно-исследовательский институт связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.2000 ; опубл. 20.08.2000, Бюл. № 23 (II ч). 3 с.

6. ГОСТ Р 517721–2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. – Введ. 2002–01–01. М. : Издательство стандартов, 2001. 27 с.

7. Ковшиков В. А., Глухов В. П. Психолингвистика: теория речевой деятельности : учебное пособие для студентов вузов. М. : Астрель, 2006. 319 с.

*(Список литературы должен составлять более 20 источников)*

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

### METHOD OF ASSESSMENT OF HUMAN CAPITAL VALUES AGRICULTURAL ORGANIZATIONS

*Аннотация.* Статья посвящена количественной оценке величины человеческого капитала специалистов-управленцев в сельскохозяйственных организациях. Рассматриваются различные определения человеческого капитала, в том числе сформулированные российскими учеными, анализируются общие требования, предъявляемые к методике оценки данного вида ресурса. Изучаются основные проблемы количественной оценки человеческого капитала. (Объем 250 слов)

*Annotation.* This article is devoted to a quantitative assessment of size of the human capital of experts-managers in the agricultural organizations. Various definitions of the human capital are considered; including stated by Russian scientists, the general requirements shown to a procedure of an assessment of the given type of a resource are analyzed. Major problems of a quantitative assessment of the human capital are studied. (Объем 250 слов)

*Ключевые слова:* бухгалтерская отчетность, выручка от продажи продукции, животноводство, материальные затраты, нелинейная зависимость, оценка, регрессионная функция, сельскохозяйственные организации, человеческий капитал. (Объем 3-и полных строки по алфавиту).

*Keywords:* the accounting reporting, the receipt of production, animal industries, material inputs, nonlinear dependence, assessment, regressive function, the agricultural organizations, the human capital. (Объем 3-и полных строки по алфавиту).

**Игошин Андрей Николаевич**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и статистика»

Адрес: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 606340, Россия, Княгинино, ул. Октябрьская, 22а  
E-mail: igoshin.nn@yandex.ru

**Igoshin Andrey Nikolevich**, the candidate of economic sciences, the associate professor of the chair «Economics and statistics».

Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute; Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a  
Address: Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, 606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a  
E-mail: igoshin.nn@yandex.ru

**Черемухин Артем Дмитриевич**, ассистент кафедры «Экономика и статистика»

Адрес: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 606340, Россия, Княгинино, ул. Октябрьская, 22а  
E-mail: tema.cheremuhin@yandex.ru

**Cheryomukhin Artem Dmitrievich**, the assistant of the chair «Economics and statistics», GBOU VPO Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute; Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a  
Address: Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, 606340, Russia, Knyaginino, Oktyabrskaya Street, 22a  
E-mail: tema.cheremuhin@yandex.ru