



16

Траншейная
прокладка
ВПТ из ТПС



44

Несуразный
тариф на горячее
водоснабжение



52

Компоновка
компрессорного
узла VRF-систем



72

Об отрасли
распределённой
энергетики



№7 (187) ИЮЛЬ 2017

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ
ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

SUPREMO[®] РАДИАТОР XXI ВЕКА





WorldBuild Krasnodar

YugBuild



**Международная
выставка**
строительных и отделочных
материалов, инженерного
оборудования и архитектурных
проектов



27 февраля -
2 марта 2018

Краснодар
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»

12+



worldbuild-krasnodar.ru

Организатор
выставки



КРАСНОДАРЭКСПО
в составе группы компаний ITE

Одновременно
с выставкой



Генеральный спонсор



Официальный
информационный
спонсор



Спонсоры



Vaillant

Новый уровень комфорта



ecoTEC plus



Настенный газовый конденсационный котел

- Для отопления и приготовления горячей воды
- Увеличенный пластинчатый конденсационный теплообменник из нержавеющей стали
- Значительная экономия газа и электричества

Узнайте больше на www.vaillant.ru



■ Отопление
■ Горячая вода

■ Новые виды энергии

 **Vaillant** своё дело знает



[Расчёт индекса стабильности воды Ланжелье](#)

Оценка индекса стабильности воды Ланжелье сводится к сравнению результата перемножения концентраций ионов кальция и карбонат-ионов со значением произведения растворимости карбоната кальция. Точный расчёт pH и щёлочности, соответствующих полному насыщению воды карбонатом кальция, на сегодняшний день невозможен.

24



[Несуразный тариф на горячее водоснабжение](#)

Ввиду невероятной важности обеспечения условий нормальной жизнедеятельности людей следует подвергнуть тщательному контролю многочисленные услуги, оказываемые населению предприятиями ЖКХ. Тем более печально, что здесь не обходится без парадоксальных недочётов. В частности, в системе горячего водоснабжения.

44



[Компоновка компрессорного узла VRF-систем](#)

Мы продолжаем цикл статей, направленных на изучение технологий получения холода, которые используются в системах кондиционирования с переменным расходом хладагента (VRF). Мы уже рассмотрели систему переохлаждения хладагента и её влияние на характеристики кондиционера. Сегодня мы изучим компоновку компрессорного узла.

52



[О целесообразности теплоутилизации при механической вентиляции](#)

В статье показана ситуация с нормированием энергопотребления общественных зданий в России и перечислены направления госполитики по его снижению. Даны основы российских и зарубежных предложений по сокращению энергозатрат при строительстве и эксплуатации объектов и прочая важная информация.

56



[Комитету ВИЭ РосСНИО – 15 лет](#)

В нынешнем году исполнилось 15 лет со дня основания Комитета по проблемам использования ВИЭ. Имеет смысл оценить пройденный путь и наметить задачи на будущее. Прошедший период делится на два этапа. На первом возобновляемая энергетика развивалась энтузиастами, но на втором этапе значительную роль начинает играть бизнес...

60



[Об отрасли распределённой энергетики](#)

Анализ энергетики Российской Федерации позволил выявить целый комплекс системных проблем, которые отрицательно влияют на эффективность её развития и темпы модернизации. Решение этих проблем должно идти по двум основным направлениям, одно из которых — создание отрасли распределённой энергетики.

72

Новости	4
Событие	
Деловая программа Heat & Power '2017	13
Конференция «Тепловые пункты и оптимизация городского теплоснабжения»	13
Бизнес	
Ни планете, ни людям не нужна длинная рабочая неделя	14
Сантехника	
Траншейная прокладка ВПТ из ТПСС в дорожных насыпях	16
О некоторых особенностях расчёта индекса стабильности воды Ланжелье	24
О выборе ТПСС по кольцевой жёсткости для ВПТ автодорог	30
Ответ на критику статьи «О промышленном обезжелезивании подземных вод»	36
Отопление и ГВС	
Изучаем солнечные системы Vaillant	38
Инновационные бытовые водонагреватели Gorenje накопительного типа	40
Промышленные котлы в инновационном тепличном хозяйстве	42
Несуразный тариф	44
«Оазис», с которым тепло	47
Термоклапан — полвека работы в системах отопления Европы и России	48
Кондиционирование	
Анализ VRF-систем. Компоновка компрессорного узла	52
Оценка влияния различных факторов на энергетическую целесообразность теплоутилизации в системах механической вентиляции	56
Энергосбережение	
Комитету ВИЭ РосСНИО — 15 лет. История, деятельность, перспективы	60
Солнечные кровельные панели для программы «Миллион солнечных крыш в России»	64
Геотермальная энергетика: технологии и оборудование	68
Распределённая энергетика на территории Челябинской области и России в целом	72
Возобновляемая энергетика в Калмыкии: опыт, проблемы и перспективы региона	80
Солнечные батареи, которые генерируют электричество ночью	89
О реализации задач по подготовке специалистов в сфере энергоэффективности	90
Инновационный способ использования энергии ветра	92
References	95

Одной строкой

- ❖ По словам французского министра окружающей среды Николя Юло, к 2025 году Франция, которая в настоящее время получает более 75% своего производства электроэнергии от ядерного топлива, может закрыть до 17 реакторов.
- ❖ Концерн «Грундфос» сообщил, что установки Multilift с двумя приёмными баками сняты с производства с 12 июля 2017 года. Они могут быть заменены на стандартные установки Multilift с возможностью оснащения дополнительным баком.
- ❖ Первый серийный экземпляр нового электромобиля Model 3 американской компании Tesla был выпущен 7 июля. Первые 30 электромобилей покупатели получили 28 июля.
- ❖ Компания ООО «Виссманн» с 1 августа 2017 года запускает бонусную программу Viessmann Profi. К участию в программе приглашаются специалисты, работающие с оборудованием Viessmann. Срок проведения акции: с 1 августа 2017 года до 31 мая 2018 года.
- ❖ Введение энергоменеджмента — фонового анализа и контроля энергетических характеристик — позволит заводу Viessmann в Берлине снизить специфическое общее энергопотребление на 30% к 2019 году.
- ❖ Компания Bosch объявила о покупке итальянского производителя систем кондиционирования MTA S.p.A. — итальянской компании, которая более 30 лет производит оборудование для обработки сжатого газа, охлаждения и кондиционирования воздуха в промышленном производстве.
- ❖ Группа компаний Midea создаёт исследовательскую лабораторию совместно с Шеффилдским университетом. Там будут проводить исследования и разработки в области высокоскоростных двигателей и приводных технологий.
- ❖ Компания ООО «Балхай Сервис» — единственный дистрибьютер японской марки Rinnai в России — сообщает, что с 1 июля 2017 года увеличивает гарантийный срок на оборудования марки Rinnai до трёх лет с момента ввода её в эксплуатацию.
- ❖ Морская ветроэнергетика Европы стала стоить 100 евро на произведённый мегаватт-час электроэнергии. Возведение офшорных ветряных ферм теперь не нуждается в государственных субсидиях.

Vaillant Group

Vaillant выводит на рынок новое поколение ёмкостных водонагревателей



В августе 2017 года Vaillant Group выводит на российский рынок новое поколение ёмкостных водонагревателей косвенного нагрева uniSTOR и auroSTOR VIH объёмом 300, 400 и 500 л. Водонагреватели представлены линейками plus и exclusive.

Линейка plus — приборы с одним или двумя независимыми змеевиковыми теплообменниками. Все модели имеют механический термо-

метр, магниевый анод, встроенный ревизионный фланец с изоляционной крышкой. Водонагреватели отличаются от аналогичных продуктов трёхкомпонентным теплоизоляционным слоем, гарантирующим повышенное энергосбережение (класс B).

Теплопотери бойлеров линейки exclusive uniSTOR и auroSTOR VIH 300–500 на 50% ниже по сравнению с предыдущей, а класс энергосбережения поднимается до A — прибор маркирован лейблом Green IQ. Особенностью этой линейки является многослойная съёмная изоляция, состоящая из плотного полиуретанового наполнителя с интегрированными вакуумными панелями. Встроенный ферромагнитный активный анод не требует регулярной замены, что позволяет увеличить интервалы между сервисным обслуживанием. Все модели оснащены светодиодным цифровым дисплеем, отображающим температуру нагрева, уровень заполнения и сообщения о возможных неисправностях.

Предыдущее поколение водонагревателей с энергоэффективностью класса C выводится из ассортимента.

«Бош Термотехника»

Монтаж и сервис напольных отопительных котлов Logano G124/234



Новая линейка котлов Buderus Logano G124/234 поступила в продажу и доступна на складах компании «Бош Термотехника». Линейка получила обновлённые датчики температуры, а также новую систему управления EMS Plus. Монтаж и сервисное обслуживание котлов серии Logano G124/234 при этом остаются простыми и понятными для пользователя.

Важным аспектом линейки котлов Buderus является их преемственность — мощностной типоряд остаётся прежним, что позволяет без проблем устанавливать новый или заменять старый котёл аналогичного ряда. Для удобства специалистов и экономии времени котловые датчики и датчик дымовых газов уже установлены, а кабели от них проложены к месту установки автоматики котла. В новой версии Buderus Logano G124/234 установлен обновлённый котловой датчик температуры, что повлекло за собой изменение конструкции крайней правой секции теплообменника. Это важная информация для сервисных и монтажных организаций. Также в новый котёл Buderus была интегрирована новая система управления на протоколе EMS Plus. Данная автоматика широко используется с самыми современными конденсационными котлами Buderus и зарекомендовала себя с лучшей стороны. Среди основных преимуществ — интуитивно понятный интерфейс, возможность расширения функционала и подключение к сети Интернет для удалённого доступа к котельной.



Viessmann

Компания Viessmann поставила рекорд мощности в России

Паровая котельная мощностью до 100 тонн пара в час стала самым крупным российским проектом компании Viessmann. Предприятие обеспечит нужды в тепле и горячей воде инновационного комплекса «Биотех Росва» по переработке пшеницы в ингредиенты — также крупнейшего в стране.

Поэтапный ввод в эксплуатацию расположенного на территории калужского промышленного парка предприятия начался в июне 2017 года. После выхода на проектную мощность оно будет перерабатывать не менее 250 тыс. тонн пшеницы в год, превращая её в ингредиенты для пищевой, текстильной и химической промышленности, медицины, косметических, целлюлозно-бумажных и сельскохозяйственных производств. Такой показатель достигается благодаря использованию встро-

енных экономайзеров «Эко 100» — теплообменников, возвращающих в рабочий цикл тепло дымовых газов. Высокий спрос на промышленное оборудование Viessmann в России побудил компанию организовать производство газовых котлов в городе Липецке, которое также было запущено в 2017 году.



Grundfos

Оптимизация модельного ряда оборудования для удаления конденсата

Летом 2017 года Grundfos перезапустил линейку насосных установок Conlift для отведения конденсата от отопительной и холодильной техники. Теперь владельцам жилых домов и офисных помещений предлагается универсальная модель Conlift1, есть и возможность подключить печатную плату PCB, подающую звуковой сигнал во время аварии. Такое решение позволяет уменьшить складские объёмы основных заказчиков Grundfos. Достаточно иметь Conlift1 и в случае необходимости дополнить установку платой сигнализации, которая повысит надёжность оборудования.



Установки Conlift1 используются для удаления конденсата, который образуется ниже канализационного уровня или не уходит самотёком. Обычно оборудование работает в паре с конденсационным котлом мощностью до 200 кВт, кондиционером, холодильными системами, испарителями и приборами осушения воздуха. Конденсат по специальному шлангу подаётся в резервуар, откуда откачивается в место слива. Автоматика активизируется контролирующим уровнем жидкости в резервуаре поплавковыми выключателями. Их особая конструкция защищает микропереключатели от испарений и коррозии. Дополнительно надёжность оборудования обеспечивает особый тип входных отверстий, предохраняющий от образования осадка и испарений от котла. Двигатель и подшипник защищены от лишней влаги вращающимся манжетным уплотнением. Весь корпус защищён от водных брызг.

WOLF

Блочная газопоршневая когенерационная установка



Компания «Вольф Энергосберегающие системы» представила блочную газопоршневую когенерационную установку (КГУ). Установка от компании WOLF совместно с Kuntschar und Schlüter GmbH представляет собой газопоршневую электростанцию, установленную в шумоглушащем контейнере, предназначенную для использования в качестве источника питания переменным трёхфазным током промышленных и бытовых объектов при параллельной работе с электрической сетью или в автономном режиме. КГУ одновременно с выработкой электроэнергии является источником тепловой энергии, которая может быть

использована для обогрева помещений, подготовки горячей воды, а также на технологические нужды.

Есть много способов преобразовывать первичную энергию жидкого топлива и газа в электрический ток, тепло и холод. Для сбережения невозобновляемых ресурсов жидкого топлива и газа главной обязанностью является максимально возможная экономия при их использовании. Эффективный способ — это преобразование в когенерационной установке.

В ней при преобразовании генерируются одновременно ток и тепло с КПД свыше 90%. Это уменьшает нагрузку на окружающую среду и существенно снижает затраты на энергию. Особенно хорошо зарекомендовал себя следующий метод: возникающее при генерации тока тепло полезно для вас; оно не выпускается в окружающую среду, вызывая негативные последствия для климата. Поэтому когенерация электроэнергии и тепла по праву считается экологичным способом генерации энергии в будущем. Это активный вклад в защиту окружающей среды.

Navien

Открылся первый монобрендовый магазин Navien

В июле 2017 года в городе Владикавказе открылся первый монобрендовый магазин продукции Navien. Магазин был открыт региональным партнёром «Навиен Рус» — компанией «Хазна Трейд». В выставочном зале магазина представлено отопительное оборудование только марки Navien. Открытие магазина обусловлено растущим интересом потребителей к газовым котлам корейского производителя. На открытии магазина лично присутствовал генеральный директор компании «Навиен Рус» мистер Ким Тэк Хюн. Navien благодарит компанию ООО «Хазна Трейд» и лично генерального директора Константина Медведева за совместную работу и большой вклад в продвижение оборудования бренда Navien в Северо-Кавказском федеральном округе.

«Дюйм» включил в программу дымоходы Ferrum

Складской ассортимент компании «Дюйм» дополнился модульными системами дымоотведения из нержавеющей стали от отечественного производителя Ferrum. Дымовые системы предназначены для удаления продуктов сгорания в газовых настенных и напольных котлах. В складской программе «Дюйм» представлены одностенные и двухстенные (утеплённые) дымоходы Ferrum из нержавеющей стали толщиной 0,5 мм и диаметрами 130, 150, 160, 180 мм. В ассортименте также имеются двухстенные элементы для бюджетных систем дымоудаления, выполненные из оцинкованной стали снаружи и нержавеющей стали внутри, толщиной также 0,5 мм, диаметрами 130, 150, 160 и 180 мм. Для изготовления всех элементов используется высококачественная нержавеющая сталь марки AISI 430. Применение технологий лазерной сварки и холодной формовки гарантирует герметичность соединения, надёжность и долговечность. В качестве теплоизоляции в двухстенных (утеплённых) дымоходах применяется базальтовое волокно.

BASF

Концерн BASF сделал вклад в экологию Большого Сочи



В июле 2017 года завершилась масштабная реконструкция очистных сооружений Сочинского водоканала в микрорайоне Кудепста города Сочи.

Капитальный ремонт первичных и вторичных отстойников, аэротенков, резервуаров и коммуникаций был выполнен с использованием технологий компании BASF. Общий объём инвестиций в модернизацию очистных сооружений составил примерно 500 млн руб.

Для ремонта бетонных поверхностей был использован специальный состав Master-

Emaco S 5400. В него входят оптимально подобранные кварцевые пески, полимерная фибра и специальные добавки, снижающие тенденцию к образованию трещин. Состав характеризуется износостойкостью и долговечностью, устойчив к воздействию отрицательных температур и карбонизации, позволяет создавать водонепроницаемую поверхность.

Благодаря малому содержанию хроматов MasterEmaco S 5400 экологически безопасен, и это стало ещё одним аргументом в пользу его выбора для ремонта городских очистных сооружений.



Carrier

Новое поколение VRF-систем Carrier



В сентябре 2017 года начнётся поставка в Россию новой, пятой серии VRF-систем Carrier. Мультизональная система Carrier Xpower Super Plus холодопроизводительностью от 25 до 246 кВт (8–88 HP) может содержать до четырёх наружных и до 64 внутренних блоков. Все наружные блоки серии 38VF0**H119015 оснащены инверторными компрессорами постоянного тока, которые экономят до 25% электроэнергии. VRF-система исключительно эффективна: EER (охлаждение) = 4,70 и COP (обогрев) = 5,60 (для системы 25 кВт). Дополнительное повышение энергетической эффективности достигнуто за счёт новой конструкции «дельтаобразного» теплообменника со сниженным гидродинамическим сопротивлением хладагента.

Длина трассы Carrier Xpower Super Plus может достигать 1000 м, а перепад высот

110 м. Рабочий диапазон температур расширен от -20 до $+48$ °C, позволяя круглогодично использовать VRF-систему в большинстве регионов России. Надёжность системы повышена благодаря равномерному распределению нагрузки по блокам и компрессорам, а также резервированию.

Возможен заказ системы с максимальной защитой от коррозии всех компонентов: стального корпуса, решёток, теплообменников, электрического отсека и крепёжных элементов.

В рамках единой системы кондиционирования Carrier позволяет комбинировать до 14 типов внутренних блоков (в ассортименте 100 моделей кассетных, канальных, консольных, настенных и других блоков от 1,7 до 28 кВт). Система может быть дополнена пультами индивидуального или центрального управления. Специально для VRF Carrier разработана система управления Carrier 4GNS с расширенным набором функций. Среди её возможностей — установка температурных ограничений, мониторинг энергопотребления, визуальная навигация, хранение отчёта о работе системы за три месяца, SMS-оповещение об ошибках на мобильный телефон.

ZOTA

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СОЗДАЕТ КАЧЕСТВО

Энергетика**В мероприятиях «Российской энергетической недели» примут участие около 8000 человек**

В Москве состоялось совещание по подготовке и проведению Международного форума по энергоэффективности и развитию энергетики «Российская энергетическая неделя» (пройдёт в Москве в ЦВЗ «Манеж» с 4 по 7 октября 2017 года) с участием министра энергетики России Александра Новака и советника Президента Российской Федерации Антона Кобынова.

Мероприятие, на котором соберутся руководители крупнейших мировых и российских энергетических компаний, проводится с целью демонстрации перспектив российского топливно-энергетического комплекса и реализации потенциала международного сотрудничества. Планируется участие около 8000 представителей российских и зарубежных официальных и деловых кругов и СМИ в мероприятиях недели.

«Сименс»**Новые термостаты Siemens серии RDJ100 и RDH100**

«Сименс» объявил о выходе на российский рынок новых термостатов серии RDJ100 и RDH100. Благодаря новому алгоритму управления TPI (Time Proportional & Integral) термостат точнее поддерживает уставку температуры в помещении и снижает энергопотребление системы в целом, тем самым повышая энергоэффективность и комфорт при использовании климатической техники. Дополнительный функционал термостатов данной

серии делает возможным выбор удобного режима работы устройства: «Автоматический», «Комфорт», «Экономия» и «Защита от замерзания» (на RDJ100). Комнатные термостаты разрабатывались в соответствии с новой директивой EcoDesign и соответствуют четвёртому классу регулирования ErP. И это ещё не все особенности новых комнатных термостатов. Подробнее о преимуществах — на сайте компании.

«Арктика»**Новые канальные вентиляторы BFS для квадратных воздуховодов от Ostberg**

Компания «Арктика» представила новую продукцию производства Ostberg — вентиляторы BFS для квадратных воздуховодов. Вентиляторы BFS оснащены асинхронным двигателем с внешним ротором и рабочим колесом с загнутыми назад лопатками аэродинамически оптимизированной формы, что даёт прекрасные акустические характеристики. Скорость вращения вентилятора регулируется в диапазоне от 0 до 100% с помощью электронного или пятиступенчатого регулятора, позволяя плавно и точно регулировать производительность вентилятора. Встроенная защита электродвигателя повышает надёжность и долговечность оборудования. Канальные вентиляторы BFS имеют компактные размеры и могут устанавливаться в любом положении, что позволяет более рационально использовать монтажное пространство. Они не требуют сложного технического обслуживания и ухода — только периодический осмотр и очистку.

на правах рекламы.

MAGNA**ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ****15-100
кВт**линейка
мощности**57 часов**работа на
одной закладке**ZOTA
GSM**

модуль GSM

**ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ**Красноярск, ул. Калинина, 53А
8-800-444-8000
www.zota.ru

Uni-Fitt

Компенсаторы гидроудара Uni-Fitt

Uni-Fitt представил новинку для защиты инженерных систем от скачков давления — компенсаторы гидроудара. Компенсаторы применяются для защиты элементов трубопроводных систем и дорогостоящего оборудования от резких повышений или понижений давления, возникающих при быстром открытии или закрытии запорной арматуры. Новинка от Uni-Fitt производится на одной из ведущих фабрик в Италии, качество изделия контролируется на всех этапах производства.



Компенсаторы гидроудара Uni-Fitt представлены в двух исполнениях: латунный корпус, латунный корпус с никелированным покрытием. Диаметр присоединительной резьбы составляет 1/2".

Bosch провёл обучающие тренинги для студентов

С 3 по 7 июля компания «Бош Термотехника» провела производственную практику для студентов Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина и московского Колледжа архитектуры и строительства №7.

В рамках курсов специалисты компании провели для стажеров экскурсии по лабораториям Bosch и Buderus и тренинги по продуктам брендов: промышленным и бытовым котлам, водонагревателям, горелочным устройствам, а также системам дымоудаления. По результатам практики студентам были выданы именные сертификаты о прохождении курсов на оборудовании Bosch и Buderus.

«Бош Термотехника»

Котлы Buderus U072 с новым интерфейсом выходят на российский рынок



Настенные газовые котлы Buderus U072 с обновлённым пользовательским интерфейсом появились на российском рынке в июле 2017 года. Благодаря нововведениям процесс управления котлом станет ещё проще. Теперь для настройки требуемой температуры системы отопления и горячего водоснабжения вместо четырёх действий пользователю

потребуется совершить всего два. Цветовая гамма LCD-дисплея стала контрастнее и комфортнее для глаз.

Настенные газовые котлы Buderus Logamax U072 разработаны специально для российских условий и производятся на заводе в городе Энгельс Саратовской области по немецким стандартам качества. Котлы выдерживают значительные перепады давления газа и воды, а также скачки электрического напряжения. Buderus U072 предназначены для отопления и ГВС коттеджей, квартир многоэтажных домов с коллективными дымоходами и других зданий площадью до 350 м². Предлагаемая линейка включает в себя одну и двухконтурные котлы конвекционного типа с закрытой камерой сгорания мощностью 12, 18, 24 и 35 кВт.

Котлы оснащены модулируемым вентилятором, электронной системой зажигания, контролем пламени при помощи ионизационного электрода, пластинчатым теплообменником, защитой от замерзания, демонстрируют низкий уровень шума, имеют компактные габариты и небольшой вес.

HERZ Armaturen

Узел подключения фанкойла Herz Connect – HerzCON



HERZ Armaturen представила узел подключения фанкойла Herz Connect — HerzCON, который предназначен для простого подключения фанкойлов к системам отопления или холодоснабжения. Модуль включает в себя: комби-клапан Herz 4006 Smart с возможностью установки управляющего термоэлектропривода; два отсекающих шаровых крана; сетчатый фильтр со сливным краном; байпас между трубопроводами для обслуживания системы; разборный теплоизоляционный кожух.

Устройство HerzCON также позволяет выполнять промывку трубопроводной системы без участия фанкойла. Дренажный кран на крышке фильтра позволяет слить систему без разбора фильтра. Технические данные HerzCON: максимальное рабочее давление 16 бар; минимальная рабочая температура -20 °С; максимальная рабочая температура 130 °С; ход штока комби-клапана 4 мм; возможно использования привода клапана с любым типом управления (в комплект поставки не входит).

Материалы: корпус — стойкая к вымыванию цинка латунь; мембраны и уплотнительные кольца — EPDM; чистота воды в соответствии с Önorm H 5195 и VDI 2035; этилен и пропиленгликоль можно смешивать с соотношением от 25 до 50%.



GREE

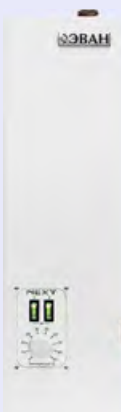
Топ-менеджмент компании GREE впервые посетил Россию



20 июля в Москве состоялась бизнес-встреча руководства компании «Евроклимат» с топ-менеджментом компании GREE Electric Appliances Inc. of Zhuhai. Бизнес-встреча прошла в формате конференции, в которой приняли участие представители дилерской сети «Евроклимат» из России и Белоруссии. Вице-президент компании GREE г-н Ли Шаобин (Li Shaobin) выступил с докладом, в котором рассказал о высоком качестве современного китайского оборудования, о технологиях и инновациях, используемых при производстве кондиционеров. Г-н Шаобин выразил надежду, что в скором времени все инновационные технологии, уже используемые в Китае, будут внедрены в оборудование GREE, поставляемое на зарубежные рынки. Одним из важнейших технических достижений в компании GREE считают использование климатических систем GREE при проведении крупнейших международных мероприятий — это Олимпийские игры в Пекине, Кубок африканских наций по футболу в Анголе и Чемпионат Мира по футболу '2018 в России.

«ЭВАН»

Электрический котёл «ЭВАН-Next»



Компания «ЭВАН» выпустила на рынок новый электрический котёл «ЭВАН-Next» мощностью 3–14 кВт с трёхступенчатой системой регулировки обогрева. Размеры модели всего 600 × 205 × 105 мм, а вес колеблется в пределах 8–9 кг. Next имеет простую конструкцию, в нём нет ничего лишнего. Установить такое оборудование очень просто и быстро. Для этого «малыша» без труда найдётся место в любой части дома. Температура плавно регулируется в диапазоне от 30 до 85 °С, КПД составляет 99%. Интуитивно понятный интерфейс и доступная индикация. Надёжность обеспечивают современные датчики и термовыключатель ТК-20. Аварийный самовозвратный датчик срабатывает при температуре 92 ± 2 °С, защищая устройство от перегрева. Блочные чешские ТЭНы Веккер из нержавеющей стали обеспечат длительный срок службы. «ЭВАН-Next» — это сверхкомпактный, при этом мощный и надёжный современный электродкотёл по минимальной цене.

Hevel

Hevel начала выпуск солнечных модулей по гетероструктурной технологии



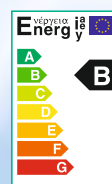
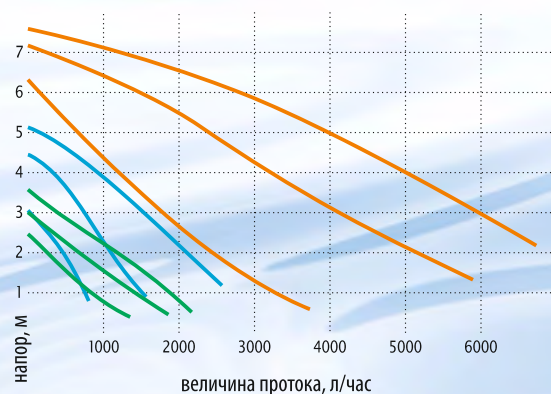
Группа компаний «Хевел» (совместное предприятие группы компаний «Ренова» и АО «Роснано») завершила модернизацию технологической линии и увеличила мощность производственного комплекса до 160 МВт в год. Этот объём производства позволит на 50% обеспечить текущие потребности российского рынка солнечной энергетики. Завод начал выпуск солнечных модулей по принципиально новой технологии — гетероструктурной. От большинства аналогов её отличает наибольшая эффективность в выработке электроэнергии: средний КПД ячеек составляет более 22%. Кроме того, новые модули эффективнее работают в условиях рассеянного света, а также при высоких и низких температурах, что существенно расширяет географию их применения. Одним из преимуществ завода стала гибкость производственного процесса: теперь технологическая линия выпускает не только солнечные модули, но и высокоэффективные ячейки, которые могут быть экспортированы для сборки модулей непосредственно в стране, где строятся солнечные электростанции.

На правах рекламы.

UNITHERM
НАСТОЯЩЕЕ НЕМЕЦКОЕ КАЧЕСТВО

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Напорные характеристики



UPC 25(32)-40 eco

UPC 25(32)-40 eco
UPC 25(32)-60 eco
UPC 25(32)-80 eco

Дистрибьютор в России и СНГ:
ИЦ «Баутерм» +7 (495) 665-00-00
www.bautherm.ru

По вопросам сотрудничества:
info@unitherm.ru





Google

Интернет-сервис для проверки эффективности солнечных батарей

Сервис от Google Project Sunroof, показывающий на картах информацию о солнечных батареях, добавил новый инструмент — Data Explorer. Об этом сообщил в своём блоге на сайте компании старший программный инженер Project Sunroof Карл Элкин.



Инструмент показывает карту существующих солнечных установок в близлежащих районах по всей территории Соединённых Штатов Америки. Сервис Project Sunroof, запущенный компанией Google в 2015 году, анализировал, насколько выгодным для пользователя может быть использование солнечных батарей и как наиболее эффективно можно расположить их на крыше здания.

Функция Data Explorer работает только на территории США. Инструмент может анализировать данные о почти 60 млн зданий, которые отслеживались с начала текущего года.



LG Electronics

Добрые дела LG на форуме «Территория смыслов '2017»



LG Electronics третий год поддерживает Всероссийский молодёжный образовательный форум «Территория смыслов на Клязьме». Партнёр форума представил образовательную программу в смене «Молодые руководители НКО, правозащитных и добровольческих проектов», а также комплекс мероприятий, связанных со здоровым образом жизни (ЗОЖ), волонтерством в области донорства крови в поддержку Программы развития Службы крови Министерства здравоохранения Российской Федерации и ФМБА России. Программа от LG включала «День донора», лекцию и заряд-

ки с участием известных футболистов Антона Шунина, Евгения Ловчева и Руслана Нигматуллина.

Прославленный шахматист Сергей Карякин и главный техноблогер российского YouTube Валентин Петухов участвовали в лекции «Игры разума: соединяя ум и технологии». В течение всей работы форума расписание лекций для участников было на ЖК-телевизорах LG, а стиральные машины в прачечной, холодильники, очистители воздуха, микроволновые печи и пылесосы приносили удобство и комфорт в ежедневную жизнь учащихся.



ВИЗ

Необычная солнечная электростанция в Китае

Электростанция Panda Power Plant в Датуне включает изображение этого являющегося национальным достоянием страны животного, и первая очередь необычной СЭС уже вырабатывает 50 МВт чистой энергии. Panda Green Energy установила массив по соглашению с Программой развития ООН (UNDP) для пропаганды использования возобновляемых источников энергии. Первая очередь гигантской солнечной электростанции была недавно подключена к электросети. Общая установленная мощность Panda Power Plant составит 100 МВт. Чёрные части «панды», такие, как уши и лапы, будут состоять из монокристаллических силиконовых солнечных элементов, а серо-белое «тело» и «мордочка» панды — из тонкоплёночных солнечных элементов.



ВИЗ

Почти 25% – доля солнечной энергии в Великобритании

По сообщению TACC, около 24,3% от общего спроса на электроэнергию в Великобритании удалось покрыть за счёт солнечной энергии. Об этом сообщили представители Государственной электроэнергетической системы страны (National Grid UK). С помощью солнечной энергии 26 мая было сгенерировано 8,7 ГВт, что больше, чем предыдущий рекорд Великобритании, установленный 10 мая — в тот день этот показатель составлял 8,48 ГВт. Об успехах британской солнечной энергетики рассказало издание Futurism. Это первый зафиксированный случай в Великобритании, когда солнечные батареи генерируют больше энергии, чем ядерные установки. Однако природный газ и уголь по-прежнему являются главными поставщиками энергии в стране.



Uponor

Новинка Uponor – термостаты Smatrix Style



Компания Uponor представила новое высокотехнологичное решение — термостат последнего поколения Smatrix Style для системы управления температурой в доме. Термостат используется в качестве компонента интеллектуальной системы управления Smatrix для лучистого отопления и охлаждения. Его функция — непрерывный мониторинг температурного режима в помещении. Информация поступает от термостата на управляющее устройство, которое поддерживает в доме оптимальную температуру, обеспечивающую максимальный комфорт и энергосбережение. Smatrix Style снабжён сверхточными датчиками, которые способны измерять не только температуру воздуха, но и уровень теплового излучения. Это позволяет с высокой точностью управлять работой системы лучистого отопления и охлаждения. Большой дисплей с качественной E-Ink матрицей, отображающий текущие рабочие параметры и заданную температуру,

имеет высокое разрешение, обеспечивает хорошую видимость даже при ярком солнечном освещении и минимальное энергопотребление. Интуитивно понятный интерфейс термостата облегчает установку всех параметров и не вызывает никаких затруднений при использовании — все настройки управляются тремя кнопками на боковой панели. При необходимости нужные параметры можно вводить с центральной панели управления Smatrix или через мобильное приложение (последнее весьма удобно, если необходимо задать необходимые параметры дистанционно).



TROX получил премию доверия потребителей Германии

В рамках празднования 50-летнего юбилея немецкий издательский дом cci Dialog учредил премию доверия потребителей LuKK 2017 в области вентиляции, кондиционирования воздуха и холодильной техники. Торжественная церемония награждения прошла 22 июня 2017 года в городе Карлсруэ (Германия).

Компания TROX была номинирована в четырёх категориях и получила приз в трёх:

- 1 место — «Воздухораспределительные устройства»;
- 1 место — «Компоненты и системы противопожарной защиты»;
- 3 место — «Центральные кондиционеры и компоненты».

70 компаний — производители и поставщики оборудования в сфере вентиляции, кондиционирования и холодильной техники — были номинированы в 14 различных категориях. В жюри состояли экспертные специалисты, подрядчики ОВиК, генеральные подрядчики, владельцы систем, управляющие компании и консультанты по вопросам энергетике.



Телефон горячей линии (бесплатно):
8-800-100-21-21
www.wolfrus.ru www.wolfbonus.ru

НАСТРОЕН НА ТЕБЯ. **WOLF**

На правах рекламы.

Московский завод FDplast

Запуск в производство новых труб SDR 6 и SDR 7,4

Московский завод FDplast сообщил о запуске в производство труб, армированных стекловолокном, с аббревиатурой SDR 6 и SDR 7,4.



Новые трубы SDR 6 Optimum PN 25 и SDR 7,4 Optimum PN 20 с диаметральным рядом от 20 до 160 мм выпускаются из высококачественного сырья, которое классифицируется по MRS (минимальной длительной прочности) как PPR-100, с техническими характеристиками, равными предыдущей линейке, и полностью соответствуют ГОСТ 32415–2013.

Grundfos усовершенствовал конструкцию уплотнителей

В июле 2017 года Grundfos оптимизировал модельный ряд одноступенчатых насосов серии NB, заменив торцевые уплотнения типа GQQE на торцевые уплотнения типа BQQE. Уплотнители типа GQQE снимаются с производства. Благодаря усовершенствованной конструкции обновлённые уплотнения BQQE полностью заменяют собой уплотнения GQQE за счёт более широкого диапазона температур перекачиваемой жидкости. Новое насосное оборудование доступно к заказу с 17 июля. Снимаемое с производства насосное оборудование доступно к заказу до 1 сентября 2017 года. После обозначенного срока насосы NB с торцевыми уплотнениями типа GQQE останутся доступными для заказов.

Rinnai / ООО «Балхай Сервис»

Новинка 2017 года – котёл Rinnai серии KMF



Компания ООО «Балхай Сервис» представила на российском рынке газовый настенный двухконтурный отопительный котёл Rinnai серии KMF. Основная задача при проектировании этой серии была создать экономный, бюджетный котёл небольшой мощности для поквартирного малометражного жилья, отопительной мощностью 11,6; 15,1 и 23,3 кВт и производительностью по ГВС от 10 до 14 л/мин. (при $\Delta t = 25^\circ\text{C}$). При этом котёл остался турбированным, с медным первичным теплообменником и вторичным теплообменником из нержавеющей стали.

Основные характеристики котла: закрытая камера сгорания; возможность переналадки на сжиженный газ; мощность котла регулируется модулирующей горелкой; автоматическое прекращение в режим приготовления горячей хозяйственной воды при её расходе от 2,3 л/мин. и управление мощностью аппарата в зависимости от расхода и температуры нагреваемой воды; принудительный отвод продуктов сгорания — коаксиальный дымоход через стену; для пользователей смартфонов — QR-код на крышке котла для оперативного перехода на краткую инструкцию котла. Особенностью данной серии является низкое потребление природного газа, например, у модели RB107KMF (11,6 кВт) расход составляет всего 1,03 м³/ч.



«Росатом»

«Росатом» запустит производство лопастей для ВЭС



Госкорпорация «Росатом» запустит в 2018–2019 годах производство лопастей для ветроустановок, сообщил в ходе «Атомной недели» на «Экспо'2017» в Астане директор по продажам Umatex Group (входит в «Росатом») Андрей Игнатъев. По словам Игнатъева, второй крупный проект предполагает производство полимерных баллонов высокого давления для компримированного природного газа. Как ранее сообщало RNS, структура «Росатома» «ВетроОГК» стала победителем конкурса отбора проектов в ветроэнергетике в 2016

году на 610 МВт. В июне 2017 года «ВетроОГК» прошла отбор проектов возобновляемых источников энергии на 2018–2022 годы по объектам ветровой генерации общей мощностью 360 МВт. Тогда же стало известно, что «Росатом» будет использовать технологию голландской компании Lagerwey по производству ветроустановок. Соответствующее лицензионное соглашение о передаче технологий было подписано между Lagerwey и структурой «Росатома» «Объединённая теплоэнергетическая компания» (ОТЭК).



СОБЫТИЕ

Деловая программа Heat & Power'2017

Выставка Heat & Power — это перспективная бизнес-площадка для демонстрации новинок и технологических решений в области строительства, эксплуатации, ремонта и модернизации оборудования для объектов теплоэнергоснабжения различных отраслей экономики.

В рамках выставки состоится насыщенная деловая программа. Делегаты смогут бесплатно посетить следующие конференции и услышать экспертные комментарии специалистов:

- 24 октября состоится **Международная конференция «Тепловые пункты и оптимизация городского теплоснабжения»** и **Научно-практическая конференция «Энергосбережение в ЖКХ»**;
- 25 октября — **Научно-практическая конференция «Инновационное оборудование для строительства, ремонта, модернизации отельных, тепловых пунктов, ТЭЦ»**;
- 26 октября — **Международная конференция «Собственная генерация как высококорентабельный бизнес и как инструмент двукратного снижения энергетических затрат»**.

В ходе конференций вы сможете обсудить вопросы повышения энергоэффективности и снижения затрат на строительство, эксплуатацию, ремонт, реконструкцию, модернизацию объектов теплоэнергоснабжения различных отраслей экономики за счёт использования новейшего инновационного оборудования и энергосберегающих технологий; вопросы соблюдения норм промышленной безопасности, услышать экспертные комментарии специалистов.

На выставке Heat & Power будет представлен широкий спектр оборудования для строительства, эксплуатации, ремон-

На выставке Heat & Power будет представлен широкий спектр оборудования для строительства, эксплуатации, ремонта, модернизации котельных, тепловых пунктов, энергоцентров, а также ТЭЦ

та, модернизации котельных, тепловых пунктов, энергоцентров, ТЭЦ.

Ведущие российские и зарубежные поставщики и производители продемонстрируют своё оборудование на выставке Heat & Power'2017 в рамках разделов:

- **«Промышленные котлы и горелки средней и большой мощности, использующие различные виды топлива»** — De Dietrich, HERZ, Kodo, Polytechnik, Temron, Viessmann, «Атриум», «Белкотломаш», Псковский котельный завод, «Северная компания», «Сибэнергомаш — БКЗ» и др.;
- **«Теплообменное оборудование»** — Aprox Energy Systems GmbH, Forcel, «Бойлер», «Кельвион Машинпэкс», «Термоблок» и др.;
- **«Вспомогательное инженерное оборудование для котельных, тепловых пунктов, ТЭЦ, ТЭС»** — BWT, Schiedel, «Водэко», «Овен», «Промавтоматика», «Раско», «Тэко-фильтр», «Элемер» и др.;
- **«Электрогенерирующее оборудование»** — Caterpillar Energy Solutions, GM-Gen Power Systems, MAN Motortech, MTU Energy, «Энерготех» и др. ●



Конференция «Тепловые пункты и оптимизация городского теплоснабжения»

Уважаемые коллеги! Приглашаем Вас принять участие в Международной конференции «Тепловые пункты и оптимизация городского теплоснабжения».

Дата проведения: **24 октября 2017 года** / Время проведения: **10:00–14:00** / Место проведения: Москва, **МВЦ «Крокус Экспо», павильон 1, зал 2**

Организаторы: Группа компаний ИТЕ, журнал С.О.К., НП «Российское теплоснабжение» / Модератор конференции: Александр Гудко, главный редактор журнала С.О.К.

Темы выступлений:

- виды тепловых пунктов, сфера применения и их возможности в рамках решения задач автоматизации теплоснабжения и энергосбережения;
- ввод и условия эксплуатации индивидуальных тепловых пунктов;
- теплообменное оборудование, запорная и регулирующая арматура, насосы, контрольно-измерительные приборы, контроллеры, щиты электроуправления для ИТП;
- правила и нюансы запуска и остановки ИТП, изменение режимов эксплуатации — сезонные аспекты;
- ремонт ИТП и его техническое обслуживание.

К участию в конференции приглашены: представители регулирующих органов, отраслевых ассоциаций, проектировщики, монтажники и эксплуатанты оборудования. Принимаются заявки на участие в качестве докладчиков и слушателей.

Участие в обоих форматах бесплатное. Запросы на участие отправляйте по e-mail: o.ufereva@mediatechnology.ru



Ни планете, ни людям не нужна длинная рабочая неделя

В 1926 году американский автопроизводитель Генри Форд сократил шестидневную 48-часовую рабочую неделю своих сотрудников до пятидневной 40-часовой — без сокращения заработной платы. Это то, о чём просили некоторые рабочие и профсоюзы, хотя предыдущие просьбы о часах работы обсуждались и доходили от 84 до 100 часов в неделю. Форд не шёл на поводу у рабочих, он был бизнесменом. Он ожидал повышения производительности и знал, что рабочие со свободным временем и деньгами будут покупать производимые товары...

Генри Форд придумал способ стимулировать потребление и производительность для увеличения прибыли — и ему это удалось. Форд, один из крупнейших работодателей Америки, опередил своё время: до Второй мировой войны большинство рабочих в Северной Америке и других странах ещё не успели перейти на 40-часовую рабочую неделю. В то время на полную ставку работал только один человек в семье, как правило, самый старший мужчина. Сейчас, например, женщины составляют 42% канадской рабочей силы. В XXI веке мы продолжаем работать так же много, как и работники XX века, истощаем всё больше ресурсов Земли для производства большего количества товаров, которые мы должны продолжать производить, чтобы покупать, использовать и заменять в бесконечном цикле труда и потребления.

В 1930 году известный экономист Джон Мейнард Кейнс предсказал, что люди начнут работать по графику 15-часовой рабочей недели в течение следующих 100 лет. Вместо того, чтобы сокращать время работы и стимулировать потребление, как это сделал Генри Форд, мы должны сокращать и то, и другое. Мы должны выходить за рамки устаревших понятий и привычек, таких как планирование морального износа, чрезмерная упаковка и производство слишком большого количества ненужных товаров.

Британский исследовательский фонд New Economics Foundation утверждает, что стан-

дартная 21-часовая рабочая неделя внесёт вклад в решение ряда взаимосвязанных проблем: «*переутомление, безработица, чрезмерное потребление, высокие выбросы углекислого газа, низкое благосостояние, укоренившееся неравенство и нехватка времени. Таким образом, будет больше шансов прожить дольше, заботиться друг о друге и просто наслаждаться жизнью.*»

Короткая рабочая неделя, помимо разрыва замкнутого круга постоянного производства и потребления, поспособствует высвобождению времени для действительно важных вещей — таких как друзья, семья и время наедине с природой, сократит трафик в часы-пик и количество пробок, то есть уменьшит загрязнения окружающей среды

Экономист Дэвид Росник, автор работы Центра экономических и политических исследований 2013 года по продолжительности рабочего времени и изменению климата, утверждает, что сокращение среднегодового рабочего времени всего на 0,5% в год за счёт уменьшения рабочего времени и увеличения отпуска поможет «замедлить рост глобального потепления на 25–50% и более».

Помимо разрыва замкнутого круга постоянного производства и потребления и высвобождение времени для действительно важных вещей, таких как друзья, семья и время наедине с природой, более короткая рабочая неделя также поможет сократить трафик в часы-пик и количество пробок, то есть, в свою очередь, уменьшить загрязнения окружающей среды и изменение климата.

Сотрудники организации David Suzuki Foundation работают по четырёхдневной рабочей неделе. Переход не обязательно должен быть лёгким, но пришло время прекратить применять концепции и методы XX века к веку XXI-му. Экономические системы, которые предполагают постоянный рост на планете с исчерпаемыми ресурсами, не имеют смысла. ●



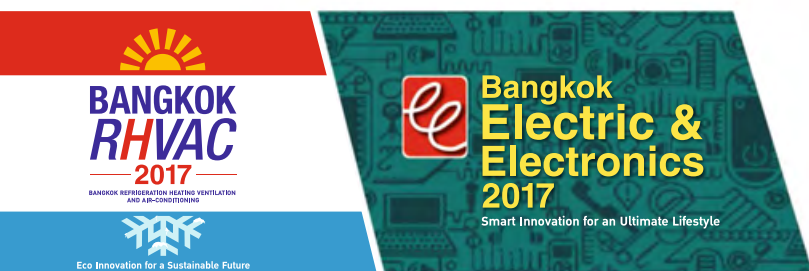


«Bangkok RHVAC 2017»¹ и «Bangkok E&E 2017»² Две выставки - безграничные преимущества

Раскройте потенциал Вашего бизнеса и заключите выгодные сделки на международных торговых выставках, посвящённых системам охлаждения и отопления, вентиляции и кондиционирования, электроники и электрооборудования.

Не упустите возможность:

- Посетить грандиозную выставку новейших экологических технологий и энергетически эффективных инноваций, предлагаемых свыше 330 ведущими компаниями-участниками и 1000 павильонами со всех уголков мира.
- Вывести Ваш бизнес на новый уровень посредством личной встречи с представителями более чем 10 000 торговых компаний и с ключевыми мировыми игроками данных отраслей
- Получить новый опыт и знания благодаря ряду эффективных семинаров, посвящённых экологическим технологиям и энергетически эффективным инновациям.



Торговые дни

7-9 сентября 2017

Время

10:00 – 18:00

Место

Зал 98-100, ВЦ «ВИТЕС», Бангкок, Таиланд

Публичные дни

10 сентября 2017

В случае заинтересованности или при возникновении каких-либо вопросов просьба обращаться в Коммерческий отдел (Торговое представительство) Посольство Королевства Таиланд в Москве по телефону: +7 499 653 5989 или по электронной почте: moscow@thaitrade.ru
 Подробности и регистрация на сайте: www.bangkok-rhvac.com, www.bangkok-electricfair.com, www.thaitradefair.com

Организатор



Соорганизаторы



¹ Выставка охлаждения и отопления, вентиляции и кондиционирования в Бангкоке 2017. ² Выставка электроники и электрооборудования в Бангкоке 2017. ³ Департамент Развития Международной Торговли, Министерство Торговли Королевства Таиланд. ⁴ Федерация Индустрии Королевства Таиланд. ⁵ Федерация Индустрии Кондиционирования и Охлаждения. ⁶ Федерация Индустрии Королевства Таиланд. ⁷ Клуб Электротехнической, Электронной, Телекоммуникационной и Смежных Отраслей. Реклама.

Траншейная прокладка ВПТ из ТПСС в дорожных насыпях

Рассмотренные нами ранее стандартизированные требования к трубам для водопропускных трубопроводов (ВПТ) [1, 2], соответствие этим требованиям труб из полиолефинов со структурированной стенкой (ТПСС) [3], а также новые подходы к их выбору по внутренним диаметрам D [4] и кольцевым жёсткостям SN [5] позволяют представить траншейную прокладку ВПТ в дорожных насыпях впервые в виде, обеспечивающим качественный и производительный монтаж и последующее надёжное функционирование водопропускного сооружения (ВПС) в течение всего расчётного прогнозного срока.

Авторы: А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ОАО «НИИМосстрой»; О.Г. ПРИМИН, д.т.н., заместитель генерального директора, ОАО «МосводоканалНИИпроект»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

Как показывает анализ многочисленных практик, обеспечение надёжности, долговечности и бесперебойности эксплуатации автодорог, а также безопасности движения по ним транспорта должно обеспечиваться, главным образом, в процессе монтажа водопропускных трубопроводов, как элементов водопропускных сооружений, располагаемых в насыпях, из любых труб, в том числе и из полиолефинов со структурированной стенкой.

Такие трубы изготавливаются в России, как правило, по нормативам предприятий-производителей и ранжируются по номинальным диаметрам наружным и/или внутренним (DN/OD и/или DN/ID), применительно к рассматриваемой проблеме, с внутренними/наружными (D/D_n) диаметрами от 500 до 2500 мм и кольцевыми жёсткостями SN от 2 до 16 кПа двух видов — с замкнутыми (ТПССЗП) и незамкнутыми (ТПССНП) полостями в стенках.

Технологии траншейной прокладки из ТПССЗП или из ТПССНП ВПТ в дорожных насыпях автодорог, как и любые другие строительные технологии, должны в полной мере соответствовать проектам ВПС, производства работ (ППР) и организации строительства (ПОС), в которых должны быть, естественно, отражена их специфика. В общих же случаях в технологиях траншейных прокладок ВПТ из ТПСС в дорожных насыпях целесообразно использовать укрупнённые типовые технологические процессы (ТПП) (табл. 1), из которых для каждого конкретного случая составлять свои технологические схемы (ТС) производства работ с учётом местных условий.

Трубы из полиолефинов со структурированной стенкой изготавливаются по нормативам предприятий-производителей и ранжируются по номинальным диаметрам наружным и/или внутренним

Местные условия целесообразно учитывать в ТС траншейной прокладки ВПТ в насыпи автодороги, как правило, при выборе расположения ТПСС:

- непосредственно на дне траншеи сразу же в проектное положение (место стыка должно располагаться над приямком) и с закреплением присыпкой грунтом;
- над траншеей «на весу» с поочерёдной сборкой раструбных соединений вдоль всего участка траншеи, на котором ведутся укладочные работы, и последующим опусканием собранной части ВПТ в проектное положение и закрепление её присыпкой грунтом;
- над траншеей на лежнях, располагаемых поперёк траншеи на длине всего участка, на котором ведутся укладочные работы, с последующим опусканием собранной части ВПТ в проектное положение с последующим закреплением её подсыпкой и подбивкой грунтом, при этом лежни постепенно удаляются из-под ТПСС;
- на бровке траншеи (в отдалении от траншеи), с опусканием сваренной части ВПТ по стенке на дно траншеи и размещением её в проектное положение с последующим соединением отдельных частей между собой монтажными стыками и закреплением их подсыпкой и подбивкой грунтом.

●● Укрупнённая структура укрупнённых ТПП траншейной прокладки ВПТ из ТПСС табл. 1

№	Наименование ТПП	Краткое содержание ТПП	Инструмент
1	Трассировка	Определение стороны дороги для ведения работ, обозначение трассы	Геодезический, строительный
2	Разработка траншеи	Доставка землеройной техники, рытье траншеи, размещение грунта в отвал/на вывоз	Бульдозеры, экскаваторы, автосамосвалы
3	Крепление стен траншеи	Доставка элементов крепежа, его установка	Строительный инвентарь
4	Подготовка основания	Подчистка дна, укладка песка либо другие материалы	Строительный инвентарь
5	Доставка ТПСС	ВКК и складирование	Мерительный
6	Укладка ТПСС в траншею	Размещение на основании и выравнивание по проекту	Геодезический
7	Сборка ВПТ	Сопряжение ТПСС между собой	СММ
8	Присыпка ВПТ	Укладка и уплотнение грунта вокруг ВПТ до горизонтального диаметра	Лопата, штык, экскаватор-планировщик, уплотняющие СММ
9	Обратная засыпка ВПТ	Укладка и уплотнение грунта на 0,3 м выше ВПТ	Экскаватор-планировщик, уплотняющие механизмы
10		Укладка и уплотнение грунта на 0,7 м выше ВПТ	
11		Укладка и уплотнение грунта на 0,4 м ниже поверхности автодороги	
12	Контроль качества	Отбор проб	Шанцевый, прибор Ковалёва

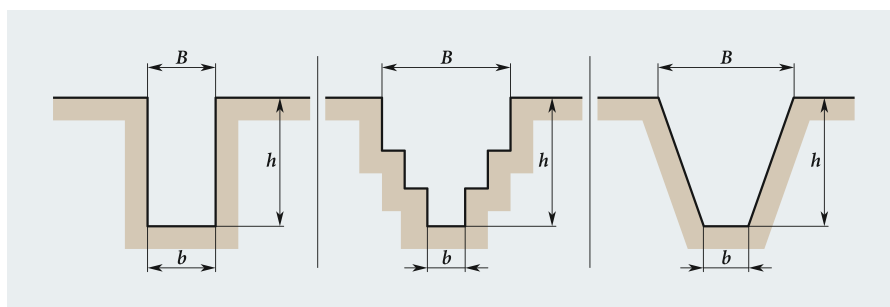


Рис. 1. Разрабатываемые многоковшовыми экскаваторами траншеи со стенками (а — прямыми, б — ступенчатыми, в — наклонными; h и B, b — высота и ширина траншей по верху и по низу, 1:m — крутизна откоса)

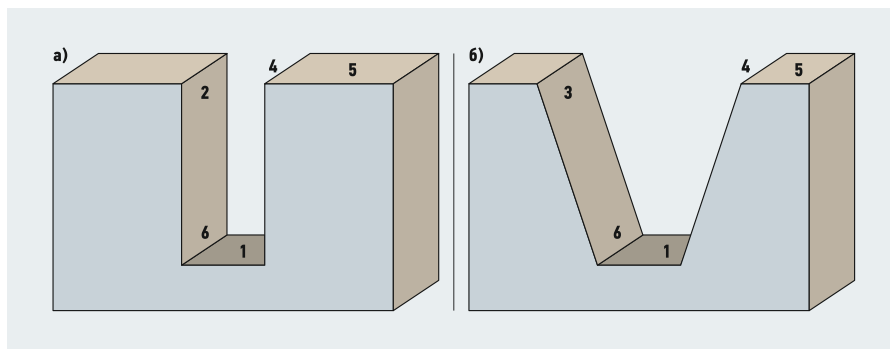


Рис. 2. Траншеи для размещения ВПТ из ТПСС (а и б — с прямыми боковыми стенками и с откосами; 1 — дно; 2 — боковая стенка; 3 — боковой откос; 4 — бровка; 5 — берма; 6 — подошва)

После выполнения в обычном порядке [6] трассировки для дальнейшей траншейной прокладки ВПТ из ТПСС в насыпи автодороги производят разработку траншей, которая связана с земляными работами, являющимися при строительстве ВПС основными и во многом определяющими их долговечность и надёжность при эксплуатации. После разбивки трассы ВПТ из ТПСС, определения границ разработки траншеи рекомендуется подобрать экономичный (для конкретных условий) и высокопроизводительный комплекс машин и механизмов и обеспечить условия для обязательного соблюдения работниками правил техники безопасности и экологии.

Разработку траншей для прокладки и обратной засыпки ВПТ из ТПСС, а также последующего восстановления авто-

дороги необходимо производить с соблюдением основных положений СНиП 3.02.01–87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты» и СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85».

Привлекать к использованию для укладки ВПТ из ТПСС рекомендуется не только оптимальный комплекс машин и механизмов, но и количество работников и их состав по специальности и квалификации. Для этого следует своевременно выяснить основные характеристики траншей, вида размещения и глубины прокладки труб, типов грунтов и др. по проектам ВПС, ППР и ПОС, сопоставить их с местными условиями и затем принимать соответствующее решение.

Разработку протяжённых траншей постоянного поперечного сечения (рис. 1),

глубиной до 6 м, шириной по дну 2 м, с заложением откосов 1:1–1:2 для укладки ВПТ из ТПСС рекомендуется производить наиболее эффективными землянойными машинами непрерывного действия — многоковшовыми цепными либо роторными экскаваторами.

Для обеспечения условий для качественной и производительной укладки ВПТ из ТПСС земляные работы рекомендуется производить с использованием комплекса технологических процессов, которые целесообразно связывать: с разработкой и выемкой грунта, с погрузкой его в транспортные средства или укладку на бровку выемки, с транспортировкой грунта, с планировкой дна и откосов. При комплексно-механизированной разработке грунта в комплект рекомендуется также включать соответствующие ведущей землянойной машине по производительности и энергозатратам вспомогательные механизмы для транспортировки грунта и т.д.

Для качественной и производительной прокладки ВПТ ТПСС в процессе производства земляных работ должны быть разработаны траншеи для укладки ТПСС (рис. 2) и приемки для сборки соединений, размеры рекомендуется соотносить с техническими требованиями СНиП 3.02.01–87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», пункты 1.11, 3.1–3.6 и 3.29.

Для размещения ВПТ из ТПСС траншеи рекомендуется разрабатывать, как правило, с откосами. Ширина траншеи поверху определяется крутизной её откосов, а для прокладки ВПТ из ТПСС наименьшую ширину траншеи по дну рекомендуется $V_{тр.мин}$ принимать на уровне нормированной (табл. 2).

Глубина траншеи зависит от глубины заложения ВПТ из ТПСС, а продольный уклон дна траншеи устанавливается проектом. Устойчивость боковых стенок траншеи рекомендуется обеспечивать за счёт строгого соответствия крутизны откосов углам естественного откоса местных грунтов (табл. 3), а при напластовании различных видов грунтов (кроме растительного) крутизну откоса для всех пластов — принимать по более слабому грунту.

В стеснённых условиях (в большинстве случаев траншейная прокладка ВПТ из ТПСС в насыпи будет осуществляться сначала на одной половине автодороги, а затем на другой) целесообразно использовать траншеи с вертикальными стенками шириной не менее D_n (в свету) плюс 0,2 м с каждой его стороны, при необходимости передвижения людей в пазухе — не менее 0,6 м и глубиной (табл. 4).

Наименьшая ширина траншей с вертикальными стенками*

табл. 2

Способ укладки трубопровода	$V_{тр.мин}$ [м] для соединений сварных	$V_{тр.мин}$ [м] для соединений раструбных
Частями ВПТ при D_n [м]: до 0,7 / более 0,7	$D + 0,3$ и $\geq 0,7 / 1,5D$	
Отдельными ТПСС при D_n [м]: до 0,5 / от 0,5 до 1,6 / от 1,6	$D + 0,5 / D + 0,8 / D + 1,4$	$D + 0,6 / D + 1,0 / D + 1,4$

* Для прокладки ВПТ из ТПСС (без учёта креплений).

Наибольшая крутизна откосов траншей для прокладки ВПТ из ТПСС

табл. 3

Грунт	Крутизна откосов при глубине траншеи [м] до		
	1,5	3	5
Насыпной	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаный и гравийный влажный (ненасыщенный)	1:0,5	1:1	1:1
Глинистый: супесь / суглинок	1:0,25 / 1:0	1:0,67 / 1:0,5	1:0,85 / 1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лёсс и лёссовидный	1:0	1:0,5	1:0,5
Моренный: песчаный / супесчаный, суглинистый	1:0,25 / 1:0,2	1:0,57 / 1:0,5	1:0,75 / 1:0,65

:: Допустимая глубина траншей с вертикальными стенками*

табл. 4

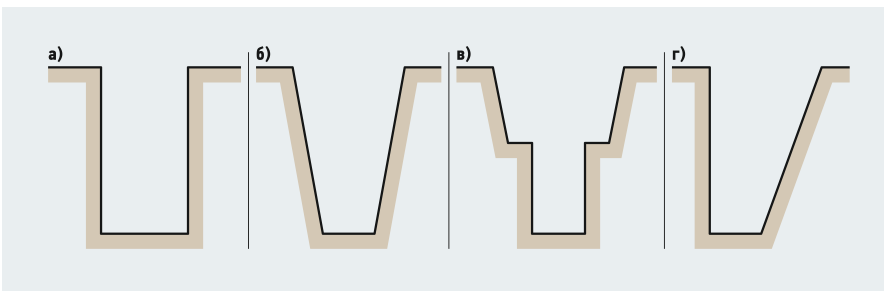
Грунты	Глубина траншей [м], не менее
Песчаные и крупнообломочные	1,00
Супеси	1,25
Суглинки и глины	1,5/2**

* Для прокладки ВПТ из ТПСС выше УГВ. ** Для очень прочных (в знаменателе).

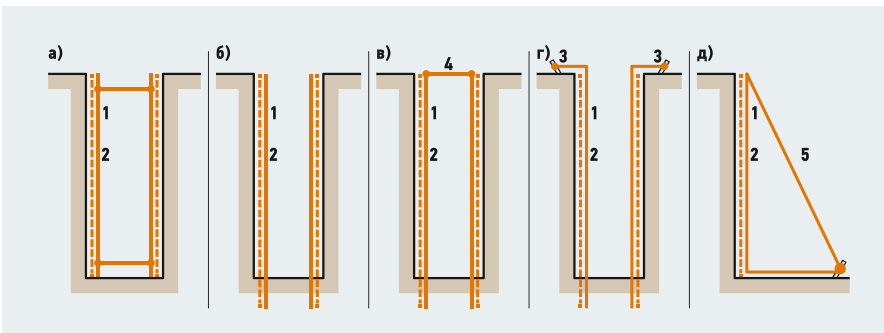
:: Конструкции креплений для разных траншей и грунтов

табл. 5

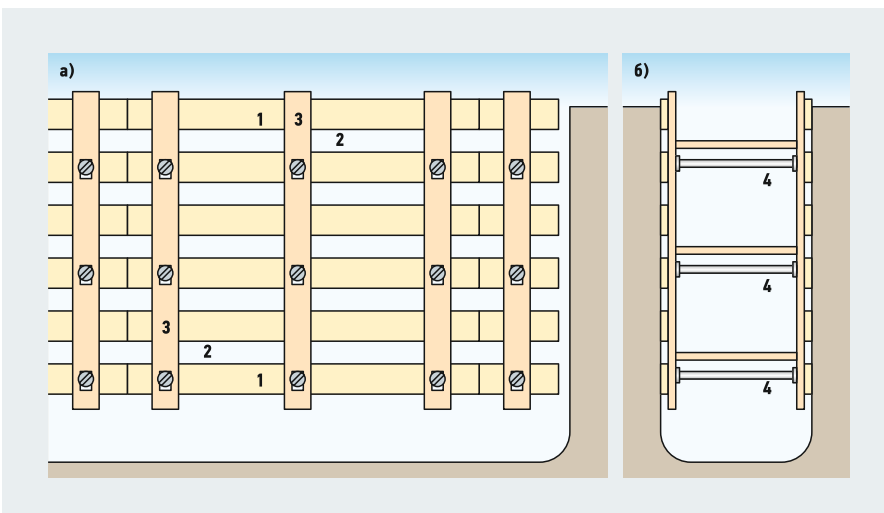
Грунты / конструкции крепления	При глубине траншеи до 3 м	При глубине траншеи до 3 м
Нормальной влажности, кроме сыпучих	Горизонтальное крепление с прозорами через одну доску	Сплошное горизонтальное крепление
Повышенной влажности и сыпучие	Сплошное вертикальное и горизонтальное крепление	—
Всех видов при сильном притоке грунтовых вод	Шпунтовое ограждение в пределах грунтовой воды на глубину ≤ 0,75 м, считая от проектной отметки дна	—



:: Рис. 3. Профили траншей для укладки ВПТ из ТПСС (а — прямоугольный, б — трапецидальный, в и г — комбинированный)



:: Рис. 4. Типовые крепления вертикальных стен траншей для укладки ВПТ из ТПСС (а — распорное, б — консольное, в — консольно-распорное, г — консольно-анкерное, д — подкосное; 1 — щиты; 2 — стойки (сваи); 3 — анкера; 4 — распорки; 5 — подкосы; 6 — упоры)



:: Рис. 5. Горизонтальное крепление стенок прямоугольной траншеи для укладки ВПТ из ТПСС вразбежку (а — вид сверху, б — вид вдоль траншеи; 1 — доски; 2 — прозоры; 3 — стойки; 4 — распорки)

Вообще для укладки ВПТ из ТПСС, в первую очередь, целесообразно использовать прямоугольные траншеи с отвесными стенками (рис. 3а), разработка которых сопровождается наименьшими объёмами извлечения грунта благодаря минимальной ширине, что значительно упрощает производство земляных работ, правда, стенки таких траншей при определённой глубине с целью безопасности приходится крепить.

Крепления по конструкции (рис. 4) рекомендуется выбирать в зависимости от размеров траншеи для прокладки ВПТ из ТПСС, свойств окружающих грунтов, величины притока грунтовых вод и условий производства земляных работ.

Глинистые грунты нормальной влажности достаточно устойчивы, но могут создавать большую нагрузку на крепления стенок траншеи. Траншеи в скальных грунтах могут разрабатываться на значительную глубину без всякого крепления, однако и скальные грунты могут представлять опасность при наличии наклонных инородных прослоек, расположенных под углом более 30° к горизонту

Выбирать конструкцию крепления стенок траншей для укладки ВПТ из ТПСС рекомендуется с учётом глубины и ширины траншеи, возможных сотрясений от динамических нагрузок проходящего вблизи транспорта, методов производства земляных работ, характера и состояния грунтов (табл. 5).

Глинистые грунты нормальной влажности достаточно устойчивы, но, будучи смочены водой, создают большую нагрузку на крепления стенок траншеи. Траншеи в скальных грунтах могут разрабатываться на значительную глубину без всякого крепления, однако и скальные грунты могут представлять опасность при наличии наклонных инородных прослоек, расположенных под углом более 30° к горизонту. Сухие гравелистые и песчаные грунты легко осыпаются внутрь траншеи даже через небольшие щели в креплении, образуя за ними опасные пустоты и каверны. Это диктует необходимость тщательного крепления стенок траншеи и не позволяет углублять траншею в сыпучих грунтах без немедленной установки соответствующих креплений.

В слабых осыпающихся грунтах для крепления траншей с целью безопасной



укладки ВПТ из ТПСС рекомендуется использовать сплошные горизонтальные крепления, верхняя бортовая доска которых должна выступать над поверхностью земли для предотвращения попадания в траншею камней, комьев грунта и т.п.

Для укладки ВПТ из ТПСС в плотных грунтах рекомендуется использовать горизонтальное крепление траншей (рис. 5), устраиваемое вразбежку из досок толщиной 40–50 мм, длиной 4,5–6,5 м на обеих стенках с прозорами 25–30 см.

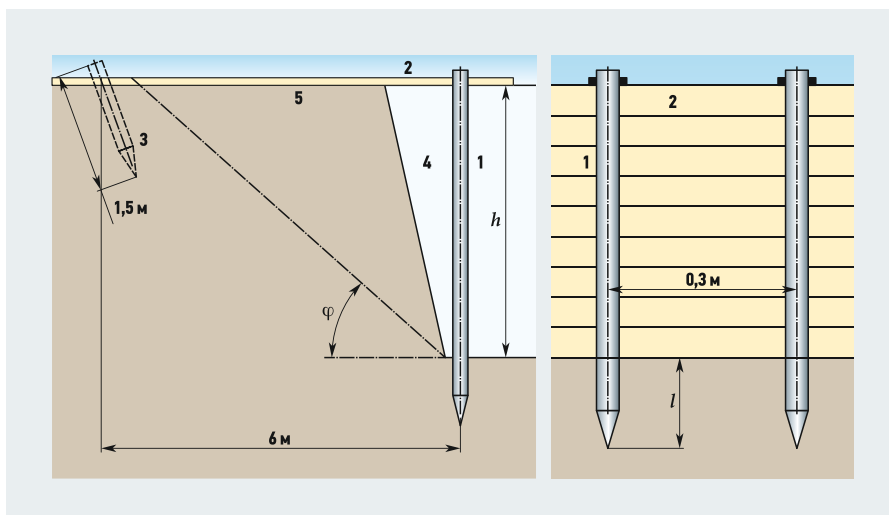
Горизонтальные доски с целью плотного прижатия их к стенкам траншеи необходимо раскреплять вертикальными стойками из досок и поперечными распорами соответствующей длины, а для предохранения распорок от перекоса и выпадения, под ними к стойкам рекомендуется гвоздить бобышки. При глубоких траншеях удобней применять доски длиной 4,5 м, так как опускание более длинных досок в траншею занимает много времени и может вызывать обрушение стенок до их раскрепления.

При разработке глубоких траншей для укладки ВПТ из ТПСС целесообразно использовать сплошное вертикальное крепление, которое необходимо устраивать из вертикально поставленных досок толщиной 50 мм, прижатых к стенкам траншеи брусчатыми или дощатыми рамами при помощи распорок. Траншею целесообразно разрабатывать с одновременным осаживанием вертикальных досок и по мере её углубления устанавливать дополнительные рамы на расстояниях по вертикали около 1,2 м; для предотвращения оседания под рамами пришивают бобышки либо устанавливают короткие стойки из досок или брёвен, длиной равной также приблизительно 1,2 м.

Для траншей глубиной до 3 м целесообразно использовать распорные крепления, которые следует устанавливать сразу же после отрывки траншеи.

При необходимости обеспечения свободного пространства в траншее целесообразно использовать консольно-анкерные крепления (рис. 6), состоящие из якорей и тяжей к стойкам; расчётное количество якорей следует устанавливать от бровки на расстоянии не менее $1,5h$, где h — глубина траншеи.

При глубоких траншеях, большом боковом давлении грунта, необходимости обеспечения водонепроницаемости креплений стенок целесообразно использовать шпунтовые ограждения. Такие ограждения представляют собой сплошные щиты из предварительно погруженных в грунт стальных или деревянных шпунтин с замковыми соединениями.



⚡ **Рис. 6.** Консольно-анкерное крепление стен выемок для прокладки ВПТ из ТПСС (1 — стойки; 2 — забирка; 3 — свая-анкер; 4 — засыпка; 5 — тяжи)

Для крепления стенок траншей для прокладки водопропускного трубопровода из ТПСС глубиной более 3 м целесообразно использовать современные инвентарные крепления. Они позволяют производить максимально быстрое укрепление стенок, так как они изготавливаются полностью из стали и позволяют вести укрепление траншей методом постепенного погружения с одновременным подъёмом грунта, что увеличивает безопасность земляных работ и позволяет работать в максимально узкой траншее.

Разборку креплений траншей необходимо производить снизу по мере обратной засыпки ВПТ из ТПСС грунтом, количество одновременно удаляемых досок по высоте в плотных грунтах не должно превышать трёх, а в сыпучих — одной, причём сквозные стойки следует отпиливать каждый раз на ширину снимаемой доски. Вертикальное и шпунтовое крепление извлекают после засыпки траншеи с ВПТ из ТПСС.

Приямки для сборки раструбных соединений рекомендуется отрывать также экскаватором с последующей доводкой вручную под размер, учитывающий фактическую длину ТПСС за один-два дня до укладки ВПТ. При этом рекомендуется учитывать соответствующие положения главы СНиП по производству и приёмке работ по возведению земляных сооружений и регламентов производителей конкретных труб.

Работы по укладке ТПСС рекомендуется производить, начиная с подготовки основания под ВПТ на дне траншеи с обеспечением проектного уклона:

- при естественном основании ровной срезкой грунта с профилированием на угол (по проекту);
- при искусственном основании — насыпкой песка, гравия, щебня с утрамбовкой слоями толщиной 10–15 см до проектной степени уплотнения, бетонированием (моноклитным, сборным), установкой свайных опор.

Траншейную прокладку ВПТ из ТПСС целесообразно начинать от выходного оголовка (моноклитного/сборного [7]) длиной до крепления стенки траншеи под одной половиной разобранной автодороги. Для крепления стенки поперёк траншеи при глубине более 5 м может потребоваться использование технологии — «стена в грунте» [8].

(Специальная статья, посвящённая подробному раскрытию этой технологии, может быть подготовлена авторами для следующих номеров журнала в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности.)

При укладке ВПТ рекомендуется располагать ТПСС сразу же в проектное положение; их опирание на жёсткие прокладки допустимо только при условии их обязательного изъятия из-под ВПТ в процессе его засыпки; под ним не должно находиться камней, кирпича и других твёрдых предметов

После полного завершения строительно-монтажных работ, включая восстановление автодороги, на этом участке ВПТ с обязательной установкой на нём соответствующей заглушки, приступают к проведению работ на другой половине автодороги. Прокладку этого участка ВПТ из ТПСС начинают от построенного ранее участка ВПТ, предварительно демонтировав на нём заглушку, в сторону входного оголовка до полного завершения строительно-монтажных работ на всём ВПТ из ТПСС, включая и обустройство входного оголовка.

(Особенности обустройства при траншейной прокладке в насыпях автодорог ВПТ из ТПСС оголовками могут быть рассмотрены нами в следующих статьях в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности.)

В завершение разбирают стену и замыкают обе половины автодороги.

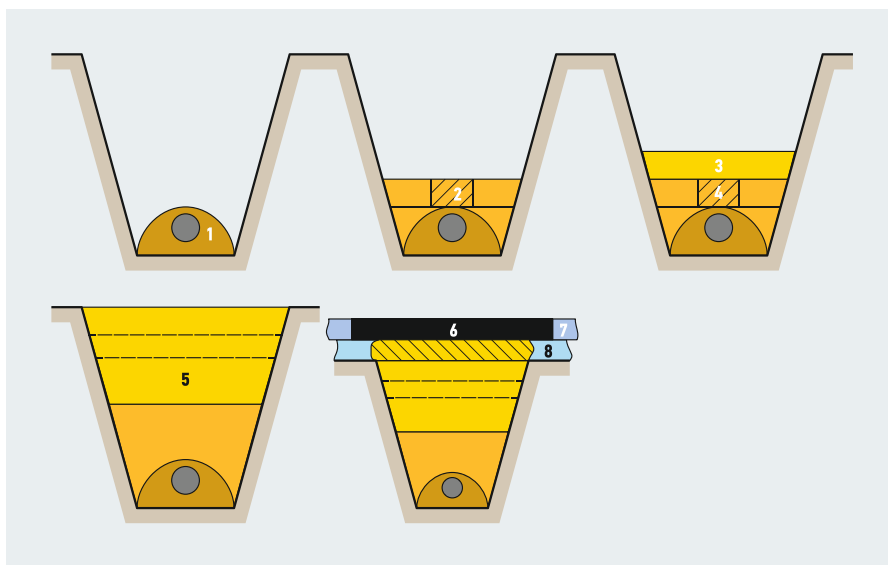
Для обеспечения правильности уклонов прокладываемых ВПТ из ТПСС рекомендуется не только качественно про-

изводить работы по планировке дна, согласно проектным отметкам, но и доводить их с максимальным отклонением не более 10% путём подчистки грунта по дну вручную вдоль всей траншеи.

Непосредственно перед укладкой ВПТ рекомендуется осуществить разноску ТПСС по трассе и их размещение на бровке на расстоянии 1–1,5 м от края траншеи с обеспечением их сохранности на весь период производства укладочных работ.

При укладке ВПТ рекомендуется располагать ТПСС сразу же в проектное положение; их опирание на жёсткие прокладки допустимо только при условии их обязательного изъятия из-под ВПТ в процессе его засыпки; под ним не должно находиться камней, кирпича и других твёрдых предметов — их необходимо обязательно удалять из траншеи, а не отодвигать в стороны; образовавшиеся при этом углубления необходимо сразу же засыпать песком и уплотнять до требуемой степени.

Для обеспечения надлежащих условий для качественной и производительной сборки раструбных соединений на ВПТ в процессе производства укладочных работ рекомендуется располагать ТПСС раструбами против течения стоков воды так, чтобы они находились над разработанными заранее на дне траншеи приямками. Они должны быть симметричными относительно их продольной оси и позволяли бы осуществить впоследствии качественное введение гладкого конца одной трубы в раструб другой.



⚡ **Рис. 7.** ТПС обратной засыпки ВПТ ТПСС [а — подбивка грунта под ТПСС штокками, б — засыпка и уплотнение песка в пазухах — электротрамбовками и в защитной зоне на 30 см выше ТПСС — вручную, в — засыпка и уплотнение песка на 75 см выше ТПСС ручными инструментами — электротрамбовками (виброплитами массой до 50 кг), г — засыпка песка верхней зоны траншеи и уплотнение виброплитами массой до 100 кг, д — восстановление дорожного основания и покрытия дороги; 1 — ВПТ в траншее; 2 — засыпка песком пазух и защитной зоны; 3 — засыпка песка выше ВПТ на 70 см; 4 — защитный слой песка; 5 — окончательная песчаная засыпка; 6 и 8 — покрытие и основание дороги; 7 — существующая дорога]

При укладке ВПТ отдельные ТПСС и/или заранее собранные его отдельные части рекомендуется опускать в траншею плавно и без рывков способами, исключающими удары их о твёрдые предметы, стенки (крепления, при их наличие) и дно траншеи, с помощью соответствующих их массе грузоподъёмных механизмов и СММ.

Уложенные на дно траншеи ТПСС и собранные в ВПТ посредством соответствующих [9] соединений [9] соединений рекомендуется сразу же закреплять в проектное положение присыпкой грунтом.

(В случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, особенности соединения ТПСС — раструбных и муфтовых с резиновыми, кольцами, винтовыми с герметиками, сварными НИ и ЗН, бандажными и др. — при траншейной прокладке ВПТ в насытях автодорог могут быть рассмотрены нами в следующих статьях.)

В зимний и весенний периоды засыпку нижней части траншеи с ВПТ на высоту до горизонтального диаметра ТПСС рекомендуется производить немедленно после их укладки исключительно талым грунтом с тщательным уплотнением пазух

Засыпку грунтом траншеи с ВПТ из ТПСС следует осуществлять, как правило, в летний период (в наиболее холодное время суток) и зимой (в наиболее тёплое время суток — перед засыпкой грунтом траншея должна быть очищена от снега) с использованием (рис. 7) типовых технологических процессов (ТПП) и с обязательным учётом требований проекта ВПС, ППР и ПОС. Обратную засыпку необходимо осуществлять вслед за прокладкой ВПТ из ТПСС и его испытаниями с оформлением акта и получения соответствующего разрешения на неё.

Механизированную обратную засыпку (рис. 8) целесообразно производить с использованием типовой технологической схемы (ТГС) и включать в неё: засыпку и уплотнение грунта в прямых под стыковые соединения; подбивку пазух между ТПСС и дном траншеи; засыпку, разравнивание и уплотнение песка в пазухе между ТПСС и стенками траншеи; засыпку и разравнивание защитного слоя, и засыпку, разравнивание и уплотнение верхних слоёв.

Засыпка нижней части траншей с ВПТ из ТПСС на высоту 0,25–0,3 м должна производиться вручную, при этом



в грунте не должно присутствовать камней, комьев и других крупных примесей, причём частицы грунта не должны превышать ширины профиля гофра.

В зимний и весенний периоды засыпку нижней части траншеи с ВПТ на высоту до горизонтального диаметра ТПСС рекомендуется производить немедленно после их укладки исключительно талым грунтом с тщательным уплотнением пазух. Засыпка нижней части траншеи должна производиться одновременно с двух сторон уложенных труб слоями (толщиной 0,15–0,25 м), односторонняя засыпка может сдвинуть ВПТ с проектного положения. Для уплотнения грунта под низом ТПСС и их соединений, рекомендуется применять трамбовки — ручные деревянные либо пневматические (то есть электрифицированные).

Траншеи с водопропускными трубопроводами рекомендуется засыпать на высоту на 0,3 м выше шельги ТПСС без уплотнения грунта непосредственно над

ней, а уплотнять грунт только в пазухах. Засыпку верхней части траншеи с ВПТ из ТПСС рекомендуется производить талым грунтом для предотвращения последующих осадков дорожного покрытия.

При засыпке траншей с ВПТ необходимо предпринимать соответствующие меры против повреждения ТПСС грунтом, для неглубоких траншей допускается осторожное сбрасывание грунта сверху, но не на сами ТПСС, а сбоку от ВПТ, в угол, чтобы удар приходился на стенки траншеи.

При засыпке глубоких траншей для предохранения уложенного ВПТ от повреждения камнями и комьями слежавшегося грунта рекомендуется укладывать доски на нижний ярус распорок с тем, чтобы прикрыть ТПСС.

Засыпка траншей с ВПТ из ТПСС должна производиться послойно с тщательным уплотнением грунта с тем, чтобы предотвратить возможные последующие просадки дорожного покрытия.

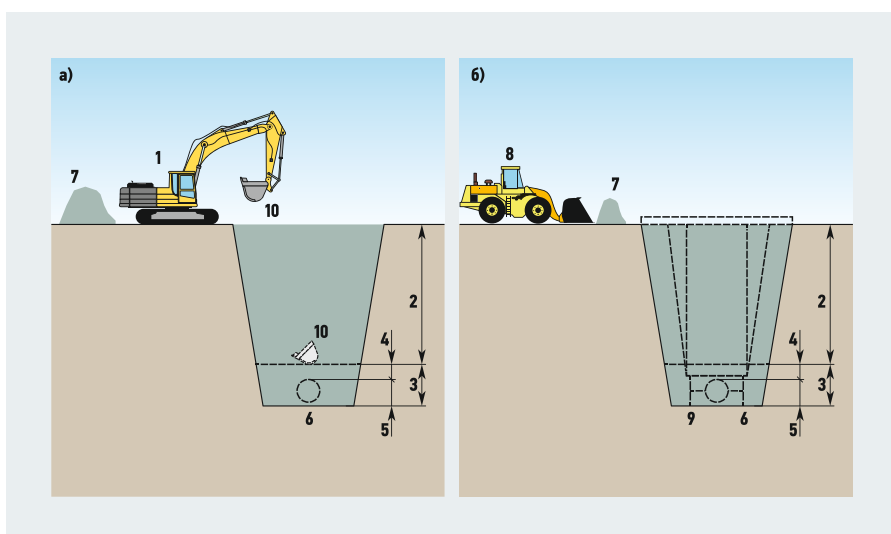


Рис. 8. Типовые технологические схемы засыпки траншей с ВПТ из ТПСС (а — экскаватором-планировщиком, б — бульдозером; 1 — экскаватор-планировщик; 2 и 3 — зоны засыпки бульдозером и экскаватором-планировщиком; 4 и 5 — зоны разравнивания грунта экскаватором и вручную; 6 — ТПСС; 7 — грунт для обратной засыпки; 8 — бульдозер; 9 — возможные вертикальные или наклонные стенки траншеи; 10 — ковш)

Рекомендуемые составы щебёночных смесей*

табл. 6

Тип щебёночной смеси	Содержание в смеси частиц (% массы), проходящих через сито с размером, мм						
	70	40	20	10	5	0,63	~ 0,05
Крупнозернистая I	80–100	40–50	20–30	15–25	12–20	5–10	0–3
То же II	85–100	60–70	40–50	30–40	20–30	5–15	0–5
Среднезернистая II	–	85–100	40–50	20–30	15–25	7–10	1–5
То же II	–	–	85–100	60–70	40–50	15–20	2–5

* Для засыпки верхнего уровня траншеи с ВПТ из ТПСС для последующего устройства над ним дороги.

Рекомендуемые массы трамбовок для уплотнения грунта в траншеях с ВПТ из ТПСС

табл. 7

Масса трамбовки, кг	Толщина уплотняемых слоёв грунта [мм] для трамбовок		
	ударных	вибрирующих	укатывающих
50–100	250	150	100
100–200	350	200	150
200–500	450	300	200
500–1000	700	450	350

Рекомендуемые параметры уплотнения засыпки траншеи с ТПССЗП из ПП*

табл. 8

Способ уплотнения	Количество проходов до K_y , %		Макс. толщина слоя [м] уплотняемого слоя грунта			Мин. толщина уплотняемого слоя грунта
	93	88	гравий, щебень, песок	глина плотная	глина сыпучая	
Ручной трамбовкой, мин. масса [кг], 15	3	1	0,15	0,10	0,10	0,20
Виброштампом, мин. масса [кг], 70	3	1	0,10	–	–	0,20
Виброплитой, мин. масса [кг], 50	4	1	0,10	–	–	0,15
То же [кг], 100	4	1	0,15	–	–	0,15
То же [кг], 200	4	1	0,20	0,10	–	0,20
То же [кг], 400	4	1	0,30	0,15	–	0,30
То же [кг], 600	4	1	0,40	0,15	–	0,50

* Выборка из ТУ 2248-004-50049230–2006.

Подбивку пазах между дном траншеи и ВПТ рекомендуется производить ручными инструментами, а послойное уплотнение грунта засыпки вокруг них, кроме защитного слоя, рекомендуется производить электротрамбовками (например, при толщине отсыпанного слоя 25 см электротрамбовкой типа ИЭ-4502А) и различного вида виброплитами.

Для окончательной засыпки траншеи, выше 0,7 м над ВПТ из ТПСС, рекомендуется использовать экскаваторы-планировщики ЭО-3532А, -43212, -43213, одноковшовые экскаваторы ЭО-2621В, -3123, -4225, бульдозеры, погрузчики и др. с уплотнением слоёв (с толщиной: из песка — 0,7 м, супесей и суглинков — 0,6 и глины — 0,5 м) гидромолотами, виброплитами массой до 100 кг, катками.

Уплотнение грунтов в местах извлечения элементов шпунтовых ограждений рекомендуется производить с применением специальных уплотняющих средств статического, виброударного или ударного действия, позволяющих получить на всю глубину траншеи с ВПТ из ТПСС степень уплотнения не ниже 0,98.

Механическое (виброплитами) уплотнение грунтовой засыпки над ВПТ из

ТПСС рекомендуется производить при толщине слоя над ним не менее 70 см.

Наиболее предпочтительно для засыпки траншеи с ВПТ из ТПСС под дорогами использовать песок с уплотнением, и только для верхнего её уровня (30–40 см) щебёночную смесь заводского приготовления (табл. 6) с последующим её уплотнением самоходными катками до $K_y \approx 100\%$. Требуемую степень уплотнения грунта засыпки в траншеях с ВПТ рекомендуется обеспечивать за три-четыре прохода трамбовками с известной (табл. 7) массой так, чтобы исключить излишнюю овалзацию ТПСС.

Толщину утрамбовываемых слоёв грунта в траншеях с ВПТ рекомендуется принимать для каждого конкретного случая с учётом способа уплотнения и используемого оборудования, а также рекомендаций производителей конкретных ТПСС (табл. 8).

Непосредственно перед укладкой ВПТ рекомендуется проводиться входной контроль качества всех ТПСС и изделий — тщательный визуальный осмотр и сравнение с эталонными образцами. Особое внимание следует уделять проверке соответствия растробов, включая закладные

электроспирали, и гладких концов нормативным требованиям, указанным в сопроводительной документации.

Перед укладкой и в процессе укладки водопропускного трубопровода из ТПСС следует контролировать в обязательном порядке устойчивость и целостность стенок траншеи, качество и надёжность используемого крепежа, особенно при нахождении в траншее работников.

Контроль следует производить сразу же после завершения укладки участка ВПТ из ТПСС между оголовками — проверить на соответствие проекту: в горизонтальной плоскости кривизна трубопровода не должна превышать четверти внутреннего диаметра, в вертикальной плоскости отклонение проектного уклона не более 10%, уменьшение вертикального D не должно превышать 1% и, наоборот, допускается его увеличение (строительный подъём) до 2%. Тщательный и своевременный контроль следует осуществлять при рытье траншей без откосов с тем, чтобы для глубин траншей свыше 3 м вид креплений, конструкция и размеры их элементов были подтверждены расчётами и осуществлялись по специальным проектам с учётом местных грунтовых условий, а также необходимо отслеживать, чтобы крепление вертикальных стенок траншей глубиной до 3 м соответствовало принятым для разных состояний грунтов и видам креплений показателям (табл. 9), и чтобы верхние доски креплений выступали над верхними бровками не менее чем на 15 см.

При обратной засыпке траншеи с ВПТ из ТПСС рекомендуется осуществлять контроль качества, включающий входной контроль (ВКК), операционный (ОКК) и приёмочный (ПКК).

Кроме этого, в ходе выполнения и приёмки законченных работ исполнитель производит текущий контроль (ТКК), а заказчик — инспекторский (ИКК). При ТКК, выполняемым лабораториями, контрольными постами, организованными на объекте, проверяется соблюдение заданной технологии выполнения обратной засыпки, в том числе требуемой плотности грунта, а при ИКК — лабораторией сторонней организации. В процессе выполнения работ рекомендуется контролировать вид, правильность отсыпки, степень плотности, влажность и равномерность уплотнения применяемого грунта.

Выполнение комплекса работ по обратным засыпкам рекомендуется контролировать в соответствии с технологическими схемами контроля качества выполнения работ (табл. 10), обязательно приводимыми в ППР.

Рекомендуемые крепления стенок траншей для укладки ВПТ из ТПСС

табл. 9

Состояние грунтов	Конструкции креплений
Нормальной влажности, кроме сыпучих	Горизонтальное с засорами через одну доску
Повышенной влажности и сыпучие	Сплошное вертикальное и горизонтальное
При сильном притоке грунтовых вод	Шпунтовое ограждение в пределах горизонта грунтовых вод с забивкой на глубину $\geq 0,75$ м в водонепроницаемый грунт

Типовая технологическая схема КК обратной засыпки траншей с ВПТ из ТПСС*

табл. 10

Этапы работ	Контроль	Метод и объём	Документация
Подготовительные работы	Освидетельствования ранее выполненных земляных работ	Визуальный	Общий журнал работ, акт освидетельствования скрытых работ
	Чистоты основания и промерзания грунта (в зимнее время)		
Засыпка пазух траншеи	Наличия в проекте данных о типах и характеристиках грунтов для обратных засыпок	Визуальный	Общий журнал работ
	Содержания в грунте древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора содержания мёрзлых комьев в обратных засыпках		
	Размеров твёрдых включений, в том числе мёрзлых комьев	Измерительный, периодический	
	Наличия снега и льда в обратных засыпках и их основаниях		
Температуры грунта, отсыпаемого и уплотняемого при отрицательной температуре воздуха	Лабораторный контроль		
Средней по проверяемому участку плотность сухого грунта обратных засыпок			
Приёмка выполненных работ	Соответствия физико-механических характеристик отсыпаемого и уплотнённого грунта требованиям проекта		Акт приёмки выполненных работ

* КИП: нивелир, плотномер ГРПТ-2, ППГР-1, влагомер ПННВ-1, ВПГР-1. ВКК и ОКК осуществляют мастер (прораб), а ПКК — работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.

Степень плотности грунта контролируется путём сопоставления плотности образца, взятого без нарушения структуры, с оптимальной плотностью данного грунта, полученной методом стандартного уплотнения. Степень плотности грунта определяется коэффициентом уплотнения K_u с использованием методов стандартного уплотнения «СоюзДорНИИ», режущих колец, плотномеров конструкции МПП «Кондор» и др.

В процессе засыпки ВПТ и уплотнения грунта необходимо непрерывно контролировать изменение поперечного сечения ТПСС путём измерения вертикального их диаметра. Следует организовывать уплотнительные работы таким образом, чтобы свести к минимуму монтажное укорочение вертикального диаметра труб. В отдельных случаях, путём соответствующего уплотнения грунта в пазухах траншеи, целесообразно добиваться, чтобы вертикальный диаметр труб увеличивался на примерно 2% (строительный подъём).

В ОКК работ по обратным засыпкам траншей с уложенными ВПТ из ТПСС рекомендуется включать показатели, соблюдение которых обеспечит требуемое качество устройства обратных засыпок — объём, методы и средства контроля, а также обязательные организационно-технологические правила согласно требованиям СНиП 3.02.01–87, СНиП 3.01.01–85*, СНиП III-4-80* и «Правил организации подготовки и производства земляных и строительных работ в городе Москве (1998 год)».

После завершения работ по укладке ВПТ из ТПСС и уплотнению грунта обратных засыпок осуществляется приёмка выполненных работ. При приёмке и оценке качества работ по засыпке траншей рекомендуется производить промежуточный (проверяется качество грунта, применяемого для обратной засыпки, его влажность и степень уплотнения отдельных слоёв) и приёмочный (проверяется соответствие фактических значений параметров обратных засыпок траншеи заданным в проекте) контроль качества выполнения работ.

Обнаруженные дефекты укладки ВПТ, возникшие в процессе её выполнения, устраняются способами, соответствующими виду дефекта согласно рекомендациям изготовителей ТПСС. При чрезмерном смещении ВПТ в горизонтальной плоскости от проектной оси, например, может быть устранено путём дополни-

В заключение необходимо отметить, что рассмотренные в статье положения, касающиеся технологии траншейной прокладки водопропускных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированными стенами в насыпях автомобильных дорог должны позволить откорректировать соответствующим образом используемые в настоящее время технологии строительства водопропускных сооружений

тельного уплотнения грунта в одной из пазух траншеи, возможно и с заменой грунта (с более высоким показателем модуля деформации). Дефекты, обнаруженные при ОКК, должны быть устранены исполнителями до начала выполнения последующих технологических процессов по засыпке траншеи с ВПТ из ТПСС, а обнаруженные при ПКК, должны быть устранены исполнителями в срок, указанный комиссией.

В заключение необходимо отметить, что рассмотренные в статье положения, касающиеся технологии траншейной прокладке водопропускных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированными стенами в насыпях автомобильных дорог должны позволить откорректировать соответствующим образом используемые в настоящее время технологии строительства водопропускных сооружений. Кто это будет выполнять? В ОАО «НИИМосстрой», например, проводится НИР, целью которых является разработка норматива по проектированию, монтажу, эксплуатации и ремонту водопропускных трубопроводов из ТПСС. Правда, пока неясно, будет ли это своды правил, стандарты организаций, рекомендации либо технический регламент или что-то другое. Это, что совершенно очевидно, будет зависеть от заинтересованности будущих заказчиков.

В случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, информация о ходе указанных работ нами будет своевременно публиковаться, в том числе и в журнале С.О.К. ●

1. ГОСТ 32871–2014. Трубы дорожные водопропускные. Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. ТТ.
2. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К техническому обоснованию использования ТПСС для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. 22–29.
3. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. Технические требования к трубам для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №2. С. 24–28.
4. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К выбору ТПСС по внутреннему диаметру для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №5. С. 24–29.
5. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К техническому обоснованию использования ТПСС для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. 30–37.
6. Александров А.С., Семенова Т.В. Технология строительства водопропускных труб автомобильных дорог: Учеб. пособ. — Омск, 2015. 127 с.
7. ОДМ 218.2.001–2009. Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учётом региональных условий (дорожно-климатических зон).
8. Технология устройства стены в грунте [текст]. Режим доступа: georfofy.ru.
9. Отставнов А.А., Бусахин А.В., Колубков А.Н., Токарев Ф.В. Рекомендации по проектированию, монтажу, эксплуатации, ремонту и утилизации самотёчных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой: Р НОСТРОЙ / НОП 2.17.7–2013. — М.: Изд-во «БСТ», 2015. 230 с.

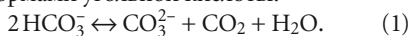
О некоторых особенностях расчёта индекса стабильности воды Ланжелье

Концентрация углекислого газа в воде имеет лишь косвенное отношение к её стабильности. Оценка индекса стабильности воды Ланжелье при детальном рассмотрении сводится к сравнению результата перемножения концентраций ионов кальция и карбонат-ионов (с учётом ионной силы раствора) со значением произведения растворимости карбоната кальция. Более или менее точный расчёт pH и щёлочности, соответствующих полному насыщению воды карбонатом кальция, при нынешнем уровне развития науки о химии воды невозможен.

Автор: А.Ю. РУШНИКОВ, к.т.н., инженер-проектировщик, компания ООО «Отечественные Водные Технологии»

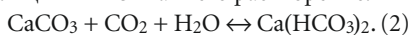
При рассмотрении показателя стабильности воды часто упоминается такая величина, как «агрессивная углекислота». Как известно, в природной воде всегда содержится растворённый углекислый газ, находящийся в состоянии динамического равновесия как с воздушной средой согласно закону Генри-Дальтона, так с производными диссоциации угольной кислоты — гидрокарбонат- [HCO₃²⁻] и карбонат-ионами [CO₃²⁻]. При этом угольная кислота и её производные в природных водах преобладают среди слабых кислот. В то же время преобладающими катионами в природных водах являются Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Fe²⁺, Fe³⁺. Из всех солей, которые могут быть образованы катионами и анионами HCO₃²⁻ и CO₃²⁻, наименьшей растворимостью (произведением растворимости — ПР) в воде обладает карбонат кальция CaCO₃, вокруг образования или растворения которого и строится задача определения стабильности воды.

Так как непосредственно CO₂ в формулу произведения растворимости CaCO₃ не входит, то и формально не влияет на стабильность воды. При этом в литературе (например, в [1]) можно встретить следующее уравнение между различными формами угольной кислоты:



Согласно устоявшемуся мнению, для поддержания в растворе определённой концентрации гидрокарбонатных ионов требуется соответствующее этой концентрации количество угольной кислоты — это количество и называется «равновесной углекислотой».

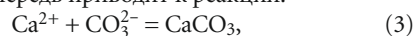
Если количество находящегося в растворе углекислого газа превышает равновесное, то избыток CO₂ способен вступать в реакцию с твёрдым карбонатом кальция и вызывать его растворение:



Воду, содержащую свободную углекислоту в концентрации, превышающей равновесную, называют «агрессивной».

Наоборот, при недостатке CO₂ по сравнению с равновесной концентрацией возникает тенденция к распаду части

гидрокарбонат-ионов, то есть к сдвигу равновесия в уравнении (1) вправо с образованием дополнительного количества CO₂ и одновременно CO₃²⁻, что в свою очередь приводит к реакции:



при этом CaCO₃ будет выпадать в осадок.

Возможны также условия, когда содержание в воде свободной углекислоты совпадает с равновесной — в этом случае вода считается стабильной.

В [2] отмечается, что часть свободной углекислоты, находящейся в равновесии с бикарбонатами (то есть гидрокарбонатами), имеет название «равновесной» и не вступает в химические реакции.

Для поддержания в растворе определённой концентрации гидрокарбонатных ионов требуется соответствующее этой концентрации количество угольной кислоты («равновесная углекислота»). Если количество находящегося в растворе CO₂ превышает равновесное, то его избыток способен вступать в реакцию с твёрдым карбонатом кальция и вызывать его растворение

Таким образом, углекислый газ, согласно уравнению (1), «назначен» ответственным за показатель стабильности воды. Хотя такую же важную роль в уравнении (1) могут играть и HCO₃²⁻, и CO₃²⁻. HCO₃²⁻ точно так же, в зависимости от концентрации, можно разделить на «равновесный» и «агрессивный» гидрокарбонат-ион, при котором образуется хорошо растворимый гидрокарбонат кальция.

CO₃²⁻ можно рассматривать «равновесный» и «избыточный» — когда начинается активное образование CaCO₃ и его выпадение в осадок. Также не вполне понятно, с какими веществами в природных водах углекислый газ вообще может вступать в химические реакции (помимо участия в углекислотном равновесии).

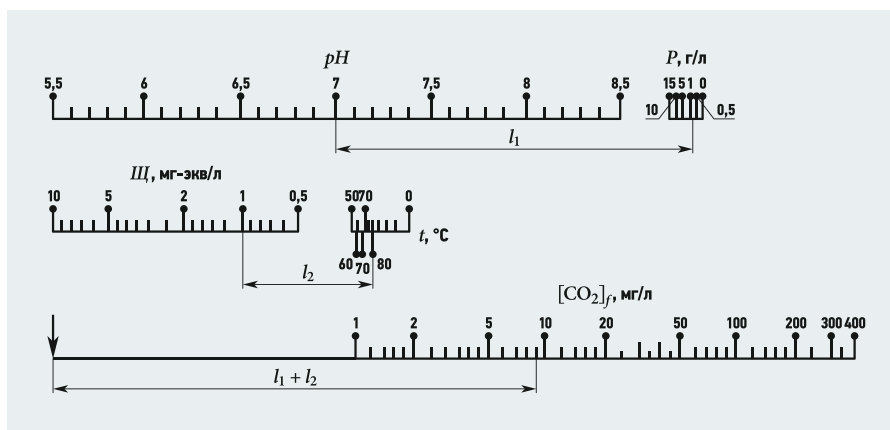
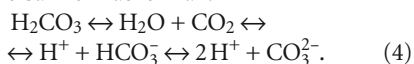


Рис. 1. Номограмма для определения концентрации свободного CO₂ в природной воде

Следует отметить, что в уравнении (1) вовсе не присутствует такой компонент, как ион H⁺, хотя сам индекс стабильности Ланжелье и определяется как разность pH исходной воды и pH той же воды, насыщенной карбонатом кальция (pH_s). Здесь логика рассуждений в каком-то смысле распадается — непонятно, каким образом содержание углекислоты (свободной, агрессивной, равновесной — неважно) связано с активной реакцией воды pH, если в уравнении (1) не участвует H⁺? Да и само понятие «углекислота» скорее затрудняет понимание вопроса, так как не всегда ясно, что имеется в виду: молекулярная H₂CO₃, растворённый углекислый газ, гидрокарбонаты или карбонаты.

Таким образом, уравнение (1), связывающее различные формы угольной кислоты, является неполным. В полном виде оно записывается как:



Только такая запись позволяет понять, как стабильность воды зависит от щёлочности и pH.

Содержание свободной двуокиси углерода обычно определяется по номограммам (рис. 1 из [3]). Как видно из рис. 1, концентрацию [CO₂] определяют в зависимости от щёлочности Щ, pH воды, температуры и общего солесодержания.

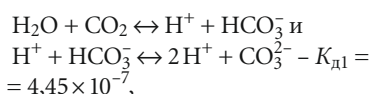
Расчитать содержание углекислого газа в воде [CO₂] можно и с помощью формул, основанных на теории буферных растворов Хендерсона-Хассельбаха (подробнее см. в работе [4]).

В частности, концентрацию [CO₂] можно оценить исходя из зависимостей:

$$[HCO_3^-] = \frac{Щ [H^+]}{K_{д2} + [H^+]} \quad \text{и} \quad (5)$$

$$[CO_2] = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{K_{д1}}, \quad (6)$$

где Щ — щёлочность воды, моль/л; [HCO₃⁻] — концентрация гидрокарбонат-ионов, моль/л; K_{д1} и K_{д2} — константы диссоциации (равновесия) для обеих частей реакции:



K_{д2} = 5,6 × 10⁻¹¹ при 25 °C (надо отметить, что в справочниках по неорганической химии приводятся и иные значения K_{д1} и K_{д2}); [H⁺] — концентрация ионов водорода, моль/л.

Формулы (5) и (6) учитывают все параметры, по которым определяется [CO₂] согласно номограммам из [3], кроме солесодержания. Этот параметр для пресных вод (с минерализацией до 1 г/л) можно оценить с помощью коэффициента ак-

тивности аниона f_{HCO₃⁻}, определяемого по формуле Дебая-Хюккеля:

$$\lg(f) = -0,5 z^2 \sqrt{I}, \quad (7)$$

где z — заряд иона; I — ионная сила раствора, рассчитываемая по формуле:

$$I = 0,5 \sum_{i=1}^n (c_i z_i^2), \quad (8)$$

где c_i — молярные концентрации ионов, моль/л; z_i — заряды ионов.

Для упрощения расчётов введено допущение, что вся минерализация (сухой остаток) представлена в виде хлорида натрия NaCl. Тогда при молярной массе NaCl, равной 58,44 г/моль:

$$I = 0,5 \left(\frac{M}{1000 \times 58,44} \times 1^2 + \frac{M}{1000 \times 58,44} \times 1^2 \right) = 1,71 \times 10^{-5} M,$$

где M — минерализация воды, мг/л.

С учётом минерализации воды формула (6) примет вид:

$$[CO_2] = \frac{f_{H^+} [H^+] f_{HCO_3^-} [HCO_3^-]}{K_{д1}}, \quad (9)$$

где [CO₂]_f — концентрация углекислого газа с учётом коэффициентов активности иона f_{H⁺} и f_{HCO₃⁻}; f_{H⁺} и f_{HCO₃⁻} — коэффициенты активности ионов водорода и гидрокарбонат-ионов.

Коэффициенты активности f_{H⁺} и f_{HCO₃⁻}, учитывая одинаковые по модулю заряды этих ионов, согласно формуле (7) будут равны:

$$f_{H^+} = f_{HCO_3^-} = 10^{-0,00207 \sqrt{M}}, \quad (10)$$

коэффициенты активности, соответственно, f_{Ca²⁺} и f_{CO₃²⁻}:

$$f_{Ca^{2+}} = f_{CO_3^{2-}} = 10^{-0,00827 \sqrt{M}}. \quad (11)$$

В табл. 1 представлены необходимые исходные данные для дальнейших расчётов (анализы воды из подземных источников — водозаборных скважин Московской области).

Исходные данные для расчёта параметров стабильности воды

табл. 1

№	pH	Щёлочность, ммоль/л	Жёсткость общая, мг/л	Ca ²⁺ , мг/л	Минерализация, мг/л	№	pH	Щёлочность, ммоль/л	Жёсткость общая, мг/л	Ca ²⁺ , мг/л	Минерализация, мг/л
1	7,7	4,2	10,7	98	565	13	8,3	2,7	13,6	82	776
2	8,3	4,2	10,7	98	565	14	7,5	4,5	4,3	58	252
3	7,3	3,8	0,2	2	392	15	7,7	5,4	5,7	59	336
4	7,0	6,4	6,2	72	346	16	7,5	4,0	6,7	66	292
5	7,2	5,8	5,8	74	318	17	8,4	4,0	4,7	66	296
6	7,7	5,3	5,2	66	318	18	7,7	0,9	3,0	46	216
7	6,9	2,3	3,0	46	202	19	7,5	5,2	6,0	80	336
8	7,9	5,0	0,2	2	532	20	8,2	4,4	5,4	68	297
9	7,5	6,4	10,0	148	684	21	7,6	5,3	5,3	54	286
10	7,8	4,3	10,6	96	728	22	7,7	5,3	5,2	56	288
11	8,6	4,3	11,6	98	718	23	7,2	6,3	5,9	72	322
12	8,8	2,7	12,6	78	786						

В табл. 2 представлены результаты расчётов концентрации ионов $[\text{HCO}_3^-]$, ионной силы раствора I , коэффициентов активности ионов f_{H^+} и $f_{\text{HCO}_3^-}$ и концентрации $[\text{CO}_2]_f$.

Следует отметить, что при расчётах по формуле (5), в принципе, следует также учитывать коэффициент активности иона f_{H^+} , однако структура выражения (5) такова, что f_{H^+} на результаты расчётов почти не влияет.

Расчёты концентрации $[\text{CO}_2]$ согласно номограммам на рис. 1 из [3] представлены в табл. 3.

Хотя графические построения и вычисления по номограммам обладают известной субъективностью, но нетрудно заметить, что концентрации $[\text{CO}_2]$ («свободной углекислоты») в табл. 3 превышают аналогичные значения в табл. 2. Это несоответствие, как уже отмечалось, возникает из-за отождествления показателя щёлочности $Щ$ и содержания гидрокарбонат-ионов $[\text{HCO}_3^-]$, хотя на самом деле $[\text{HCO}_3^-]$ всегда меньше $Щ$, пусть и на ничтожную величину.

Не вдаваясь в подробный разбор формул (12) и (13), следует отметить, что оценка содержания углекислоты (углекислого газа) — свободной, равновесной, агрессивной — для расчётов стабильности воды скорее затрудняет понимание процесса, чем способствует решению технологических задач

Содержание свободной углекислоты (правильнее — растворённого углекислого газа) в мг/л определяют также по формуле (см. в [6]):

$$[\text{CO}_2] = \frac{44 Щ}{K_{\text{д1}} 10^{p\text{H} + 0,5\sqrt{I}}} \quad (12)$$

При внимательном рассмотрении формула (12) аналогична формуле (9) за исключением опять же использования щёлочности $Щ$ вместо содержания гидрокарбонат-ионов $[\text{HCO}_3^-]$.

Содержание равновесной углекислоты $[\text{CO}_2]_p$ с учётом ионной силы раствора I , согласно [6], вычисляется по формуле:

$$\lg[\text{CO}_2]_p = pK_{\text{д1}} - pK_{\text{д2}} + pPP_{\text{CaCO}_3} + 2\lg[\text{HCO}_3^-] + \lg[\text{Ca}^{2+}] - 3\sqrt{I} \quad (13)$$

Учитывая, что $[\text{HCO}_3^-]$ в рамках общепринятого подхода с трудом поддаётся расчёту, содержание $[\text{CO}_2]_p$ в [6] предлагается оценивать с помощью не слишком наглядных номограмм (рис. 2 из [6]), хотя для этого существуют простые и удобные

:: Расчёт содержания $[\text{CO}_2]_f$ с учётом ионной силы раствора

табл. 2

№	pH	Щёлочность, ммоль/л	$[\text{HCO}_3^-]$, моль/л	Ионная сила раствора I	$f_{\text{H}^+} = f_{\text{HCO}_3^-}$	$[\text{CO}_2]_f$, моль/л	$[\text{CO}_2]_f$, мг/л
1	7,7	4,2	$4,19 \times 10^{-3}$	0,0097	0,893	$1,50 \times 10^{-4}$	6,59
2	8,3	4,2	$4,15 \times 10^{-3}$	0,0097	0,893	$3,73 \times 10^{-5}$	1,64
3	7,3	3,8	$3,80 \times 10^{-3}$	0,0067	0,910	$3,54 \times 10^{-4}$	15,58
4	7,0	6,4	$6,40 \times 10^{-3}$	0,0059	0,915	$1,20 \times 10^{-3}$	52,98
5	7,2	5,8	$5,79 \times 10^{-3}$	0,0054	0,919	$6,93 \times 10^{-4}$	30,51
6	7,7	5,3	$5,29 \times 10^{-3}$	0,0054	0,919	$2,00 \times 10^{-4}$	8,80
7	6,9	2,3	$2,30 \times 10^{-3}$	0,0035	0,935	$5,68 \times 10^{-4}$	25,00
8	7,9	5,0	$4,98 \times 10^{-3}$	0,0091	0,896	$1,13 \times 10^{-4}$	4,97
9	7,5	6,4	$6,39 \times 10^{-3}$	0,0117	0,883	$3,54 \times 10^{-4}$	15,57
10	7,8	4,3	$4,28 \times 10^{-3}$	0,0124	0,880	$1,18 \times 10^{-4}$	5,19
11	8,6	4,3	$4,21 \times 10^{-3}$	0,0123	0,880	$1,84 \times 10^{-5}$	0,81
12	8,8	2,7	$2,61 \times 10^{-3}$	0,0134	0,875	$7,11 \times 10^{-6}$	0,31
13	8,3	2,7	$2,67 \times 10^{-3}$	0,0133	0,876	$2,31 \times 10^{-5}$	1,01
14	7,5	4,5	$4,49 \times 10^{-3}$	0,0043	0,927	$2,74 \times 10^{-4}$	12,08
15	7,7	5,4	$5,38 \times 10^{-3}$	0,0057	0,916	$2,03 \times 10^{-4}$	8,92
16	7,5	4,0	$3,99 \times 10^{-3}$	0,0050	0,922	$2,41 \times 10^{-4}$	10,61
17	8,4	4,0	$3,94 \times 10^{-3}$	0,0051	0,921	$3,00 \times 10^{-5}$	1,32
18	7,7	0,9	$8,98 \times 10^{-4}$	0,0037	0,932	$3,93 \times 10^{-5}$	1,73
19	7,5	5,2	$5,19 \times 10^{-3}$	0,0057	0,916	$3,10 \times 10^{-4}$	13,63
20	8,2	4,4	$4,36 \times 10^{-3}$	0,0051	0,921	$5,25 \times 10^{-5}$	2,31
21	7,6	5,3	$5,29 \times 10^{-3}$	0,0049	0,923	$2,54 \times 10^{-4}$	11,18
22	7,7	5,3	$5,29 \times 10^{-3}$	0,0049	0,923	$2,02 \times 10^{-4}$	8,87
23	7,2	6,3	$6,29 \times 10^{-3}$	0,0055	0,918	$7,52 \times 10^{-4}$	33,10

:: Расчёт содержания $[\text{CO}_2]$ по номограммам из [3]

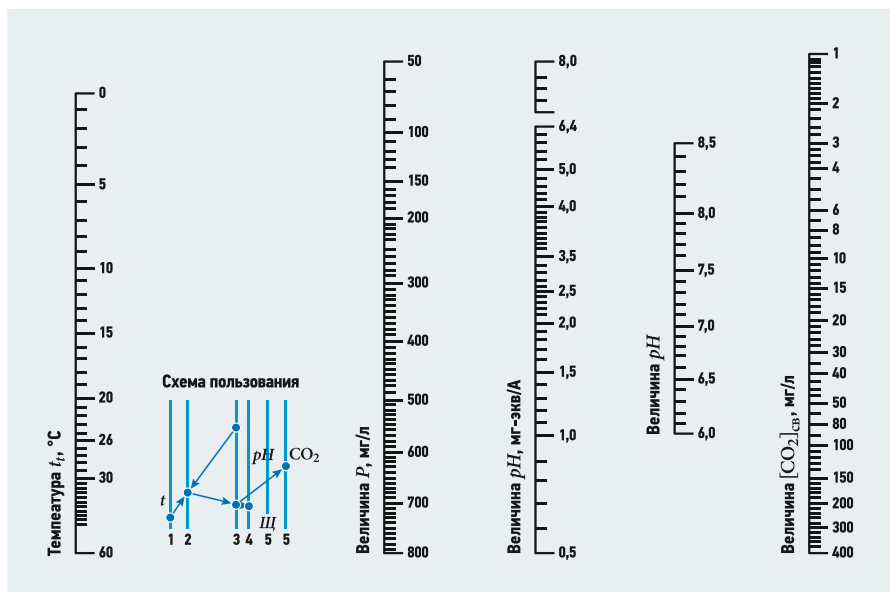
табл. 3

№	t_1 , см	t_2 , см	$[\text{CO}_2]$, мг/л	№	t_1 , см	t_2 , см	$[\text{CO}_2]$, мг/л
1	2,85	3,05	7,5	13	1,40	2,60	1,2
2	1,40	3,05	1,8	14	3,30	3,10	13,0
3	3,80	3,00	18,0	15	2,90	3,30	11,0
4	4,55	3,5	58,0	16	3,30	3,0	11,5
5	4,05	3,35	33,0	17	1,25	3,0	1,5
6	2,90	3,25	10,0	18	2,90	1,50	1,8
7	4,8	2,4	27,0	19	3,40	3,30	16,0
8	2,35	3,2	5,5	20	1,70	3,10	2,7
9	3,30	3,50	19,0	21	3,10	3,35	12,0
10	2,65	3,05	6,5	22	2,85	3,35	10,0
11	0,65	3,05	1,0	23	4,05	3,5	40,0
12	0,30	2,55	< 1,0				

формулы (5) и (6). Авторы в [6] отмечают, что щёлочность $Щ$ действительно равна сумме концентраций $[\text{HCO}_3^-]$ и $[\text{CO}_3^{2-}]$, но при этом опять же выделяют некую «гидратную щёлочность» $[\text{OH}^-]$.

Не вдаваясь в подробный разбор формул (12) и (13), следует отметить, что оценка содержания углекислоты (углекислого газа) — свободной, равновесной, агрессивной — для расчётов стабильности воды скорее затрудняет понимание процесса, чем способствует решению технологических задач. Ведь в самом определении произведения растворимости применительно к карбонату кальция учи-

тываются только концентрации $[\text{Ca}^{2+}]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$ и коэффициенты активности $f_{\text{Ca}^{2+}}$ и $f_{\text{CO}_3^{2-}}$, которые зависят от минерализации воды. А содержание $[\text{CO}_3^{2-}]$ определяется состоянием динамического равновесия, в котором находится углекислотный буферный раствор, которым и является подавляющее большинство природных вод, по крайней мере, подземных. В этом смысле расчёты растворенной углекислоты и её разновидностей представляются излишними. Правда, существует общепризнанная методика определения концентрации агрессивной углекислоты, описанная в сборнике [7].



⚡ **Рис. 2.** Номограмма для определения свободной углекислоты в воде

Данная методика основана на определении разности щёлочности исходной воды и щёлочности после добавления в эту воду порошка мрамора (который имеет в своей основе CaCO_3) с последующей выдержкой в течение шести часов или пяти суток в зависимости от способа проведения анализа. Затем эта разность пересчитывается на содержание углекислоты (растворенного углекислого газа).

Таким образом, анализ на агрессивную углекислоту носит скорее косвенный характер, так как фактически в ходе эксперимента стараются достичь образования насыщенного раствора карбоната кальция. В этом случае при избытке осадка карбоната кальция образуется насыщенный раствор, в котором произведение концентраций $[\text{Ca}^{2+}]$ и $[\text{CO}_3^{2-}]$ (с учётом коэффициентов активности) равно произведению растворимости $\text{PP}_{\text{CaCO}_3}$ при данной температуре.

Чаще всего в литературе приводится значение произведения растворимости $\text{PP}_{\text{CaCO}_3}$ при 25°C , равное $4,8 \times 10^{-9}$.

Учитывая, что в формуле CaCO_3 и у кальция, и у карбонат-иона индексы равны единице, то при полном насыщении исходной воды частицами карбоната кальция теоретически представляется верной формула:

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = \sqrt{\text{PP}_{\text{CaCO}_3}} = 6,93 \times 10^{-5} \text{ моль/л.} \quad (14)$$

Следовательно, при определении индекса Ланжелье для насыщенной карбонатом кальция воды содержание карбонат-ионов $[\text{CO}_3^{2-}]$ следовало бы всегда принимать равным $6,93 \times 10^{-5}$ моль/л, уточнив его только с учётом температуры и минерализации воды. Однако такое до-

пущение представляется не вполне правомерным по двум причинам:

- во-первых, в подавляющем большинстве случаев в природных водах концентрации $[\text{Ca}^{2+}]$ и $[\text{CO}_3^{2-}]$ сильно различаются, и трудно предположить, что при добавлении твёрдого карбоната кальция они будут увеличиваться в одинаковой степени;
- во-вторых, выпадение осадка начинается, когда произведение концентраций $[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{CO}_3^{2-}]$ достигнет $\text{PP}_{\text{CaCO}_3}$ вне зависимости от соотношения $[\text{Ca}^{2+}]$ и $[\text{CO}_3^{2-}]$.

Во всяком случае, вопрос о предельных равновесных концентрациях при экспериментальном насыщении воды карбонатом кальция можно рассматривать отдельно и более подробно с точки зрения неорганической химии. Но даже

Анализ на агрессивную углекислоту носит скорее косвенный характер, так как фактически в ходе эксперимента стараются достичь образования насыщенного раствора карбоната кальция. В этом случае при избытке осадка карбоната кальция образуется насыщенный раствор

если принять величину $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = 6,93 \times 10^{-5}$ моль/л, то это в целом не помогает при расчёте Ш_s — щёлочности при предельном насыщении воды карбонатом кальция, необходимой для определения индекса Ланжелье.

Дело в том, что составляющие углекислотного буферного раствора — H^+ , CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} — находятся в состоянии динамического равновесия, и увеличение или снижение концентрации одного из этих составляющих, например, содержания $[\text{CO}_3^{2-}]$ до $6,93 \times 10^{-5}$ моль/л, сразу вызовет перераспределение концентраций других составляющих, в том числе $[\text{H}^+]$, то есть pH воды.

Строго говоря, любое воздействие на данную систему, будь то снижение $[\text{CO}_2]$ при аэрации, добавление кислот, щелочей, вызывающих изменение $[\text{H}^+]$, гидролиз коагулянтов, обработка воды ионным обменом и другие технологические приёмы водоподготовки изменяют состояние углекислотного равновесия, которое влияет на химические свойства обрабатываемой воды. Эти изменения можно рассматривать на качественном уровне, но провести точную оценку, как изменится pH или щёлочность, при современном уровне развития теории буферных растворов, невозможно.





Таким образом, в известной формуле для расчёта « pH равновесного насыщения воды карбонатом кальция»:

$$pH_s = pK_{д2} - pPP_{CaCO_3} - \lg[Ca^{2+}] - \lg(Щ) + 2,5\sqrt{I} + 7,6 \quad (15)$$

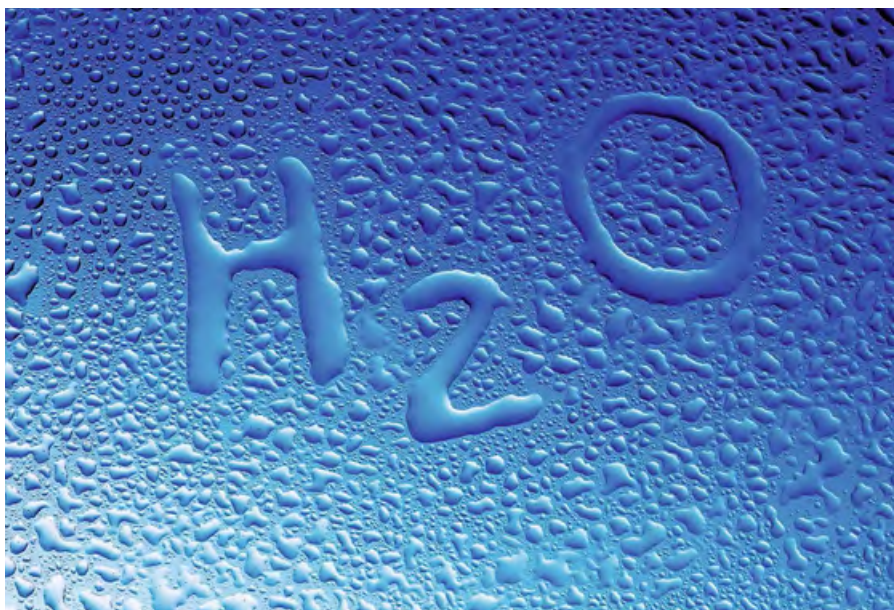
(хотя в [5] было показано, что более правильно использовать в ней коэффициент 7,3 вместо 7,6) значение щёлочности $Щ$ (точнее — $[HCO_3^-]$) должно соответствовать состоянию равновесного насыщения, то есть $Щ_s$, оценить которое не представляется возможным.

С другой стороны, использование индекса стабильности Ланжелье J наглядно на качественном уровне показывает изменение состояния водного раствора при его насыщении карбонатом кальция.

Предположим, по результатам анализов и расчётов

$$J = pH - pH_s = 7,5 - 7,05 = +0,45,$$

что указывает на склонность воды к выделению $CaCO_3$. Это означает, что при



насыщении воды карбонатом кальция некое количество карбонат-ионов CO_3^{2-} вступит в реакцию с Ca^{2+} с образованием осадка. Снижение концентрации $[CO_3^{2-}]$ в свою очередь приведёт к изменению концентрации $[HCO_3^-]$ (понижению или повышению — вопрос дискуссионный), но менее значительному, чем $[CO_3^{2-}]$, за счёт буферных свойств раствора.

Тогда, согласно уравнению

$$pH = pK_{д1} + \lg\left(\frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}\right) \quad (16)$$

pH воды действительно снизится. Можно аналогичным образом описать и обратную ситуацию, когда $J < 0$.

Далее будет показано, что на самом деле в индексе Ланжелье не заложены значения pH_s или $Щ_s$, которые соответство-

вали бы предельному насыщению испытываемой воды карбонатом кальция.

Оценим агрессивность воды или её способность к выделению осадка, сравнив $[Ca^{2+}] \times [CO_3^{2-}]$ (с учётом коэффициентов активности) со значением PP_{CaCO_3} . Для стабильной воды будет верным равенство:

$$f_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}]f_{CO_3^{2-}}[CO_3^{2-}] = PP_{CaCO_3} \quad (17)$$

Обозначив получившийся показатель через J' , выражение (17) можно записать иначе:

$$J' = \lg\left(\frac{f_{Ca^{2+}}[Ca^{2+}]f_{CO_3^{2-}}[CO_3^{2-}]}{PP_{CaCO_3}}\right) = 0. \quad (18)$$

Тогда при значении $J' < 0$ воду следует считать агрессивной, а, наоборот, при величине $J' > 0$ — склонной к выделению карбоната кальция.



Значение $[CO_3^{2-}]$ [моль/л] можно оценить, исходя из уравнения углекислотного равновесия в воде (см. [4]):

$$[CO_3^{2-}] = \text{Щ} - [HCO_3^{2-}] = \text{Щ} - \frac{\text{Щ}[H^+]}{K_{л2} + [H^+]}, \quad (19)$$

Расчётные величины согласно выражениям (11), (18), (19) сведены в табл. 4. В табл. 4 также представлены значения индекса Ланжелье, вычисленные по формуле из [5]:

$$pH_s = pK_{л2} - pPP_{CaCO_3} - \lg[Ca^{2+}] + 2,5\sqrt{I} - \lg[HCO_3^-] + 4,3, \quad (20)$$

где $[Ca^{2+}]$ подставляется в мг/л, $[HCO_3^-]$ — моль/л, отсюда

$$J = pH - pH_s. \quad (21)$$

Из табл. 4 видно, что значения J и J' различаются незначительно. Более точно рассчитать J' затруднительно из-за несовершенства метода оценки значений коэффициентов активности Ca^{2+} и CO_3^{2-} , что связано с ограничениями, накладываемыми на теорию разбавленных сильных электролитов Дебая-Гюккеля (подробное рассмотрение данного вопроса в задачу автора не входит).

С другой стороны, незначительная разница между J и J' приводит к следующему выводу: расчёт индекса Ланжелье J заключается не в сравнении исходных значений pH или щёлочности со значениями pH_s и Щ_s , соответствующими состоянию полного насыщения воды кар-

бонатом кальция, а в сравнении результата умножения концентраций $[Ca^{2+}]$ и $[CO_3^{2-}]$ (конечно, с учётом ионной силы раствора) с произведением растворимости PP_{CaCO_3} .

Действительные значения pH_s и Щ_s при нынешнем уровне развития химической науки расчёту не поддаются.

Выводы

1. Расчёты содержания растворенного углекислого газа («углекислоты») имеют лишь косвенное значение при определении индекса стабильности воды, так как агрессивность воды по отношению к бетону или склонность к выделению карбоната кальция определяются только концентрациями $[Ca^{2+}]$, $[CO_3^{2-}]$ и произведением растворимости PP_{CaCO_3} , зависящим от температуры.
2. Влияние ионного состава воды на её стабильность оценивается через показатель ионной силы раствора I .
3. Показано, что при расчёте индекса стабильности Ланжелье сравниваются не исходные значения pH или щёлочности со значениями pH_s или щёлочности Щ_s , соответствующие предельному насыщению этой воды карбонатом кальция, а произведение концентраций $[Ca^{2+}]$ и $[CO_3^{2-}]$ со значением PP_{CaCO_3} с учётом температуры и солесодержания.
4. Прогноз изменения концентраций всех составляющих углекислотного буферного раствора — $[CO_2]$, $[HCO_3^-]$, $[CO_3^{2-}]$, а также pH воды — при каком-либо воздействии на систему при нынешнем уровне знаний о свойствах воды невозможен; одной из задач химической науки является совершенствование теории буферных растворов, которое позволило бы проводить подобные расчёты, что явилось бы технологическим прорывом в водоподготовке. ●

●● Расчёт индекса Ланжелье на основе PP_{CaCO_3} и по формулам (20) и (21)

табл. 4

№	Ионная сила раствора I	$[HCO_3^-]$, моль/л	$f_{HCO_3^-}$	$[CO_3^{2-}]$, моль/л	$f_{Ca^{2+}} = f_{CO_3^{2-}}$	$[Ca^{2+}]$, моль/л	J'	J
1	0,0097	$4,19 \times 10^{-3}$	0,893	$1,18 \times 10^{-5}$	0,636	$4,90 \times 10^{-3}$	0,69	0,83
2	0,0097	$4,15 \times 10^{-3}$	0,893	$4,64 \times 10^{-5}$	0,636	$4,90 \times 10^{-3}$	1,28	1,43
3	0,0067	$3,80 \times 10^{-3}$	0,910	$4,24 \times 10^{-6}$	0,686	$1,00 \times 10^{-4}$	-1,38	-1,26
4	0,0059	$6,40 \times 10^{-3}$	0,915	$3,58 \times 10^{-6}$	0,702	$3,60 \times 10^{-3}$	0,12	0,24
5	0,0054	$5,79 \times 10^{-3}$	0,919	$5,14 \times 10^{-6}$	0,712	$3,70 \times 10^{-3}$	0,30	0,41
6	0,0054	$5,29 \times 10^{-3}$	0,919	$1,48 \times 10^{-5}$	0,712	$3,30 \times 10^{-3}$	0,71	0,83
7	0,0035	$2,30 \times 10^{-3}$	0,934	$1,02 \times 10^{-6}$	0,763	$2,30 \times 10^{-3}$	-0,55	-0,46
8	0,0091	$4,98 \times 10^{-3}$	0,896	$2,21 \times 10^{-5}$	0,645	$1,00 \times 10^{-4}$	-0,72	-0,57
9	0,0117	$6,39 \times 10^{-3}$	0,883	$1,13 \times 10^{-5}$	0,608	$7,40 \times 10^{-3}$	0,81	0,97
10	0,0124	$4,28 \times 10^{-3}$	0,880	$1,51 \times 10^{-5}$	0,598	$4,80 \times 10^{-3}$	0,73	0,90
11	0,0123	$4,21 \times 10^{-3}$	0,880	$9,38 \times 10^{-5}$	0,600	$4,90 \times 10^{-3}$	1,54	1,71
12	0,0134	$2,61 \times 10^{-3}$	0,875	$9,21 \times 10^{-5}$	0,586	$3,90 \times 10^{-3}$	1,41	1,59
13	0,0133	$2,67 \times 10^{-3}$	0,876	$2,98 \times 10^{-5}$	0,588	$4,10 \times 10^{-3}$	0,94	1,12
14	0,0043	$4,49 \times 10^{-3}$	0,927	$7,95 \times 10^{-6}$	0,738	$2,90 \times 10^{-3}$	0,42	0,52
15	0,0057	$5,38 \times 10^{-3}$	0,917	$1,51 \times 10^{-5}$	0,705	$2,95 \times 10^{-3}$	0,66	0,78
16	0,0050	$3,99 \times 10^{-3}$	0,922	$7,07 \times 10^{-6}$	0,722	$3,30 \times 10^{-3}$	0,40	0,51
17	0,0051	$3,94 \times 10^{-3}$	0,921	$5,55 \times 10^{-5}$	0,721	$3,30 \times 10^{-3}$	1,30	1,40
18	0,0037	$8,98 \times 10^{-4}$	0,932	$2,25 \times 10^{-6}$	0,756	$2,30 \times 10^{-3}$	-0,21	-0,12
19	0,0057	$5,19 \times 10^{-3}$	0,917	$9,19 \times 10^{-6}$	0,705	$4,00 \times 10^{-3}$	0,58	0,70
20	0,0051	$4,36 \times 10^{-3}$	0,921	$3,87 \times 10^{-5}$	0,720	$3,40 \times 10^{-3}$	1,15	1,26
21	0,0049	$5,29 \times 10^{-3}$	0,923	$1,18 \times 10^{-5}$	0,725	$2,70 \times 10^{-3}$	0,54	0,65
22	0,0049	$5,29 \times 10^{-3}$	0,923	$1,48 \times 10^{-5}$	0,724	$2,80 \times 10^{-3}$	0,66	0,76
23	0,0055	$6,29 \times 10^{-3}$	0,918	$5,59 \times 10^{-6}$	0,711	$3,60 \times 10^{-3}$	0,33	0,44

1. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. — М.: Изд-во литер. по строит., 1971.
2. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. — М.: Изд-во литер. по строит., 1971.
3. СНиП 2.04.02-84. Наружные сети и сооружения. — М., 1985.
4. Рушников А.Ю. Влияние аэрации на углекислотное равновесие в воде: Часть 2 // Журнал С.О.К., 2016. №2. С. 30–35.
5. Рушников А.Ю. О возможности умягчения, деминерализации и изменения стабильности воды в процессе обезжелезивания // Журнал С.О.К., 2017. №5. С. 30–35.
6. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. — М.: Высшая школа, 1984.
7. Инструкции по определению физико-химических и технологических показателей качества воды и реагентов, применяемых на водопроводах. — М.: Стройиздат, 1973.

О выборе ТПСС по кольцевой жёсткости для ВПТ автодорог

Ранее нами были рассмотрены: стандартизированные требования к трубам для водопропускных трубопроводов (далее ВПТ) автомобильных дорог [1], соответствие [2] этим требованиям труб из полиолефинов со структурированной стенкой [3] (далее ТПСС), а также новый подход к их выбору по внутреннему диаметру [4]. Здесь рассматривается новый подход к выбору ТПСС отечественных производителей для ВПТ — по кольцевой жёсткости SN.

Обеспечение надёжности, долговечности и бесперебойности функционирования автомобильных дорог, а также безопасности движения транспортных средств по ним во многом закладывается уже на стадии разработки проектных решений [5], одним из ответственных разделов которых является, вне всякого сомнения, выбор для водопропускных трубопроводов как элементов водопропускных сооружений (далее ВПС), располагаемых в насыпях, труб из различных материалов по прочности. Одними из таких труб являются ТПСС, которые производятся в стране, как правило, по нормативам заводов-изготовителей (табл. 1) двух видов — с замкнутыми (далее ТПССЗП) и незамкнутыми (далее ТПССНП) полостями в стенках.

ТПССЗП изготавливаются из полиэтилена (ПЭ) либо из полипропилена (ПП) экструзией двух слоёв — гофрированного (наружного) и гладкого (внутреннего)

Обеспечение надёжности, долговечности и бесперебойности функционирования автодорог, а также безопасности движения по ним во многом закладывается уже на стадии разработки проектных решений, одним из ответственных разделов которых является выбор для ВПТ как элементов водопропускных сооружений

с последующей их сваркой между собой в местах контакта — и нормируются по наружному (DN/OD) либо по внутреннему (DN/ID) диаметрам. При этом они имеют внутренние D и наружные D_n диаметры, строго соответствующие конкретным значениям SN. Безусловно, использование при устройстве ВПТ в водопропускных сооружениях (далее ВПС) ТПСС с правильно выбранной кольцевой

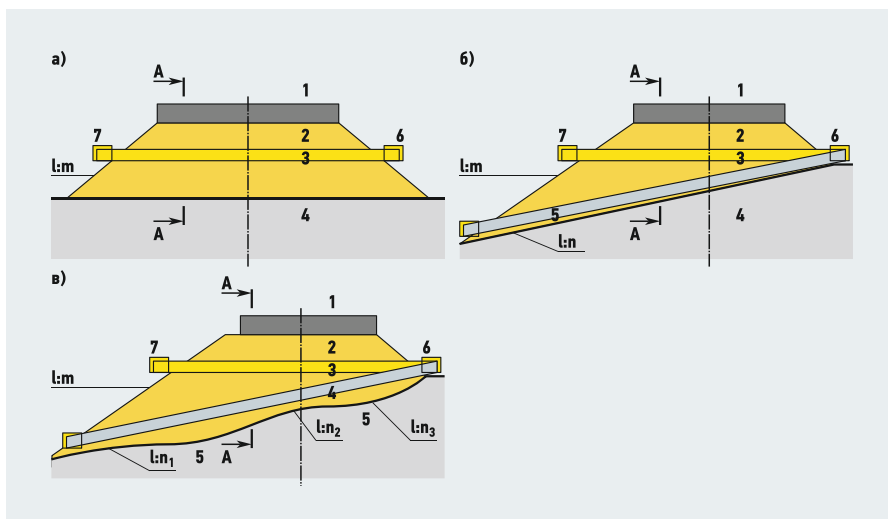


Рис. 1. Возможное расположение ВПТ из ТПСС в насыпях автодорог (а — на равнине, б и в — на равномерном и неравномерном косограде; 1 — автодорога; 2 — откос; 3 и 4 — ВПТ (варианты); 5 — поверхность местности; 6 и 7 — входной и выходной оголовки; А-А — сечения для расчётов ТПСС, m , n , n_1 , n_2 и n_3 — крутизна откосов и местности)

Нормы на трубы из полиолефинов*

табл. 1

Индекс	Название
СТО 17827241-001-2015	«Трубы полимерные гофрированные для систем водоотведения и канализации. Технические условия»
ТУ 2248-004-50049230-2006, ТУ 2248-005-50049230-2011	«Полипропиленовые гофрированные трубы с раструбом для систем водоотведения»
ТУ 2248-001-81818900-2010	«Трубы из полиэтилена спиральнолитые с полой стенкой замкнутого профиля для систем водоотведения и канализации»
ТУ 2248-001-83855058-2009	«Трубы гофрированные «РОСТР» с двухслойной стенкой из полипропилена блок-сополимера (PP-B) для систем наружной канализации и водоотведения»
ТУ 2248-001-96467180-2008	«Трубы из полипропилена гофрированные двухслойные из полипропилена блок-сополимера (PP-B) для систем наружной канализации»
ТУ 2248-005-73011750-2008	«Трубы из полиэтилена «Корсис Плюс» для водоотведения и канализации»
ТУ 2248-001-94841881-2006	«Гофрированные трубы из полиэтилена марки ПЭ-80 с полой стенкой замкнутого профиля»
ТУ 2248-001-73011750-2005	«Трубы с двухслойной профилированной стенкой «Корсис» и «Корсис Про» для безнапорных трубопроводов»
ТУ 2248-004-45726757-2002	«Трубы спиральнолитые из полиэтилена»

* Со структурированной стенкой отечественного производства.

Автор: А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ОАО «НИИМосстрой»; О.Г. ПРИМИН, д.т.н., заместитель генерального директора, ОАО «МосводоканалНИИ-проект»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

Характеристики ТПССНП отечественных производителей

табл. 2

D, мм	DN/OD, мм	DN/ID, мм	D _н [мм] для SN*, МПа					Полиолефин	
			0,004	0,006	0,008	0,012	0,016	ПЭ	ПП
СТО 17827241-001-2015									
548,6	630	—	—	—	—	630	630	+	+
500	—	500	—	—	—	573	573	+	+
600	—	600	—	—	—	688	688	+	+
800	—	800	—	—	—	919	919	+	+
990	—	1000	—	—	—	1134	1134	+	+
ТУ 2248-001-83855058-2009									
495	—	500	—	—	565,7	—	—	—	+
594	—	600	—	—	678,9	—	—	—	+
793	—	800	—	—	906,3	—	—	—	+
992,5	—	1000	—	—	1134,3	—	—	—	+
ТУ 2248-001-96467180-2008									
500	—	500	—	—	573	—	—	—	+
600	—	600	—	—	688	—	—	—	+
800	—	800	—	—	925	—	—	—	+
1000	—	1000	—	—	1140	—	—	—	+
ТУ 2248-004-50049230-2006									
542	630	—	—	—	630	—	—	—	+
ТУ 2248-001-73011750-2005									
535	630	—	630	630	630	630	630	+**	+***
678	800	—	800	800	800	800	800	+**	+***
851	1000	—	1000	1000	1000	1000	1000	+**	+***
1030	1200	—	1200	1200	1200	1200	1200	+**	+***

* Для нормальной температуры. ** Значения SN — 0,004; 0,006 и 0,008 МПа труб из ПЭ. *** Значения SN — 0,012 и 0,016 МПа из ПП.

Характеристики ТПССНП из полиэтиленов

табл. 3

D, мм	DN/ID, мм	D _н [мм] для SN, кПа					
		0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012
ТУ 2248-001-81818900-2010 (квадратный*1)							
800	800	859	859	877	877	877	899
800	800	859	859	877	877	877	899
1000	1000	1059	1077	1097	1097	1099	1123
1200	1200	1299	1299	1323	1323	1323	1341
1300	1300	1399	1423	1423	1441	1441	1451
1400	1400	1499	1523	1541	1551	1551	1560
1500	1500	1597	1621	1649	1677	1677	1696
1600	1600	1721	1739	1758	1777	1777	1815
1800	1800	1940	1957	1977	1996	1996	2024
2000	2000	2148	2174	2195	2213	2223	2232
2200	2200	2347	2391	2413	2431	2431	2469
2400	2400	2555	2608	2621	2668	2668	2688
2500	2500	2672	2708	2730	2768	2768	2788
ТУ 2248-001-94841881-1006 (прямоугольный*2)							
500	500	—	550	—	562	—	—
600	600	—	662	—	678	—	—
700	700	—	778	—	788	—	—
800	800	—	888	—	900	—	—
900	900	—	1000	—	1024	—	—
1000	1000	—	1100	—	1124	—	—
1200	1200	—	1324	—	1350	—	—
1400	1400	—	1550	—	1590	—	—
ТУ 2248-004-45726757-2002 (квадратный*1)							
1500	1500	—	1670	—	1690	—	—
1600	1600	—	1770	—	1810	—	—
1800	1800	—	1990	—	2070	—	—
2000	2000	—	2210	—	2250	—	—
2200	2200	—	2430	—	2470	—	—
ТУ 2248-005-73011750-2008 с изм. 1-3*3							
1190	1200	1322	1346	1360	1372	—	—
1390	1400	1530	1544	1578	1580	—	—
1580	1600	1752	1762	—	—	—	—
1950	2000	2128	—	—	—	—	—
1950	2000	—	—	2202	2220	—	—
1580	1600	—	—	1808	1832	—	—
1950	2000	—	2200*4	2228	2250	—	—

*1 Минимальные D_н (подразумевает тип профиля). *2 Номинальные D_н (подразумевает тип профиля). *3 Для ТУ 2248-005-73011750-2008 тип профиля — фигурные PR (для 1190–1950 мм), SQ2 (для 1950 мм) и OL (для 1580–1950 мм). *4 SN = 5 кПа.

жёсткостью SN (табл. 2) будет создавать благоприятные условия для надёжной и долговечной службы автомобильных дорог, что положительно скажется на безопасности транспортного движения.

Такие же требования предъявляются и к ТПССНП, изготовленным с применением спиральной навивки на специальную оправку экструдированного из расплавленного полиэтилена полого квадратного, прямоугольного либо фигурного профиля (табл. 3) с последующей сваркой соседних витков.

Благодаря этому обеспечивается предотвращение размыва насыпей дождевыми и тальными водами, которые будут гарантированно отводиться от любой из шести типов насыпей, различающихся между собой [6] высотой, крутизной откосов и поверхностей (рис. 1) по водопропускных трубопроводов из ТПСС. Ведь сами ТПСС и их соединения являются практически абсолютно водонепроницаемыми и индифферентными к грунтам и отходам промышленности, а также мало меняющими прочностью и устойчивостью под воздействием погодно-климатических факторов. По этой причине они могут применяться без ограничений.

Благодаря требованиям к ТПСС НП обеспечивается предотвращение размыва насыпей дождевыми и тальными водами, которые будут гарантированно отводиться от любой из шести типов насыпей

Выбор ТПСС следует начинать с подбора D_н (табл. 2–3) для установленного [4] заранее D. С одной стороны, как показывают многочисленные практики, ТПСС должны иметь такую кольцевую жёсткость SN (из имеющихся на сегодня от 2 до 16 кПа), чтобы при воздействии на ВПТ различных нагрузок (постоянной от давления грунта и временных от транспорта, рис. 2) не происходило бы превышения допустимой овализации (величины относительного укорочения вертикального диаметра φ) вследствие превращения начальной круговой формы поперечного сечения ТПСС в овал (эллипс). С другой стороны, кольцевая жёсткость не должна быть чрезмерной. Трудные и денежные затраты на приобретение ТПСС и устройство из них надёжного ВПТ в насыпи автодороги должны быть минимизированы для конкретных условий прокладки и используемых технологий земляных и монтажных работ [7].

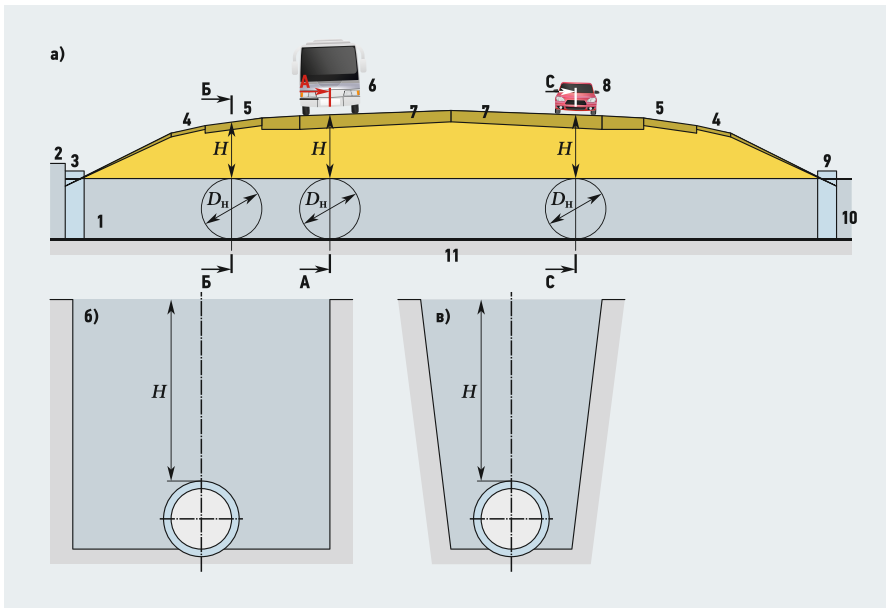


Рис. 2. Схема нагружения для ВПТ из ТПСС в насыпи автодороги [а — продольное сечение автодороги, б и в — укладка ВПТ в насыпи и траншейная; 1 — ВПТ; 2 и 10 — подвод и отвод стоков воды; 3 и 9 — входной и выходной оголовки; 4 — обочина; 5 — тротуар; 6 и 8 — грузовой и легкой автотранспорт; 7 — автодорога; H — глубина заложения, D_н — наружный диаметр ТПСС (А–А, С–С и В–В — сечения ВПТ по грузовому и легковому транспорту, тротуару)]

Устойчивость круговой формы поперечного сечения ТПСС наружным диаметром D_н [м] будет обеспечиваться при следующем условии:

$$P_{кр} \geq 2 \left(\frac{P_{пр}}{D_n} + P_{г.в} \right), \quad (1)$$

здесь P_{кр} — предельная величина внешнего равномерного радиального давления [МПа], которое ТПСС способна выдержать без потери устойчивости круговой формы поперечного сечения; P_{пр} — расчётная внешняя приведённая нагрузка, Н/м; P_{г.в} — внешнее гидростатическое давление грунтовых вод на трубопровод [МПа], определяемое по формуле:

$$P_{г.в} = \rho_v H_{г.в}, \quad (2)$$

где ρ_в — плотность воды с учётом растворённых в ней солей, кН/м³; H_{г.в} — высота столба грунтовой воды над верхом трубопровода, м.

За критическую величину предельно внешнего равномерного радиального давления следует принимать меньшее из значений, вычисляемых по формулам:

$$P_{кр} = 2\sqrt{P_L P_{гр}}; \quad (3)$$

$$P_{кр} = P_L + 1,143 P_{гр}, \quad (4)$$

где P_л — параметр, характеризующий кольцевую жёсткость трубопровода из труб [МПа], который следует определять по формуле:

$$P_L = 24 K_{SN} SN, \quad (5)$$

где SN — кольцевая жёсткость [МПа], выбираемая по нормам для конкретных ТПСС (табл. 2–3) с учётом материала и поправочного для ВПТ внутреннего диаметра

D [4]; K_{SN} — коэффициент, учитывающий изменение кольцевых жёсткостей SN ТПСС от температуры (рис. 3) [Обуславливается это тем, что кольцевая жёсткость является интегрирующим показателем ТПСС. В ней учитывается геометрия их поперечного сечения (J — момент инерции) и начальный модуль упругости материала E₀, который характеризует силы взаимодействия между соседними атомами в кристаллической решётке и, соответственно, электронные конфигурации, влияющие на эти силы. Средняя энергия межатомного взаимо-

действия изменяется с температурой, поэтому модуль упругости (ПП и ПЭ) при её увеличении уменьшается, а при снижении — увеличивается [9]; P_{гр} — параметр, характеризующий жёсткость грунта засыпки [МПа], определяемый как:

$$P_{гр} = 0,125 E_{гр}, \quad (6)$$

где E_{гр} — модуль деформации грунта засыпки (табл. 4).

При выборе коэффициента уплотнения K_у следует также учитывать предъявляемые к нему требования [10], обусловленные капитальным типом дорожных одежд и дорожно-климатическими зонами (табл. 5).

При выборе коэффициента уплотнения следует также учитывать предъявляемые к нему требования, обусловленные капитальным типом дорожных одежд и дорожно-климатическими зонами

Несущую способность ВПТ из ТПСС по условию предельно допустимой величины относительного укорочения вертикального диаметра φ [%] следует устанавливать сравнением допустимого значения φ_д с теоретической величиной φ_т [%]:

$$\varphi_t = \frac{100 \xi \theta P_{пр}}{4 P_L D_n}, \quad (7)$$

где P_{пр} — расчётная внешняя приведённая нагрузка на трубопровод, Н/м; D_н — наружный диаметр трубопровода, м; ξ — коэффициент, учитывающий распределение нагрузки и опорной реакции, кото-

Характеристики грунтов для засыпки ВПТ из ТПСС

табл. 4

Категория	Наименование	Вес, Н/м ³	E _{гр} [МПа] при K _у , %		
			92	95	98
Г-I	Пески гравелистые, крупные и средней крупности	17,0	8	16	26
Г-II	Пески мелкие	17,5	6	12	18
Г-III	Пески пылеватые, супеси	18,0	5	7,5	10
Г-IV	Суглинки полутвёрдые, тугоякие и текучепластичные	18,0	3,5	5,5	8,0
Г-V	Супеси и суглинки твёрдые	18,5	2,5	5,0	7,5

Требуемые значения коэффициента уплотнения K_у грунта

табл. 5

Элементы земляного полотна	Толщина слоя от поверхности покрытия, м	K _у [%] при капитальном типе дорожных одежд в дорожно-климатических зонах		
		I	II, III	IV, V
Рабочий слой	до 1,5	98–96	100–98	98–95
Неподогреваемая часть насыпи	от 1,5 до 6	95–93	95	95
	более 6	95	98	95
Подогреваемая часть насыпи	от 1,5 до 6	96–95	98–0,95	95
	более 6	96	98	98
В рабочем слое выемки ниже зоны сезонного промерзания	до 1,2	–	95	–
	до 0,8	–	–	95–92

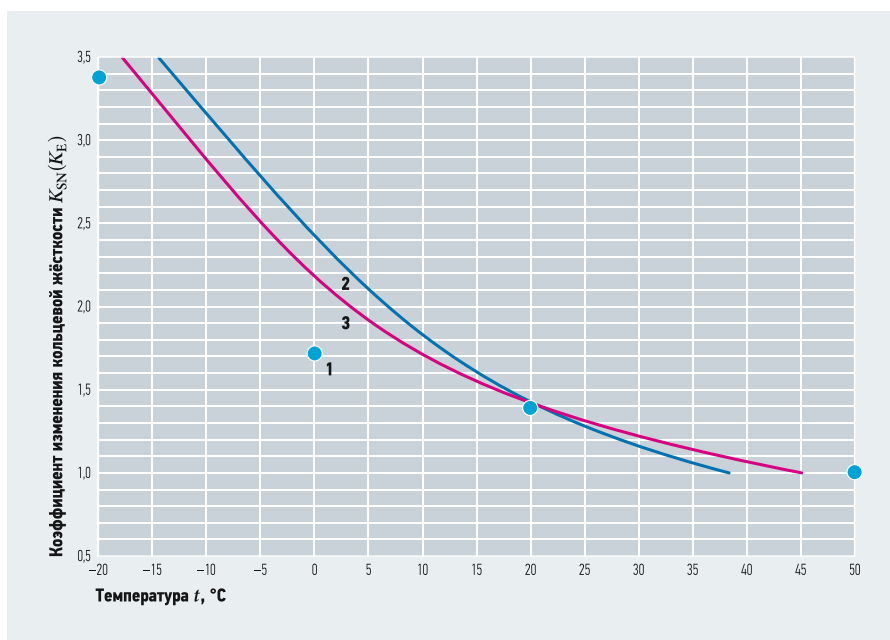


Рис. 3. Зависимость коэффициента изменения кольцевых жёсткостей ТПСС SN (модуль упругости E) из полиолефинов от температуры (1 — данные [8] для E ПВД; 2 и 3 — ПП и ПНД; K_{SN} и K_E — коэффициенты изменения кольцевой жёсткости и модуля упругости, t — температура)

рый следует принимать для основания: плоского — 1,3 (рис. 4а); конфигурированного — 1,2 (рис. 4б) и бетонного — 1,0 (рис. 4в); θ — коэффициент, учитывающий совместное действие отпора грунта и внешнего давления, вычисляемый как:

$$\theta = \frac{1}{1 + \frac{P_{пр} - P}{P_d + 0,1 P_{пр}}} \quad (8)$$

Разного вида основания (табл. 6), рекомендуемые [6] для укладки железобетонных труб, могут на данном этапе проработанности проблемы вполне использо-



ваться и для размещения на них и ВПТ из ТПСС. В формуле (8) для P принимается внешнее равномерное радиальное давление от грунтовых вод.

Фактическое значение относительного укорочения вертикального диаметра φ_ф [%] ВПТ из ТПСС определяется как:

$$\varphi_{\phi} = 100 \frac{\Delta D_n}{D_n} \quad (9)$$

где ΔD_n — абсолютная величина укорочения вертикального диаметра ТПСС, м.

При определении нагрузок на ВПТ из ТПСС следует также учитывать: вид укладки «в насыпи» (рис. 2б) — прокладка ВПТ производится одновременно с отсыпкой насыпи или «в траншее» (рис. 2в) — прокладка ВПТ производится в существующей насыпи с автодорогой; способ опирания («в траншее» или «в насыпи»): на плоское основание с подбивкой пазух, на грунтовую выкружку, на бетонный фундамент; степень уплотнения грунта засыпки: без уплотнения (0,85), нормальную (0,92), повышенную (0,95) и плотную (0,98); глу-

Типы оснований и фундаментов для укладки ВПТ из ТПСС [7]

табл. 6

Тип основания	Условия применения инженерно-геологические	D, м		H, м	Схема
		0,5 / 0,75 / 1,0	0,9 / 1,35 / 4,0 / 7,0		
Земляное, спрo-филированное по очертанию трубы	На крупнообломочных и плотных песчаных (кроме пылеватых) грунтах, а также твёрдых и полутвёрдых глинистых грунтах с условным сопротивлением более 2,5 кг/см ² с расположением уровня грунтовых вод не менее чем на 0,30 м ниже гравийно-песчаного основания	0,5 / 0,75 / 1,0	0,9 / 1,35 / 4,0 / 7,0	7,0	
Грунтовое основание	На скальных грунтах	0,5 / 0,75 / 1,0 / 1,25	0,9 / 1,35 / 6,0 / 12	12	
Гравийно-песчаная подготовка	На крупнообломочных и плотных песчаных (кроме пылеватых) грунтах, а также твёрдых и полутвёрдых глинистых грунтах с условным сопротивлением не менее 2,5 кг/см ² и с расположением уровня грунтовых вод не менее чем на 0,30 м ниже гравийно-песчаного фундамента	0,5 / 0,75 / 1,0 / 1,25 / 1,5	0,9 / 1,35 / 7,0 / 7,0 / 8,0	8,0	
Тип 1	На скальных грунтах	1,0	6,0	6,0	
Лекальный блок	На песчаных и глинистых грунтах всех наименований с расчётным сопротивлением не менее расчётного давления под подошвой фундамента трубы	1,0 / 1,25	7,0 / 7,0	7,0	
Тип 3	На скальных грунтах	1,0 / 1,25	7,0 / 1,25	1,25	
Монолитный бетон	На песчаных и глинистых грунтах всех наименований с расчётным сопротивлением не менее расчётного давления под подошвой фундамента трубы	1,0 / 1,25 / 1,5 / 2	7,0 / 12 / 12 / 12	12 / 12	

бину заложения, определяемую как расстояние от ТПСС до поверхности земли.

Внешнюю приведённую нагрузку на ВПТ из ТПСС следует определять с учётом: размеров поперечного сечения труб D_n и траншей или насыпи, относящейся к прокладке ТПСС; условий их укладки «в траншее» либо «в насыпи»; вида грунтов основания под ВПТ; степени уплотнения грунта засыпки траншеи или насыпи; глубины заложения ТПСС; вида и величины временной нагрузки, действующей на поверхности дорожной одежды (покрытия) над ВПТ из ТПСС (рис. 2).

В процессе производства работ продольный профиль основания должен быть выдержан в соответствии с проектным уклоном и обеспечено плотное прилегание ТПСС к основанию по всей длине ВПТ. Способ опирания ТПСС на основание должен быть принят в зависимости от несущей способности грунтов основания и SN труб.

Внешняя приведённая нагрузка определяется по формуле:

$$P_{гр} = \Sigma(\beta \eta Q), \quad (10)$$

где Q — равнодействующая расчётных вертикальных нагрузок; β — коэффициент приведения нагрузок (табл. 7); η — коэффициент, учитывающий боковое давление грунта на водопропускной трубопровод из ТПСС (табл. 8).

Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки на единицу длины ВПТ из ТПСС от давления грунта $Q_{вн}$ должна определяться по формулам, учитывающим вид укладки.

При траншейной укладке ТПСС следует пользоваться формулой:

$$Q_{вн} = \gamma_{гр}^H H B K_{тр} \psi, \quad (11)$$

где $\gamma_{гр}^H$ — нормативное значение объёмной массы грунта засыпки [тс/м³], представленное в табл. 5–6; H — глубина заложения трубопровода (считая от верха

Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки на единицу длины ВПТ из ТПСС от давления грунта должна определяться по формулам, учитывающим вид укладки

трубы), m ; B — ширина траншеи на уровне верха трубопровода, m ; $K_{тр}$ — коэффициент, зависящий от отношения $H/B_{ср}$ (здесь $B_{ср}$ — ширина траншеи на уровне середины расстояния между поверхностью земли и верхом ВПТ) и от категории грунта засыпки (табл. 9); ψ — коэффициент, учитывающий разгрузку трубы грунтом, находящимся в пазах между стенками траншеи и трубопроводом, определяется по формуле:

$$\psi = \frac{1}{1 + \frac{2P_{гр}}{P_{кр}} \frac{B - D_n}{8D_n}}, \quad (12)$$

Если коэффициент ψ окажется меньше величины D_n/B , то в формуле (11) принимается $\psi = D_n/B$. (В случае заинтересованности широкой научно-технической общественности специфика траншейной укладки ВПТ из ТПСС и особенности технологических процессов укладки «в насыпях» ВПТ из ТПСС в насыпях автодорог может быть рассмотрена авторами в следующих статьях.)

При укладке труб «в насыпи» используется формула:

$$Q_{вн} = \gamma_{гр}^H H D_n K_n, \quad (13)$$

где K_n — коэффициент концентрации давления грунта в насыпи, зависящий от вида грунта основания и от способа опи-

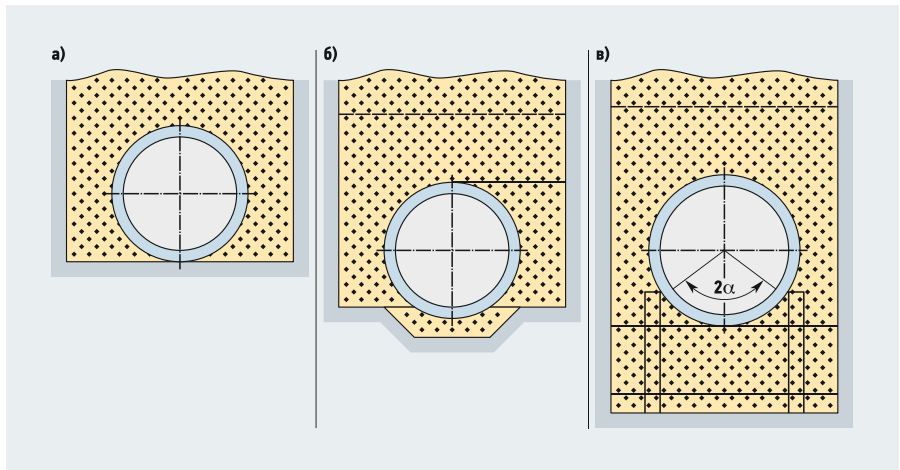


Рис. 4. Виды оснований для укладки ВПТ из ТПСС (а — плоское; б — профилированное; в — бетонное)

рания ТПСС, этот коэффициент определяется по формуле:

$$K_n = \frac{3(P_l + P_{гр})}{2(P_l + 2P_{гр})}. \quad (14)$$

Если окажется, что $P_l \leq P_{гр}$, то в формуле (13) принимается $K_n = 1$. Если в формуле (11) произведение $B K_{тр} \psi$ окажется больше, чем произведение $D_n K_n$ в формуле (13), определённые для одних и тех же грунтов основания и способов опирания ВПТ, то и при укладке ТПСС в траншею вместо формулы (11) следует пользоваться формулой (13).

Равнодействующую нормативную вертикальную нагрузку на ВПТ из ТПСС от транспорта нужно определять как:

$$Q_{вн} = q_{тр}^H m_d K_n, \quad (15)$$

где m_d — динамический коэффициент подвижной нагрузки, зависит от глубины заложения трубопровода H (табл. 10); $q_{тр}^H$ — нормативное равномерно распределённое давление [кН/м²] от автомобильного и гусеничного транспорта, передаваемое на водопропускной трубопровод из ТПСС через грунт с интенсивностью, зависящей от приведённой глубины заложения трубопровода $H_{пр}$ [м].

Коэффициент приведения внешней нагрузки

табл. 7

Основания для укладки ВПТ из ТПСС	Значения β для давления грунта	Значения β для массы ВПТ и воды
На плоское основание из минерального грунта с подбивкой засыпки под трубы	0,75	0,6
То же, на плотное профилированное основание выкружкой с углом охвата трубы $2\alpha = 90^\circ / 120^\circ$	0,50 / 0,45	0,325 / 0,25
На железобетонный фундамент с углом охвата трубы $2\alpha = 120^\circ$	0,35	0,2

Коэффициент бокового давления грунта при укладке ВПТ из ТПСС

табл. 8

Категория грунта	Значения h при уплотнении, %			
	85	92	95	98
Г-I, Г-II	0,97	0,95	0,86	0,78
Г-III, Г-IV, Г-V	0,99	0,97	0,88	0,82

Коэффициент $K_{тр}$

табл. 9

Величина $H/B_{ср}$	Значения $K_{тр}$ для категории грунта		Величина $H/B_{ср}$	Значения $K_{тр}$ для категории грунта	
	Г-I, Г-II	Г-III, Г-IV, Г-V		Г-I, Г-II	Г-III, Г-IV, Г-V
0,5	0,910	0,923	1,5	0,787	0,816
0,6	0,896	0,910	2,0	0,725	0,750
0,7	0,861	0,896	3,0	0,630	0,660
0,8	0,867	0,883	4,0	0,555	0,585
0,9	0,852	0,872	5,0	0,490	0,520
1,0	0,839	0,862			

Значения динамического коэффициента для подвижной нагрузки

табл. 10

H, m	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	2
m_d	1,17	1,14	1,10	1,07	1,04	1	1



Приведённую глубину заложения ВПТ из ТПСС следует определять по формуле:

$$H_{\text{пр}} = H + \left(1 - \sqrt[3]{\frac{E_{\text{покр}}}{E_{\text{тр}}}}\right) h_{\text{покр}}, \quad (16)$$

где H — глубина заложения ВПТ, считая до верха покрытия, м; $h_{\text{покр}}$ — толщина слоя покрытия (дорожной одежды), м; $E_{\text{покр}}$ — общий модуль упругости (деформации) покрытия [МПа], зависит от его конструкции и свойств покрытия.

Для покрытий, состоящих из нескольких i разнородных слоёв, характеризующих собственными модулями упругости (деформации), величина E_i — общий модуль упругости (деформации) покрытия — определяется по формуле:

$$E_{\text{покр}} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \sqrt[3]{E_i}}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

где h_i — толщина слоёв покрытия в количестве от 1 до n ; E_i — модули упругости (деформации) соответствующих $i \in [1; n]$ слоёв покрытия, МПа; n — число слоёв в покрытии.

Нормативные временные нагрузки от подвижного транспорта следует принимать для ВПТ всех диаметров, прокладываемых в насыпях автомобильных дорог. В случае дорог общего пользования — нагрузку от колонн автомобилей или от колёсного транспорта НК-80, в зависимости от того, какая из этих нагрузок оказывает большее силовое воздействие на трубопровод. В случае дорог, по которым будет происходить нерегулярное движение, — нагрузку от колонн автомоби-

лей Н-18 или от гусеничного транспорта НГ-60, в зависимости от того, какая из этих нагрузок вызывает большее воздействие на трубопровод.

Расчётные нагрузки получают путём умножения нормативных нагрузок на коэффициент перегрузки n , а его значения принимаются с учётом вида нагрузки: автомобильной ($n = 1,4$) и колёсной или гусеничной ($n = 1,1$).

Нормативные временные нагрузки от подвижного транспорта следует принимать для ВПТ всех диаметров, прокладываемых в насыпях автомобильных дорог. Например, в случае дорог общего пользования — нагрузку от колонн автомобилей или от колёсного транспорта, в зависимости от того, какая из этих нагрузок оказывает большее силовое воздействие на трубопровод

Равнодействующая нормативной вертикальной нагрузки $Q_{\text{вн}}$ на ВПТ из ТПСС от равномерно распределённой поверхностной нагрузки интенсивностью $q_{\text{вн}}$ [кН/м²], действующей на площади, ширина которой в три и более раз превышает $D_{\text{н}}$, определяется по формуле:

$$Q_{\text{вн}} = K_{\text{н}} q_{\text{вн}} D_{\text{н}}. \quad (17)$$

Для получения расчётной нагрузки нормативную нагрузку $Q_{\text{вн}}$ умножают на коэффициент перегрузки $n = 1,4$.

Для ТПСС оптимальную кольцевую жёсткость SN , отвечающую конкретным грунтовым условиям, следует принимать путём сравнения результатов вариантных расчётов с использованием всех используемых значений кольцевых жёсткостей для одного и того же D [4] и, вполне возможно, разных $D_{\text{н}}$ (табл. 2–3).

В заключение необходимо отметить, что в данной статье рассмотрен новый подход к выбору для устройства ВПТ труб (ТПСС отечественных производителей) по кольцевой жёсткости SN , а также впервые показана зависимость SN труб из полиэтилена и полипропилена со структурированной стенкой от температуры. Последнее необходимо будет учитывать при проведении монтажных работ при устройстве ВПТ из ТПСС в различные сезоны года. Как это следует делать? Развёрнутый ответ на этот вопрос, в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, может быть опубликован авторами данной статьи в журнале С.О.К.

В ОАО «НИИМосстрой» проводятся научно-исследовательские работы, целью которых является разработка норматива по проектированию, монтажу, эксплуатации и ремонту водопропускных трубопроводов из ТПСС в водопропускных сооружениях автодорог. Правда, пока неясно, будут ли это СП, СТО, рекомендации, технический регламент или что-то другое. Но совершенно очевидно, что это будет зависеть от заинтересованности будущих заказчиков. ●

1. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. Технические требования к трубам для водопропускных трубопроводов автомобильных дорог // Журнал С.О.К., 2017. №2. С. 24–28.
2. ГОСТ Р 54475–2011. Трубы полимерные со структурированной стенкой и фасонные части к ним для систем наружной канализации. Технические условия.
3. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К техническому обоснованию использования ТПСС для водопропускных трубопроводов автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №4. С. 22–29.
4. Отставнов А.А., Примин О.Г., Харькин В.А. К выбору по внутреннему диаметру ТПСС для ВПТ автодорог // Журнал С.О.К., 2017. №5. С. 14–19.
5. ГОСТ 32871–2014. Трубы дорожные водопропускные. Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные. ТТ.
6. Попов В.Г. Строительство автомобильных дорог: пособие для мастеров и производителей работ дорожных организаций. — М., 2001. 186 с.
7. Отставнов А.А., Бусахин А.В., Колубков А.Н., Токарев Ф.В. Рекомендации по проектированию, монтажу, эксплуатации, ремонту и утилизации самодетных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой: Р НОСТРОЙ / НОП 2.17.7–2013. — М.: Изд-во «БСТ», 2015. 230 с.
8. Полиэтилен [Элект. ресурс]. Режим доступа: ru.rfwiki.org/wiki.
9. Температурная зависимость модуля упругости [Элект. ресурс]. Режим доступа: mybiblioteka.su.
10. Александров А.С., Семенова Т.В. Технология строительства водопропускных труб автомобильных дорог: Учеб. пос. — Омск, 2015. 127 с.



Ответ на критику статьи «О промышленном обезжелезивании подземных вод»

Статья «О промышленном обезжелезивании подземных вод» [1], опубликованная в журнале С.О.К. вызвала резонанс у профессионалов отрасли. В разное время в издании появились статьи критической направленности за авторством старшего инженера А. А. Бударagina [2] и к.т.н. А. Ю. Рушниковa [3]. В частности, упомянутыми специалистами было затронуто побочное умягчение воды. Автор счёл необходимым прокомментировать критические замечания коллег.

Принципиальные различия в выводах, сделанных в работах [1–3], обусловлены различием технологий обезжелезивания, связанных с величиной водородного показателя рН исходных вод. Граница применимости технологий, согласно СНиП 2.04.02–84, условно прошла по рН = 6,8.

В исходной статье [1] рассмотрено обезжелезивание вод с рН = 4,6–4,7. В статье А.Ю. Рушниковa [3] представлены результаты обезжелезивания вод с рН = 7,2–7,7. Вследствие кардинального различия технологий обезжелезивания при столь разных рН, у одного оппонента [3], а равно и у другого оппонента [2], не могли появиться материалы, которые можно было бы адекватно противопоставить материалам исходной статьи.

В хорошо аэрированных водах со значениями рН = 7,2–7,7 ионы Fe^{2+} без особых затруднений окисляются растворенным кислородом в воде ещё до контакта с зернистой загрузкой, и результат окисления — взвешенные хлопья $Fe(OH)_3$ в воде. Хлопья отделяются механической фильтрацией без побочного эффекта умягчения.

При рН воды менее 6,8 скорость окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} в воде растворенным

кислородом, как известно, мала, и окисление происходит в зернистой загрузке по механизму автокатализа, при этом требования к аэрации слабее.

Образуются не хлопья $Fe(OH)_3$ в воде, а водонасыщенный* гель $Fe(OH)_3$, обволакивающий зёрна.

По мере старения геля водонасыщенный слой отложений сжимается, вода из него выдавливается, а имеющиеся примеси** удерживаются в слое, вероятнее всего, ситованием.

В исходной статье рассмотрено обезжелезивание вод с рН = 4,6–4,7. В статье А. Ю. Рушниковa [3] представлены результаты обезжелезивания вод с рН = 7,2–7,7. Вследствие кардинального различия технологий обезжелезивания при столь разных рН, у одного оппонента [3], а равно и у другого оппонента [2], не могли появиться материалы, которые можно было бы адекватно противопоставить материалам исходной статьи



Автор: Д.Ф. ЯНЧЕНКО, инженер-наладчик сервис-центра ООО «Фирма ТЭОС-ВОИ»

* С.И. Фролова с сотрудниками [4, стр. 72] со ссылкой на [5] связали водонасыщенность геля с совместной химической и механической гидратацией в момент его образования. Отношение объёма воды к объёму твёрдого вещества геля — 600–900.
** Ионные примеси воды попадают в слой отложений не только диффузией из объёма, но и, вероятно, с мицеллами $Fe(OH)_3$, группируясь в составе их ионной атмосферы.



•• Эксплуатационные результаты фильтров (места отбора проб и показатели качества) табл. 1

м/р Северный Харампур, ДНС-1 скв. 2	м/р Южный Харампур, ДНС-1 скв. 1	м/р Фестивальное, скв. 1	м/р Фестивальное, скв. 2	пос. Пионерный, скв. 4	м/р Северный Харампур, ДНС-1 скв. 1	м/р Южный Харампур, ДНС-1 скв. 2
Окисляемость [мг-О/дм³] (водородный показатель pH = 4,7), перед/ после фильтра						
6,0 / 3,2	6,0 / 3,0	5,8 / 3,8	2,6 / 0,9	2,5 / 1,3	2,7 / 1,0	2,6 / 1,2
Железо общее [мг/дм³], перед/ после фильтра						
6,68 / 0,28	6,0 / 0,34	7,5 / 0,83	6,26 / 0,40	5,1 / 0,37	4,74 / 0,41	5,38 / 0,49
Жёсткость общая [мг-экв/дм³], перед/ после фильтра						
3,0 / 2,5	3,0 / 2,4	2,8 / 2,0	2,6 / 1,0	2,5 / 1,0	2,2 / 0,9	2,7 / 0,7
Сульфаты [мг/дм³], перед/ после фильтра						
30 / 22	25 / 20	26 / 25	39 / 21	17 / 6	22 / 6	18 / 5
Хлориды [мг/дм³], перед/ после фильтра						
2,5 / 2,0	3,0 / 2,0	3,0 / 2,5	6,0 / 5,0	7,0 / 4,0	6,0 / 3,0	4,0 / 3,0
Аммоний [мг/дм³], перед/ после фильтра						
0,4 / 0,1	0,2 / 0,1	0,4 / 0,12	2,3 / 1,3	2,8 / 1,3	2,8 / 1,3	2,5 / 1,3
Нитриты [мг/дм³], перед/ после фильтра						
0,015 / 0,008	0,009 / 0,008	0,007 / 0,003	0,030 / 0,003	0,030 / < 0,003	0,030 / 0,005	0,030 / 0,004
Нитраты [мг/дм³], перед/ после фильтра						
0,9 / < 0,45	0,7 / < 0,45	0,8 / < 0,45	1,0 / < 0,1	1,7 / < 0,1	1,9 / < 0,1	0,3 / < 0,1
Марганец [мг/дм³], перед/ после фильтра						
0,4 / < 0,1	0,3 / 0,1	0,4 / < 0,1	0,3 / 0,2	0,3 / 0,2	0,4 / 0,1	0,3 / 0,2
Алюминий [мг/дм³], перед/ после фильтра						
0,1 / 0,025	0,1 / 0,025	0,1 / 0,03	0,12 / < 0,02	0,1 / 0,03	0,1 / 0,03	0,1 / 0,04
Медь [мг/дм³], перед/ после фильтра						
0,55 / 0,11	0,55 / 0,1	0,57 / 0,17	0,93 / 0,15	1,12 / 0,16	1,14 / 0,16	1,15 / 0,15

В табл. 1 в качестве примера проявления эффекта умягчения и обессоливания вод с пониженным pH представлены эксплуатационные результаты работы фильтров на станциях обезжелезивания на месторождениях НГДП «Харампурнефть» в 2001 году. Отбор проб и анализы выполнены Центром ГСЭН в городе Губкинский, Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО).

•• Результаты химических анализов

табл. 2

Показатели качества	На скважине	После фильтра
Прозрачность по шрифту Снеллена, см	≈ 0,5 (после аэрационного бака)	≈ 40
Водородный показатель pH	4,6	4,6
Железо общее, мг/дм ³	11,2	0,15
Жёсткость общая / кальциевая, мг-экв/дм ³	28,5 / 17,0	24,8 / н.д.
Щёлочность общая, мг-экв/дм ³	6,1	5,8

По данным табл. 1 заметна корреляция эффекта умягчения воды с её окисляемостью. С повышением окисляемости эффект умягчения воды снижается. Вероятно, ухудшаются ситовые свойства матрицы оксигидрата железа (III) за счёт появления дефектов её структуры при химическом воздействии восстановителей (например, сероводорода), определяющих окисляемость исходной воды.

В табл. 2 представлены результаты химических анализов хлоридной минерализованной воды с пониженным pH до и после фильтрации. В исходной воде $[Cl^-] = 1427$ мг/дм³, $[SO_4^{2-}] = 11,4$ мг/дм³, $M = 2289$ мг/дм³. Объект — станция обезжелезивания воды на скважине № 40984 в ФДЦ «Смена» в посёлке Сукко (город Анапа) в 2008 году.

Анализы выполнены Испытательным центром питьевой воды (ИЦПВ) компании ООО «Краснодар Водоканал». Пробы воды отбирались в одно время.

Обезжелезивание подземных вод с pH < 6,8 не объясняется ни теоретическими, ни практическими наработками по водам с pH ≥ 6,8. Вывод из материалов статьи [3] о невозможности рассматривания побочного умягчения воды как технологически значимого метода доказан для вод с pH ≥ 6,8 и не доказан для вод с pH < 6,8

Примечания:

1. Выдержанная в аэрационном баке вода имеет на входе в фильтр бурый цвет и в ней содержатся взвешенные вещества.
2. Снижение жёсткости в 12 раз превосходит снижение щёлочности.

Обезжелезивание подземных вод с pH < 6,8 не объясняется ни теоретическими, ни практическими наработками по водам с pH ≥ 6,8. Вывод из материалов статьи [3] о невозможности рассматривания побочного умягчения воды как технологически значимого метода доказан для вод с pH ≥ 6,8 и не доказан для вод с pH < 6,8.

Проблема промышленной очистки вод, очевидно, ещё не решена окончательно. Эффект побочной очистки воды с pH < 6,8 в процессе её обезжелезивания ещё ждёт своих исследователей. Возможно, и в лице сегодняшних оппонентов. ●

1. Янченко Д.Ф. О промышленном обезжелезивании подземных вод // Журнал С.О.К., 2015. №4. С. 21–26.
2. Бударягин А.А. О статье «О промышленном обезжелезивании подземных вод» // Журнал С.О.К., 2015. №5. С. 37.
3. Рушников А.Ю. О возможности умягчения, деминерализации и изменения стабильности воды в процессе обезжелезивания // Журнал С.О.К., 2017. №5. С. 30–35.
4. Фролова С.И., Козлова Г.А., Ходяшев Н.Б. Очистка техногенных сточных вод оксигидратами железа // Вестник Пермского университета. Химия. — Пермь, 2011. №2 (2). С. 60–88.
5. Закромётов Б.Г., Вирская Г.М. Структурно-механические свойства коагулянтов. Объёмы осадков и скорость уплотнения коагулянтов сернистого мышьяка и окиси железа // Коллоидный журнал, 1948. Т. 10. №5. С. 339–348.



Изучаем солнечные системы Vaillant

Люди уже давно научились использовать солнечную энергию для собственных нужд — от розжига костра до получения электричества. В компании Vaillant успешно эксплуатируют солнце как источник энергии для систем отопления и горячего водоснабжения. Исходя из потребностей жильцов дома в горячей воде и для поддержания отопления, можно рассчитать необходимое количество солнечных коллекторов.

Автор: Алексей СУЛИМОВ, специалист по проектам ООО «Вайлант Груп Рус»

Для достижения наибольшей эффективности коллекторное поле нужно располагать на южной стороне здания. Vaillant предлагает различные варианты крепежа, которые позволят реализовать оптимальное направление и угол наклона. В ассортименте представлены как традиционные варианты крепления — на крышу, на стену дома или на землю, так и нестандартные — монтаж в плоскость крыши или даже на балкон.

По принципу действия гелиосистемы делятся на напорные и безнапорные. Из названия понятно, что первые постоянно находятся под избыточным давлением, во вторых же при выключенном циркуляционном насосе избыточного давления нет.

Системы под давлением полностью заправлены теплоносителем, и для безопасной работы им требуется постоянный теплообмен между полем коллекторов и принимающей ёмкостью. Отсутствие циркуляции и, как следствие, теплостёма (например, когда дома никого нет и разбора горячей воды не происходит) в ясную погоду приведёт к стагнации — закипанию теплоносителя в коллекторе. Это вызывает разрушение теплоносителя — антифриз выпадает в осадок, получившиеся хлопья могут забить теплообменник насосной группы и трубки коллекторов. Перегрев также ведёт к температурным расширениям всех компо-

нентов системы, что негативно сказывается на каждом из них.

Всех этих бед поможет избежать только правильный подбор элементов! Напорные системы очень точно рассчитываются под запрос тепла, в них обязательно должны быть предусмотрены резервные варианты по сбросу его излишков — путём выбора буферной ёмкости большего, чем требуется, размера или даже подогрева земли, направления тепла в скважины или траншеи. Существует даже вариант затенения коллекторов при отсутствии запроса на нагрев.

Только правильный подбор всех элементов солнечной системы автономного теплоснабжения способен обеспечить отсутствие проблем! Напорные системы вообще очень точно рассчитываются под запрос тепла, в них обязательно должны быть предусмотрены резервные варианты по сбросу его излишков — например, выбором буферной ёмкости большего размера

Передовые солнечные установки компании Vaillant работают по технологии DrainBack. Вольный перевод этого термина — «самоопорожняющийся» — как нельзя точно отражает суть технологии. Как вы поняли, это безнапорные системы.

Установки DrainBack конструктивно лишены возможности стагнирования. В герметичном гелиоконтуре одновременно находятся и теплоноситель, и воздух. В рабочем состоянии теплоноситель циркулирует по контуру, а воздух собирается либо в специальной ёмкости (VPM D), либо в расширенном змеевике в косвенном накопителе (auroSTEP). Когда запрос на нагрев прекращается, насос гелиоконтра выключается, и теплоноситель естественным образом стекает вниз, выдавливая воздух вверх в коллекторное поле. Таким образом, коллектор находится в сухом состоянии, и даже в яркий день его возможное нагревание до 200 °C не приведёт к негативным последствиям.



Единственным незначительным минусом такой установки может стать момент подачи теплоносителя в раскалённый коллектор — теоретически, первые капли закипят, а к каким последствиям это приводит, вы уже знаете. На практике же этот риск сведён к нулю благодаря автоматике, которая, во-первых, максимально «снимает» тепло с коллекторов, даже превышая требуемые параметры (в допустимых пределах), тем самым не давая системе перегреваться; во-вторых, не даёт системе запускаться, если температура на сухом коллекторе превышает 95 °С.

Как видно, безнапорные установки сохраняют все технические возможности напорных систем и при этом не подвержены закипанию. Это позволяет спокойно комплектовать установку точно под потребности или с запасом без риска допустить ошибку в подборе количества коллекторов и без необходимости предусматривать сброс излишков тепла, что приводит к значительной экономии средств.

Теперь о самих коллекторах.

Принципиально они делятся на два типа — плоские и трубчатые (или вакуумные). Vaillant предлагает и те, и другие. Рассмотрим их конструктивные особенности.

Плоские солнечные коллекторы Vaillant auroTHERM VFK plus — отличное соотношение цены и эффективности. Особое, высокой степени прозрачности стекло, защищённое от сколов и трещин, фокусирует лучи на поверхности коллектора, а высокоэффективный алюминиево-медный адсорбер обеспечивает высокий коэффициент превращения солнечной энергии в тепло.

Трубчатый или вакуумный коллектор auroTHERM VTK exclusive собран из трубок борсиликатного стекла, устойчивого к граду. Трубки размещены на специальном зеркале-отражателе, покрытом керамикой. Благодаря отражателю сложной параболической формы увеличивается эффективная площадь адсорбера, то есть трубки поглощают солнечную энергию всей круговой поверхностью. Эффективность вакуумного солнечного коллектора



не снижается даже при попадании света под небольшим углом. У других производителей встречаются более дешёвые трубчатые коллекторы без отражателей. Их эффективность значительно ниже, поэтому на покрытие одинаковой потребности в тепле понадобится большее количество как самих коллекторов, так и крепежей, элементов гидравлической обвязки, теплоносителя, что может сделать проект неэкономичным.

Для эксплуатации в российских условиях подходят оба типа коллекторов. Стоит иметь в виду, что эффективность вакуумного коллектора будет несколько выше в пасмурные дни и зимой. К преимуществам этого типа коллекторов также стоит добавить экономичность в использовании: в случае порчи плоского коллектора приходится заменять его целиком.



ком, а если повреждён вакуумный, достаточно будет заменить повреждённую трубку.

Плоские коллекторы лучше собирают прямые солнечные лучи. При том, что они отлично показывают себя и в центральной полосе России, в южных регионах, конечно же, их эффективность выше. Плоские коллекторы большей частью применяются, когда требуется обеспечить большим количеством тёплой воды как жилой дом, так и инфраструктурный объект в течение весенне-осеннего сезона, или просто подогреть воду в бассейне. Плоский коллектор летом при прямом солнечном свете имеет больший КПД, чем вакуумный. Поэтому для горячего водоснабжения летом и в межсезонье лучше использовать его.

Важным моментом при выборе типа солнечного коллектора является система, в которую он должен быть включён. Речь снова пойдёт о напорных и безнапорных установках. Для системы DrainBack компании Vaillant специально спроектированы плоские коллекторы auroTHERM VFK 135/2 VD и VFK 135/2 D (только для пакетов auroSTEP). Подчёркнём, что только эта модель может функционировать в незакипающих установках. Другие же плоские коллекторы из линейки компании Vaillant могут применяться только в напорных системах. Вакуумные коллекторы интегрируются только в системы под давлением — со всеми вытекающими плюсами и минусами.

Солнечный коллектор, будь то плоский или трубчатый, требует солнечной погоды и эффективно работает в большей степени весной, летом и ранней осенью. Однако даже зимой температура теплоносителя в коллекторе будет подниматься до 30 °С, а это уже половина от необходимой температуры в системе отопления. Даже в самых идеальных условиях комплект солнечных коллекторов не в состоянии полностью заменить традиционный источник тепла, но способен обеспечить значительную экономию топлива. Конечно же, максимальной эффективности любой системы отопления — и особенно в комбинации с солнечной установкой — реально добиться только в том случае, если теплотери дома сведены к минимуму. Рекомендуется сочетать солнечную установку с конденсационным газовым котлом, если доступно использование газа, или же с тепловым насосом, если подведение газа к объекту не представляется возможным.

Доверять проектирование и монтаж систем со сложным инновационным оборудованием можно только профессионалам, прошедшим обучение и имеющим сертификат. ●

Нужно ли чистить коллекторы — зимой от снега, летом от пыли?

Летом пыльный ветер часто чередуется с дождями, поэтому коллекторы естественным образом очищаются. Бывают, конечно, регионы, в которых преобладают засушливые периоды или в воздухе присутствуют взвеси от производств, тогда дождь может не спасти — в этом случае нужно предусмотреть возможность протирать коллекторы.

При правильной установке плоского коллектора (под углом 45°) снег будет естественным образом сползать по нему вниз. Если же в переходный температурный период снег всё же налип, достаточно небольшого потока света, чтобы растопить навалившийся за ночь слой снега. Для этого должен остаться незакрытым хотя бы небольшой участок поверхности коллектора.

Вакуумный коллектор практически не нагревается, поэтому растопить снег он, к сожалению, не сможет. Однако накопиться снег может только если будет липким, в остальных случаях снег обычно выдувается ветром.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Инновационные бытовые водонагреватели Gorenje накопительного типа

Основой любого водонагревателя является бак для нагрева и хранения горячей воды под давлением. Бак нагревателей Gorenje выполнен из высокоуглеродистой стали холодной прокатки, что обеспечивает водонагревателю существенные преимущества.

Применение высокоуглеродистой стали холодной прокатки, в отличие от горячекатаной стали, позволяет получить ряд преимуществ:

- листовая сталь холодной прокатки имеет более однородную кристаллическую структуру, что уменьшает напряжения в конструкции;
- на поверхности отсутствует окалина, что улучшает адгезионные свойства эмалей и полностью лишает возможности попадания токсичных соединений в рабочую среду, в данном случае — в нагреваемую воду.

Все эти преимущества холоднокатаной стали позволяют изготавливать баки из довольно тонкого и прочного листа, увеличить срок их эксплуатации, повысить физико-химическое и эстетическое качество как внутренней, так и внешней поверхности бака, повысить коррозионную стойкость бака.

Основой защиты поверхности бака от коррозии и избегания попадания солей тяжёлых металлов в нагреваемую воду является уникальная технология влажной эмалировки внутренних поверхностей баков. В случае применения данной технологии наносимая на подготовленную поверхность эмаль равномерно растекается, имея постоянный по толщине слой по всей поверхности, что, в свою очередь, позволяет получить надёжное и долговечное покрытие. Покрытая защитным материалом (суспензией эмали) поверхность высушивается и запекается при температуре 850 °С. В состав суспензии входят твёрдые фракции из кварцевого песка и фритта (молотое стекло). При спекании на поверхности металла — основе бака — фритт расплавляется до жидкого состояния, заполняя поры и микротрещины в металле, обеспечивая надёжное сцепление с поверхностью, высокие физико-механические, прочностные и эстетические характеристики. Толщина покрытия составляет порядка 500 мкм. Структура покрытия — пластичная,

Преимущества холоднокатаной стали позволяют изготавливать баки из тонкого и прочного листа, увеличить срок их эксплуатации, повысить физико-химическое и эстетическое качество как внутренней, так и внешней поверхности бака, повысить коррозионную стойкость бака

обладающая высокой адгезией, что при деформациях основы бака позволяет надёжно удерживать покрытие на поверхностях бака без разрушения.

Подобная структура эмали не только сохраняет целостность покрытия, но и минимизирует развитие глубоких трещин, препятствуя коррозии. Кроме того, основной фритта и кварцевого песка является двуокись кремния — материала, устойчивого к щелочам и большинству кислот, нерастворимого в воде и не выделяющего токсичных соединений.



Ещё одной особенностью двуокиси кремния и материалов, изготавливаемых на её основе, является высокая диэлектрическая проницаемость, составляющая $\approx 3,0$. Для сравнения — этот показатель у воздуха равен 1,0, что говорит о хороших электроизоляционных свойствах данного вида эмали и, следовательно, о повышенной электробезопасности водонагревателя в целом.

Важным элементом в системе бойлеров Gorenje является анод из магниевого сплава. Анод размещается в непосредственной близости от ТЭНа, что способствует защите бака водонагревателя и ТЭНа от коррозии и солевых отложений (накипи). Анод представляет собой металлический штывер с нанесённым на него слоем в 10–15 мм магниевого сплава. В процессе эксплуатации бойлера магниевый анод разрушается до металлического основания.





При полном разрушении анода теряются его защитные свойства. Магниевые аноды, применяемые в водонагревателях Gorenje, рассчитаны на весь срок эксплуатации бойлера. Кроме того, они, как и нагревательные элементы ТЭНа, просты в замене, что в целом позволяет продлить срок эксплуатации водонагревателей даже в условиях использования «жёсткой» воды.

В бойлерах Gorenje используются два вида ТЭНов в зависимости от модели водонагревателя — погружной и сухой. Погружной ТЭН изготавливается из меди — материала, устойчивого к коррозии, поэтому при своевременном обслуживании срок эксплуатации может достигать 10 лет. Нагревательные элементы подобного типа при электрической мощности в 2 кВт имеют высокий коэффициент теплоотдачи, что позволяет переводить всю тепловую мощность нагревательного элемента в нагрев воды без потерь на нагревание вспомогательных слоёв ТЭНа. Такая конструкция даёт возможность добиться более высокой скорости нагревания воды.

Сухой нагревательный элемент (трубчатый ТЭН) выполнен из металлической трубки, покрытой высококачественной эмалью, внутри которой расположен нагревательный элемент. Достоинством нагревателя такого типа является отсутствие контакта нагревательного элемента с водой, что положительно сказывается на электробезопасности и поверхности самого ТЭНа — отсутствие солевых отложений и накипи. Это позволяет проводить эксплуатацию элемента без замены в течение длительного промежутка времени. В баке размещается два таких элемента максимальной мощностью 1 кВт каждый.

Водонагреватели Gorenje отвечают не только самым современным требованиям экологичности и безопасности, но и энергосбере-

жения. Энергосберегающие технологии присутствуют как в применении специализированных конструкционных материалов, так и в уникальном электронном управлении.

Для минимизации тепловых потерь в водонагревателе используются специальные теплоизолирующие материалы. В качестве материала теплоизоляции применяется полиуретановая пена. Имея низкий коэффициент теплопроводности и высокие физико-механические свойства, полиуретановая пена после застывания обеспечивает механическую прочность конструкции водонагревателя (снижая шумы и вибрации на корпус и крепления бака), защиту от тепловых потерь и повышает электробезопасность нагревателя.

Для равномерного нагрева воды также применяется специальная конструкция водоналивной горловины грибовидной формы. Водоналивной узел подобного типа позволяет



равномерно распределять холодную воду по поверхности основания бака, обеспечивая тем самым равномерное смешивание и распределение конвекционных потоков при смешивании холодной и горячей воды и, как следствие, равномерное нагревание воды по всему объёму бака водонагревателя.

Система управления температурой водонагревателей разделяется на два типа — механическая и электронная.

Механическое управление является простым и понятным для пользователя и имеет три основные функции: функция предотвращения замерзания воды в баке поддерживает температуру в баке на уровне 10 °С; функция, позволяющая осуществить экономичный режим работы и поддерживать температуру на уровне 60 °С; функция выхода на максимальную температуру нагрева воды до 75 °С.

В бойлерах Gorenje используются два вида ТЭНов в зависимости от модели водонагревателя — погружной и сухой. Погружной ТЭН — медный

Электронное управление Smart позволяет пользователю расширить функционал управления прибором — даёт возможность выставления температуры с точностью до 1 °С и экономить энергию при помощи режима EcoSmart. Помимо этого, при длительном хранении воды в баке имеется функция обеззараживания воды путём термического уничтожения появившихся в процессе хранения воды в баке болезнетворных бактерий легионеллы. Для уничтожения появившихся в баке в процессе длительного хранения воды без слива бактерий, в том числе легионелл, предусмотрен автоматизированный режим управления нагревом — «Антилегионелла». В режиме «Антилегионелла», при хранении воды продолжительное время, каждые 14 дней вода в баке нагревается до 60 °С, и некоторое время температура воды поддерживается на заданном уровне, обеспечивая ликвидацию болезнетворных бактерий.

Все процессы, как по ликвидации болезнетворных бактерий, так и по системе энергосбережения и точному контролю температуры, поддерживает современная автоматизированная система контроля, построенная с применением программируемых микроконтроллеров (микропроцессорных систем).

Помимо вышеперечисленных, у водонагревателей Gorenje имеются ряд других преимуществ, включая современный дизайн, надёжность, сертификацию и тестирование каждого прибора согласно стандартам ISO 9001 и EN 60335-1, а также гарантию 10 лет. ●

www.gorenje.ru



Промышленные котлы в инновационном тепличном хозяйстве

Энергоцентр — одна из основных составляющих тепличного комбината (или производств в защищённом грунте). Он обеспечивает теплом и электричеством весь комплекс и помогает поддерживать нужный микроклимат в теплицах. Особые условия, необходимые для эффективной работы тепличных хозяйств, растущая стоимость энергоресурсов, стремление повысить эффективность производства и сократить затраты — все эти факторы влияют на выбор отопительного оборудования для энергоцентра.

Для начала рассмотрим ключевые особенности работы энергоцентра современного тепличного хозяйства. Он несёт две ключевые функции. Первая — поддержание необходимых параметров микроклимата в теплицах; вторая — подкормка растений CO_2 из отработанных газов в светлое время суток. Подкормка крайне важна, так как помогает повысить урожайность культур до 40%. Котельные газы при этом должны содержать минимальные объёмы вредных веществ, в основном оксидов азота, которые оказывают губительное влияние на растения.

Кроме этого, расходы на генерацию тепла достигают 40–50% в структуре затрат тепличного хозяйства, поэтому важно, чтобы оборудование обладало высоким КПД и было энергоэффективным.

Современная технология, уже применяемая в тепличных комплексах, основана на использовании баков-аккумуляторов очень большого объёма (несколько тысяч кубических метров воды). Это позволяет при отсутствии или малой потребности в тепловой мощности для обогрева теплиц генерировать требуемое количество CO_2 для подкормки растений, а избыточное тепло накапливать для последующего использования, в том числе и в период, когда углекислый газ не требуется, например, в ночное время.



Такая схема позволяет отказаться от котлов с большим водяным объёмом, традиционно использующихся в тепличных хозяйствах.

Котлы со стандартным водяным объёмом обладают рядом преимуществ:

1. Они более компактны, занимают меньше площади энергоцентра, не так требовательны к фундаментам ввиду меньшего веса, что позволяет сократить капитальные затраты.
2. В отличие от котлов с большим водяным объёмом, они не требуют использования дополнительного рециркуляционного насоса. Это позволяет сократить расход электроэнергии, которая вырабатывается энергоцентром, а также снизить затраты на обслуживание и замену оборудования.

Котлы со стандартным водяным объёмом обладают рядом преимуществ:

1. Данные котлы существенно компактнее, занимают меньше площади энергоцентра, не так требовательны к фундаментам.
2. Такие котлы не требуют использования дополнительного рециркуляционного насоса.
3. Обеспечивают быстрый прогрев рабочей зоны, что значительно сокращает образование конденсата

3. Меньший объём стандартных котлов обеспечивает их быстрый прогрев, что значительно сокращает образование конденсата. Конденсат, образующийся внутри котла при его прогреве, — это довольно сильная углекислота с $\text{pH} \approx 3-5$ и температурой около 60°C . Образование в котле такой кислоты ведёт к преждевременному выходу из строя из-за так называемой «низкотемпературной коррозии». Чем быстрее котёл прогревается и проходит точку росы, тем меньше вероятность поломки по указанной причине.

4. Допустимое рабочее давление котла со стандартным водяным объёмом выше и составляет 6 бар. Толщина металла котла в этом случае больше, а сам котёл надёжнее и долговечнее. Это не приводит к существенному увеличению массы и стоимости, так как размеры меньше.

5. Используемые в составе котлоагрегатов Bosch современные горелочные устройства с внутренней рециркуляцией дымовых газов генерируют экстремально низкие количества NO_x (менее 60 мг/м^3 для газовых горелок и менее 70 мг/м^3 для двухтопливных горелок) во всём диапазоне регулирования котла. Для сравнения, традиционные для тепличных хозяйств котлы генерируют допустимые значения NO_x ($72\text{--}75 \text{ мг/м}^3$) только в диапазоне от 30 до 50%. Большой диапазон регулирования котлов Bosch позволяет более точно генерировать и дозировать количество CO_2 , что исключает перерасход топлива и ведёт к экономии средств.

6. Современная система автоматизации котлов Bosch, построенная на контроллерах Siemens, обеспечивает управление пуском котлов, точную регулировку в соответствии с потребностью в CO_2 и тепловой энергии, защиту котлов от ненормативных (аварийных) режимов работы, передачу всей необходимой информации в систему АСУ ТП (SCADA) тепличного комплекса. Кроме того, система автоматизации полностью совместима и работает под управлением контроллеров, отвечающих за микроклимат теплиц, например, контроллеров голландской фирмы Priva.

7. Горелки и циркуляционные насосы комплектуются частотными преобразователями, что позволяет ещё больше экономить электроэнергию.

Перечисленными преимуществами традиционно обладают высококачественные импортные котлы, однако колебания



курсов валют привели к удорожанию импортного оборудования и спровоцировали на российском рынке дефицит эффективных решений для теплиц, которые были бы доступны по приемлемой цене. Решением этой проблемы отчасти стала локализация производства котлов.

Так, например, Bosch в 2014 году запустил производство в городе Энгельс Саратовской области.

На заводе Bosch используются передовое немецкое оборудование и технологии, контроль качества осуществляется по немецким стандартам, а работники проходят регулярное обучение и повышение квалификации в Германии. За счёт локализации производства компании удалось добиться конкурентоспособных цен при полном сохранении немецкого качества продукции. Также благодаря размещению производства в России продукция завода соответствует требованиям госу-

дарственных программ субсидирования импортозамещения. Сочетание этих факторов является решающим при выборе котельного оборудования для инновационных промышленных теплиц.

Одним из примеров может служить энергоцентр крупного тепличного комплекса, который будет запущен в октябре 2017 года агрохолдингом «Выборжец», производителем овощей и зелени, расположенным в Ленинградской области.

«Выборжец» известен своим инновационным подходом к развитию производства. Так, в 1990-е годы холдинг первым в регионе стал поставлять продукцию с корневой системой, в 2000 году освоил технологию досвечивания растений, а в 2010-м — технологию «интерплантинга» — выращивания старых и молодых растений в одной теплице.

В новом энергоцентре агрохолдинга будут установлены пять водогрейных газовых котлов Bosch Unimat UT-L мощностью $16,4 \text{ МВт}$ каждый. Три из них будут работать на тепличное хозяйство, два — обеспечивать теплом рабочий посёлок и служить источником резервной мощности. Современные горелки помогают обеспечить экстремально низкое содержание оксидов азота в отработанных газах. Система управления котлами интегрирована с АСУ тепличного хозяйства и системой управления микроклиматом теплиц, позволяя вывести удобство и эффективность управления на качественно новый уровень.

Важное преимущество котлов Unimat UT-L — это высокий КПД, который достигает 95%. Котлы поставляются в комплекте с экономайзерами (конденсаторами) из нержавеющей или оцинкованной стали, которые позволяют Unimat UT-L работать в конденсатном режиме с КПД до 105%. Также в комплект поставки входит вся необходимая запорно-регулирующая арматура.

Завод-производитель регулярно расширяет мощностной ряд котлов, что позволяет подобрать оборудование точно под потребности проекта, не создавая невостребованных излишков мощности и неоправданных капитальных затрат.

Референс-лист промышленных котлов Bosch в России насчитывает десятки проектов, в том числе и в сельском хозяйстве. В настоящий момент на разных стадиях проработки находятся ещё несколько проектов энергоцентров с котлами Bosch для тепличных хозяйств. Таким образом, использование комплексных решений Bosch в тепличных хозяйствах Российской Федерации уже становится распространённой практикой. ●



Несуразный тариф

В последнее время резко возросло внимание к средствам объективной оценки процессов, связанных с затратами энергии и ресурсов. И, ввиду невероятной важности обеспечения условий нормальной жизнедеятельности людей, такому контролю прежде всего следует подвергнуть многочисленные услуги, оказываемые населению предприятиями жилищно-коммунального хозяйства. Тем более печально, что здесь не обходится без парадоксальных недочётов. В частности, в системе горячего водоснабжения.

В одном из предыдущих номеров журнала С.О.К. описывалась деятельность Рабочей группы Экспертного совета при Правительстве РФ по повышению энергоэффективности, возглавляемой Е.Л. Николаевой [1]. Создание такого органа, состоящего из профессионалов своего дела, вселяет надежду на то, что и в чрезвычайно энергоёмком комплексе жилищно-коммунального хозяйства возможно ожидать существенных изменений.

В последнее время, в частности, резко возросло внимание к средствам объективной оценки процессов, связанных с затратами энергии и ресурсов. И, ввиду невероятной важности обеспечения условий нормальной жизнедеятельности людей, такому контролю следует подвергнуть прежде всего многочисленные услуги, оказываемые населению предприятиями жилищно-коммунального хозяйства. Тем более печально, что в этой важной сфере не обходится без парадоксальных недочётов. В частности, в системе горячего водоснабжения.

Как справедливо отметила Елена Николаева в своём интервью, «очень сложно двигаться, пока нет чёткого понимания, что нам продают и в каком виде». И здесь напрашивается простое сравнение.

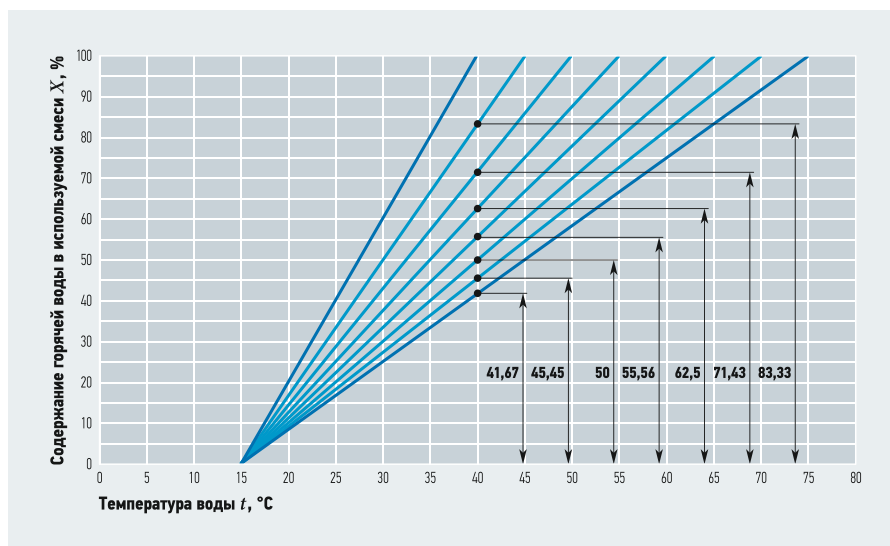
Если вы заказали доставку на дом какого-то скоропортящегося продукта, то при получении, разумеется, вы обратите внимание на его состояние. И если что-то вас не устраивает, то вы имеете право в установленном порядке обжаловать эту услугу, отказаться от неё или получить соответствующую компенсацию. И производитель с перекупщиками и прочими «прилипалами» тут беспомощны, поскольку в подобных случаях есть влияние покупательского спроса и необходимый действенный контроль.

Даже если температура горячей воды не выходит за допустимые пределы (60–75 °С), то есть нет никаких нарушений установленных нормативов, то и тогда разница в оплате этой воды может достигать 30% и более

Совсем иначе обстоят дела с оплатой услуг ЖКХ и, в частности, горячего водоснабжения (ГВС). Вода, поданная в многоквартирный дом (МКД), течёт по разным (и по сечению, и по длине, и по степени теплоизоляции, и по материалу, из которого они изготовлены, и т.д.) трубам к разным потребителям. Кто-то получает её прямо «на разливе», горячую, кто-то — немного погодя, уже чуть остывшую, а к кому-то она приходит уже сильно охлаждённой после длительного путешествия по трубам и посещения застойных зон. Циркуляция воды для поддержания заданной температуры в «основных артериях», конечно, предусмотрена проектировщиками, но ведь все проблемы не решить, и поэтому мы покупаем то, что предлагаем.

Есть, правда, ещё система двухкомпонентной оплаты услуг ГВС, согласно которой стоимость их складывается из двух составляющих — холодной воды и энергозатрат на её подогрев. Но это всё опять только про учёт затрат поставщиков — к вопросу: «С кого сколько брать, исходя из качества услуги?» данный аспект никакого отношения не имеет.

И по сей день очень часто жители одного и того же дома платят одинаково за услуги самого разного качества. Даже если температура горячей воды не выходит за допустимые пределы (60–75 °С), то есть



•• Рис. 1. Семейство термозквивалент

Автор: Г.Ф. КУДРЯВЦЕВ, к.т.н.

нет никаких нарушений установленных нормативов, то и тогда разница в оплате этой воды может достигать 30% и более. Всё это из-за того, что «горячая вода» — это нечто неопределённое. И, значит, платить за неё по принципу «сколько пролил, столько и купи» глупо. Вылитые из крана кубометры не могут, как, например, киловатты в электроснабжении, быть объективными критериями стоимости услуг. Киловатт-час — «он и в Африке киловатт-час». А приравнивать в цене почти кипяток и чуть тёплую водичку — явно несправедливо.

Мало того: оказывается, поставщикам выгодно «не догревать» воду, поскольку чем ниже её температура, тем больше её расход. И потребители прекрасно это понимают. Доказательством тому может служить количество гневных откликов на петицию под заголовком «*Пересмотрим тарифы на горячую воду! Введём справедливый учёт!*» на сайте «Демократор». Но не могут, а скорее, не хотят знать этого чиновники. Их в какой-то степени можно понять, если вспомнить давние «дочубайсовские» десятилетия, когда такая система тарифообразования не привлекала к себе внимания, поскольку все услуги ЖКХ не выливались в сколько-нибудь чувствительные для кармана суммы. Сейчас же, когда вода и тепло вдруг стали во много раз дороже, трубы продолжают гнить, и надо наконец-то их менять, а наши зарплаты и пенсии продолжают таять, аппетиты соответствующих «специалистов» пошли в рост.

Ради справедливости надо отметить, что в обоих случаях (и при доставке товаров на дом, и при оплате горячей водоснабжения) есть определённые правила обжалования. В частности, в случае ГВС можно сослаться на специальное Постановление Правительства РФ №354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» [2], но пользоваться этой возможностью из-за сложности процедур обжалования чаще всего охотников не находится.

На рис. 1 представлено семейство прямых, названных нами термоэквивалентами. По оси абсцисс отложена температура воды t [°C], а по оси ординат — процентное содержание горячей воды в используемой смеси. На уровне $X = 100\%$ отложены значения температур якобы горячей воды (в соответствии с СанПиН 2.1.4.2496-09 её температура должна составлять 60–75°C, но бывает всякое).

Предположим, что для кого-то из нас наиболее комфортной для помывки является вода с температурой 40°C. В таком случае, если температура горячей воды $t = 75^\circ\text{C}$, то в смеси её должно содержаться 41,67% от всего объёма, если же температура горячей воды $t = 60^\circ\text{C}$, то в смеси её должно быть 55,56% от всего объёма. Далее по аналогичному методу отсчёта. И, наконец, если $t = 40^\circ\text{C}$, то для помывки мы вынуждены использовать лишь одну «горячую» воду. Значит, чем «холоднее» горячая вода, тем дороже (при принятой ныне методике образования тарифов ГВС) она нам обходится.

Надо уточнить, что данный график выполнен для случая, когда температура холодной воды в магистрали равна 15°C. В случае других её значений на графике точка с координатами $X = 0\%$ переместится по оси t [°C], что мало изменит получаемые указанные выше значения X для различных температур подаваемой горячей воды.

Отсюда легко уяснить, что тариф на горячую воду не может быть постоянным и должен линейно возрастать при повышении её температуры и уменьшаться при её спаде.

Мы сделали высокое качество доступным!

Расширительные мембранные баки
Flexcon R - для систем тепло-, холодоснабжения,
Airfix R - для систем водоснабжения (ГВС/ХВС);

от 8 до 1000 литров, PN 6, 10 бар,
теперь на складах по всей России!



10 лет
срок службы



ЕВРОПЕЙСКИЕ
мембраны



НЕРЖАВЕЮЩИЙ
фланец*

* нержавеющий фланец - стандартное исполнение серии Airfix R

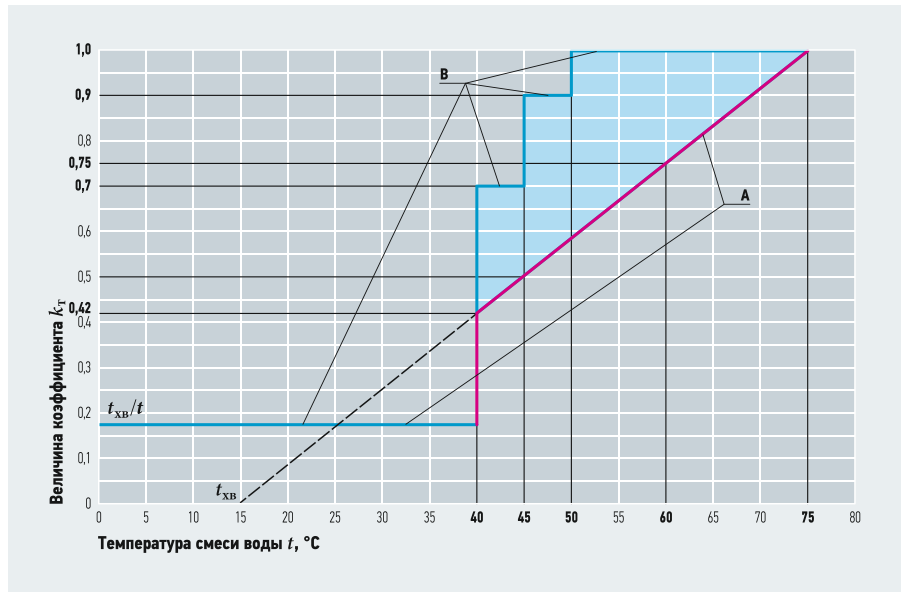
www.meibes.ru

ООО «Майбес РУС»



Согласно [2], при понижении температуры горячей воды ниже 40°C её тариф следует приравнять к тарифу холодной воды. Если это положение оставить в силе, то разумное изменение тарифа можно представить линией А на рис. 2.

В настоящее время в весьма ограниченных масштабах попытки решения проблемы несостоятельности тарифов ГВС реализуются, например, путём использования так называемых «многотарифных» счётчиков. Их режим изменения стоимости кубометра воды в зависимости от её температуры представлен линией В на том же рис. 1. Очевидно (см. залитую голубым область), что коэффициенты 1,0; 0,9 и 0,7 в этом случае выбраны произвольно и безосновательно, и поэтому такие счётчики по-прежнему не исключают необходимость переплаты за услуги ГВС.



•• Рис. 2. Изменение тарифа

Имеется реальная возможность покончить с действующим ныне абсолютно необоснованным методом начисления платы за услуги ГВС и, проведя инновационную разработку, перейти к цивилизованной системе определения стоимости услуг с учётом их качества

Ещё более завышенными эти переплаты становятся при использовании «двухтарифных» счётчиков, осуществляющих отдельную регистрацию общего количества использованной потребителем воды и её части с температурой ниже 40°C.

Следовало бы установить правило, согласно которому тариф на горячую воду должен устанавливаться поставщиком из расчёта затрат на достижение какой-либо «базовой» температуры (например, при 75°C имеем $k = 1$), а при учёте расхода воды потребителем должны вводиться поправки, исходя из приведённых на рис. 2 зависимостях. (Поэтому, кстати, термин «многотарифный» применительно к счётчикам следует считать некорректным.)

В случае реализации измерения расхода по предлагаемому принципу счётчик должен быть выполнен на основе блок-схемы, приведённой на рис. 3, и содержать блок питания (не показан), размещённую на трубопроводе крыльчатку Кр и электромагнитную муфту (ЭММ), электрически связанную с интегрирующим цифровым показывающим устройством (ИЧ) через усилитель-масштабизатор К со звеном автоматического регулирования усиления (АРУ), взаимодействующую

с накладным датчиком температуры (НДТ) горячей воды, протекающей по магистрали.

Горячая вода от стояка протекает по трубопроводу, вызывая вращение крыльчатки Кр со скоростью, пропорциональной интенсивности потока V . Скорость вращения крыльчатки Кр преобразуется электромагнитной муфтой в измерительный сигнал (частоту), который поступает на рабочий вход усилителя К со звеном автоматического регулирования усиления (АРУ). На звено АРУ усилителя К поступает сигнал с датчика температуры НДТ, который, изменяя коэффициент усиления, реализует зависимость, обозначенную на рис. 2 линией А. Эта поправка, вносимая в показания интегрирующего цифрового показывающего устройства, ИЧ и определяет размер необходимой платы за услугу системы горячего водоснабжения с учётом происходивших колебаний температуры.



•• Рис. 3. Предлагаемая блок-схема

Очевидно, что при использовании в указанных целях счётчиков других типов (электромагнитных, ультразвуковых и пр.), должны использоваться и усилители К соответствующих систем.

Таким образом, имеется реальная возможность покончить с действующим ныне абсолютно необоснованным методом начисления платы за услуги ГВС и, проведя инновационную разработку (например, на основе приведённых выше соображений), перейти к цивилизованной системе определения стоимости услуг с учётом их качества. Это тем более важно, поскольку получаемые результаты используются при аналоговом методе разработки нормативов для домов, где по каким-то причинам нельзя установить счётчики. Очевидно, что предлагаемый метод не будет приветствоваться работниками жилищно-коммунального хозяйства, поскольку учитывает энергоэффективность системы горячего водоснабжения по действительно конечному результату — качеству услуги, получаемой непосредственно потребителем.

Кроме того, препятствием на этом пути (автор знает это по собственному опыту) является безразличие, лень или некомпетентность многих чиновников. Со временем, пожалуй, автор назовёт их поимённо. Но хотелось бы, чтобы необходимость в этом отпала. ●

1. Николаева Е.Л. Результат работы — реальная экономия // Журнал С.О.К. 2017. №4. С. 19–21.
2. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 №354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов».



«Оазис», с которым тепло

В России насчитывается пять климатических зон — от Арктики до субтропиков, причём зоны континентального и резко континентального климата занимают на карте страны колоссальные, доминирующие пространства. Выходит, что практически везде, где живут и трудятся наши соотечественники, они не могут обойтись без отопительных приборов.

Одним из ведущих производителей и поставщиков отопительной техники в России считается компания Forte Home GmbH, торговое подразделение холдинга Forte, в каталоге которой насчитываются десятки моделей разнообразных конструкций, предназначенных для применения в различных условиях. Особое место в спектре продукции компании занимают стальные панельные радиаторы Oasis.

Конструктивно панельный радиатор состоит из двух приваренных друг к другу отштампованных стальных листов. При соединении они образуют внутри себя пустоты — каналы, по которым циркулирует теплоноситель — вода определённых кондиций, ведь сталь подвержена коррозии. Именно по этой причине панельные радиаторы производят из низкоуглеродистой стали с повышенной коррозионной стойкостью.

Панельные радиаторы отличаются сравнительно небольшой глубиной и весом, что определяет их слабую тепловую инерционность. Их рекомендуется использовать в индивидуальном и малоэтажном строительстве.

Стальные панельные радиаторы Oasis, точно так же, как импортируемые в Россию аналоги, изготавливаются по единой для всего мира производственной технологии. Отсюда следует, что по характеристикам, качеству изготовления и надёжности панельные радиаторы всех марок, производимых в Турции, абсолютно одинаковы, а давно освоенные промышлен-

ностью технологии штампования и сварки дают возможность производить батареи самых разных габаритов и тепловых мощностей.

Радиаторы Oasis представлены в каталоге компании Forte Home GmbH двумя линейками: Compact с боковым подключением и Venti — с нижним. Помимо этого, данные приборы поставляются в двух конструктивах: «тип 11», который состоит из одной панели и одной обрешётки, и «тип 22», состоящий из двух панелей с двумя обрешётками.

Стальные панельные радиаторы Oasis, точно так же, как импортируемые в Россию аналоги, изготавливаются по единой для всего мира производственной технологии

Оба типа панельных радиаторов Oasis характеризуются высокой теплоотдачей и максимальным рабочим давлением теплоносителя 10 атм, а широкий диапазон модификаций позволяет использовать их в помещениях практически любых размеров.

Все модели стальных радиаторов Oasis производятся из холоднокатаной стали, их поверхность обрабатывается путём электрофореза и покрывается полиэпоксидной порошковой эмалью белого цвета по технологии электронапыления.

Радиаторы Oasis с нижним подключением комплектуются термостатическими клапанами.

Радиаторы Oasis сравнительно недороги, качественны и долговечны. На все модели предоставляется гарантия в 10 лет.

Благодаря развитой федеральной системе продаж, тщательно продуманной логистике и 11-летнему опыту работы на российском рынке, компании Forte Home GmbH с 2014 года удалось увеличить объём поставок радиаторов Oasis в десятки раз. В планах холдинга реализовать в 2017 году свыше 100 тыс. таких отопительных приборов. ●

ООО «Форте Хоум ГмбХ»

Тел. +7 (863) 204-20-40
info@fortehome.ru, www.fortehome.ru





Термоклапан — полвека работы в системах отопления Европы и России

Система централизованного отопления, конечно, спасает в холодное время года, но бывает, что жар в радиаторах «зашкаливает» и становится дискомфортно. От переизбытка тепла потребителям в доме приходится зимой открывать окна. Когда в середине XX века европейцы испытали на себе этот дискомфорт, они изобрели термостатический радиаторный клапан. Он и сейчас пользуется большим спросом. Однако правильно устанавливать и пользоваться этим устройством удаётся не всегда, что приводит к нежелательным последствиям.

Дело в трубе

Термостатические радиаторные клапаны используются в США, Европе и России с одинаковым успехом. Эти устройства не устаревают и не выводятся из производства. В комплекте с клапанами могут продаваться и термоголовки, их также можно приобретать отдельно. Термоголовки автоматизируют процесс регулирования температуры в помещении. Внутри устройства находится термочувствительный элемент — сильфон. Именно он реагирует на температуру в помещении и в случае её повышения или понижения позволяет автоматически регулировать нагрев или охлаждение радиатора.

Европейские производители выпускают термоклапаны как для однотрубной, так и для двухтрубной отопительных систем. Чтобы правильно подобрать устройство и не ошибиться в выборе, нужно знать, какой объём теплоносителя будет проходить через клапан в радиатор. Всё зависит от того, к какой из двух отопительных систем подключён дом. Так, для однотрубной системы производятся клапаны с большей пропускной способностью, а для двухтрубной — с меньшей.

В ассортименте продукции PROFACTOR есть все виды клапанов. Например, угловой ½-дюймовый клапан PF RVT 382 целесообразно устанавливать в однотрубной системе, а прямой клапан ½ дюйма PF RVT 380 — в двухтрубной. Если ошибиться и установить не тот термоклапан, велика вероятность, что регулировать температуру в радиаторе не получится.

Однотрубная система отопления — наследие СССР

В советскую эпоху жёстко экономили на всём, поэтому в России и других республиках бывшего СССР широко распространилась однотрубная система отопления.

Европейские производители выпускают термоклапаны как для однотрубной, так и для двухтрубной отопительных систем. Чтобы правильно подобрать устройство и не ошибиться в выборе, обязательно нужно знать, какой объём теплоносителя будет проходить через клапан в радиатор



Автор: Густав РАЙШ, технический специалист компании PROFACTOR Armaturen GmbH



чае может помочь только тем, кто живёт на верхних этажах дома с однотрубной системой отопления. Устройство может снизить жар от батарей, уменьшив поток теплоносителя, но повысить его температуру клапан не в состоянии.

Нужно отметить, что во многих советских высотках и пятиэтажках типа «хрущёвка» устанавливались тяжёлые чугунные радиаторы. Увы, термклапаны на «чугунках» работают неэффективно, так как эти отопительные приборы долго нагреваются и ещё дольше остывают. Термклапаны предназначены для быстронагревающихся и быстроостывающих приборов, например, радиаторов из стали, алюминия или биметаллических.

Однотрубная система отопления вполне себя оправдывает в малоэтажных жилых домах, в школах, больницах и других

У неё, конечно, были свои преимущества: гидродинамическая устойчивость, лёгкость проектирования и монтажа, малые затраты материалов и средств, так как требуется установка только одной магистрали для теплоносителя. Так, в советских многоэтажках по одной магистральной трубе (стояку) теплоноситель подавался на самый верхний этаж, откуда по нисходящей магистрали последовательно распределялся по всем радиаторам дома. Пока теплоноситель достигал нижних этажей, он остывал, из-за этого верхние этажи обогревались интенсивнее, чем нижние. Жители советских многоэтажек, сохранившихся не только в Москве, но и во многих регионах России, до сих пор жалуются, что на верхних этажах дома зимой очень жарко, а на нижних — холодно. Увы, но радиаторный клапан в этом слу-



социальных учреждениях. Если в доме не более двух-трёх этажей, то однотрубная магистраль равномерно распределяет теплоноситель по всем радиаторам, и они не успевают остывать.

В этом случае чрезмерно разогретые радиаторы требуют установки термостатических клапанов для однотрубной системы отопления, например, углового ½-дюймового клапана PF RVT 382.

Основной недостаток однотрубной системы отопления — невозможность регулировать и направлять поток теплоносителя в отдельно взятые радиаторы. По магистрали он поступает на все присоединённые обогревательные приборы, в том числе и ненужные, что приводит к высоким теплопотерям. В СССР это называлось «отапливать улицу». Эта проблема существует и сейчас в оставшихся советских домах, а таких в России немало.



Двухтрубная система – больше возможностей

Хоть двухтрубная система отопления и считается более дорогой и сложной по схеме подключения, и её монтаж осуществляется гораздо тяжелее, но все эти недостатки компенсируются в зимнее время, когда в доме происходит максимальная аккумуляция тепла.

В двухтрубной системе циркуляция теплоносителя происходит более эффективно. По одной ветке горячий теплоноситель распределяется по радиаторам, а по второй — охлаждённая жидкость возвращается в котёл. При этом трубы по помещениям разводятся по особой коллекторной системе, что обеспечивает независимость работы радиаторов в цепи. То есть в случае аварии или ремонта любой радиатор можно отключить, при этом не прерывая работы всей отопительной

системы. Радиатор также легко отключается на время в целях экономии или за ненадобностью.

Ещё на этапе проектирования двухтрубной системы отопления предусматривается установка автоматических терморегуляторов для радиаторов отопления и, следовательно, возможность регулирования температуры в каждой комнате. Компания-застройщик приобретает термодатчики с термоголовками и устанавливает их во всём доме, где есть радиаторы. Но, как показывает практика и исследования специалистов PROFACTOR Armaturen GmbH, монтаж термоголовок не всегда оказывается правильным, даже если его произвели сами застройщики. Тем более если эту работу взять на себя, то следует знать, в каком положении термоголовка должна находиться по отношению к радиатору.



Не вводите сиффон в заблуждение

Как в Европе, так и в России попадаются застройщики, которые устанавливают термоголовку вертикально над клапаном. Конечно, это выглядит эстетично, но грубо нарушает правила и условия работы устройства. Если оно расположено так, то поток горячего воздуха от металлического клапана и радиатора устремляется непосредственно на термоголовку. Жар поднимается вверх и постоянно греет устройство. Находящийся внутри него сиффон решает, что в помещении достаточно тепло, поэтому уменьшает подачу теплоносителя в радиатор. При этом в комнате может быть довольно прохладно, но из-за неправильной установки термоголовка получает «ложный сигнал».

Так радиатор будет отключаться всякий раз, и довольно часто, не успевая как следует обогреть помещение. Поэтому термоголовка ни в коем случае не должна находиться в потоке горячего воздуха, поступающего от отопительных элементов. То есть её нужно устанавливать только параллельно полу!

Ещё на этапе проектирования двухтрубной системы отопления предусматривается установка автоматических терморегуляторов для радиаторов отопления и, следовательно, возможность регулирования температуры в каждой комнате

На практике специалисты компании PROFACTOR наблюдали и другие случаи, когда нерадивые мастера монтировали термоголовку вместе с радиатором в глубокой нише или под подоконником, то есть в ограниченном пространстве, где температура воздуха не такая, как во всём помещении. Вновь получая «ложный сигнал» и решив, что в комнате жарко, сиффон снижал теплоподачу.

Увы, «переубедить» термоголовку, «уединившуюся» с радиатором под подоконником или в нише, не получится, ей всегда «будет жарко».

Неправильная установка термоголовки может привести и к её «заморозке». Например, это случается, если устройство расположить на краю оконного проёма, откуда идёт нисходящий поток холодного воздуха. Тогда термоголовка охлаждается и «считает», что в помещении холодно, и, чтобы его согреть, в радиатор будет беспрерывно закачиваться теплоноситель.



Учитывая вышеприведённые примеры, специалисты PROFACTOR предупреждают потребителей: неэффективная работа или преждевременная поломка термоголовки на радиаторном клапане может оказаться следствием неблагоприятного внешнего воздействия из-за непрофессиональной установки устройства.

Работа любого термостатического радиаторного клапана зависит ещё от одного важного фактора — направления движения теплоносителя.

На всех устройствах PROFACTOR и других европейских производителей это направление указывается стрелкой. Устанавливать клапан требуется строго по направлению стрелки, а для этого нужно знать, в каком направлении подаётся в радиатор теплоноситель — сверху или снизу. Более того, в одной квартире, но в разных комнатах теплоноситель может подаваться в разных направлениях. Это, как правило, происходит в домах с двухтрубной системой отопления.

Термоклапан в дуэте и без

Если термоголовка считается капризным прибором, который может неэффективно работать в случае неправильной установки, то термостатический радиаторный клапан абсолютно неприхотлив, прост и надёжен.

Термоклапан устанавливается на входе в радиатор, посредством маховика можно вручную регулировать поток теплоносителя и самостоятельно устанавливать температуру в помещении. Если маховик закручивать, то поток теплоносителя уменьшается, что позволяет снизить температуру. И наоборот, открытый маховик пропускает в радиатор больший поток теплоносителя и максимально поднимает температуру в помещении.

Но тут есть важный нюанс! Если на входе в радиатор ставится обычный термоклапан, то на выходе обязательно мон-

тируется настроечный клапан, который ограничивает поток теплоносителя в системе. Оба клапана выступают «в дуэте» и одинаково отвечают за температуру радиатора. Если какой-либо из двух клапанов неправильно отрегулирован, то добиться нужной температуры в радиаторе будет сложно.

Однако без второго клапана в отопительной системе можно вполне обойтись, если на входе в радиатор поставить термоклапан с предварительной настройкой. Дело в том, что в преднастроечном клапане есть функции как регулировки, так и настройки потока теплоносителя. Последнее как раз и позволяет не ставить на выходе радиатора настроечный клапан.

объём потока теплоносителя, проходящего через клапан. С их помощью мастер-сантехник может отрегулировать клапан, то есть предварительно перевести его в нужное положение посредством шестигранного ключа. После этого через устройство будет проходить требуемый согласно проектировочным документам объём теплоносителя.

«Циферблат» на корпусе преднастроечного клапана, с цифрами от 1 до 6, соответствует мощности потока теплоносителя, где 1 — это обозначение минимального открытия клапана, а 6 — максимального. Это удобство настройки отличает термоклапан с преднастройкой от настроечного собрата, так как в по-



Клапан с «циферблатом»

Если с термоголовкой всё предельно ясно — она автономна и работает без вмешательства человека, то с самим термоклапаном не всё так просто. Рассмотрим последнее поколение этих устройств — термостатический радиаторный клапан с предварительной настройкой. Под маховиком на корпусе клапана выгравированы цифры от 1 до 6 (они расположены по окружности и напоминают циферблат часов). Так, например, выглядит продукция PROFACTOR с артикулами PF RVT 980 и PF RVT 982. Цифры обозначают

следнем операция настройки совершается «вслепую». Мастер может знать, какое количество оборотов приводит к уменьшению потока внутри системы, а может просто догадываться.

Поэтому «слепая» ручная настройка считается условной и приблизительной, она не гарантирует точности регулировки температуры радиатора.

В этой связи термоклапан с преднастройкой более удобен, так как позволяет соединить в одном устройстве две функции — регулировку и настройку потока теплоносителя.

Задача термоклапанов — предотвращать переизбыток тепла в радиаторах и устанавливать в помещениях максимально комфортную для человека температуру. Главное — не ошибиться в выборе устройства, обратить внимание на его технические характеристики, правильно установить, а при наличии термоголовки — создать такие условия для её функционирования, при которых она не получила бы «ложные сигналы». ●

Задача термоклапанов — предотвращать переизбыток тепла в радиаторах и устанавливать в помещениях максимально комфортную для человека температуру. Главное — не ошибиться в выборе устройства, обратив внимание на его технические характеристики

Анализ VRF-систем. Компоновка компрессорного узла

Сегодня на рынке присутствуют VRF-системы оригинальных японских, корейских и китайских брендов. Ещё больше VRF-систем многочисленных OEM-производителей. Внешне все они очень похожи и складывается ложное впечатление, что все VRF-системы одинаковы. Но «не все йогурты одинаково полезны», как говорилось в популярной рекламе. Мы продолжаем цикл* статей, направленных на изучение технологий получения холода, которые используются в современном классе кондиционеров — VRF-системах. Мы уже рассмотрели систему переохлаждения хладагента и её влияние на характеристики кондиционера. В этой статье мы изучим компоновку компрессорного узла.

Автор: С.В. БРУХ, технический директор ООО «Компания МЭЛ», технический редактор журнала С.О.К.

В VRF-системах кондиционирования сегодня применяются несколько принципиально различных схем регулирования производительности: On/Off-регулирование, байпасирование, импульсное регулирование, инверторное регулирование. Рассмотрим от простого к сложному каждый вариант.

1. On/Off-регулирование производительности компрессоров

Ранее выпускалась серия S производителя FG, где регулирование производительности наружных блоков производилось только за счёт ступенчатого On/Off-регулирования. Сегодня компрессор постоянной производительности применяется во многих VRF-системах только как дополнение к инверторному компрессору, как это показано на рис. 1.

On/Off — самый простой вид регулирования производительности. Требуемая производительность наружного блока составляется из производительности одного инверторного компрессора и одного или двух компрессоров постоянной производительности.

Например, производительность инвертора 40%, производительность компрессоров постоянной производительности — 30% и 30% ($40 + 30 + 30 = 100\%$). Если наружному блоку требуется производительность 30%, значит, включается один инверторный компрессор, два компрессора постоянной производительности выключены. Если требуется производительность наружного блока 80%, значит, включаются оба компрессора постоянной производительности и инвертор ($30 + 30 + 20 = 80\%$).

Технология On/Off — это самый недорогой вариант регулирования VRF-систем. Поэтому сегодня множество производителей оборудования недорогого класса выпускают наружные блоки именно по этой схеме (рис. 2).

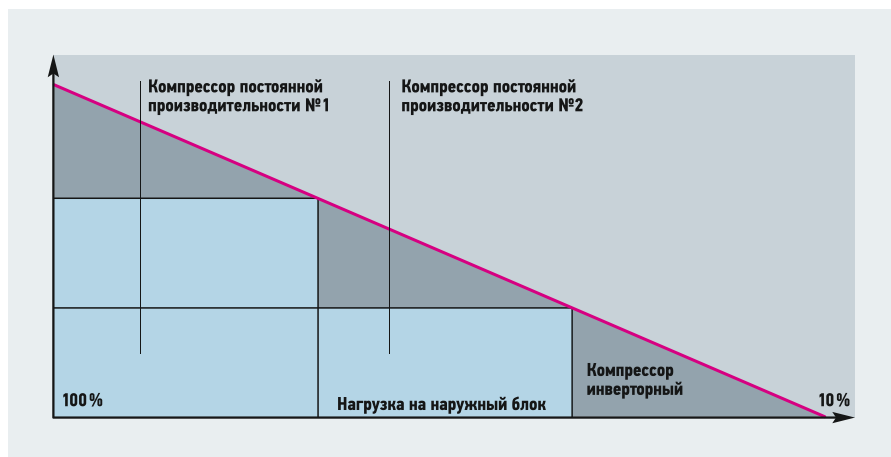
2. Байпасирование компрессоров

Простой метод, часто применяющийся в VRF-системах и чиллерах, для регулирования производительности и выравнивания давления в холодильном контуре. Горячий газ на выходе компрессора из точки 1 (рис. 3) частично отбирается и возвращается на всасывание компрессора в точку 3. Чтобы компрессор не перегревался, после конденсатора из точки 2 отбирается часть жидкого хладагента и также возвращается на всасывание в точку 3. Производительность и энергопотребление компрессора остаются при этом неизменными, а производительность испарителя значительно падает.

On/Off — самый простой вид регулирования производительности. Требуемая производительность наружного блока составляется из производительности одного инверторного компрессора и одного или двух компрессоров постоянной производительности

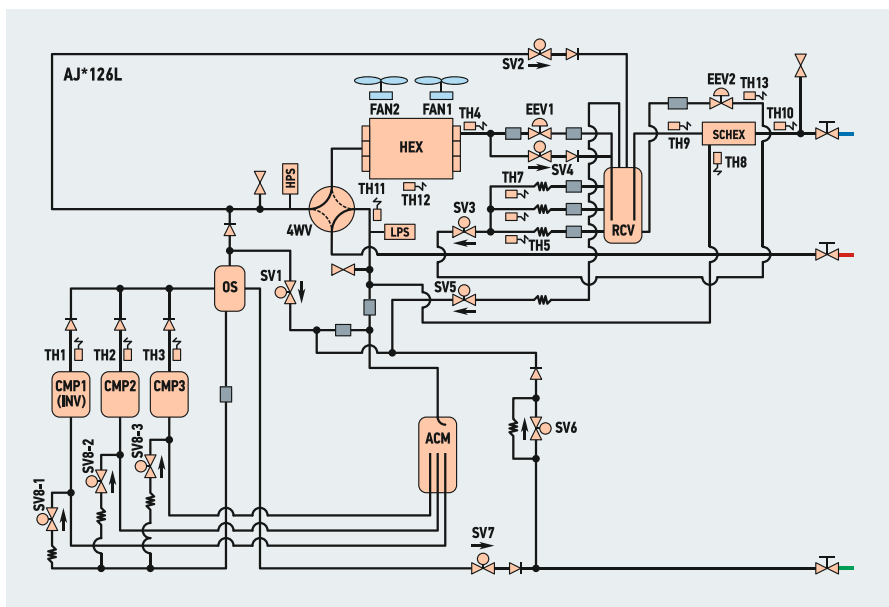
Сегодня байпасирование применяется во многих VRF-системах (например, на рис. 2 байпасный клапан SV1). В каких ситуациях открывается байпасный клапан:

- Для снижения производительности наружного блока ниже минимальной производительности инверторного компрессора. Например, инверторный компрессор имеет максимальную производительность 30 кВт на рабочей частоте вращения 100 Гц. Минимальная частота вращения 20 Гц и минимальная производительность по холоду, соответственно, 6 кВт. А в системе включён единственный внутренний блок на 2 кВт. Следовательно «лишние» 4 кВт байпасируются клапаном в ресивер на всасывании компрессора.



•• РИС. 1. Регулирование производительности с On/Off-компрессорами и инвертором

* Первую статью из этого цикла см. журнал С.О.К. №6/2017.



❖ Рис. 2. Комбинация инвертора и двух компрессоров постоянной производительности в наружном блоке

2. Для защиты от высокого давления.

Если по какой-то причине давление после компрессора растёт выше 3,74 МПа, открывается байпасный клапан SV1 и пытается уменьшить высокое давление. Если же и это не помогает — система отключается по ошибке «высокое давление нагнетания».

3. Для защиты от низкого давления.

Если датчик низкого давления LPS фиксирует давление менее 0,65 МПа, открывается клапан SV1, и наружный блок пытается поднять низкое давление до рабочего уровня. Если давление продолжает падать до значений 0,1 МПа — система отключается по ошибке «низкое давление всасывания».

3. Регулировка производительности наружного блока импульсной регулировкой расстояния между спиральми компрессора (технология DS)

Компания Copeland (подразделение концерна Emerson Climate Technologies, США)

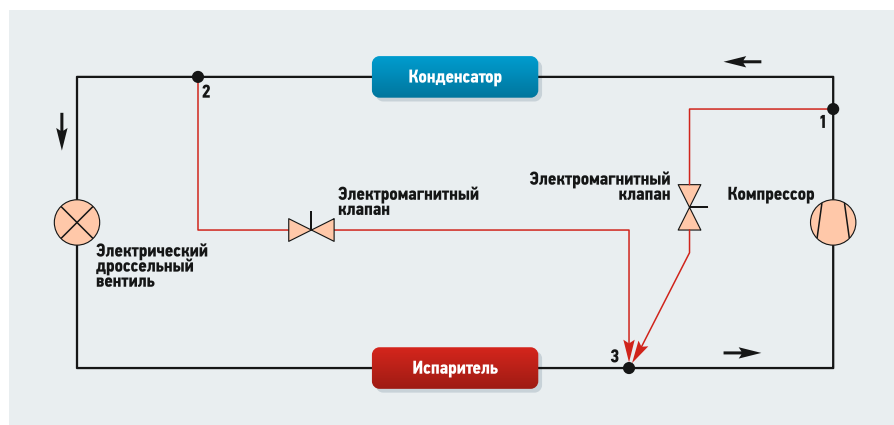
разработала технологию регулирования производительности компрессоров, суть которой в следующем.

Для регулирования производительности спирального компрессора (рис. 4) поднимается верхняя (не вращающаяся) спираль. Продолжительность разгрузки компрессора регулирует специальный

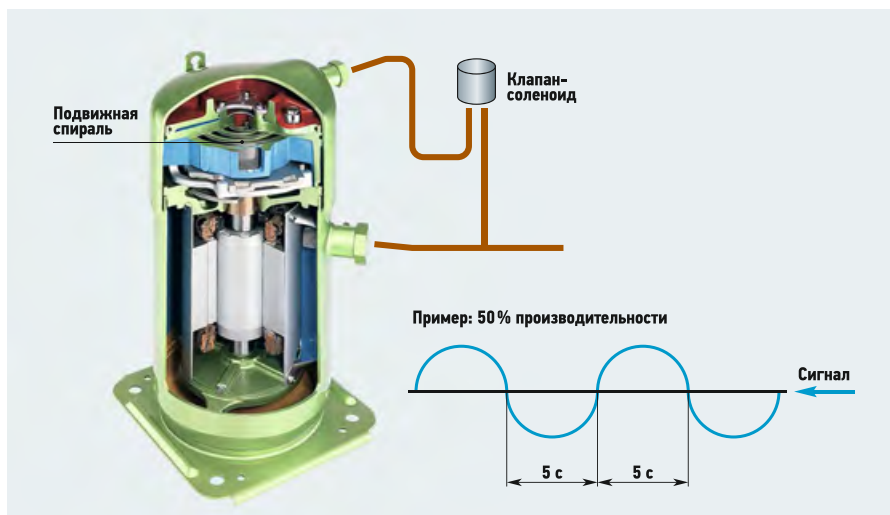
клапан-соленоид, который работает в режиме «открыт/закрыт». Производительность компрессора соответствует среднему времени нахождения в нагруженном и разгруженном состоянии. Например, если в 10-секундном цикле нагруженное состояние длится пять секунд и разгруженное тоже пять, то средняя производительность составит 50%.

Независимо от нагрузки ротор с нижней спиралью вращается с постоянной скоростью и при разведённых спиральях (производительность компрессора при этом равна нулю) потребляемая мощность компрессора составляет 10% от номинальной. Диапазон регулирования производительности наружного блока от семи до 100%.

С точки зрения потребляемой энергии импульсная регулировка расстояния между спиральми компрессора является более выгодным способом регулирования производительности компрессора, чем байпасирование — нет траты энергии на дросселирование хладагента. Импульсная регулировка очень похожа на другой способ — Оп/Off-регулирование компрессоров. И в том, и в другом случае



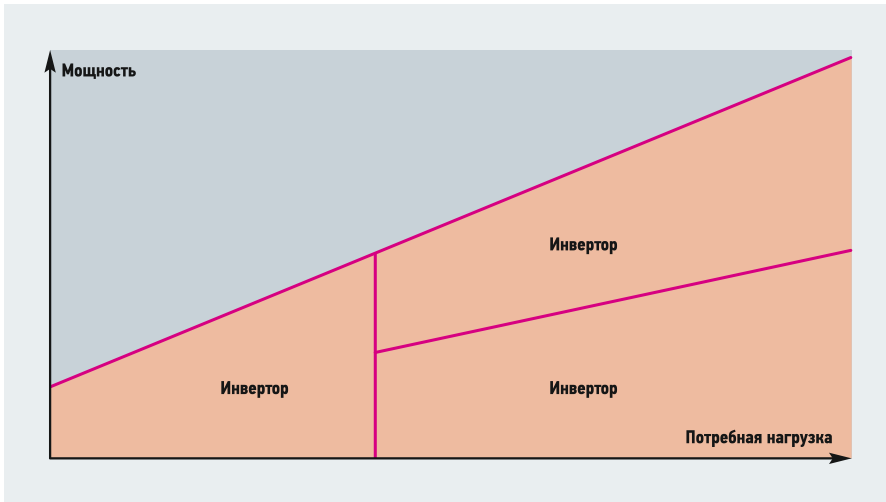
❖ Рис. 3. Регулирование производительности методом байпасирования



❖ Рис. 4. Спиральный компрессор с импульсным регулированием производительности

производительность компрессора имеет две ступени: 0 и 100%, а общая производительность зависит от периода времени «включения/отключения».

Так как скорость ротора вращения не меняется, отсутствуют пусковые токи на электродвигателе импульсного компрессора — это несомненное преимущество импульсного регулирования перед On/Off-регулированием. Однако с позиции расхода электроэнергии чем меньше загрузка компрессора, тем выгоднее становится On/Off-регулирование, так как в период нулевой производительности по холоду On/Off-компрессор обладает нулевым потреблением, а импульсный продолжает вращаться и потреблять небольшую часть электроэнергии.



❖❖ Рис. 5. Инверторная регулировка производительности в двухкомпрессорной схеме наружного блока системы кондиционирования

4. Регулировка производительности наружного блока с помощью только инверторных компрессоров

Вместо периодических запусков и остановок компрессор работает непрерывно, но с переменной скоростью вращения, благодаря чему меняется его производительность (рис. 5). Изменение скорости вращения двигателя компрессора происходит путём изменения напряжения питания двигателя и «скважности» импульсов, для чего используется специальное устройство (инвертор — частотный преобразователь). Если мощности одного инверторного компрессора не хватает, подключается второй компрессор.

Инверторные компрессора также бывают разные.

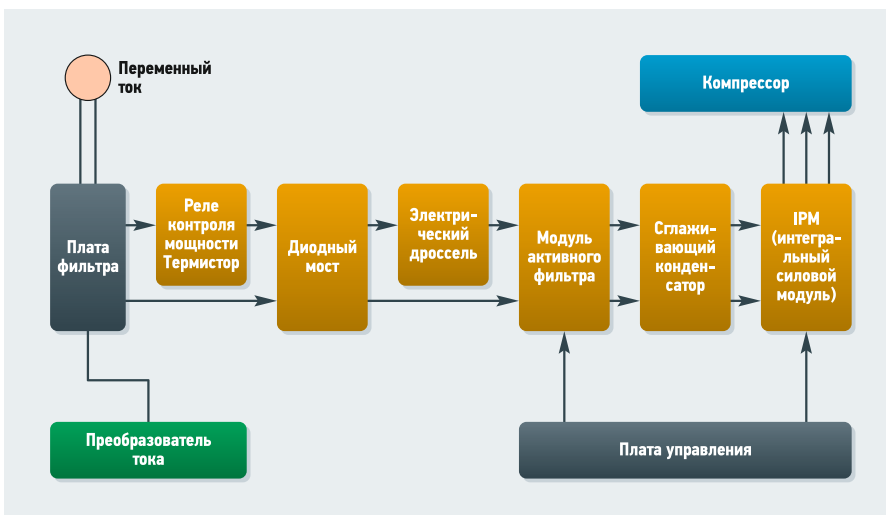
АС-инвертор. Первые инверторные двигатели компрессоров были построены по этой технологии. Двигатель компрессора переменного тока, регулирование скорости вращения производится путём изменения частоты переменного тока.



За счёт двойного преобразования питающего напряжения (переменный ток — постоянный ток — переменный ток изменяемой частоты) возникали дополнительные потери энергии на преобразование. Поэтому был разработан новый тип инверторного регулирования компрессоров — **DC-инвертор**, который показан на рис. 6.

Двигатель постоянного тока

DC-инвертор — двигатель постоянного тока без коллектора. Функции коллектора выполняет электроника. Поскольку щётки заменили электронными ключами, потери на коммутацию сведены к минимуму. Двигатель получается легче и компактнее, меньше греется и показывает наилучший коэффициент полезного дей-

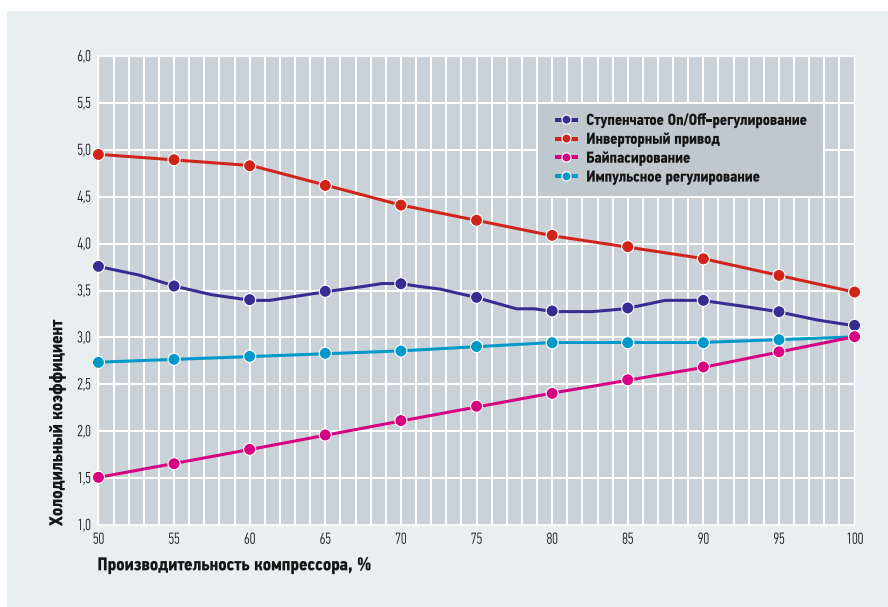


❖❖ Рис. 6. Схема преобразования переменного тока в DC-инверторных наружных блоках

ствия. Использование неодимовых магнитов сделало двигатели ещё компактнее. Единственный недостаток DC-двигателя — необходимость сложного электронного блока управления.

По соотношению «эффективность/сложность» наиболее оптимальны трёхфазные системы. Каждая «фаза» — это обмотка двигателя.

Напряжение в каждый момент времени подаётся на две обмотки из трёх. Ротор из постоянных магнитов стремится повернуться согласно магнитному потоку статора. Если последовательно переключать пары обмоток, будет создано вращающееся магнитное поле. Момент на валу зависит от амплитуды тока в обмотках статора.



❖ Рис. 7. Изменение холодильного коэффициента при различных методах и величинах регулировки производительности компрессоров

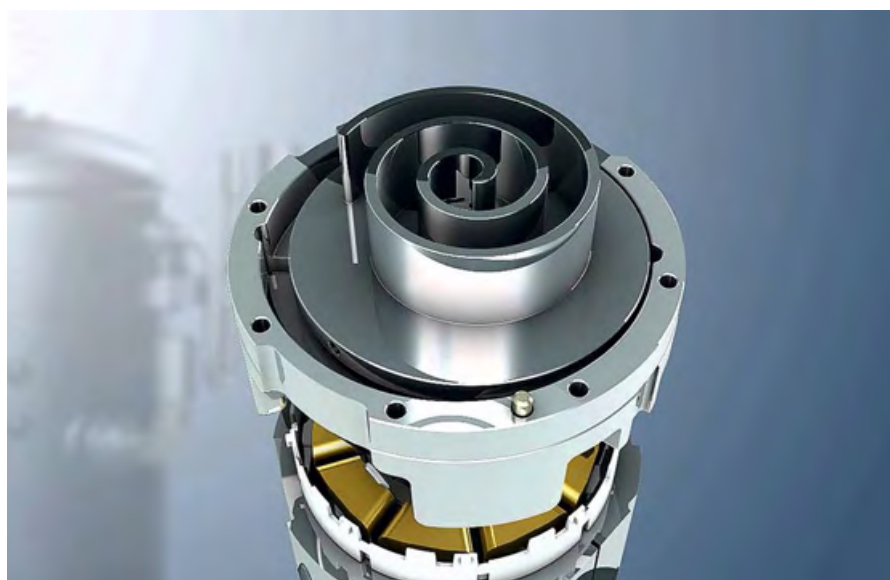
Максимальный момент на валу при минимуме потерь создаётся, когда вектор тока обмоток смещён на 90° относительно магнитного поля ротора. Такое управление током называется «векторным». Для его реализации плате управления нужно знать положение ротора. В герметичных двигателях компрессоров положение ротора отслеживается путём измерения электродвижущей силы (ЭДС) самоиндукции в свободной обмотке. Величина ЭДС пропорциональна скорости вращения. Соответственно, при низких оборотах нельзя уверенно определить положение ротора.

Стандартная минимальная скорость компрессора — 20 Гц.

Full DC-инвертор. Так обозначаются наружные блоки VRF-систем, в которых электродвигатели постоянного тока (DC) используются не только на компрессорах, но и на вентиляторах конденсатора. Благодаря плавному изменению скорости

вращения вентилятора наружного блока, регулирование процесса конденсации хладагента происходит по несколько иному алгоритму и экономит в результате электроэнергию (об этом мы подробно поговорим в следующей статье).

Максимальный момент на валу при минимуме потерь создаётся, когда вектор тока обмоток смещён на 90° относительно магнитного поля ротора. Такое управление током называется «векторным». Для его реализации плате управления нужно знать положение ротора. В герметичных двигателях компрессоров положение ротора отслеживается путём измерения электродвижущей силы (ЭДС) самоиндукции в свободной обмотке



Инверторное управление компрессорами имеет следующие преимущества:

1. В процессе регулировки производительности исключаются циклы включения — выключения компрессора.
2. Диапазон изменения холодопроизводительности составляет от 15–115%.
3. Пусковые токи уменьшаются до значений меньше рабочих.
4. Уменьшается износ механических деталей компрессора, увеличивается надёжность и срок службы кондиционера.
5. Повышается точность поддержания температуры в помещении.
6. Равномерная загрузка компрессоров исключает переток масла из одного агрегата в другой.

С точки зрения энергетической оценки изменение частоты вращения компрессора является более выгодным, чем ступенчатое On/Off-регулирование.

Если холодильный коэффициент компрессоров при ступенчатом регулировании практически не изменяется, то при инверторном регулировании компрессора производительность меняется пропорционально скорости вращения.

При уменьшении скорости вращения происходит более медленное сжатие газа, процесс сжатия приближается к квазистационарному, возрастание энтропии минимально, следовательно, холодильный коэффициент увеличивается (рис. 7).

Выводы

1. С точки зрения энергоэффективности лучшими на сегодняшний день являются VRF-системы с DC-инверторными компрессорами. Причём комбинация DC-инверторного компрессора и On/Off-компрессоров, конечно, является дешёвой, но значительно уступает по энергоэффективности только инверторным наружным блокам.

Флагманом является Full DC-технология, позволяющая снизить энергопотребление не только всех компрессоров, но и двигателей вентиляторов наружного блока.

2. С точки зрения надёжности комбинация On/Off-компрессоров и одного инвертора также не является оптимальной.

Неравномерная загрузка неизбежно приводит к перераспределению фреонного масла и «масляному голоданию» компрессоров. Большие пусковые токи, характерные для On/Off-компрессоров, также не способствуют долгой эксплуатации данного оборудования.

Флагманом с точки зрения надёжности на данный момент является Full DC-технология с одним компрессором в одном наружном блоке. ●



Оценка влияния различных факторов на энергетическую целесообразность теплоутилизации в системах механической вентиляции

В последнее время, в связи с увеличением объёмов и повышением качества строительства в России, значительно повышается потребность в выявлении факторов, оказывающих влияние на эффективность и целесообразность различных мероприятий по экономии энергии. Особую актуальность данный вопрос приобретает в последнее время, в связи с принятием Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ.

В связи с этим необходимо не только оценить реально достижимые пределы повышения класса энергосбережения зданий при реализации тех или иных решений по снижению энергопотребления, но и определить факторы, от которых наиболее существенно зависит целесообразность применения таких решений.

В условиях рыночной экономики одним из основных показателей является срок окупаемости дополнительных средств, затраченных на энергосбережение, поэтому при сравнении различных вариантов предпочтение должно отдаваться мероприятиям, обеспечивающим наи-

меньшую величину этого срока [1, 2]. Если при этом опираться на знание факторов, влияющих на энергетическую эффективность данных мероприятий, появляется возможность не только снизить затраты на стадии проектирования и увеличить скорость разработки проектов, но также, что немаловажно, достичь наиболее качественного итога работы. Это достаточно очевидно, поскольку при таком подходе значительно сужается начальный круг поиска вариантов ещё на стадии принятия предварительных решений.

Одним из основных показателей является срок окупаемости дополнительных средств, затраченных на энергосбережение, поэтому при сравнении различных вариантов предпочтение должно отдаваться мероприятиям, обеспечивающим наименьшую величину этого срока. При должном подходе имеется возможность не только снизить затраты на стадии проектирования и увеличить скорость разработки проектов

УДК 697.1

Оценка влияния различных факторов на энергетическую целесообразность теплоутилизации в системах механической вентиляции

О. Д. Самарин, к.т.н., доцент; Н. И. Бызов, магистрант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрена существующая ситуация с нормированием энергопотребления общественных зданий в России и перечислены основные направления государственной политики по его снижению. Изложены основы отечественных и зарубежных предложений по сокращению энергозатрат при строительстве и эксплуатации гражданских и промышленных объектов различного назначения, а также отмечены их достоинства и недостатки. Проведена оценка влияния климатических параметров района строительства, геометрических характеристик здания и особенностей их теплового режима на уровень энергосбережения за счёт утилизации теплоты вытяжного воздуха в системах механической вентиляции и дан анализ полученных результатов. Показано, что основное влияние на эффективность теплоутилизации оказывает удельная характеристика бытовых тепловыделений и в меньшей степени — уровень компенсации теплопотерь теплопоступлениями, а геометрические и климатические параметры существенного значения не имеют.

Ключевые слова: энергосбережение, эффективность, теплоутилизация, энергозатраты, теплопоступления, корреляция

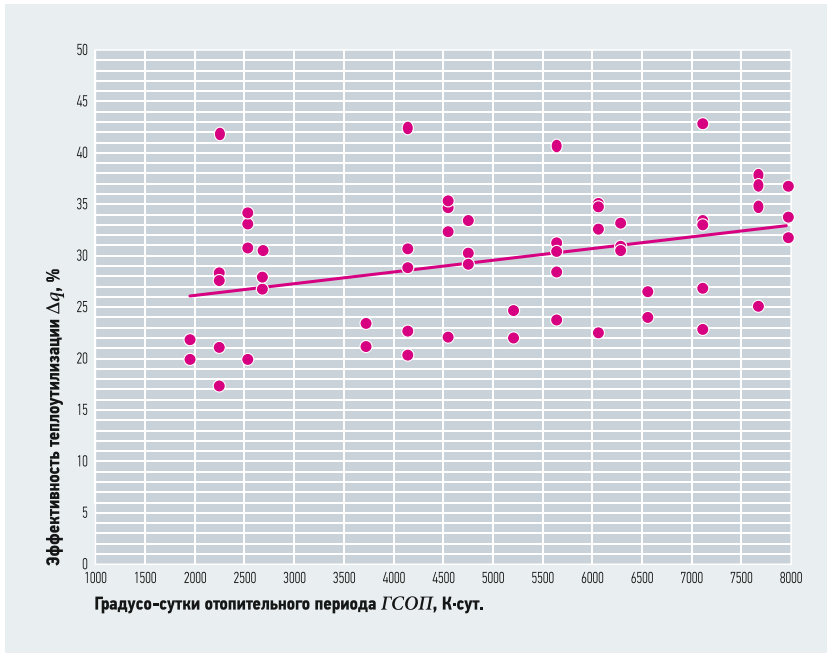
UDC 697.1

Estimation of influence of different factors on energy expediency of heat recovery in mechanic ventilating systems

O. D. Samarina, PhD, Associate Professor; N. I. Byzov, graduate student, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NR MSUCE)

The existing situation of standardization of energy consumption of public buildings in Russia and listed the main directions of state policy are considered. The fundamentals of domestic and foreign proposals for reducing energy consumption during the construction and operation of civil and industrial facilities for various purposes are presented, and their advantages and disadvantages are noted. Estimation of the influence of climatic parameters of construction area, the geometric characteristics of the building and features of their thermal regime on the level of energy saving by the heat recovery of exhaust air in systems of mechanical ventilation is carried out and the analysis of the obtained results is given. It is shown that the specific characteristics of internal heat ingress and, in smaller grade, the level of compensation of heat loss with heat gain have the main influence on the efficiency of heat recovery, and geometrical and climatic parameters have no significance.

Keywords: energy saving, efficiency, heat recovery, energy consumption, heat ingress, correlation.



❖ **Рис. 1.** Зависимость относительной эффективности теплоутилизации от ГСОП

Различные способы энергосбережения в гражданских зданиях и их сравнительная эффективность рассматривались в работах различных авторов, как отечественных, так и зарубежных [1–8]. Говоря конкретно об утилизации теплоты вытяжного воздуха в системах механической вентиляции общественных зданий, при определении влияющих на её эффективность факторов целесообразно начать с установления зависимости относительного снижения энергопотребления от градусо-суток отопительного периода (ГСОП). Это комплексный параметр, характеризующий суровость климата в рассматриваемом районе строительства. По требованиям СП 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (далее СП 50) от величины ГСОП зависит уровень теплозащиты ограждающих конструкций. Кроме того, с ГСОП косвенно связана и величина теплопоступлений в здание [1].

Это можно объяснить так: там, где ГСОП меньше, как правило, как это ни парадоксально, оказываются ниже и суммарные теплопоступления от солнечной радиации и бытовые, в основном из-за меньшей продолжительности отопительного периода. В то же время сопротивление теплопередаче ограждений R_o [(м²·К)/Вт], в соответствии с СП 50, в таких районах тоже сокращаются, поэтому увеличивается относительная доля трансмиссионных теплопотерь в общем энергетическом балансе здания.

Из-за совместного действия этих двух факторов в зонах с более тёплым климатом относительный вклад энергозатрат на вентиляцию должен быть меньше, а значит, будет ниже и энергетический эффект от теплоутилизации. При более высоких ГСОП предполагается обратная картина.

В работе были проведены расчёты для 14-ти общественных зданий различного размера и этажности по типовым проектам с использованием методики оценки удельных энергозатрат и класса энергосбережения по Приложению Г СП 50. Параметры наружного климата принимались по СП 131.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» для условий Краснодара, Москвы, Омска и Магадана как городов с существенно отличающейся величиной ГСОП, а средняя по зданию температура внутреннего воздуха — по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Предварительные оценки для исследованной совокупности зданий в климатических условиях Москвы были опубликованы в работе [9].

Для большей наглядности и понимания получаемой при этом зависимости был построен показанный на рис. 1 график влияния ГСОП на эффективность теплоутилизации Δq [%], понимаемую как относительное снижение энергопотребления объекта, за счёт использования теплоты вытяжного воздуха.

На правах рекламы.

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ



РЕШЕТКИ И ДИФFUЗОРЫ



РЕГУЛЯТОРЫ РАСХОДА ВОЗДУХА



ВОЗДУШНО-ВОДЯНЫЕ СИСТЕМЫ



ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ КЛАПАНЫ



ФИЛЬТРЫ



ВЕНТИЛЯТОРЫ



**ПОЛНЫЙ КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ВОЗДУХА**



Рис. 2. Зависимость относительной эффективности теплоутилизации от величины $k_{\text{комп}}$

Нетрудно заметить, что статистически существенной корреляционной зависимости в данном случае не получается, и коэффициент корреляции составляет только 0,34, из чего можно сделать вывод, что в данном случае ГСОП на эффективность практически не влияет. Объяснить это можно, по-видимому, тем, что воздухообмен определяется в первую очередь назначением и размерами здания и от района строительства не зависит, в отличие, как было уже отмечено, от уровня теплозащиты ограждений и теплопоступлений, а изменение двух последних характеристик взаимно компенсируется. Поэтому теперь целесообразно попытаться выявить зависимость рассматриваемого параметра от других характеристик здания, и в первую очередь от коэффициента

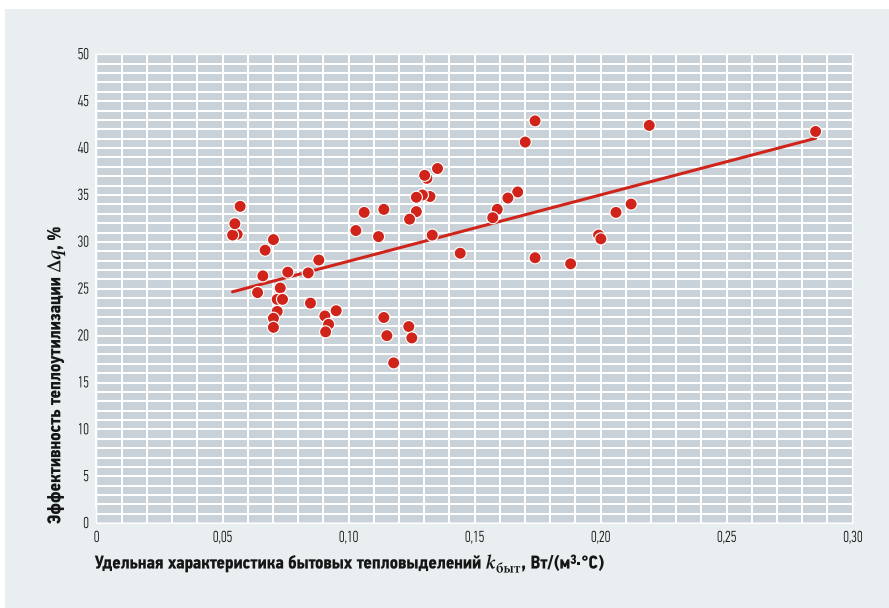
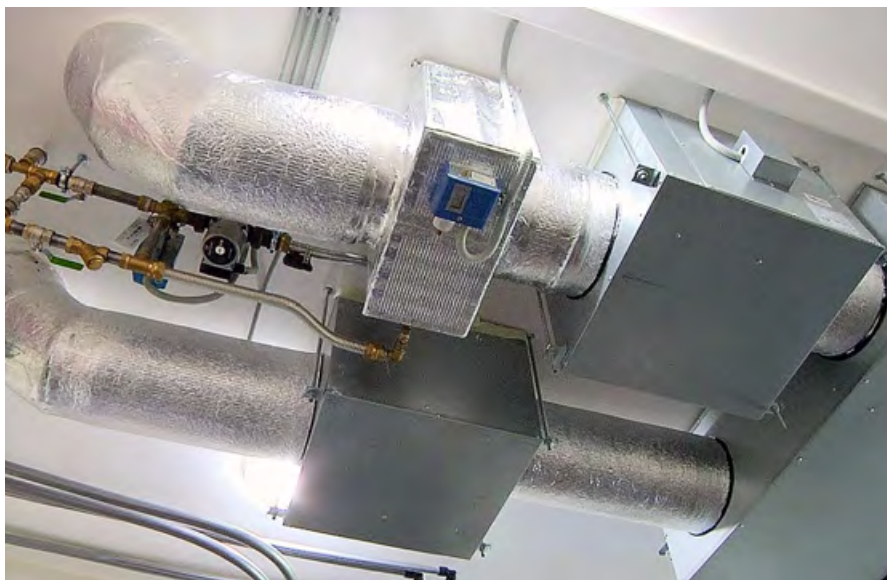


Рис. 3. Зависимость относительной эффективности теплоутилизации от величины $k_{\text{быт}}$

Результаты исследования убедительно показывают, что эффективность применения теплоутилизации в общественных зданиях зависит не столько от климатических характеристик района строительства и конструктивных параметров здания, сколько от его назначения и технологической или функциональной загрузки, и прежде всего от влияния бытовых теплопоступлений. Данные выводы необходимо учитывать при принятии основных решений по снижению энергопотребления в зданиях. В дальнейшем предполагается расширить проведённый анализ с привлечением технико-экономических показателей

компактности здания $k_{\text{комп}}$, м^{-1} . Соответствующее поле корреляции представлено на рис. 2.

Легко видеть, что коэффициент компактности совсем не влияет на эффективность, о чем свидетельствует величина коэффициента корреляции, равная всего $-0,02$, по той же причине, что и ГСОП — поскольку уровень $k_{\text{комп}}$, по определению равно отношению суммарной площади наружных ограждений к отапливаемому объёму здания, влияет не на воздухообмен, а на трансмиссионные теплопотери и теплопоступления. Однако после сортировки полученных в результате расчёта данных можно предположить, что эффективность теплоутилизации будет скорее связана со степенью покрытия теплопотерь внутренними тепловыделениями здания. Поэтому рассмотрим зависимость эффективности



теплоутилизации от удельной характеристики бытовых тепловыделений $k_{\text{быт}}$, Вт/(м³·°С). Расчётное поле корреляции для этого случая показано на рис. 3.

В данном случае наличие зависимости не вызывает сомнений, коэффициент корреляции составляет 0,56.

Линейная аппроксимация на основе регрессионного анализа позволяет записать следующее выражение:

$$\Delta q = 70k_{\text{быт}} + 21. \quad (1)$$

Объяснить обнаруженную взаимосвязь можно тем, что с ростом теплопоступлений сокращается расходная часть теплового баланса здания, то есть разность между теплопотерями и теплопоступлениями, которая находится в знаменателе выражения при вычислении Δq . Для дальнейшего развития выявленной тенденции построим также график

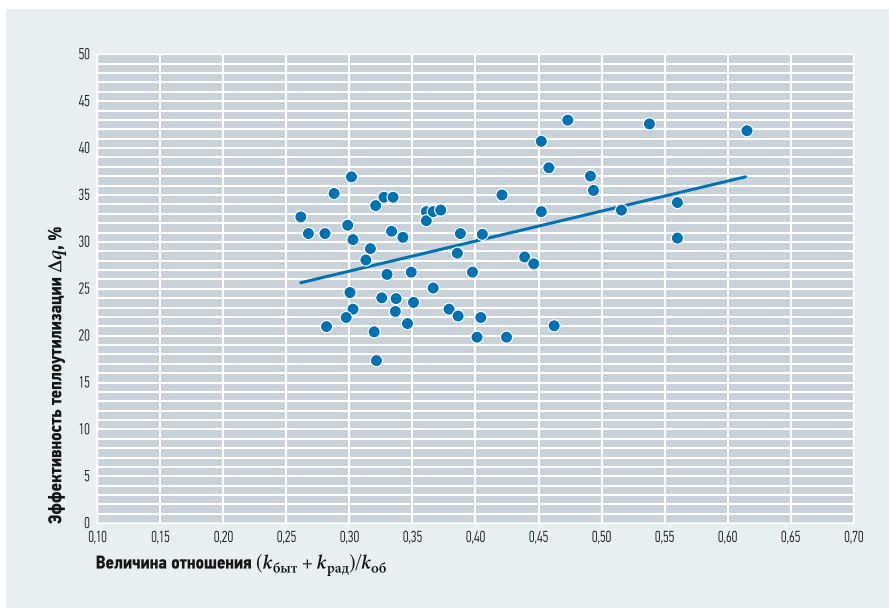


Рис. 4. Зависимость относительной эффективности теплоутилизации от степени компенсации теплотерь теплопоступлениями

зависимости величины Δq от степени компенсации теплотерь здания внутренними теплопоступлениями, то есть от отношения $(k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}})/k_{\text{об}}$, где $k_{\text{об}}$ — соответственно удельная теплозащитная характеристика здания и удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, Вт/(м³·°С). Результаты приведены на рис. 4.

Несложно отметить, что, если учитывать ещё теплопоступления от солнечной радиации, то корреляция оказывается более слабой (коэффициент 0,41), чем при рассмотрении только бытовых теплопоступлений. По-видимому, это можно объяснить тем же обстоятельством, что и практическое отсутствие влияния на Δq параметра ГСОП. В первую очередь здесь можно отметить, что зависимость солнечной радиации от ГСОП частично выравнивает обнаруженный эффект влияния бытовых теплопоступлений на эффективность.

Таким образом, результаты исследования убедительно показывают, что эффективность применения теплоутилизации в общественных зданиях зависит не столько от климатических характеристик района строительства и конструктивных параметров здания, сколько от его назначения и технологической или функциональной загрузки, и прежде всего от влияния бытовых теплопоступлений. Данные выводы необходимо учитывать при принятии основных решений по снижению энергопотребления в зданиях. В дальнейшем предполагается расширить проведённый анализ с привлечением технико-экономических показателей и получить дополнительное обоснование полученных рекомендаций.

1. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. — М.: Изд-во «АСВ», 2014. 296 с.
2. Дмитриев А.Н., Табунщиков Ю.А., Ковалев И.Н., Шилкин Н.В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. — М.: АВОК-Пресс. 2005. 120 с.
3. Feist W. Das Niedrigenergiehaus. 4. Auflage. Heidelberg. C.F. Müller Verlag. 1997. 144 p.
4. Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings. Smart Grid and Renewable Energy. Vol. 3. No. 3. 2012. Pp. 231–238.
5. Halawa E., J. van Hoof. The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. Energy and Buildings. 2012. Vol. 51. Pp. 101–110.
6. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий // Строительные материалы. 2013. №6. С. 7–9.
7. Рымаров А.Г., Савичев В.В. Особенности работы регенеративной системы вентиляции административного здания // Вестник МГСУ. 2013. №3. С. 174–177.
8. Лавинский П.А. Москва — энергоэффективная столица России // Энергосбережение. 2016. №8. С. 16–23.
9. Самарин О.Д., Бызов Н.И. Возможности повышения класса энергосбережения общественных зданий за счёт теплоутилизации в системах вентиляции // Журнал С.О.К. 2017. №3. С. 72–75.

References — see p. 95.



Комитету ВИЭ РосСНИО – 15 лет. История, деятельность, перспективы

В нынешнем году исполнилось 15 лет со дня основания Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии. Имеет смысл кратко оценить пройденный путь и наметить задачи на будущее. Прошедший период делится на два этапа: первый — 2002–2012 годы — борьба за само существование возобновляемой энергетики России и признание властей необходимости её развития; второй — 2013–2017 годы — начало реального масштабного (по меркам России) участия государства и бизнеса в сооружении объектов возобновляемой энергетики. И если на первом этапе возобновляемая энергетика развивалась силами энтузиастов, то на втором этапе значительную роль начинает играть бизнес.

Автор: П.П. БЕЗРУКИХ, д.т.н., председатель Комитета ВИЭ РосСНИО, академик-секретарь секции «Энергетика» РИА, заслуженный энергетик РФ, член редколлегии журнала С.О.К.

Комитет по проблемам использования возобновляемых источников энергии (Комитет ВИЭ) был образован постановлением Президиума Координационного Совета Российского Союза научных и инженерных общественных организаций от 25 апреля 2002 года №1-1 за подписью президента РосСНИО академика Ю.В. Гуляева и первого секретаря КС РосСНИО К.О. Кошелева, который является инициатором создания Комитета ВИЭ.

Постановлением был утверждён председатель П.П. Безруких и заместители — В.В. Елистратов, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Возобновляющиеся источники энергии» СПбГПУ; С.М. Карabanов, д.т.н., генеральный директор ОАО «Рязанский завод металлокерамических приборов»; Д.С. Стребков, д.т.н., профессор, академик РАСХН, директор Всероссийского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ). Секретарём Комитета был назначен В.Н. Пузак, заместитель генерального директора НТЦ «Новые возобновляемые источники энергии». Тогда же был утверждён и президиум Комитета. Общая численность Комитета ВИЭ составила 34 человека. В дальнейшем почти на каждом заседании Комитета члены Комитета принимали в состав организации новых членов.

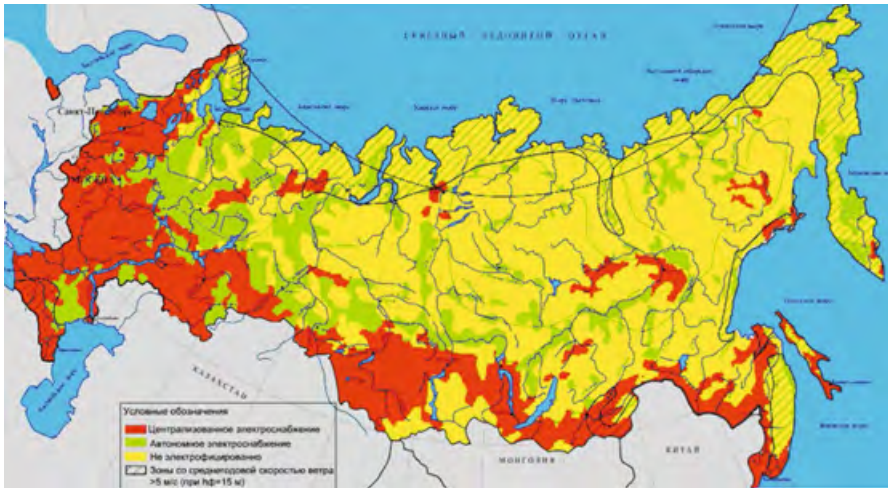
В настоящее время Комитет ВИЭ насчитывает 99 членов, представляющих

многие города и регионы страны: Москва, Санкт-Петербург, Калининград, Краснодар, Красноярск, Калуга, Дубна, Таганрог, Томск, Владивосток, Волгоград, Екатеринбург, Пермь, Челябинск, Апатиты (Мурманской области), Сочи, Московская область, Миасс (Челябинской области), Республика Бурятия, Республика Алтай, Хабаровск, Барнаул, Иркутск, Ростов-на-Дону, Республика Дагестан. Также в комитете представлена группа учёных Республики Казахстан. В 2012 году секретарём Комитета утверждён С.В. Грибков, известный специалист в области малой ветроэнергетики. А в 2015 году произошло знаменательное событие: президент РосСНИО, академик РАН и член Президиума РАН Ю.В. Гуляев стал членом президиума нашего Комитета ВИЭ, что мы расцениваем как признание нужности нашей работы.

На сегодняшний день целями деятельности Комитета ВИЭ, согласно утверждённому координационным советом РосСНИО положением, являются:

- объединение учёных, инженерно-технических работников и специалистов, работающих в области проектирования, конструирования, производства и эксплуатации оборудования и установок, использующих ВИЭ, преподавателей, студентов и учащихся высших и средних учебных заведений, готовящих вышеназванных специалистов для решения про-





● ● Более 65% территории Российской Федерации не охвачено централизованным энергоснабжением. На данной территории проживает около 100 млн человек

блем повышения интеллектуального потенциала в сфере научной и инженерной деятельности, ускорения научно-технического прогресса;

- всемерное содействие развитию и совершенствованию научной и инженерной деятельности, направленной на повышение доли нетрадиционной возобновляемой энергетики в решении проблем энергоснабжения и экологии субъектов Российской Федерации, отдельных районов и населённых пунктов;
- содействие развитию научного и технического творчества;
- профессиональная консолидация учёных и специалистов, работающих в области нетрадиционной возобновляемой энергетики, повышение престижа профессий, связанных с этой деятельностью;



● ● Дизельная электростанция в Чукотском автономном округе

- представление законных интересов, содействие защите гражданских, социальных, авторских и смежных прав специалистов в области возобновляемой энергетики;

«Возобновляемая и малая энергетика '2017»

Одним из главных событий 2017 года в развитии возобновляемой энергетики в России явилась XIV Международная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика '2017», проходившая в конгресс-центре МВЦ «Экспоцентр» в рамках самой крупной электротехнической международной выставки «Электро». Организатором мероприятия выступил Комитет по проблемам использования возобновляемых источников энергии Российского союза научных и инженерных объединений (Комитета ВИЭ РосСНИО) и ряд других серьёзных профильных организаций.

Конференция была приурочена к 15-летию создания Комитета ВИЭ РосСНИО, поэтому доклад председателя Комитета ВИЭ РосСНИО, заслуженного энергетика РФ, д.т.н. П. П. Безруких явился отчётом за весь период деятельности Комитета. Другим докладом, заслужившим пристальное внимание, стало выступление академика РАН, научного руководителя ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Д. С. Стребнова, в течение 30 лет возглавлявшего ВИЭСХ.

Одним из перспективных направлений развития возобновляемой энергетики является использование геотермальной энергетики, в которой Россия имеет в научном плане одно из ведущих мест в мире. Вопросам развития инновационных технологий в данной сфере был посвящён доклад директора ЗАО «Геотерм-М», д.т.н., профессора Г. В. Томарова.

Мы упомянули лишь три выступления из всего спектра интересных и профессионально ценных докладов, прозвучавших в рамках мероприятия. По мотивам данных сообщений их авторы подготовили для нашего издания статьи, которые мы и предлагаем вниманию читателей на стр. 60–63, 64–67 и 68–71. В следующем номере журнала С.О.К. будет опубликован аналитический материал, посвящённый конференции «Возобновляемая и малая энергетика '2017», за авторством организаторов мероприятия.

- содействие международному сотрудничеству в области нетрадиционной возобновляемой энергетики, развитию связей с научной и инженерно-технической общественностью других стран, интеграции российских специалистов в мировое научное сообщество.

С самого начала деятельности Комитета ВИЭ основное внимание было направлено на законодательное и организационное развитие возобновляемой энергетики в России

Комитет решает следующие задачи:

- участвует в формировании и осуществлении единой научно-технической политики в отрасли, в отборе, техническом и экономическом обосновании перспективных идей и предложений, новых технологий, а также «ноу-хау», во внедрении результатов исследований и разработок в практику;
- организует и проводит научные исследования и проектно-конструкторские разработки, определяет приоритетные направления развития научно-технического прогресса области нетрадиционной возобновляемой энергетики;
- проводит независимую общественно-научную и технико-экономическую экспертизу федеральных и региональных программ развития отечественной нетрадиционной возобновляемой энергетики, научно-исследовательских программ, разработок, изобретений и открытий;
- содействует повышению уровня образования в высшей и средней школе отраслевой направленности за счёт внедрения передовых методик и технологий организации учебного процесса, повышения квалификации преподавателей, участия в создании современной материальной базы учебных заведений.

С самого начала деятельности Комитета ВИЭ основное внимание было направлено на законодательное и организационное развитие возобновляемой энергетики в Российской Федерации.

Так, в рамках первого Всероссийского Энергетического форума «ТЭК России в XXI веке», проведённого комитетами Государственной Думы и Совета Федерации 18–19 декабря 2002 года, Комитетом ВИЭ было организовано заседание «круглого стола» с участием академиков РАН, Минэнерго России, РАО «ЕЭС России» и др. организаций на тему: «Проблемы и перспективы развития использования возобновляемых источников энергии».

По материалам этого заседания президент РосСНИО, член Президиума РАН, академик Ю.В. Гуляев в начале 2002 года направил письмо в адрес председателя Государственной Думы РФ Г.Н. Селезнева о необходимости разработки законопроекта «О возобновляемых источниках энергии».

В ходе работы III съезда Российского Союза научных и инженерных общественных организаций, состоявшегося в феврале 2002 года с участием будущих членов Комитета ВИЭ РосСНИО, был обсуждён вопрос о необходимости законодательного обеспечения развития использования ВИЭ. За подписью президента



РосСНИО Ю.В. Гуляева в адрес председателя Правительства Российской Федерации М.М. Касьянова 12 марта 2002 года было направлено письмо о внесении в план законодательной деятельности Правительства РФ на 2002 год разработки проекта Федерального закона «О возобновляемых источниках энергии», с приложением разработанного Комитетом ВИЭ проекта данного закона.

На это письмо было получено Поручение Правительства РФ (ХВ-П9-03827 от 19 марта 2002 года) министерствам рассмотреть законопроект. В дальнейшем работа над ним многократно видоизменялась и вылилась в изменение Федерального закона №35-ФЗ «Об электроэнергетике», принятого 04 ноября 2007 года. На заключительном этапе к законопроекту нас не подпускали, в результате чего он содержит множество неточностей. Но в целом мы можем оценивать этот факт положительно, так как на тот момент появилась хотя бы какая-то законодательная база. Никто из нас не мог предполагать, что подзаконные акты не будут созданы в указанные в законе сроки, и закон не бу-

дет действовать четыре года. В итоге вся дальнейшая работа была направлена на принуждение выполнения закона и внесение в него поправок.

Так, 21 октября 2009 года за подписями президента РосСНИО, академика РАН Ю.В. Гуляева и председателя Комитета ВИЭ, академика РИА П.П. Безруких в адрес председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина было направлено письмо, в котором указывалось на необходимость подготовить до конца года нормативные документы по возобновляемой энергетике, предусмотренные законом №35-ФЗ «Об электроэнергетике», а также подготовить необходимые поправки к указанному закону.

15 июля 2013 года, опять за подписью Ю.В. Гуляева, были направлены письма в три адреса: председателю Правительства РФ Д. А. Медведеву, министру энергетики А.В. Новаку и председателю Комитета по энергетике Госдумы И.Д. Грачёву

В городе Красноярске 16–18 июня 2010 года состоялся Международный научно-технический конгресс «Энергетика в глобальном мире». В обращении конгресса, направленном в Правительство РФ, снова указывалось на факты о недопустимой задержке подготовки подзаконных актов, предусмотренных законом №35-ФЗ «Об электротехнике», а также на необходимость разработки Федеральной программы «Развитие использования ВИЭ».

На сей раз в адрес Ю.В. Гуляева была получена «отписка» за подписью заместителя министра Минэнерго России В.М. Азбукина, подготовленная всё тем же департаментом Минэнерго России.

В ответ на выступление высших руководителей страны, в которых содержались утверждения о вреде ветроэнергетики, 12 января 2011 года на имя заместителя председателя Правительства РФ И.И. Сечина было направлено письмо, за подписью Ю.В. Гуляева и П.П. Безруких, с опровержением этих высказываний и с предложениями о развитии использования ВИЭ. На это обращение была получена «отписка» за подписью и.о. директора всё того же департамента Минэнерго России.

Наконец, 15 июля 2013 года, опять за подписью президента РосСНИО, члена Президиума РАН, академика Ю.В. Гуляева, были направлены письма в три адреса: председателю Правительства Российской Федерации Д.А. Медведеву, министру энергетики А.В. Новаку и председателю Комитета по энергетике Государственной Думы ФС РФ И.Д. Грачёву «О совершенствовании нормативно-правового обеспечения развития возобновляемой энергетики», содержащие соответствующие предложения.

Как известно, Распоряжением Правительства РФ от 28 мая 2013 года №861-р было установлено ввести в эксплуатацию к 2020 году 3,6 ГВт ВЭС, 1,52 ГВт ФЭС и 751 МВт МГЭС, что является заслугой

многих людей и организаций, но в этом есть и доля Комитета ВИЭ. Но бюрократия не дремала, и распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2015 года №1472 достижение установленной мощности ВЭС 3,6 ГВт было отнесено на 2024 год. Конечно, ввод мощностей на базе ВИЭ должен быть на порядок больше. Но мы имеем такую власть, какую заслуживаем. Полагаю, что объективно существующая потребность субъектов РФ может существенно ускорить процесс становления возобновляемой энергетики в России.

Итак, борьба с бюрократией продолжается. Отсутствие в распоряжениях Правительства РФ целей по вводу электрических и тепловых мощностей по геотермальной энергетике, биоэнергетике, солнечным коллекторам, тепловым насосам не способствует развитию ВИЭ, хотя экономическая и экологическая эффективность этих технологий многократно доказана на практике.

Фрагменты сделанного

Под руководством и при участии членов Комитета построен ряд объектов, действующих ВИЭ. Они перечислены ниже.

За 27 лет работы в области малой гидроэнергетики ЗАО «МНТО ИНСЭТ» изготовило и поставило более 80 гидроагрегатов для 38 ГЭС в России и за рубежом суммарной мощностью 40 МВт и 150 микро-ГЭС (Я.И. Бляшко).

Компании ОАО «Геотерм» и ОАО «Геотерм-ЭМ» построили две ГеоТЭС мощностью 62 МВт на Камчатке (О.А. Поворов, Г.В. Томаров).

Более 200 установок солнечного теплоснабжения с общей площадью солнечных коллекторов свыше 10 тыс. м² сооружено в Республике Бурятия и Краснодарском крае силами, соответственно, ЦЭЭФ (Г.П. Касаткин) и ОАО «Южтепло» (В.А. Бутузov).

Несколько систем геотермального и теплонасосного теплоснабжения, около 20 малых фотоэлектрических и более 50 малых ветроустановок.

В последние годы значительные работы по сооружению фотоэлектрических станций выполнило ОАО «Авелар Солар Технологджи» (компания «Хевел»), совместно с РАО «ЕЭС Востока» и Республикой Саха (Якутия). Например, реализованы проекты: Кош-Агачская ФЭС мощностью 5 МВт (Республика Алтай), Перволюкская ФЭС — 5 МВт (Оренбургская область) и ряд других ФЭС.

В Оренбургской области компания «Т Плюс» (структура Группы «Ренова») соорудила ФЭС мощностью 25 МВт, о работе которой мало что известно.

Впечатляющие достижения по сооружению биоэнергетических станций имеет ОАО «Белгородский институт альтернативной энергетики» (В.И. Филатов) в Белгородской области.

ОАО «Передвижная Энергетика» достигла определённых успехов в сооружении ветродизельных электростанций на Камчатке и на Сахалине.

В связи с вводом новых мощностей на базе возобновляемых источников энергии насущным является вопрос анализа всех аспектов их работы, с тем чтобы решения выявленных проблем можно было бы учесть при проектировании.



О лженауке

Хотелось бы коснуться ещё одного направления нашей работы — борьбы со лженаучными проектами. Это прежде всего так называемые «вихревые насосы Потапова», имеющие, по утверждению автора, коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую порядка 120–150%, а также «свободно-поточная микро-ГЭС Линева» с коэффициентом преобразования, превышающим предельное значение для таких ГЭС. В последнем случае нам пришлось испытать образец на стенде «Военмеха» в Санкт-Петербурге, составить протокол испытания и опубликовать его в Интернете. В первом случае, кроме протокола испытаний, пришлось писать на имя высокого руководителя соответствующую справку.

По заказу концерна «Роснано» компания «РусГидро» начала финансировать разработку ВЭУ 50 кВт с диффузором. Экспертиза Комитета ВИЭ показала, что предельной мощностью такого рода ВЭУ является 25 кВт, а работоспособной — 10 кВт. И это только три примера из нескольких десятков — в небольшой статье невозможно охватить всего сделанного за отчётный период.

Сбор данных о практических достижениях

Одним из важнейших вопросов развития возобновляемой энергетики России является анализ работы введённых в эксплуатацию объектов возобновляемой энергетики (ФЭС, ВЭС, МГЭС, БиоЭС, ГеоЭС, ГеоТЭС, котельных на биотопливе, биогазовых установках, тепловых насосах, системах солнечного отопления и горячего водоснабжения и т.п.).

Имеется в виду фактическое производство электрической и тепловой энергии, состояние сервисного обслуживания, вопросы снабжения запасными частями,

работа в зимний период. Комитет ВИЭ обращается к собственникам объектов с предложением провести указанный выше анализ и опубликовать результаты. Члены комитета готовы принять участие в этой работе.

Заключение с надеждой на лучшее

Закончить статью о работе Комитета по возобновляемым источникам энергии хочется старой доброй сентенцией. Возможно, многие из нас не увидят плоды своих трудов. Но пусть нас согревает мысль, что энергетика не такого уж далёкого будущего:

- будет основана на известных природных явлениях, а не на извлечении из Земли топлива и энергии атома;
- не будет нарушать теплового баланса планеты, а также загрязнять почву, воздух и воду;
- не будет источником потребления воды;
- не будет причиной войн за контроль над энергоресурсами;
- не будет источником каких-либо техногенных катастроф.

И в этом новом мире будет частица нашего труда. Такому будущему стоит посвятить свою жизнь! ●



Солнечные кровельные панели для программы «Миллион солнечных крыш в России»

Введение

Солнечная энергетика приближается к состоянию grid parity (паритета цен с электрическими сетями), в котором она может составить ценовую конкуренцию традиционной энергетике. В 2016 году мировое производство солнечных модулей составило 67 ГВт. В Европейском союзе выиграны тендеры на строительство солнечных электростанций (СЭС) с ценой на электроэнергию 5,38 евроцентов за 1 кВт·ч, Китай планирует к 2020 году построить 110 ГВт солнечных электростанций. К 2030 году общая мощность солнечных электростанций в мире составит 2–3 ТВт.

Хотя Россия в целом является экспортером энергии, большая часть российских регионов производит меньше энергоресурсов, чем им необходимо. При этом 70% территории России находится в зоне децентрализованного энергоснабжения. Примерно 10 млн жителей России, которые не имеют доступа к электрическим сетям, в настоящее время обслуживаются автономными системами, работающими на дизельном топливе или бензине. Себестоимость 1 кВт·ч электри-

Россия в целом является экспортером энергии, но большая часть российских регионов производит меньше энергоресурсов, чем им необходимо. 70% территории России находится в зоне децентрализованного энергоснабжения. Примерно 10 млн жителей России не имеют доступа к электрическим сетям и обслуживаются автономными системами

ческой энергии даже на самых современных дизельных электростанциях в изолированных зонах сегодня в пять-десять раз выше, чем средняя отпускная цена электричества для населения (2–4 руб.). Бюджеты всех уровней вынуждены субсидировать дизельную генерацию.

При существующих больших расстояниях между регионами затраты на транспортировку значительно увеличивают общую цену топлива.

В результате такие богатые возобновляемыми ресурсами территории, как Камчатка, Республика Тува и Республика Алтай, тратят более половины своего бюджета на топливо. Энергетическое благосостояние России не только в богатстве ископаемых ресурсов, но и в обширной территории с разнообразием ландшафтов, геологии и климата, открывающими широкие возможности для использования ресурсов возобновляемой энергетики всех известных видов. Практически во всех регионах России имеется возможность экономически целесообразного использования нескольких типов возобновляемых источников энергии [1, 2].

УДК 621.383

Солнечные кровельные панели для программы «Миллион солнечных крыш в России»

Д. С. Стребков, академик РАН, член редколлегии журнала С.О.К.; **А. И. Кирсанов**, инженер, компания «Иноватикс-СК»; **В. А. Панченко**, к.т.н.; **Н. С. Филиппенкова**, аспирант, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Разработана гибридная кровельная панель для производства электрической энергии и горячего водоснабжения зданий. Приведены результаты испытаний гибридной кровельной солнечной панели. Годовое производство электрической энергии в условиях города Анапы составит 1682 кВт·ч/кВт, для средней полосы России (Москва) — 1100 кВт·ч/кВт. Предложена программа «Один миллион солнечных крыш в России», в которой, в отличие от зарубежных программ, не предусматриваются субсидий от государства для владельцев солнечных домов. Минэнерго РФ необходимо разработать с использованием опыта законодательства европейских стран, США и Японии процедуру разрешения для владельцев солнечных домов поставлять электрическую энергию в сеть по цене, по которой владелец солнечного дома покупает электрическую энергию от сетевой компании. Реализация программы позволит снизить энергоёмкость ВВП России на 1,5%, приведёт к увеличению ВВП России на 0,3%, снижению выбросов парниковых газов на 2,84 млн тонн в год и созданию 100 тыс. новых рабочих мест.

Ключевые слова: солнечный дом, солнечная панель, солнечная крыша, программа.

UDC 621.383

Solar roof panels for the program "One million solar roofs in Russia"

D. S. Strebkov, Academician of RAS, Member of the editorial board of the Journal S.O.K.; **A. I. Kirsanov**, engineer, "Innovatiks-SK", Ltd.; **V. A. Panchenko**, PhD; **N. S. Filipchenkova**, post graduate, Federal State-Founded Budget Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM" (FSFBSI FNAC VIM)

Hybrid roof panel for electricity and hot water supply of buildings is developed. Test results of a hybrid solar roofing panel are considered. Annual production of electric energy in the conditions of Anapa will amount to 1682 kW·h/kW and for Central Russia (Moscow) — 1100 kW·h/kW. The proposed program "One million solar roofs in Russia", in which, in contrast to the foreign programmes, does not provide state subsidies for owners of solar homes. The Ministry of energy must develop using the experience of legislation of European countries, USA and Japan resolution procedure for owners of solar homes to supply electric power to the grid at the price at which the owner buys solar home electrical energy from the grid company. The program implementation will allow to reduce the energy intensity of Russia's GDP by 1.5 per cent, would increase Russia's GDP by 0.3 per cent, reduce greenhouse gas emissions by 2.84 million tons per year and create 100 thousand new jobs.

Keywords: solar house, solar panel, solar roof, program.

Солнечные панели

В 2013–2015 годах в ФГБНУ ВИЭСХ разработана запатентованная в России и не имеющая аналогов в мире гибридная кровельная солнечная панель (ГКСП), выполняющая функции крыши дома и преобразователя солнечной энергии в электро- и тепловую энергию для систем ГВС и отопления дома (рис. 1). В рамках частно-государственного партнёрства проведены испытания ГКСП и организовано опытно-промышленное производство.

В отличие от зарубежных образцов, в солнечной черепице используют встроенные стационарные солнечные концентраторы, что позволило снизить площадь кремниевых солнечных элементов в четыре раза и получать от солнечной крыши электрическую энергию и горячую воду. Солнечная черепица имеет защитное антивандальное покрытие из закалённого стекла и кабель для соединения с соседней солнечной панелью (рис. 2).

Рабочее напряжение 1–1,2 В, пиковая электрическая мощность 5–7 Вт в зависимости от КПД солнечных элементов. На 1 м² крыши размещается 14 кровельных солнечных панелей пиковой электрической мощностью 70–100 Вт. Кровельная солнечная панель пиковой мощностью 3,5 кВт занимает 30–40% площади крыши. Цена одной кровельной солнечной панели составляет \$12 — по сравнению с ценой китайской солнечной черепицы в Китае \$14, а в России с учётом транспортировки и таможенных пошлин \$20–24.

На рис. 3 представлена зависимость выработки электроэнергии от угла наклона солнечной крыши для города Анапы, из которой следует, что при оптимальном угле наклона 30–40° годовая выработка



Рис. 1. Гибридная кровельная солнечная панель (ГКСП), разработанная в ФГБНУ ВИЭСХ



Рис. 2. Солнечная черепица имеет защитное антивандальное покрытие из закалённого стекла

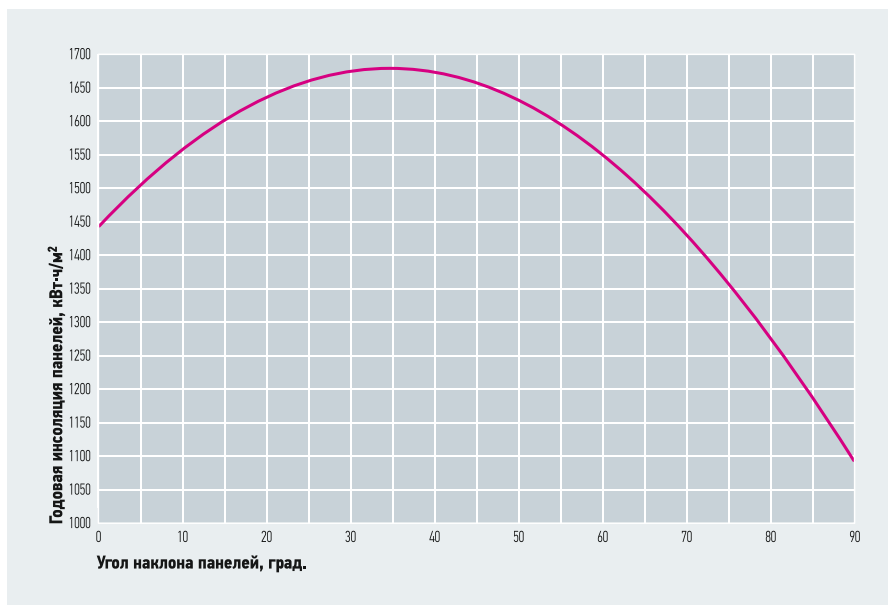


Рис. 3. Зависимость выработки электроэнергии от угла наклона солнечной крыши для Анапы

электроэнергии составит 1682 кВт·ч на 1 кВт пиковой мощности солнечной крыши. Для широты города Москвы годовое производство электроэнергии составит 1100 кВт·ч/кВт.

Маркетинговый анализ компании «Инноватикс-СК» показал, что уже сейчас существует взрывной и долговременный спрос на солнечную микрогенерацию в 56 регионах страны на сотни мегаватт установленной мощности. Представители профильных иностранных компаний предлагают открыть производства на основе наших технологий на территории их государств, чему мы пока упорно сопротивляемся и намерены на зарубежные рынки выйти со своей продукцией.

В рамках международного форума ENES '2016 был проведён федеральный конкурс проектов в области энергосбережения и энергоэффективности.

Компания «Инноватикс-СК» представила на данный конкурс проект «Солнечные кровли России». По результатам конкурса министр энергетики РФ А.В. Новак вручил компании «Инноватикс-СК» диплом победителя. Данный факт ещё раз подчёркивает высокую значимость и важность для министерства энергетики проектов в сфере возобновляемых источников энергии.

Проведённые маркетинговые исследования показали, что сотни тысяч владельцев домов от Калининграда до Сахалина готовы без всяких субсидий с государства приобрести и установить на своих домах «солнечные крыши» на основе ГКСП.

Запатентованные российские разработки в области солнечной энергетики — солнечные кровельные модули позволяют приступить к реализации проекта «Миллион солнечных крыш в России».



Программа «Миллион солнечных крыш» для России

Программа «Миллион солнечных крыш» реализуется в странах Европы, в США и Японии. Программа включает субсидии государства на установку солнечных модулей на крышах зданий общей электрической мощностью до 3,5 кВт на одну семью и присоединение к электрической сети через инвертор и электрический счётчик. Преимущества программы заключаются в следующем:

1. Объединение функции солнечного модуля и крыши здания снижает их общую стоимость.
2. Солнечные модули не занимают площадь на земле и не требуют никакой платы за пользование землёй.
3. Владельцы солнечной крыши продают дорогую электроэнергию в часы дневного пикового энергопотребления в сеть, а покупают из сети дешёвую внепиковую электроэнергию.

Программа «Миллион солнечных крыш в России» при пиковой электрической мощности одной солнечной крыши 3,5 кВт даёт годовую экономию пиковой электроэнергии 5,887 млрд кВт·ч в южных регионах России или 3,5 млрд кВт·ч в средней полосе России. За счёт когенерации экономия затрат электроэнергии на горячее водоснабжение составит 17,774 млрд кВт·ч в год в южных районах России и 11,55 млрд кВт·ч в год в средней полосе России.

Суммарная установленная пиковая мощность солнечных крыш по данной программе составит 3,5 ГВт или около 2,8% от установленной мощности электростанций в энергосистеме России. Ранее считалось, что энергосистема остаётся устойчивой и выполняет функции аккумуляции энергии СЭС, если установленная мощность СЭС не превышает

15% мощности электростанций в энергосистеме. В связи с развитием «умных сетей» (Smart Grid) доля распределённой солнечной генерации может быть увеличена. Например, в Германии в июле 2015 года доля электроэнергии, вырабатываемая электростанциями, использующими возобновляемые источники энергии, составляла 78%.

Программа «Миллион солнечных крыш» реализуется в странах Европы, в США и Японии. Программа включает субсидии государства на установку солнечных модулей на крышах зданий общей электрической мощностью до 3,5 кВт на одну семью и присоединение к электрической сети через инвертор и электрический счётчик

Вклад Правительства РФ в развитие микрогенерации на основе ВИЭ

Поручение Президента РФ В.В. Путина Правительству России в области создания и использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), развития микрогенерации на основе возобновляемой энергии создаёт важные предпосылки в стране для технологического прорыва в данной сфере деятельности.

Решение этих вопросов обозначено в поручении заместителя председателя Правительства РФ Аркадия Дворковича (поручение №АД-П9-776 от 11 февраля 2017 года): «В соответствии с поручением необходимо выработать организационные, технические, процедурные и финансовые аспекты использования микрогенерации возобновляемой энергии в нашей стране».

Минэнерго России (А.В. Новаку), Минэкономразвития России (М.С. Орешкину) и ФАС России (И.Ю. Артемьеву) при участии заинтересованных организаций до 1 апреля 2017 года было предписано представить для утверждения в Правительство РФ проект плана мероприятий по стимулированию развития микрогенерации ВИЭ, установленной у потребителей (включая физических лиц). При подготовке плана исходить из следующего:

- под микрогенерацией ВИЭ понимать генерирующие объекты с установленной мощностью до 15 кВт;
- исключить из рассмотрения многоквартирные дома;
- установка двухсторонних приборов учёта электроэнергии, обеспечивающих отдельный почасовой учёт, и автоматизации осуществляется за счёт заявителя;
- при отсутствии необходимости изменения существующего технологического присоединения к электросети применяется уведомительный порядок ввода оборудования в эксплуатацию с необходимостью регистрации в установленном порядке реверсивного прибора учёта [для иных случаев выдачи (поставки) излишков электроэнергии, производимой для собственных нужд своего домохозяйства, устанавливается упрощённый порядок технологического присоединения к электросетям и ввода объекта в эксплуатацию];
- устанавливается обязательность покупки поставщиком энергии, вырабатываемой микрогенерацией ВИЭ;
- цена купли-продажи равна средневзвешенной нерегулируемой цене на электроэнергию на оптовом рынке;
- доход физического лица, полученный в результате реализации излишков электроэнергии, производимой для собственных нужд своего домохозяйства, не подлежит налогообложению.

Технико-экономические показатели

Рассмотрим технико-экономические показатели программы «Миллион солнечных крыш в России». Максимальная суммарная электрическая мощность солнечной крыши составляет 15 кВт на одно физическое лицо с характеристиками:

- электрический КПД — 15 %;
- тепловой КПД по ГВС — 35 %;
- полный КПД использования солнечной энергии — 50 %;
- пиковая электрическая мощность — 15 кВт;
- пиковая тепловая мощность — 35 кВт;
- суммарная площадь — 150–200 м².

Годовое производство электрической энергии составит: в Центральном регионе (город Москва) — 16,5 МВт·ч; в Северо-Западном регионе (город Петрозаводск) — 15,51 МВт·ч; в Черноморском регионе (город Анапа) — 25,23 МВт·ч; в северной Сибири (город Ханты-Мансийск) — 18 МВт·ч; на Дальнем Востоке (город Владивосток) — 25 215 кВт·ч, что практически совпадает с производством электроэнергии в Черноморском регионе. Годовое производство электрической энергии на Сахалине (город Южно-Сахалинск) составит 24 430 кВт·ч, на Камчатке (город Петропавловск-Камчатский) — 21 225 кВт·ч, что выше, чем в Центральном регионе европейской части России и в центральной Сибири.

Годовое производство тепловой энергии в виде горячей воды составит: в Центральном регионе (Москва) — 38,5 МВт·ч; в Черноморском регионе (Анапа) — 58 870 кВт·ч; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 42 МВт·ч.

Предположим, что треть вырабатываемой электрической мощности (5 кВт) энергии владелец солнечной крыши использует для собственных нужд, а две трети (10 кВт) передаёт сетевой компании по оптовой цене по 1 руб. за 1 кВт·ч. Стоимость передаваемой электроэнергии за год составит: в Центральном регионе (Москва) — 11 тыс. руб/год; в Черноморском регионе (Анапа) — 16 820 руб/год; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 12 тыс. руб/год. Годовая стоимость электроэнергии, сэкономленной за счёт собственной генерации при цене сетевой компании 4 руб/кВт·ч, составит: в Центральном регионе (Москва) — 22 тыс. руб/год; в Черноморском регионе (Анапа) — 33 640 руб/год; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 24 тыс. руб/год.

Капитальные затраты на создание солнечной крыши пиковой мощностью 15 кВт при цене 108 тыс. руб/кВт составят 1,62 млн руб. Суммарная годовая экономия затрат за счёт проданной электро-

Максимальная суммарная электрическая мощность солнечной крыши составляет 15 кВт на одно физическое лицо с характеристиками: электрический КПД — 15 %; тепловой КПД по ГВС — 35 %; полный КПД использования энергии солнца — 50 %; пиковые: электрическая мощность — 15 кВт, тепловая мощность — 35 кВт; суммарная площадь — 150–200 м²

энергии сетевой компании и снижения покупаемой электроэнергии составит: в Центральном регионе (Москва) — 33 тыс. руб/год; в Черноморском регионе (Анапа) — 50 460 руб/год; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 36 тыс. руб/год.



Солнечные крыши устанавливаются в односемейных, малоэтажных домах, где, как правило, отсутствует централизованное горячее водоснабжение. Предполагаем, что в программе «Миллион солнечных крыш» горячее водоснабжение осуществляется с помощью электрических водонагревателей. В этом случае годовая экономия затрат от использования солнечных кровельных панелей для горячего водоснабжения составит: в Центральном регионе (Москва) — 154 тыс. руб/год; в Черноморском регионе (Анапа) — 235 480 руб/год; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 168 тыс. руб/год.

Суммарная годовая экономия затрат за счёт собственной генерации электрической и тепловой энергии составит: в Центральном регионе (Москва) — 187 тыс. руб/год;

в Черноморском регионе (город Анапа) — 285 940 руб/год; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 204 тыс. руб/год.

Срок окупаемости затрат составит: в Центральном регионе (Москва) — 8,66 года; в Черноморском регионе (Анапа) — 5,66 года; в центральной Сибири (Ханты-Мансийск) — 7,94 года.

Выводы

Принятая в расчётах стоимость сетевой электроэнергии 4 руб/кВт·ч справедлива для европейской части Российской Федерации, а во многих сибирских районах тарифы на уровне 4 руб/кВт·ч для населения утверждаются с учётом дотаций на региональном уровне.

Минимальная отпускная цена на электроэнергию от солнечной электростанции в Европе в 2016 году составила с учётом прибыли 5,86 евроцентов за 1 кВт·ч

(3,63 руб/кВт·ч), что в 3,63 раза выше оптовой цены продаж для владельцев солнечных крыш в России, предлагаемых Министерством энергетики РФ.

Таким образом, если владельцы солнечных крыш смогут продавать электроэнергию по той цене, по которой они покупают её в сетевых компаниях, срок окупаемости составит менее пяти лет, и в условиях рыночной экономики солнечное электричество будет абсолютно конкурентоспособным с электроэнергией от электростанций, использующих ископаемое топливо. ●

1. Чистая энергия [текст]. 2013. №1–2. — М.: Портал «Экозащита». Режим доступа: www.ecodefense.ru.
2. Стребков Д.С. Физические основы солнечной энергетики. — М.: Изд. ВИЭСХ, 2017. 168 с. References — see p. 95.



Геотермальная энергетика: технологии и оборудование

В настоящее время геотермальная энергия используется в 51 стране в электрогенерирующих технологиях. За пять лет (с 2010 по 2015 годы) суммарная мощность геотермальных электростанций возросла на 16% и составила 12 635 МВт. Существенное увеличение мощности геотермальных электростанций обусловлено экологической безопасностью, существенной экономической эффективностью и высокими показателями использования установленной мощности.

Сегодня геотермальные электростанции (ГеоЭС) эксплуатируются в 26 странах с ежегодной выработкой электроэнергии около 73 549 ГВт [1]. Ожидаемый рост установленной мощности геотермальных электростанций к 2020 году — порядка 21 443 МВт (рис. 1). Значительные показатели в области геотермальной энергетики имеют США: общая установленная мощность ГеоЭС составляет 3450 МВт при ежегодной выработке электроэнергии 16,6 МВт/ч. На втором месте Филиппины с суммарной мощностью ГеоЭС 1870 МВт, на третьем Индонезия — 1340 МВт. При этом наиболее существенный прирост мощности ГеоЭС за последние пять лет отмечен в Турции — с 91 до 397 МВт, то есть на 336%. Далее следуют Германия — на 280% (с 6,6 до 27 МВт) и Кения — на 194% (с 202 до 594 МВт).

В современной геотермальной энергетике наиболее распространёнными яв-

ляются ГеоЭС с тепловой схемой турбоустановки, включающей дополнительное расширение геотермального пара, общая мощность которой составляет 5079 МВт. На перегретом геотермальном паре работают энергоблоки ГеоЭС суммарной мощностью 2863 МВт. Общая мощность энергоблоков ГеоЭС с двумя ступенями расширения пара равна 2544 МВт.

Геотермальные бинарные энергоблоки с органическим циклом Ренкина получают всё большее распространение, и на сегодняшний момент их суммарная мощность превышает 1800 МВт. Средняя единичная мощность бинарных энергоблоков равна 6,3 МВт, энергоблоков с одним давлением сепарации — 30,4 МВт, с двумя давлениями сепарации — 37,4 МВт, а энергоблоков, работающих на перегретом паре, — 45,4 МВт.

Сегодня геотермальные электростанции эксплуатируются в 26 странах с ежегодной выработкой электроэнергии около 73 549 ГВт. Ожидаемый рост установленной мощности геотермальных электростанций к 2020 году — около 21 443 МВт. Значительные показатели в области геотермальной энергетики имеют США

УДК 620.9-62-93

Геотермальная энергетика: технологии и оборудование

Г. В. Томаров, компания ООО «Геотерм-М»

Геотермальные электростанции эксплуатируются в 26 странах с ежегодной выработкой более 70,5 МВт. Основной прирост в суммарной установленной мощности ГеоЭС в мире в последние годы осуществляется за счёт развития бинарных геотермальных энерготехнологий. Геотермальные электростанции работают на геотермальном теплоносителе в виде перегретого пара, пароводяной смеси и горячей воды. ГеоЭС с бинарным циклом в основном применяются на месторождениях с низкотемпературной горячей водой (90–120 °С), которые характеризуются использованием во втором контуре низкокипящего рабочего тела. Наиболее перспективными российскими геотермальными энергетическими проектами являются расширение Мутновской ГеоЭС (50 МВт) и Верхне-Мутновской ГеоЭС (12 МВт).

Ключевые слова: геотермальная электростанция, теплоноситель, бинарный энергоблок, турбоустановка, сепаратор, органическое рабочее тело.

UDC 620.9-62-93

Geothermal energy: technologies and equipment

G. V. Tomarov, "Geoterm-M", Ltd.

Geothermal power plants are operated in 26 countries with an annual production of 70.5 MW. The main increase in the total installed capacity of GeoPP in the world in recent years is due to the development of binary geothermal energy technologies. Geothermal power plants operate on a geothermal coolant in the form of superheated steam, steam-water mixture and hot water. Geothermal power plants with a binary cycle are mainly used in deposits with low-temperature hot water (90–120 °C), which are characterized by the use of a low-boiling working medium in the second circuit. The most promising Russian geothermal energy projects are the expansion of the Mutnovskaya GeoPP (50 MW) and Verkhne-Mutnovskaya GeoPP (12 MW).

Keywords: geothermal power station, coolant, binary power unit, turbine unit, separator, organic working medium.

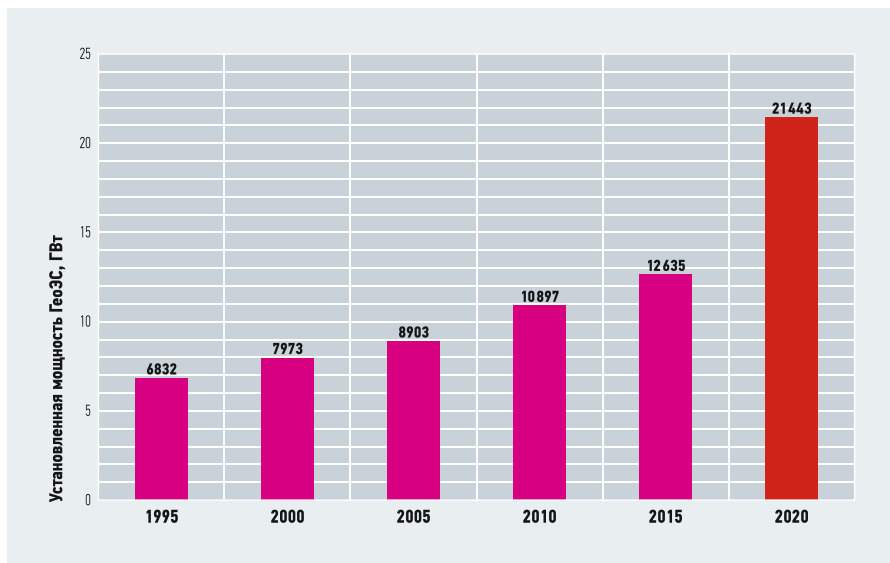


Рис. 1. Рост суммарной установленной мощности геотермальных электростанций в мире

Основной прирост установленной мощности современных геотермальных электростанций в мире в последние годы осуществляется в значительной степени за счёт сооружения новых ГеоЭС с энергоблоками бинарного цикла.

Технологические схемы современных ГеоЭС можно классифицировать по фазовому состоянию геотермального теплоносителя, типу термодинамического цикла и применяемых турбин (рис. 2). Геотермальные электростанции работают на геотермальном теплоносителе в виде перегретого пара, пароводяной смеси и горячей воды. Прямой цикл ГеоЭС характеризуется использованием во всём технологическом тракте в качестве рабочей среды геотермального теплоносителя.

ГеоЭС с бинарным циклом в основном применяются на месторождениях с низкотемпературной горячей водой (90–120 °С), которые характеризуются использованием во втором контуре низкокипящего рабочего тела. Двухконтурные ГеоЭС предполагают использование бинарного и комбинированного бинарного циклов. В комбинированном цикле ГеоЭС паровая турбина работает на геотермальном паре, а утилизация тепла отработавшего или сбросного геотермального теплоносителя в виде жидкой фазы осуществляется в бинарной энергоустановке второго контура.

Конденсационные турбины одноконтурных ГеоЭС работают на геотермальном перегретом паре, а также на насыщенном паре, отсепарированном из пароводяной смеси. Турбины с противодавлением используются на одноконтурных ГеоТЭС, которые наряду с выработкой электроэнергии обеспечивают теплом системы теплоснабжения.

В настоящее время в России энергоблоки с противодавленческими турбинами эксплуатируются на островах Кунашир и Итуруп (входят в Курильскую гряду). На Калужском турбинном заводе были разработаны энергоблоки «Омега-500», «Туман-2,0» и «Туман-2,5» [2].

Противодавленческие турбоустановки значительно проще конденсационных по своей конструкции, поэтому их цена существенно ниже.

Достаточно часто применяются технологические схемы одноконтурных ГеоЭС с одним, двумя и тремя давлениями сепарации, так называемые схемы Single-Flash, Double-Flash и Triple-Flash, соответственно. Так, ГеоЭС с двумя и тремя давлениями сепарации предполагают использование дополнительного вторичного пара, полученного в расширителе

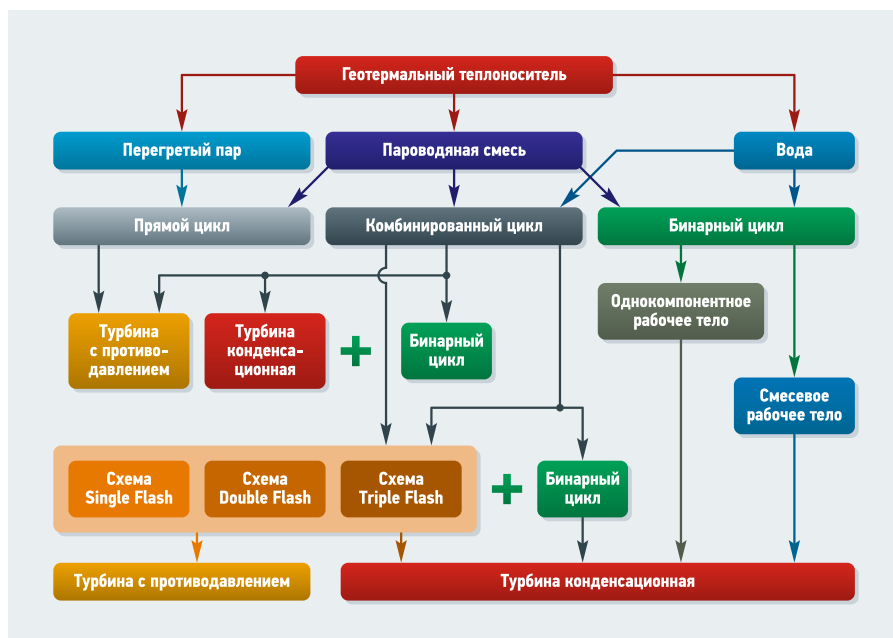


Рис. 2. Классификация геотермальных электростанций по фазовому состоянию и применяемым на практике технологическим схемам

ГеоЭС с бинарным циклом в основном применяются на месторождениях с низкотемпературной горячей водой, которые характеризуются использованием во втором контуре низкокипящего рабочего тела. Двухконтурные ГеоЭС предполагают использование бинарного и комбинированного бинарного циклов. В комбинированном цикле ГеоЭС паровая турбина работает на геотермальном паре, а утилизация тепла отработавшего или сбросного геотермального теплоносителя в виде жидкой фазы осуществляется в энергоустановке второго контура

вследствие вскипания сепарата. Это позволяет увеличить использование тепла геотермального флюида по сравнению с ГеоЭС с одним давлением сепарации.

Геотермальные паротурбинные установки производят компании в Японии, США, Италии и России.

В табл. 1 представлены основные фирмы-производители современных паровых турбоустановок и оборудования для геотермальных электростанций. Конструкция геотермальных турбин обладает рядом особенностей, которые обусловлены использованием низкочастотного геотермального насыщенного пара в качестве рабочей среды, отличающейся коррозионной агрессивностью и склонностью к образованию отложений.

К современным передовым технологиям повышения эффективности геотермальных турбин можно отнести:

- внутриканальную сепарацию влаги в проточной части турбины, включая периферийную сепарацию влаги, отвод влаги через щели в полых сопловых лопатках и ступень-сепаратор;
- системы периодической промывки проточной части и концевых уплотнений на работающей турбине;
- применение технологии управления физико-химическими свойствами геотермального теплоносителя присадками поверхностно-активных веществ;
- снижение потерь в турбинных решётках за счёт оптимизации геометрии сопловых и рабочих лопаток, включая использование высокоэффективных саблевидных лопаток.

Так, в конструкции геотермальной паровой турбины ОАО «КТЗ» мощностью 25 МВт для Мутновской ГеоЭС применены специальные устройства для сепарации влаги, позволяющие удалить до 80 % жидкой фазы в виде крупных капель и жидких плёнок из проточной части [3]. Начиная с четвёртой турбинной ступени, в проточной части применена развитая система периферийной сепарации влаги. В седьмой и восьмой ступенях обоих потоков турбины используется внутриканальная сепарация влаги в сопловых решётках. Достаточно эффективным методом удаления влаги является применение специальной турбинной ступени-сепаратора, которая позволяет увеличить КПД турбина почти на 2 %.

Солесодержание пара, поступающего в проточную часть турбин ГеоЭС, зависит от минерализации исходного геотермального флюида и эффективности разделения фаз в сепарационных устройствах. Эффективность сепарационных устройств в значительной степени определяет степень заноса проточной части



Рис. 3. Горизонтальные сепараторы в машинном зале Мутновской ГеоЭС

турбин солеотложениями, а также влияет на интенсивность каплеударной эрозии турбинных лопаток и коррозионного растрескивания металла элементов проточной части турбин.

В технологических схемах современных геотермальных электростанций применяются вертикальные и горизонтальные сепараторы. Вертикальные сепараторы используются в основном на ГеоЭС, построенных при участии новозеландских специалистов в Новой Зеландии, Филиппинах и др. странах. Горизонтальные сепараторы применяются в геотермальных энергоблоках в России, США, Японии и Исландии. Причём до 70 % ГеоЭС

в мире работает с вертикальными сепараторами [4]. Вертикальные сепараторы способны в среднем обеспечивать степень сухости пара на выходе до 99,9%. При этом их эффективность существенно зависит от режимных параметров: расхода и давления влажного пара, влагосодержания пароводяной смеси (ПВС), уровня жидкости в сепараторе и др.

В России разработаны и эксплуатируются на энергоблоках ГеоЭС горизонтальные сепараторы, отличающиеся высокой эффективностью и малогабаритными характеристиками. Степень сухости пара на выходе из сепаратора достигает 99,99%. В основу этих разработок легли исследования и технологии предприятий, производящих оборудование для АЭС, судостроения и других отраслей [5]. Такие сепараторы установлены и успешно работают в модульных энергоблоках Верхне-Мутновской ГеоЭС и на первой очереди Мутновской ГеоЭС (рис. 3).

Преимущество бинарных установок, заключающееся прежде всего в возможности производить электроэнергию на основе низкотемпературного источника тепла, в значительной степени определило основные направления их применения. Особенно целесообразно использование бинарных установок для:

- энергообеспечения (также и автономного) регионов, обладающих низкотемпературными геотермальными ресурсами;
- повышения мощности действующих ГеоЭС, работающих на высокотемпературном геотермальном теплоносителе, без бурения дополнительных скважин;
- повышение эффективности использования геотермальных источников за счёт применения бинарных установок в технологических схемах вновь проектируемых комбинированных геотермальных электростанций.

В конструкции геотермальной паровой турбины ОАО «КТЗ» мощностью 25 МВт для Мутновской ГеоЭС применены специальные устройства для сепарации влаги, позволяющие удалить до 80 % жидкой фазы в виде крупных капель и жидких плёнок из проточной части

Основные производители оборудования геотермальных паротурбинных установок табл. 1

Фирма (страна)	Основные специализации	Общая установленная мощность поставленных турбин
Toshiba (Япония)	Изготавливает паровые турбины и другое энергетическое оборудование	Более 3000 МВт
Mitsubishi (Япония)	Производство геотермальных паровых турбин и генераторов	Более 2800 МВт (100 энергоблоков)
Fuji (Япония)	Производство геотермальных паровых турбин	2630 МВт (67 энергоблоков)
Ansaldo (Италия)	Крупнейший итальянский производитель геотермальных паровых турбин и энергетического оборудования	1700 МВт (130 энергоблоков)
General Electric (США)	Производство геотермальных паровых турбин	Более 500 МВт
Toyota (Япония)	Производство геотермальных паровых турбин	Более 250 МВт
Alstom (Италия)	50-летний опыт производства геотермальных паровых турбоустановок единичной мощностью от 25 до 60 МВт	200 МВт
«КТЗ» (Россия)	Производитель геотермальных турбоустановок мощностью от 0,5 до 25 МВт	Более 80 МВт

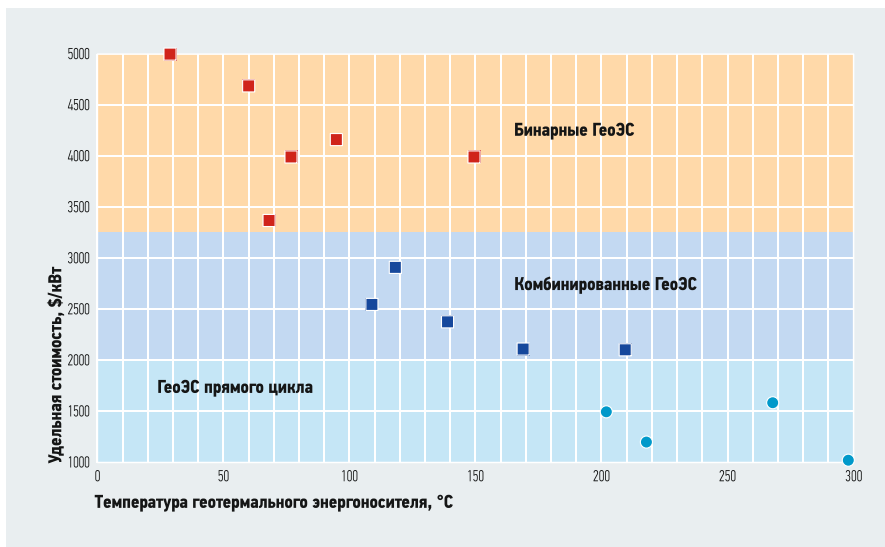


Рис. 4. Сведения о стоимости установленной мощности 1 кВт ГеОЭС (— прямого цикла, — бинарных, — комбинированных ГеОЭС)

Теплофизические, термодинамические и др. свойства органических низкокипящих веществ оказывают существенное влияние на вид и эффективность теплового цикла, технологические параметры, конструкцию и характеристики оборудования, режимы эксплуатации, надёжность и экологичность бинарных установок.

На практике применяются около 15-ти различных низкокипящих органических веществ и смесей в качестве рабочего тела бинарных установок. По факту в настоящее время геотермальные бинарные энергоблоки в основном работают на углеводородах — около 82,7% от суммарной установленной мощности бинарных энергоблоков в мире, фторуглеродах — 6,7%, хлорфторуглеродах — 2,0%, водно-аммиачной смеси — 0,5%, отсутствуют данные по рабочему телу для 8,2% [6].

Геотермальные электростанции с комбинированным бинарным циклом отличаются тем, что геотермальный флюид первого контура не только является источником тепла для второго контура, но и непосредственно используется для преобразования теплоты в механическую работу в паровой турбине.

Паровая фаза геотермального двухфазного теплоносителя используется непосредственно для выработки электрической энергии путём расширения в паровой турбине с противодавлением, а теплоту конденсации геотермального пара (а также сепарата) направляют во второй низкотемпературный контур, в котором для выработки электроэнергии используется органическое рабочее тело. Применение подобной комбинированной схемы ГеОЭС особенно целесообразно в случаях, когда исходный геотермальный флюид содержит большое количество неконденсирующихся газов, поскольку затраты энергии на удаление их из конденсатора могут быть значительными.

Результаты термодинамических расчётов [7] показывают, что при всех равных исходных условиях использование бинарного энергоблока в геотермальных электростанциях комбинированного цикла может увеличить мощность ГеОЭС типа Single-Flash на 15%, а ГеОЭС Double-Flash — на 5%. В настоящее время бинарные установки производятся на заводах в США, Германии, Италии, Швеции, России и др. странах. Сведения о некоторых

технических характеристиках бинарных установок, выпускаемых различными производителями, представлены в табл. 2.

На рис. 4 представлены данные о стоимости установленной мощности в 1 кВт при сооружении различных ГеОЭС с турбоустановками на геотермальном паре и низкокипящем органическом рабочем теле, свидетельствующие о зависимости стоимости ГеОЭС от применяемого цикла и температуры геотермального геотермоносителя.

Наиболее перспективными российскими геотермальными энергетическими проектами являются расширение Мутновской ГеОЭС (50 МВт) и Верхне-Мутновской ГеОЭС (12 МВт) комбинированными (с бинарным циклом) энергоблоками мощностью 10 и 6,5 МВт, соответственно, за счёт утилизации тепла их сбросного теплоносителя без бурения дополнительных скважин, а также строительство второй очереди Мутновской ГеОЭС мощностью 50 МВт.

Выводы

1. В мировой геотермальной энергетике применяются технологические схемы с ГеОЭС прямого, бинарного и комбинированного циклов — в зависимости от фазового состояния и температуры геотермального теплоносителя.
2. Основной прирост в суммарной установленной мощности ГеОЭС в мире в последние годы осуществляется за счёт развития бинарных геотермальных энерго-технологий.
3. Удельная стоимость установленной мощности геотермальных энергоблоков существенно зависит от температуры геотермального теплоносителя и с её увеличением резко снижается. ●

Технические характеристики бинарных установок*

табл. 2

Фирма-производитель	Единичная мощность, кВт	Температура источника тепла, °C	Технологические особенности
Ormat (США)	200–70000	150–300	Рабочее тело: n-пентан. Турбина: двухступенчатая осевая
Turboden (Италия)	200–2000	100–300	Рабочее тело: ОМТС. Турбина: двухступенчатая осевая
GMK (Германия)	50–5000	120–350	Турбина: многоступенчатая осевая
Turboden Pure Cycle (США)	280	91–149	Рабочее тело: R245fa. Турбина: радиальная
Cryostare (Франция)	н.д.	100–400	Рабочее тело: R245fa, R134a. Турбина: радиальная
Infinity Turbine (США)	10–50, > 250	< 90, 90–120	Рабочее тело: R134a, R245fa
Barber Nichols (США)	700, 2000, 2700	> 115	н.д.
Trans Pacific Energy (США)	100–5000	30–480	Рабочее тело: смесь органических веществ
Калужский турбинный завод («КТЗ») (Россия)	2500	> 100	Рабочее тело: R134a. Турбина: одноступенчатая радиально-осевая

* Основных мировых производителей для геотермальных и др. тепловых источников энергии.

1. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2010–2014. Update Report. Proc. of World Geothermal Congress '2015. Melbourne. Australia. 19–25 April 2015.
 2. Томаров Г.В., Никольский А.И., Семёнов В.Н., Шипков А.А. Геотермальная энергетика: Справ.-метод. изд. / Под ред. П.П. Безруких. — М.: Интерэнерго-Издат, Теплоэнергетик, 2015. 304 с.
 3. Поваров О.А., Лукашенко Ю.Л., Томаров Г.В., Циммерман С.Д. Геотермальные промышленность и технологии в России // Тяжёлое машиностроение, 2001. №1. С. 14–19.
 4. Zarrouk S., Purnanto M. Geothermal steam-water separators: Design overview. Geothermics. 2014. No. 53. Pp. 236–254.
 5. Поваров О.А., Лукашенко Ю.Л., Томаров Г.В., Циммерман С.Д. Геотермальные промышленность и технологии в России // Тяжёлое машиностроение, 2001. №1. С. 14–19.
 6. Orenstein R., Delwiche B., Lovelink J. The Don A. Campbell Geothermal Project — Development of a Low-Temperature Resource. Proc. of WGC'2015. Melbourne. Australia. 19–25 April 2015.
 7. Pambudi N., Itoi R., Jalilinasrabady S., Jaelani K. Performance Improvement of Single-Flash Geothermal Power Plant Applying Tree Cases Development Scenarios Using Thermodynamic Methods. Proc. of WGC'2015. Melbourne. Australia. 19–25 April 2015.
- References — see p. 95.

Распределённая энергетика на территории Челябинской области и России в целом

Анализ энергетической отрасли России позволил выявить целый комплекс системных проблем, которые отрицательно влияют на эффективность её развития и темпы модернизации. Решение этих проблем должно идти по двум основным направлениям. Первое — повышение коэффициента использования установленной мощности единой энергетической системы за счёт прежде всего оптимизации параметров и режимов её работы, компенсации реактивной мощности и повышения показателей качества электроэнергии. Второе — создание новой отрасли — отрасли распределённой энергетики.

Основной акцент в данном материале сделан на реализацию второго направления из обозначенных во вступлении к статье, так как претворение первого направления зависит не от недостатка технических решений и мероприятий, а от возможностей государства. Наведение порядка в энергосистемах различных уровней за счёт снижения потерь энергии в системах генерации, передачи, распределения, преобразования и потребления электроэнергии позволит сэкономить десятки миллионов тонн топлива и многие миллиарды киловатт-часов. Из этого следует, что в ближайшее время в зоне централизованного электроснабжения нет необходимости вводить в эксплуатацию дополнительные электрические мощности.

Распределённая энергетика объединяет следующие её подотрасли: малая (дизельная) энергетика; малая атомная энергетика; солнечная и аэрокосмическая энергетика; ветроэнергетика; малая гидроэнергетика; геотермальная энергетика; приливная энергетика; биоэнергетика — использование торфа, ТБО, отходов сельского и лесного хозяйства для энергетических целей.

Если распределённая энергетика будет стремительно развиваться, то это станет неременным условием развития других отраслей промышленности и всей экономики государства в целом. Предпосылки для быстрого развития такой энергетики вызваны не только необходимостью обеспечения энергетической и экологической безопасности удалённых регионов Российской Федерации, но и рациональным использованием природных богатств страны.

В настоящее время отсутствует рациональная модель потребления ресурсов, в основу которой прежде всего должны быть положены энергоэффективность, рациональная схема размещения объектов электроэнергетики в России с учётом оптимизации их структуры по видам ис-



пользования энергоресурсов и широкого использования ВИЭ и местных углеводородных топлив.

Что надо сделать?

Предлагаемые в данном материале первоочередные мероприятия в конечном итоге направлены на создание современной российской инфраструктуры распределённой энергетики. Заинтересованные организации должны объединиться и сотрудничать в целях создания на базе Челябинской области научно-производственной площадки (возможно, кластера) для производства и апробации высококонкурентных отечественных технологий



ФИО	Учёное звание и должность
С. Е. ЕСЯКОВ	первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы по энергетике Федерального Собрания Российской Федерации
Н. Д. РОГАЛЁВ	д.т.н., профессор, ректор НИУ МЭИ
А. С. СИГОВ	д.ф.-м.н., профессор, академик РАН, президент МИРЭА (технический университет)
И. Я. РЕДЬКО	д.т.н., профессор, заместитель директора Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН
В. Ю. КОНОНЕНКО	к.т.н., генеральный директор Энергетического института им. Г.М. Кржижановского
А. П. ЛИВИНСКИЙ	к.т.н., эксперт в области распределённой энергетики
С. Д. ВАРФОЛОМЕЕВ	д.х.н., профессор, научный руководитель Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля, член-корреспондент РАН
Э. Е. СОН	д.ф.-м.н., профессор МФТИ, академик РАН, заместитель директора ОИВТ РАН
В. Ф. МАТЮХИН	д.т.н., профессор, заместитель директора НИИЦ МИРЭА
А. Н. ГУДКО	главный редактор журнала С.О.К.

в области распределённой энергетики на основе комплексных источников электрической и тепловой энергии (традиционная углеводородная генерация и ВИЭ) с целью последующего продвижения данных технологий на российский и международный рынки. При этом основной результат первого этапа состоит в создании современной инфраструктуры распределённой энергетики на территории Челябинской области, являющейся основой развития энергетики удалённых регионов России.

Основной целью предполагаемых работ является реализация комплексного Проекта в области распределённой энергетики на территории Челябинской области на основе объединения и координации усилий с использованием научно-производственного потенциала всех участников.

Для достижения этой цели необходимо выполнить ряд условий. В частности, к ним относится обеспечение единой стратегии и научно-технической политики, синхронизированной и сбалансированной со стратегиями развития других элементов социально-экономических систем, а также создание и обеспечение доступного информационно-аналитического, нормативно-правового и нормативно-технического поля развития энергетики. Необходимо разработать программу комплексного развития энергетики в РФ на период до 2035 года, включая действующие федеральные, ведомственные и региональные программы и постановления по данному вопросу с синхронизацией их выполнения по срокам и средствам. Сама Программа по существу должна стать аналогом плана ГОЭЛРО.

Одним из ключевых условий реализации проекта должно стать объединение профессиональных энергетиков в единую структуру на основе реализации конкретных амбициозных планов развития энергетики. Следует консолидировать усилия профильных институтов РАН, вузов, энергетических компаний, субъектов РФ, ТПП, РСПП, Общественной палаты РФ, технологических платформ в рамках Экспертного совета Комитета Государственной Думы по энергетике ФС РФ в деле создания «точек роста» в области распределённой энергетики. Консолидация в рамках Проекта организаций-инвесторов, деятельность которых направлена на создание «точек роста», в том числе на финансирование заводов и инфраструктурных проектов в области распределённой энергетики. Следует реализовать обязательное требование (совместно с Министерством экономического развития Российской Федерации) формирования стратегии энергетического развития регионов в структуре концепций и программ социально-экономического развития этих регионов и территорий, а также разработать модельную форму «дорожной карты» формирования современной инфраструктуры распределённой и возобновляемой энергетики.

В научном плане не обойтись без обеспечения интеграции результатов фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям развития распределённой энергетики и соответствующего качества реализации проекта, подразумевающего исключение дублирования и повторного выполнения НИОКР.

Для оптимального развития проекта следует выявить и устранить законодательно-ведомственную разобщённость по вопросам развития распределённой энергетики. В практическом плане придётся реализовать инфраструктурные проекты с использованием многофункциональных энерготехнологических комплексов (МЭК) в пилотных регионах Российской Федерации.



Новый взгляд на измерение электрических параметров

Проще и безопаснее: новое поколение приборов testo для электроизмерений в системах ОВКВ

- Исключительное удобство в использовании
- Инновационные технологии для эффективной работы
- Для всех типов работ с электрическим оборудованием

На правах рекламы.

Неотъемлемой частью работы над проектом является развитие системы опережающей подготовки и повышения квалификации научных, инженерно-технических и управленческих кадров с предварительной отработкой списка вузов для подготовки специалистов с учётом равномерного размещения по территории России.

Важна работа по популяризации и продвижению идей и планов в распределённой и возобновляемой энергетике с привлечением для достижения этой цели российской общественно-политической и отраслевой прессы, а также телевидения. Это направление, безусловно, должно быть активизировано.

Только при таком комплексном подходе решения проблем развития распределённой энергетики можно достигнуть желаемых результатов. Начиная с подготовки кадров и заканчивая производством, проектированием, строительством и эксплуатацией энергетических установок и комплексов малой мощности.

И, конечно, решая эти проблемы, мы обращаемся к опыту наших предшественников, которые умели как разрабатывать «красивые» программы, так и — самое главное — досрочно их реализовывать. Наглядным подтверждением этого является реализация плана ГОЭЛРО, разработанного под руководством Г.М. Кржижановского. Следует вспомнить и П.С. Непорёжного — министра энергетики и электрификации СССР, крупнейшего энергетика страны, академика РАН, который был вдохновителем и организатором большой программы мощного энергетического строительства СССР.

Состав основных работ при создании современной инфраструктуры распределённой энергетики на территории Челябинской области

Организация серийного производства модулей многофункциональных энерго-технологических комплексов (МЭК) на предприятиях участников проекта солнечных панелей, ветроустановок, накопителей энергии, САУ МЭК, преобразователей частоты, всережимных генераторов, системы утилизации тепла ДВС.

Строительство двух солнечных электростанций на юге Челябинской области суммарной мощностью 20–40 МВт, а также пилотного МЭК в горнозаводской зоне Челябинской области суммарной мощностью 400 кВт.

Создание федеральной экспериментальной площадки по опережающей подготовке элитных научных кадров и специалистов для проектирования, монтажа



и эксплуатации объектов в области распределённой энергетики.

Вопрос формирования современной инфраструктуры распределённой энергетики многоаспектен, и поэтому в рамках проекта вклад каждого участника в совокупности будет направлен на достижение основной цели, а состав участников должен быть таков, чтобы совместными усилиями возможно было решить поставленные задачи, перечисленные ниже.

Минэнерго России может внести свой вклад, оказывая содействие в реализации комплексного Проекта на территории Челябинской области и всей России.



Минпромторг России возьмёт на себя решение вопросов о выделении средств из федерального бюджета на создание современной инфраструктуры распределённой энергетики на территории Челябинской области, в том числе на создание условий для серийного производства оборудования для распределённой энергетики на территории указанного региона. Данное министерство должно будет создать условия для масштабирования результатов комплексного Проекта на территорию Российской Федерации, а также оказать содействие в разработке нормативно-правовых документов в области распределённой энергетики.

На администрацию Челябинской области ляжет нагрузка оказания содействия в разработке и реализации комплексного проекта на территории Челябинской области, а также в организации кооперированного производства модулей, узлов и комплектующих частей оборудования на предприятиях на территории региона.

Администрации предлагается приложить усилия в содействии в привлечении средств областного бюджета, внебюджетных источников, а также средств, выделяемых международными и зарубежными организациями для финансирования комплексного проекта, и также в привлечении средств инвесторов и рассмотрении возможности долевого финансирования комплексного проекта из собственных источников.

Естественно, последняя задача невозможна без работы среди потенциально заинтересованных инвесторов по формированию положительного имиджа комплексного проекта.

Имидж проекта важен и в среде широкой общественности, среди которой информация о деятельности всех участников проекта по реализации этапов должно, в частности, распространяться посредством официальных средств массовой информации Челябинской области.



Возможности участников проекта

Оценим возможности и планируемую работу участников проекта. Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева производит на базе своего предприятия ВЭУ и оборудование для малых ГЭС и объектов распределённой энергетики (по согласованию). Энергетический институт имени Г.М. Кржижановского разрабатывает единую идеологию и научно-техническую и инновационную политику в области распределённой энергетики, Концепцию рационального потребления невозобновляемых и возобновляемых энергоресурсов на территории РФ на период до 2035 года с учётом глобальных целей устойчивого развития, провозглашённых ООН, Концепцию комплексного развития распределённой энергетики на территории РФ на период до 2035 года. Он же выступает системным координатором в разработке и реализации комплексного Проекта и координирует действия участников Проекта в соответствии с совместно разработанным планом работ. Кроме перечисленного, институт участвует в создании новых энергетически эффективных технологий, направленных на решение задач комплексного Проекта.

На плечи сотрудников Энергетического института имени Г.М. Кржижановского ложится разработка и последующее авторское сопровождение концепции комплексного Проекта как «научно-производственной площадки» для отработки передовых отечественных технологий в области распределённой энергетики с целью последующего продвижения на российский и мировой рынки. Эта же организация разрабатывает технико-экономическое обоснование комплексного Проекта, нормативную базу и национальные стандарты в области распределённой энергетики, алгоритм управления МЭК различных типов, а также разрабатывает и реализовывает интеллектуальную авто-

номную систему энергоснабжения. В научно-методическом плане Энергетический институт занят написанием учебников, учебных пособий и монографий в области распределённой энергетики.

Большую роль в «солнечной» части Проекта отводится НП «Евросолар Россия», которое участвует в разработке единой научно-технической политики и стратегическом планировании в области солнечной энергетики, а также разрабатывает концепцию и приоритетные направления развития солнечной энергетики России и предложения по использованию технологий, созданных в области солнечной энергетики с учётом международного опыта, и востребованных различными секторами экономики. Партнёрство призвано создавать условия для усиления роли солнечной энергетики в системе энергообеспечения удалённых регионов России, оно участвует в разработке эффективных механизмов сопряжения научно-исследовательских работ, проводимых в ведущих научно-исследовательских институтах и вузах, с возможностями их крупномасштабной реализации в регионах Российской Федерации на технологическом уровне. Также «Евросолар Россия» занято представлением консультационных, информационных и других услуг в рамках своей компетенции.

В свою очередь, Московский технологический университет (МИРЭА) отвечает

Только при комплексном подходе решения проблем развития распределённой энергетики можно достигнуть желаемых результатов. Начиная с подготовки кадров и заканчивая производством, проектированием, строительством и эксплуатацией энергетических установок и комплексов малой мощности

за такую специфическую и сложную часть проекта, как аэрокосмическая (солнечная) энергетика, и осуществляет единую научно-техническую политику и стратегическое планирование в данной области. В зоне ответственности МИРЭА лежит подготовка предложений по использованию технологий, созданных в области аэрокосмической (солнечной) энергетики, в целях продвижения технологий многофункциональных энерготехнологических комплексов, востребованных различными секторами экономики. Университет разрабатывает приоритетные направления развития в области аэрокосмической (солнечной) энергетики.

МИРЭА участвует в создании экспериментального (международного) полигона для отработки (ключевых, базовых) технологий в области солнечной энергетики на базе филиала КраО в посёлке Симеизе (Республика Крым), а также в создании на базе МИРЭА центра отработки технологий и экспериментально-производственной апробации наноректенных преобразователей солнечной энергии для аэрокосмических энергетических систем.

Кроме того, вуз занят вопросом повышения энергетической эффективности солнечных энергопреобразующих элементов с использованием перспективных технологий и материалов.

ООО «Инжиниринговый Центр «Преобразовательная техника» призвано содействовать в привлечении инвесторов для реализации комплексного Проекта.

Центр принимает участие в разработке концепции комплексного Проекта как «научно-производственной площадки» для отработки передовых отечественных технологий в области распределённой энергетики с целью последующего продвижения на российский и мировой рынки и в разработке его технико-экономического обоснования. Кроме этого, производственная площадка «Инжиниринговый Центр «Преобразовательная техника» изготавливает на базе своего предприятия компоненты САУ МЭК.

Компания ООО «Авелар Солар Технолоджи» в случае положительного заключения по результатам экспертизы ТЭО профинансирует строительства МЭК различных типов, окажет содействие в привлечении инвесторов для реализации проекта, а также проконсультирует инвесторов по вопросам развития распределённой энергетики Челябинской области и организует партнёрство для кооперированного производства в России оборудования и компонентов МЭК различных типов (в первую очередь — на предприятиях Челябинской области).

Институт биохимической физики ИБХФ РАН принимает участие в разработке единой научно-технической политики в области распределённой энергетики, а также разрабатывает предложения по использованию передовых технологий в области распределённой энергетики, в целях продвижения новейших технологий, востребованных предприятиями Челябинской области. ИБХФ предоставляет испытательный стенд, позволяющий проводить натурные испытания солнечных панелей в различных климатических условиях Российской Федерации.

Институт участвует в проектно-конструкторских, строительно-монтажных и пусконаладочных работах с целью реализации комплексного Проекта. Он же организует экспертизы проектов и готовит заключения по проектам в области распределённой энергетики. Координационная нагрузка института отражается в ведении заседаний секции «Солнечная энергетика» Рабочей группы по фотонике для координации деятельности по развитию отрасли в рамках государственных программ, программ инновационного развития государственных корпораций, компаний с государственным участием и программ технологической платформы «Фотоника» при Минпромторге России.



Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) создаёт на своей базе при поддержке Минобрнауки России и администрации Челябинской области экспериментальную площадку по опережающей подготовке элитных научных кадров и специалистов для проектирования, монтажа и эксплуатации объектов в области распределённой энергетики. Он участвует совместно со специалистами учебно-методического объединения вузов в области энергетического образования в разработке государственных образовательных стандартов и учебных планов по специальностям подготовки кадров элитные научные кадры и специалистов через магистратуру, аспирантуру и докторантуру вузов Челябинской обла-

сти для проектирования, монтажа и эксплуатации объектов в области распределённой энергетики.

Также вуз принимает участие в работе независимой постоянно действующей коммуникационной и аналитической площадки на базе секции «Кадровое обеспечение ТЭК» Научно-экспертного Совета при Рабочей группе Совета Федерации по мониторингу реализации законодательства в области энергетики, энергосбережения и повышения энергетической эффективности, деятельность которой направлена на:

- формирование условий для создания опережающей системы подготовки кадров для нужд топливно-энергетического комплекса на основе консолидации усилий ведущих учебных, академических и научно-исследовательских институтов и энергетических компаний по кадровому, учебно-методическому, научно-техническому и информационному обеспечению образовательной деятельности;

Актуальность создания в России новой отрасли энергетики — отрасли распределённой энергетики нового поколения с широкомасштабным использованием МЭК базируется на назревшей необходимости повышения эффективности использования энергетических ресурсов в автономной системе энергоснабжения (АСЭС)

- своевременную разработку современных образовательных стандартов и учебных программ по перспективным прорывным направлениям развития распределённой энергетики;
- формирование условий для создания новых межузовских кафедр, полигонов и демонстрационных площадок, учебных и научно-исследовательских лабораторий по всем направлениям развития распределённой энергетики на основе объединения потенциала ведущих учебных и научно-исследовательских институтов и энергетических компаний с использованием новейших своих разработок в области науки и техники;
- создание условий для опережающей качественной подготовки разработчиков, проектировщиков и эксплуатационников энергетического оборудования нового поколения в связи с необходимостью масштабного и глубокого технического перевооружения предприятий в области распределённой энергетики;

- обеспечение чёткого планирования потребностей разных специалистов для нужд топливно-энергетического комплекса в области распределённой энергетики;
- усиление связи подготовки кадров с профессиональными компетенциями работодателей;
- обеспечение гарантии трудоустройства выпускников вузов в отраслях в области распределённой энергетики;
- создание условий для обеспечения воспроизводства научных кадров для нужд топливно-энергетического комплекса в области распределённой энергетики;
- разработку технологии и инструментов опережающей качественной подготовки кадров для отраслей в области распределённой энергетики;
- разработку нормативно-правовых и организационных механизмов реализации мер по обеспечению условий для повышения качества подготовки кадров для отраслей распределённой энергетики;
- создание условий для осуществления подготовки элитных кадров для отраслей.

Группа компаний «Приводная техника», со своей стороны, осуществляет доленое финансирование комплексного Проекта в рамках соглашений между участниками и в соответствии с согласованной ими программой работ. ГК оказывает содействие в разработке и реализации комплексного Проекта на территории Челябинской области и как производственная площадка изготавливает на базе своего предприятия компоненты МЭК: преобразователи частоты, всережимные генераторы и САУ МЭК.

ОАО «Уралэлемент» — производственное предприятие, работающее на ВПК и обладающее серьёзным опытом в своей сфере, изготавливает на базе своего предприятия накопители энергии, а также осуществляет доленое финансирование комплексного Проекта по той же схеме, что и ГК «Приводная техника».

На ещё одном производстве — силами ООО «НТЦ «Солнечная энергетика» — изготавливаются передовые системы электроснабжения на основе высокоэффективных солнечных батарей.

Комплексное обоснование Проекта

Актуальность создания в России новой отрасли энергетики — отрасли распределённой энергетики нового поколения с широкомасштабным использованием многофункциональных энерготехнологических комплексов базируется на назревшей необходимости повышения эффективности использования энергетических ресурсов в автономной системе энергоснабжения (АСЭС).



Эффективность АСЭС находится в прямой зависимости от её уровня развития. Десятки тысяч традиционных АСЭС в Российской Федерации, как правило, состоят из одного или несколько дизель-генераторных установок, которые имеют низкую энергетическую эффективность и невысокую надёжность функционирования. В настоящее время не решён ряд технических проблем, в числе которых повышение качества и надёжности функционирования АСЭС с использованием ДВС-электростанций и ВИЭ; нерациональное использование местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых; необходимость повышения эффективности производства, транспорта и потребления местных топливно-энергетических ресурсов, электрической и тепловой энергии.

К числу проблем относятся и требуют изменений: низкие показатели качества электроэнергии, недостаточные многофункциональность и многотопливность АСЭС, повышенные эксплуатационные расходы и недостаточно высокая топливная экономичность двигателя внутреннего сгорания (ДВС), неоптимальный состав оборудования на стадии проектирования АСЭС, а также далёкие от оптимума режимы работы и конструктивно-компоновочные решения АСЭС по критериям энергетической и технико-экономической эффективности.

Решение перечисленных задач напрямую связано с крупномасштабным внедрением многофункциональных энерго-технологических комплексов (МЭК).

Они являются основой автономных систем энергоснабжения, которые используют различные виды источников энергии, а именно всё многообразие местных энергетических ресурсов. Следовательно, АСЭС можно отнести к наиболее высокому уровню их развития, в составе которых находятся МЭК. Под многофункциональностью следует понимать возможность подобного комплекса производить из местных топливно-энергетических ресурсов моторные топлива, электрическую и теп-

ловую энергию. Использование местных энергоресурсов позволит решить многие вопросы энергоснабжения, проблему «северного завоза», улучшить социально-экономическую и экологическую обстановку.

Применение МЭК в составе АСЭС позволит не только оптимизировать режимы её работы с использованием ВИЭ, но и перевести её на новую конструктивно-компоновочную схему с многоканальным распределением энергетических потоков различной физической природы.



МЭК является той основой, которая позволит объединить все типы энергетических установок, предназначенных для производства прежде всего моторных топлив, электрической и тепловой энергии. Это объединение должно выполняться в соответствии с мощностным рядом МЭК с использованием серийно выпускаемых энергоустановок и на основе оптимального согласования технических характеристик всех элементов АСЭС по максимуму её полного КПД.

МЭК — это более высокий уровень развития объектов малой и возобновляемой энергетики, так как в основе его построения заложены новые конструктивно-компоновочные решения и методы оценки его энергетической эффективности. Использование МЭК в составе АСЭС позволит обеспечить:

- многофункциональность, многотопливность, модульное построение автономных систем энергоснабжения, использование местных энергоресурсов, ВИЭ;
- реализовать единый обобщённый универсальный унифицированный типовой проект, который отвечал бы современным техническим требованиям, предъявляемым к автономным системам энергоснабжения;
- согласованность характеристик энергетических модулей, в том числе ДВС, силовых генераторов, ВИЭ-модулей, потребителя нагрузок и других модулей;
- экономию топлива только за счёт оптимизации режимов работы ДЭС на 10–20%, в зависимости от нагрузки, и 25–30% и более за счёт использования потенциала ВИЭ;

- повышение коэффициента использования топлива с 0,4–0,45 до 0,8–0,9 за счёт комплексной утилизации сбросового тепла ДВС;

- согласованность характеристик энергетических модулей, в том числе ДВС, генератора и потребителя нагрузок (повышение КПД ДВС-электростанции на 10–20% и ресурса ДВС);

- возможность совместной работы ДВС-электростанции с возобновляемыми источниками энергии (гибридная электростанция) при любом соотношении мощности за счёт применения всережимного генератора, преобразователя частоты и САУ, а также с энергосистемой;

- обеспечение высокого качества электрической и тепловой энергии независимо от колебаний нагрузки и потенциала возобновляемых видов энергии;

- высокий коэффициент загрузки ДВС (около единицы).



Использование разработанной нами математической модели обобщённой автономной системы энергоснабжения со множеством каналов передачи энергии различной физической природы к потребителю позволит решить задачи:

1. Объединить на основе технологической схемы системы генерации, электрические сети, потребителей электроэнергии, тепла и топлив в единую автоматизированную систему.
2. Осуществить количественную и качественную оценку энергетического процесса производства, передачи и потребления электроэнергии, тепла и моторных топлив в реальном масштабе времени на сквозном энергетическом анализе.
3. Контролировать, управлять и оптимизировать режимы работы и показатели качества всех элементов АСЭС («различные виды топлива — элементы системы генерации электроэнергии и тепла — элементы системы передачи и распределения электроэнергии и тепла — элементы системы потребления электроэнергии и тепла») в соответствии с системой критериев энергетической эффективности функционирования АСЭС.

4. Совершенствовать структуру и распределение мощностных потоков в распределённых системах генерации на основе использования математических моделей функционирования АСЭС.

5. Принимать на основе моделирования энергетического процесса АСЭС оптимальные управленческие решения по повышению эффективности работы подотрасли распределённой энергетики, а также на стадии проектирования в зависимости от местных условий эксплуатации энергоустановок рекомендовать обоснованный выбор конструктивно-компоновочных решений МЭК.

6. На основе сформированной системы критериев энергетической эффективности АСЭС на базе МЭК определять КПД любого элемента — ДВС, ВИЭ-энергоустановки, силового генератора, канала передачи электрической (ЛЭП, кабельная линия) и тепловой (теплотрасса) энергии к потребителям, силового трансформатора, канала передачи мощности различной физической природы — и полный КПД МЭК.

7. Оценивать влияние показателей качества электроэнергии на энергетическую эффективность генераторов, трансформаторов, электросетей и потребителей.

8. Оценивать влияние показателей качества моторных топлив различных видов на энергетическую эффективность поршневых электростанций.

Следует обратить внимание на то, что основой структуры производственного оборудования АСЭС в настоящее время является двигатель внутреннего сгорания. Следовательно, показатели работы АСЭС будут зависеть прежде всего от эффективности этого звена (модуля). Основные направления совершенствования ДВС-электростанций (повышение надёжности, улучшение экологических показателей и топливной экономичности, снижение эксплуатационных расходов, увеличение ресурса, расширение многофункциональности и многофункциональности) в рамках существующего конструктивно-компоновочного решения в значительной степени уже исчерпаны. Анализ общих конструктивно-компоновочных решений и классификация автономных систем энергоснабжения указывают на их большое разнообразие. Однако преимущественное распространение получили АСЭС на базе дизельных электростанций, скоростные режимы которых в настоящее время не оптимизированы (рис. 1).

Далее покажем, в чём заключается суть и значение дифференцированного метода оценки энергетической эффективности использования энергоресурсов в автономных системах энергоснабжения.

МЭК — это более высокий уровень развития объектов малой и возобновляемой энергетики, так как в основе его построения заложены новые конструктивно-компоновочные решения и методы оценки его энергетической эффективности

При разработке математической модели был применён разработанный нами дифференцированный метод оценки энергетической эффективности использования энергоресурсов в автономных системах энергоснабжения. Суть этого метода заключается в том, что автономная система может быть представлена в виде технологической схемы обобщённого многофункционального энерготехнологического комплекса на базе гибридных энергоустановок и множества каналов поступления и потребления энергии различной физической природой.

В свою очередь, МЭК — это комплекс, состоящий из базового источника (многотопливная электростанция) и возобновляемых источников энергии в виде солнечных, ветряных и гидроэнергетических установок и т.п.

При этом технологическая схема АСЭС была построена на основе логического анализа и состояла из трёх подсистем: факторов внешних условий, общих конструктивно-компоновочных решений, а также из подсистемы энергетических и эксплуатационных свойств АСЭС.

Между этими подсистемами и элементами системы установлены энергетические связи. Следует отметить, что к подсистеме факторов внешних условий относятся прежде всего климатические условия: температура, плотность и влажность воздуха, показатели качества энергоресурсов, в том числе теплота сгорания различных топлив, потенциал ВИЭ, график нагрузок потребителей и многое другое.

Математическая модель обобщённой АСЭС позволяет: рассмотреть с единых позиций технологические и энергетические процессы при работе АСЭС любого типа; наметить и реализовать пути повышения эффективности автономных систем благодаря обоснованию оптимальных общих конструктивно-компоновочных решений, оптимизации скоростных и силовых режимов; дать комплексную оценку последствий принимаемых решений в части формирования эксплуатационных характеристик АСЭС или определить качества существующих автономных систем и предпочтительные условия их использования. Она позволяет разработать не только методику по определению оптимальных параметров МЭК, но и создать основу для создания интеллектуальной АСЭС.

Достоинства такой модели заключаются прежде всего в том, что оптимальные параметры АСЭС и элементов системы определяются в автоматическом режиме в реальном масштабе времени при наличии необходимых количественных характеристик внешних условий.

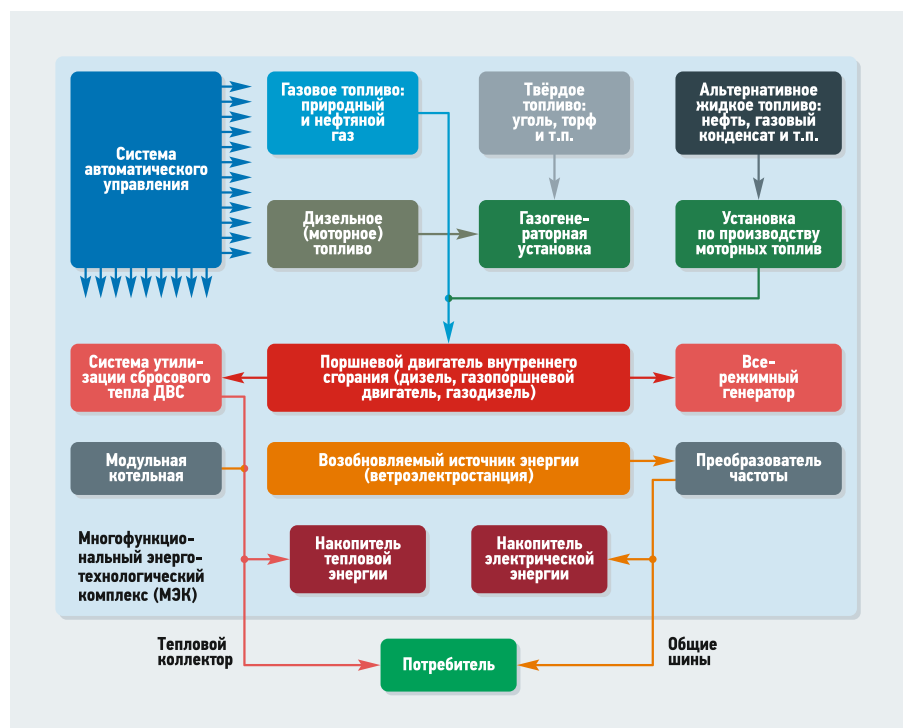


Рис. 1. Обобщённый многофункциональный энерготехнологический комплекс (МЭК) на базе гибридных энергоустановок

Следовательно, математическая модель обобщённой АСЭС позволяет: рассмотреть с единых позиций технологические и энергетические процессы при работе АСЭС любого типа; наметить и реализовать пути повышения эффективности автономных систем благодаря обоснованию оптимальных общих конструктивно-компоновочных решений, оптимизации скоростных и силовых режимов; дать комплексную оценку последствий принимаемых решений в части формирования эксплуатационных характеристик АСЭС или определить качества существующих автономных систем и предпочтительные условия их использования.

Теперь несколько слов о коммерческой привлекательности инновационного проекта создания и внедрения многофункциональных энерготехнологических комплексов. Внедрение МЭК в энергетику удалённых регионов России решает комплекс проблем, включающих социальные аспекты и вопросы надёжного, качественного энергоснабжения потребителей, рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды, использования возобновляемых источников энергии. Коммерческая привлекательность инновационного проекта МЭК, способного эффективно работать в условиях Крайнего Севера, Дальнего Востока, Сибири и прочих удалённых регионов, заключается не только в его высоких технико-экономических показателях (экономия топлива до 40% и использование ВИЭ), но и в коротких сроках окупаемости. Учитывая, что аналогов МЭК в мире не существует, их экспортный потенциал оценивается как очень высокий.

В данном комплексе применены: всережимный генератор, преобразователь частоты с накопителем энергии и уникальная АСУ, позволяющая не только обеспечивать оптимальную параллельную работу ВИЭ-установок и ДВС-электростанции, но и, в зависимости от потенциала ВИЭ и графика нагрузки со стороны потребителей, оптимизировать их режимы работ по критериям максимальной энергетической и экономической эффективности комплекса.

Выводы

Таким образом, вопрос формирования современной инфраструктуры распределённой энергетики многоаспектен и только в тесном взаимодействии между участниками Проекта можно с уверенностью рассчитывать на успешную реализацию такого крупного начинания на территории Челябинской области. При этом обязательными мероприятиями по созданию такой инфраструктуры являются:

1. Разработка Концепции комплексного развития распределённой энергетики на территории Челябинской области на период до 2035 года.
2. Создание условий для организации серийного производства и строительство многофункциональных энерготехнологических комплексов с использованием ВИЭ с аккумулированием электроэнергии (МЭК) в удалённых регионах России.
3. Разработка, согласование и подписание многостороннего соглашения по созданию современной инфраструктуры в области распределённой энергетики на территории Челябинской области.
4. Создание на базе Национального исследовательского Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ) федеральной экспериментальной площадки по опережающей подготовке элитных инженерных кадров в области распределённой энергетики. ●



Идеально для диагностики

Комплект testo Smart Probes для холодильных систем.

- Без шлангов
- Без утечек хладагента
- Управление через мобильное приложение testo Smart Probes

Возобновляемая энергетика в Калмыкии: опыт, проблемы и перспективы региона

В предлагаемой статье рассматривается имеющийся на данный момент опыт реализации проектов возобновляемой энергетики в постсоветское время в одном из регионов России — Республике Калмыкия, являющейся одним из наиболее интересных субъектов Российской Федерации с точки зрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Автор: К.С. ДЕГТЯРЁВ, к.г.н., научный сотрудник, Научно-исследовательская лаборатория ВИЭ, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ)

Мы поставили себе задачу рассмотреть и сопоставить историю и текущее состояние развития энергетики на ВИЭ в Калмыкии на двух уровнях:

- крупные сетевые проекты (на данный момент — ветропарка и ряда солнечных электростанций);
- небольшие мощности на основе ВИЭ (солнечные батареи и ветрогенераторы, для автономного обеспечения локальных потребностей в энергоснабжении).

В статье обозначена также специфическая для Калмыкии и общая для ряда регионов (и даже России в целом) географическая и экономическая проблематика в контексте возобновляемой энергетики.

Эта работа является одной из немногих на данный момент, где достаточно детально представлен опыт, проблемы и перспективы определённого региона в развитии энергетики на ВИЭ, что, в свою очередь, может представлять интерес при изучении возможных путей развития и принятии решений в области возобновляемой энергетики и на других территориях нашей страны.

Калмыкия в контексте ВИЭ — специфика, сходство и различия с другими регионами

Республика Калмыкия — один из наиболее интересных субъектов Российской Федерации с точки зрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Её опыт представляет интерес и для других регионов России, как сопредельных с нею тер-

Республика Калмыкия — один из наиболее интересных субъектов Российской Федерации с точки зрения возобновляемых источников энергии. Её опыт представляет интерес и для других регионов России, как сопредельных с нею территорий юга европейской части страны, так и отдалённых

риторий юга европейской части страны, так и отдалённых.

В целом, вопреки достаточно распространённому мнению о тотальной отсталости России в данной сфере, опыт широкого использования ВИЭ имеет довольно богатую историю, начинающуюся ещё с реализации плана Государственной комиссии по электрификации России (ГОЭЛРО) [1]. Кроме того, уже в постсоветское время развитие энергетики на основе ВИЭ в нашей стране имеет свою специфику, также не вписывающуюся в упрощённые представления о нашем отставании по причине то ли косности бюрократического аппарата, то ли «нефтегазового лобби» — реальная картина существенно сложнее. Однако это вопросы, требующие отдельного рассмотрения, здесь же остановимся на этапах, характере, проблемах развития возобновляемой энергетики в одной из частей России, что, в свою очередь, прольёт свет и на общую для нашей страны проблематику, связанную с ВИЭ.



Рис. 1. Географическое положение Калмыкии

Калмыкия — территория, отличающаяся наиболее высоким в России естественным (природным, теоретическим, валовым) потенциалом ВИЭ, представленным и солнечной, и ветряной, и биоэнергией.

Республика находится на юге страны, в сравнительно низких широтах (45–48° с. ш.) и отличается преобладанием ясной погоды, что обуславливает высокие значения солнечной радиации, поступающей на земную поверхность.

Также Калмыкия расположена (рис. 1) в естественной «аэродинамической трубе» между Каспийским и Чёрным морем и на открытых степных пространствах, что создаёт высокий потенциал ветряной энергии. Наиболее высок он на западе и юго-западе республики — на возвышенности Ергени, а также на побережье Каспийского моря.

Наконец, Калмыкия, благодаря развитому сельскому хозяйству (составляющему основу экономики республики), представленному как животноводством, так и растениеводством, отличается и большим объёмом сельскохозяйственных отходов, создающих мощную потенциальную базу биоэнергетики.

При этом Калмыкия отличается небольшой плотностью населения. На площади в 75 тыс. км² живёт 280 тыс. человек (рис. 2). Средняя плотность населения — 3,7 человек на 1 км² — это в 2,3 раза меньше, чем в среднем по России и близко к показателям малонаселённых районов Севера, Сибири и Дальнего Востока, но отличает Калмыкию от сопредельных сравнительно густонаселённых субъектов юга России — Ставропольского края, Ростовской, Волгоградской, Астраханской областей и Дагестана (рис. 1).

Это означает высокие значения потенциала ВИЭ в пересчёте на душу населения и теоретическую возможность решения вопросов энергообеспечения республики именно за счёт ВИЭ и существенного вклада ВИЭ в социально-экономическое развитие Калмыкии в целом.

В то же время Калмыкия сталкивается с целым комплексом социально-экономических и инфраструктурных проблем, среди которых и трудности с достаточно надёжным и дешёвым энергоснабжением, прежде всего отдалённых потребителей, представленных небольшими населёнными пунктами, животноводческими точками, отдельными домохозяйствами. Это связано и с характером расселения и хозяйства, и с погодно-климатическими условиями — в частности, частые сильные ветры и гололёды зимой вызывают аварии линий электропередач, отличающихся к тому же высоким физическим



❖ Рис. 2. Герб и административно-территориальное деление Калмыкии

износом. Следует добавить, что в настоящее время в Калмыкии практически нет собственной генерации электроэнергии, которая полностью поставляется из других регионов.

В решении задач энергообеспечения «традиционная» сетевая инфраструктура оказывается экономически неэффективной [2], что создаёт дополнительные предпосылки к рассмотрению ВИЭ, в том числе автономного энергоснабжения, в качестве альтернативы.



❖ Природа Калмыкии

Калмыкия, таким образом, по некоторым параметрам является уникальной территорией. В то же время этот регион обнаруживает ряд черт, типичных для всей южной зоны России — от Крыма и Краснодарского края до Забайкалья и Дальнего Востока. Кроме того, Калмыкия обнаруживает сходство и с Россией в целом, обладая общей для всей страны проблематикой [3].

Отсюда следует, что изучение опыта Калмыкии, как успешного, так и неудачного, может быть полезным и для других регионов страны, и для России в целом.

Крупные проекты ВИЭ в Калмыкии, инициаторы, инвесторы, проектные компании

Постсоветская история развития возобновляемой энергетики в Калмыкии начинается с проекта строительства ветропарка у посёлка Хар-Бурук в Целинном районе (рис. 3) в 10 км к западу от города Элиста, который реализовывался в 1992–1994 годах [4].

Изначально проект предусматривал установку около 20 ветроагрегатов общей мощностью 22 МВт. Для создания ветропарка в Хар-Булуке использовалось отечественное оборудование. Фактически же были построены два ветроагрегата (мощностью по 1,2 МВт), некоторое время работавшие в тестовом режиме. Также было заложено около десяти фундаментов для установки новых агрегатов. Далее к 1997 году по ряду причин, среди которых дефицит финансирования, проект был свернут, и в настоящее время агрегаты находятся в нерабочем состоянии (рис. 3).



•• Рис. 3. Неработающие ветрогенераторы у посёлка Хар-Бурук Целинного района (2014 год)

Отметим, что это был на тот момент один из немногих проектов, но не единственный в России. Примерно в это же время в несколько этапов (1992–2002 годы) была построена Куликовская ВЭС общей мощностью 5 МВт в Калининградской области (рис. 4).

В отличие от ВЭС в Хар-Булуке, электростанция в Калининградской области работала до 2016 года, после чего было принято решение о её демонтаже и строительстве новой ВЭС. Успех данного проекта был связан с тем, что он изначально и на всех стадиях последовательно поддерживался региональной администрацией и местной энергокомпанией «Янтарьэнерго», включившей ветроагрегаты в свою энергосистему. Кроме того, к реализации были привлечены профессиональные зарубежные партнёры — Датское энергетическое агентство и компания SEAS (Дания). Помимо этого, он был меньшего масштаба по сравнению с проектом в Хар-Булуке.

В свою очередь, в Калмыкии второй попыткой строительства крупного ветропарка стал проект у посёлка Песчаный, также примерно в 10 км к юго-востоку от Элисты на территории Приютненского района (рис. 5).

Проект реализуется с 2006 года. Первоначальный план включал строительство ветропарка общей мощностью около 300 МВт [5] — сотня ветроагрегатов по 3 МВт. Целью проекта было заявлено энергоснабжение Элисты и продажа электроэнергии на оптовом рынке за пределы республики. На тот момент это стало крупнейшим в России проектом строительства ветропарка и проектом в области ВИЭ в целом (исключая проекты крупных ГЭС).

В роли инвестора проекта выступил чешско-швейцарский инвестиционный фонд Falcon Capital a.s. [5], представленный в Калмыкии ООО «Алтэн», являющейся его 100%-й дочерней структурой, на которую возложена функция управления данным проектом. Соглашение между Falcon Capital и правительством Республики Калмыкия о реализации данного проекта было подписано 9 июня 2007 года на XI Санкт-Петербургском международном экономическом форуме [6]. Общая величина инвестиционных затрат на строительство ветропарка мощностью 300 МВт оценивалась в 600 млн евро. Предполагалось использование собственных средств Falcon Capital, привлечение кредитов западноевропейских банков под гарантии ведущих российских банков, а также средства федерального бюджета.



•• Рис. 4. Действующие агрегаты Куликовской ВЭС в Калининградской области (2015 год)



Рис. 5. Ветроагрегаты строящегося ветропарка у посёлка Песчаный Приютненского района, работающие в тестовом режиме (2014 год)

Проектной компании для строительства ветропарка правительством Калмыкии была предоставлена в аренду сроком на 49 лет площадь 2300 га или 23 км². Правительство Калмыкии также взяло на себя обязательства по созданию инфраструктуры ветропарка (подъездные пути, линии электропередач и связи).

Для этих целей в рамках Федеральной целевой программы «Юг России» на 2008–2012 годы выделялось 247 млн руб. для строительства инженерной инфраструктуры электростанции, в том числе 190 млн из федерального и 57 млн руб. из республиканского бюджетов [7]. Согласно распоряжению главы Калмыкии (на тот момент — К.Н. Илюмжинов) от 15 ноября 2007 года проекту был присвоен статус «Особо важный инвестиционный проект». Также проект был включён в республиканскую целевую программу «Развитие возобновляемых источников энергии в Республике Калмыкия на 2008–2012 годы» [8]. Точнее было бы сказать, что программа практически полностью сводилась к данному проекту.

Также ещё в декабре 2006 года была создана компания ОАО «КалмЭнергоКом» [9], учредителями которой стали Falcon Capital (94,2% акций) и Республика Калмыкия в лице Министерства имущества республики (5,8% акций) [10].

Компании «КалмЭнергоКом» были переданы распределительные сети Элисты (электросетевой комплекс города был выкуплен ОАО «КалмЭнергоКом» в 2006 году за 130 млн руб. [11]), что, вероятно, рассматривалось как оптимизация управления в контексте данного проекта, учитывая то, что ветропарк должен будет обеспечить город электроэнергией.



На первом этапе, осенью 2011 года, были построены два ветрогенератора мощностью по 1,2 МВт каждый (рис. 5). Ветрогенераторы были изготовлены чешским машиностроительным концерном ŠKD Nové Energo [12] по лицензии немецкой компании Vensys. Фундамент для установок был смонтирован немецкой компанией WKA montage GmbH [13], она же осуществляла и работы по обслуживанию генераторов.

В дальнейшем предполагалась установка 11 генераторов по 3 МВт (всего 33 МВт)

Обеспечение электроэнергией всей территории Калмыкии за счёт ветроустановок в рамках проекта не рассматривалось. Это потребовало бы масштабной модернизации всей электроэнергетической сети республики — затраты на программу такого рода сопоставимы с затратами на создание ветропарка

до конца 2012 года [14], установка 150 МВт к 2013–2015 годам и доведение мощности ветропарка до 300 МВт к 2017–2018 годам. Для этого ещё в сентябре 2009 года был подписан контракт между Falcon Capital и датской компанией Vestas [15], являющейся одним из ведущих мировых производителей оборудования для ветровой энергетики.

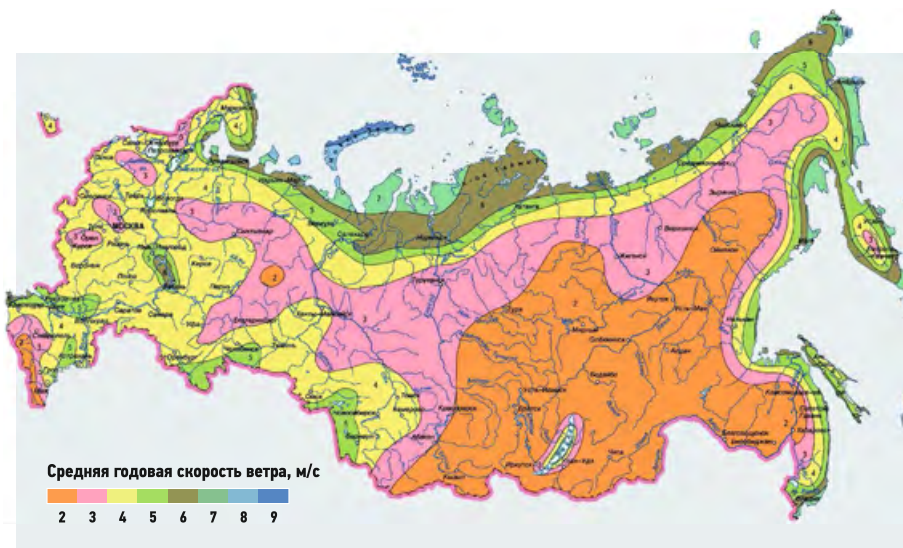
Теоретически, при коэффициенте использования установленной мощности ветроустановок, равном 20%, мощности в 150 МВт было бы достаточно для выработки количества электроэнергии, потребляемой Элистой, а 300 МВт — для производства электроэнергии в объёме, потребляемой Калмыкией в целом, то есть около 500 млн кВт·ч в год.

В то же время, ветропарк рассматривался, в первую очередь, как объект, под-

ключённый к общей энергосети (что, помимо прочего, снимало проблему аккумуляции энергии), что позволяло бы продавать в сеть на оптовом рынке излишки энергии, покупая недостающую энергию при её дефиците.

Обеспечение электроэнергией всей территории Республики Калмыкия за счёт ветроустановок в рамках данного проекта не рассматривалось. Это потребовало бы масштабной модернизации всей электроэнергетической сети республики — затраты на программу такого рода были бы сопоставимы с затратами на создание ветрового парка.

В перспективе в то же время рассматривалось создание на территории Калмыкии нескольких ветропарков, а реализуемый потенциал ветроэнергетики в Республике Калмыкия оценивался экспертами Falcon Capital и «КалмЭнергоКом» в 7–9 ГВт мощности, и тогдашний глава Калмыкии Кирсан Илюмжинов провозгласил цель превращения Калмыкии в «ветряной Кувейт» [16].



Районирование территории Российской Федерации по средней годовой скорости ветра

Фактически же по состоянию на ноябрь 2016 года на площадке, как и в 2012 году, стояли два ветрогенератора Vensys мощностью по 1,2 МВт, работавшие в тестовом режиме — проект пять лет оставался на той же стадии строительства. За это время в России появились новые нормативные документы, направленные на стимулирование возобновляемой энергетики и регулирование в данной области, среди которых в первую очередь надо отметить:

1. Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 года №449-ПП «О механизме стимулирования использования ВИЭ на оптовом рынке электрической энергии и мощности»;
2. Постановление Правительства РФ от 23 января 2015 года №47-ПП «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии»;
3. Регламент проведения отборов инвестиционных проектов по строительству генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляющих источников энергии (утверждён 10 апреля 2014 года, протокол №9/2014 заседания Наблюдательного совета НП «Совет рынка»).

В соответствии с уже новыми правилами была подана заявка на инвестиционный проект строительства ветропарка (название проекта — «Приютненская ВЭС, первая очередь»), удовлетворённая в 2014 году, при этом с существенно меньшей мощностью — 51 МВт [17], заявитель — ООО «Алтэн» (дочерняя компания Falcon Capital).

Заявлена величина капитальных затрат чуть менее 66 тыс. руб/кВт установленной мощности (или около 3,3 млрд руб. на весь проект), что выглядит существен-

но заниженной величиной для подобных проектов. В то же время частично это может объясняться уже понесёнными инфраструктурными затратами и, соответственно, наличием созданной в предыдущие годы инфраструктуры.

При этом датой запуска проекта в эксплуатацию был обозначен 2015 год, то есть на данный момент фиксируется очевидное существенное удлинение сроков реализации проекта и неопределённость его будущего в целом.

В России появились новые нормативные документы, направленные на стимулирование ВИЭ и регулирование в данной области, среди которых надо отметить Постановления Правительства РФ от 28 мая 2013 года №449-ПП и от 23 января 2015 года №47-ПП

В настоящее время проект Приютненской ВЭС представлен в «Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2016–2022 годы» Министерства энергетики РФ [18] как объект мощностью 51 МВт и с высокой степенью вероятности ввода в эксплуатацию в 2016 году. Тем не менее, в 2016 году данный объект не был введён в эксплуатацию и даже не был построен.

На существенное затягивание сроков строительства и резкое сокращение первоначальных планов повлиял ряд факторов, действовавших в период 2008–2016 годов, среди которых:

- финансово-экономический кризис 2008–2009 годов;
- возможно, смена руководства Республики Калмыкия — уход со своего поста в 2010 году руководителя республики К.Н. Илюмжинова, бывшего активным сторонником проекта;
- нерешённость ряда вопросов с взаимодействующими сетевыми и сбытовыми компаниями Калмыкии и Южного федерального округа;
- общие экономические трудности Республики Калмыкия, проблемы высокого износа распределительных электроэнергетических сетей и неплатёжеспособности потребителей электроэнергии;
- неопределённость и изменения правовой базы реализации подобных проектов в России в 2008–2015 годы;
- экономический кризис, санкции и девальвация рубля в 2014–2015 годах.

В частности, ещё в 2010–2011 годах ОАО «КалмЭнергоКом» столкнулась с рядом финансовых трудностей [19], связанных с достаточной типичной цепочкой неплатежей. В связи с высокой непогашенной задолженностью (более 560 млн руб.)



Пагода Семи Дней в городе Элисте

ОАО «КалмЭнерго» (филиал региональной сетевой компании «МРСК Юга» [20], входящей в состав ОАО «Российские сети») подал иск о признании «КалмЭнергоКом» банкротом. В феврале 2014 года Арбитражным судом Республики Калмыкия иск был удовлетворён [21], в отношении компании было открыто конкурсное производство с назначением конкурсного управляющего, впоследствии неоднократно продлевавшееся [22], последний раз — в январе 2017 года на очередные шесть месяцев [23].

В свою очередь, ОАО «КалмЭнергоКом» выдвинуло аналогичный иск в адрес ОАО «Южная межрегиональная энергетическая компания» («ЮМЭК») — сбытовой компании, выступавшей гарантирующим поставщиком электроэнергии для Элисты. В ноябре 2015 года постановлением Северо-Кавказского арбитражного суда ОАО «ЮМЭК» в свою очередь было признано банкротом [24]. Конфликты между хозяйствующими и, возможно, политическими субъектами нашли весьма широкое освещение в СМИ, включая материалы в том числе и «разоблачительного» характера [11] — по отношению к инициаторам и кураторам данного проекта. Будущее проекта на данный момент остаётся неопределённым, в частности, и из-за изменений нормативной базы — в соответствии с новыми требованиями по локализации производства становится невозможной реализация проекта в изначальном виде, когда предполагалось использование зарубежного оборудования и поставщиков практически на 100%.

С другой стороны, в настоящее время проект получил более определённый правовой статус, и в целом нормативная база реализации подобных проектов стала более упорядоченной.

В уже новых условиях в Калмыкии были заявлены четыре проекта строительства крупных солнечных станций (СЭС), из которых три в Элисте, одна — в Черноземельском районе на юге республики (табл. 1). Инициатор проекта строительства трёх СЭС в Элисте («Элиста Восточная», «Элиста Западная» и «Элиста Северная») — ООО «МРЦ Энергохолдинг».

Investиционные проекты в Калмыкии* [25]

Наименование проекта ВИЭ	Участник ОРЭМ, подавший заявку	Год отбора	Плановый год начала поставки мощности	Планируемая установленная мощность, МВт	Всего, МВт	Плановая величина капитальных затрат, руб./кВт
СЭС «Элиста Восточная»	ООО «МРЦ Энергохолдинг»	2013	2017	15,0	70,0	108 502
СЭС «Элиста Западная»	—	2013	2017	15,0		108 503
СЭС «Элиста Северная»	—	2013	2017	15,0		108 504
Калмыкская СЭС №1, первая очередь	ООО «Солар Системс»	2015	2019	25,0		122 570

* Строительство генерирующих объектов солнечной энергетики в Калмыкии, прошедшие конкурсные отборы в 2013–2016 годах.

СЭС в Элисте под управлением МРЦ «Энергохолдинг» находятся в стадии строительства. В «Схеме и программе развития ЭЭС России на 2016–2022 год» данные СЭС присутствуют в качестве трёх объектов по 15 МВт с планом по вводу их в эксплуатацию в 2017 году

Планы «МРЦ Энергохолдинг» были анонсированы, в частности, на официальном новостном портале Республики Калмыкия 8 августа 2013 года, где сообщалось о встрече главы правительства Калмыкии Игоря Зотова с генеральным директором «Энергохолдинга» Александром Улановым и обсуждении ими вопросов развития энергетики на возобновляемых источниках энергии в Калмыкии [26].



Приведём краткую справку по данной компании. ООО «МРЦ Энергохолдинг» зарегистрирована в феврале 2012 года [27]. Учредители МРЦ «Энергохолдинг» [28] — физические лица А.С. Уланов [29] и М.М. Чучкевич (также являющийся управляющим директором ГК «Роснано» [30, 31] и управляющим партнёром Bright Capital [32]); уставный капитал — 10 тыс.

руб.; в настоящее время в числе собственников значатся А.С. Уланов (225 руб. в УК компании) и компания ООО «Брейнвайс Консалтинг Лтд.» (9775 руб.) [33].

«Энергохолдинг» является инициатором также прошедших конкурсный отбор проектов строительства СЭС в Астраханской, Волгоградской, Иркутской, Челябинской областях и Калмыкии общей мощностью 265 МВт и планируемыми вводом в эксплуатацию в 2015–2019 годах.

В свою очередь, МРЦ «Энергохолдинг» входит в группу компаний «Энергия Солнца» [34] (создана в 2012 году). Помимо «Энергохолдинга», в ГК «Энергия Солнца» входит также ООО «КомплексИндустрия», занимающаяся разработкой и реализацией проектов развития возобновляемой энергетики (в частности, солнечной и ветряной) на территории России и СНГ. На данный момент ГК «Энергия

Солнца» управляет проектами строительства СЭС в 2014–2018 годах. А именно — 29 СЭС в десяти субъектах РФ общей мощностью 435 МВт или примерно 40% от всех проектируемых в России солнечных электростанций.

В свою очередь, управляющая компания ГК «Энергия Солнца» — ООО «Солар Менеджмент». Учредитель компании «Солар Менеджмент» — компания «Крезенчана Коммершал Лтд.» (уставной капитал 10 тыс. руб.) [35].

По имеющейся информации, СЭС в Элисте под управлением МРЦ «Энергохолдинг» находятся в стадии строительства. В «Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2016–2022 год» [18] три данные СЭС присутствуют в качестве трёх объектов по 15 МВт с высокой степенью вероятности ввода их в эксплуатацию в 2017 году.

При этом другие источники сообщают об отсутствии информации о каком-либо продвижении данного проекта солнечной электростанции в Элисте: «В 2017 году планируется их ввод в эксплуатацию, однако никаких новостей о ходе строительства не поступает, а на сайте собственника в списках проектов в стадии реализации СЭС Калмыкии нет... Строительство трёх солнечных электростанций является намерением и в настоящее время отсутствует заявка на их технологическое присоединение...» [36].

Проект «Калмыцкая СЭС №1. Первая очередь» выдвинут другой компанией — ООО «Солар Системс» и прошёл отбор в 2015 году, планируемая мощность — 25 МВт, планируемая дата пуска в эксплуатацию — 2019 год, что также отражено в Приложении 4 к «Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2016–2022 год».

ООО «Солар Системс» [37] — предприятие, специализирующееся на солнечной энергетике в России, имеющая под управлением в России проекты общей мощностью 240 МВт, учреждена китайской компанией Amur Sirius Power Equipment Co., Ltd. [38, 39].

В свою очередь Amur Sirius является специализирующимся на работе с Россией подразделением китайской группы Harbin Electric Company Ltd. (ранее Harbin Power Equipment Ltd.) [40], одного из трёх крупнейших в Китае производителей энергетического оборудования.

На данный момент ООО «Солар Системс» — один из крупнейших игроков на рынке энергетики на основе ВИЭ [41]. По информации компании, её портфель договоров о предоставлении мощности (ДПМ) ВИЭ с планируемым вводом в 2017–2019 годах составляет 255 МВт при планируемом объёме инвестиций 33,5 млрд руб. Помимо Калмыкии, предполагается реализация проектов в Ставропольском крае, в Самарской, Волгоградской и Астраханской областях.



Рис. 6. «Экологическая стоянка» у села Троицкое (2012 год)

Также, по информации компании, проект «Калмыцкая солнечная электростанция» находится на стадии оформления земельного участка и проектирования [42], планируемое место строительства — у посёлка Комсомольский, центра Черноземельского района. Генерирующее оборудование представлено фотоэлектрическим солнечным модулем (ФЭСМ) наземного типа ($83\,334 \times 0,27 \pm 0,005$ кВт). Основные параметры проекта — табл. 2. Проект также предполагает подключение к общей энергосети, что снимает необходимость аккумулирования энергии. Поставщиком солнечных панелей (модулей) заявлено ООО «Солар Кремниевые Технологии» [43, 44], зарегистрированное в феврале 2016 года (уставной капитал — 10 тыс. руб., собственники — российские и китайские физические лица и кипрская компания «Семвелса Девелопмент Лтд.»).

Таким образом, в Калмыкии на данный момент ни один из заявленных крупных проектов пока не реализован, причём у всех, кроме последнего, уже фиксируется существенное отставание от заявленного графика, а информация по проектам недостаточна и противоречива

Параметры проекта «Калмыцкая СЭС №1. Первая очередь»

табл. 2

Параметр	Величина
Установленная мощность станции, МВт	25
Годовая выработка электроэнергии, МВт·ч/год	33500
КИУМ, %	14,2
Количество солнечных панелей (модулей) по $0,27 \pm 0,005$ кВт	100000
Элементы аккумулирования энергии	Не предусмотрены
Комбинированная выработка электроэнергии	Не предусмотрены
Площадь земельного участка под строительство, га	75
Объём инвестиций, млрд руб.	3,3
Объём ежегодных налоговых поступлений (региональная часть налога на прибыль + налог на имущество) в бюджет субъекта федерации, млн руб.	130

Комментировать ход данного проекта сложно, он находится на самой начальной стадии, а пуск в эксплуатацию запланирован через два года.

Таким образом, в Калмыкии на данный момент ни один из заявленных крупных проектов пока не реализован, причём у всех, кроме последнего, уже фиксируется существенное отставание от заявленного графика, информация по проектам недостаточна и зачастую противоречива. Более того, их реализация сопряжена с конфликтами между хозяйствующими субъектами, что особенно заметно на примере проекта ВЭС в Песчаном.

В отличие от «большой» возобновляемой энергетики, малая автономная энергетика на ВИЭ уже представлена рядом объектов, её развитие выглядит более динамичным и осязаемым.

Локальная энергетика на ВИЭ

Развитие энергетики на ВИЭ в Калмыкии на локальном уровне также идёт примерно с середины — конца 2000-х годов, при этом демонстрируя ускорение темпов роста, хотя судить об этом довольно сложно, прежде всего из-за отсутствия системы сбора статистики. На данный момент, для того чтобы понять происходящее, требуется сбор отрывочной информации из разных источников, включая личные наблюдения и встречи, информацию СМИ и оценки экспертов.

На данном направлении первые опыты были также не вполне удачными. В частности, в 2009 году был реализован экспериментально-демонстрационный проект «Экологическая стоянка» у посёлка Троицкое в Целинном районе, в 15 км к северу от Элисты, с ветроагрегатом мощностью 10 кВт и солнечными панелями (рис. 6). Однако в настоящее время проект свёрнут, ветроагрегат неисправен.

Однако установка солнечных и ветрогенераторов энергии продолжалась, и в настоящее время они функционируют.



●● Рис. 7. Солнечная батарея и ветроустановка в Центре диких животных (2012 год)



В 2012 году одна из крупнейших в Российской Федерации телекоммуникационных компаний «МегаФон» [45] совместно с Nokia Siemens Networks [46, 47] приступили к проекту использования ВИЭ для питания элементов сети [48, 49] в посёлке Ики-Чонос Целинного района, в 20 км к северо-востоку от Элисты на одной из базовых станций «МегаФона». На базовой станции был установлен гибридный комплекс производства Nokia Siemens Networks, состоящий из ветрогенератора, 24 солнечных панелей и аккумулятора.

Кроме того, примерно в это же время ветрогенератор и солнечные панели были установлены в Центре диких животных в Яшкульском районе в 70 км к востоку от Элисты в окрестностях посёлка Улан-Эрге [50] (рис. 7).

Помимо этого, примерно с середины 2000-х годов начинается поставка отдельных ветроэнергетических и солнечных установок в частные хозяйства Калмыкии, осуществляемая силами отдельных предпринимателей. По приблизительным оценкам, можно говорить о нескольких десятках ветроустановок и до нескольких сотен солнечных панелей, поставленных и установленных в отдельных хозяйствах во второй половине 2000-х и начале 2010-х годов. Среди них были широко представлены ветрогенераторы и солнечные батареи российского производства. География размещения автономных установок малой мощности включает западные, центральные, восточные, южные районы Калмыкии — Приютненский, Целинный, Кетченеровский, Яшкульский, Черноземельский, Ики-Бурульский.

В то же время, информации о поставках в Калмыкию биогазовых установок и использовании биоэнергии на современном уровне на данный момент нет, но, по-прежнему, в сельской местности широко используется архаичное топливо — кизяки.

В последнее время солнечные батареи устанавливаются и на отдельных объектах инфраструктуры — во дворах для

освещения детских площадок [51], на дорогах, в частности, на трассе, соединяющей Элисту и Яшкуль (рис. 8). В этих случаях инициатива и финансирование исходят от региональных властей.

Что касается установки солнечных панелей и ветрогенераторов в хозяйствах, они осуществляются за счёт самих хозяйств силами отдельных частных предпринимателей. На данный момент они не пользуются какой-либо поддержкой на федеральном или региональном уровне и пока даже при отсутствии на республиканском уровне планов поддержки развития автономной малой энергетики на местных возобновляемых источниках.



●● Рис. 8. Солнечные батареи для электропитания светофоров и освещения пешеходных переходов на трассе, соединяющей Элисту и Яшкуль (ноябрь 2016 года)

Развитие сдерживается рядом факторов, включая: низкий уровень информированности потребителей; отсутствие поддержки со стороны органов власти, крупных финансовых и организационных агентов развития; низкий платёжеспособный спрос населения; низкий уровень информированности потенциальных поставщиков мощностей о самой Калмыкии и её сильных сторонах в качестве потенциального рынка.

В то же время за последние годы осведомлённость о ВИЭ выросла, накоплен некоторый опыт, и спрос на солнечные батареи и ветрогенераторы растёт. Точ-

ки продажи и обслуживания солнечных батарей и ветрогенераторов появились и в самой Калмыкии. При этом поставляется оборудование российского и зарубежного (преимущественно китайского) производства. Также идут научно-исследовательские и экспериментальные работы с целью поиска оптимальных решений для потребителей малого масштаба в условиях Калмыкии (рис. 9), в частности, совместные исследования НИЛВИЭ географического факультета МГУ и ВИЭСХ.

Вероятно, при «инерционном» сценарии по мере роста осведомлённости и интереса частных хозяйств к автономным генераторам на ВИЭ и, в свою очередь, «открытия» Калмыкии как перспективного рынка со стороны поставщиков, число точек, оснащённых солнечными и ветряными установками (в перспективе также биоэнергетическими и, возможно, локально микро-ГЭС и использующими низкопотенциальное тепло земли), будет расти.

На данный момент обращает на себя внимание доминирование именно солнечных установок, вероятно, благодаря их компактности, транспортабельности, удобству в сборке и отсутствию поломок и потребности в ремонте.



●● Рис. 9. Опытно-экспериментальная солнечная батарея (разработка ВИЭСХ) в посёлке Адык Черноземельского района Республики Калмыкия (ноябрь 2016 года)

Потенциальный рынок Калмыкии пока заполнен на величину в пределах 1%. Интерес к автономным генерирующим мощностям на основе ВИЭ могут в перспективе почти все частные хозяйства Калмыкии. Это прежде всего жители сельской местности, живущие в частных домах. Численность сельского населения в республике — более 150 тыс. человек, то есть речь может идти о примерно 30 тыс. домохозяйств. Кроме того, в своих домах с участками и собственным хозяйством живёт значительная часть городского населения. Помимо этого, в Калмыкии около 4000 животноводческих точек.

Речь может идти о примерно 50 тыс. потенциальных потребителей, как частных лицах, так и сельскохозяйственных предприятиях. Большинство из них в настоящее время сталкиваются с недостаточно надёжным энергообеспечением, частыми авариями в распределительной сети, высокими тарифами на электроэнергию. В связи с этим для них установка автономных мощностей на ВИЭ несёт и рост комфортности проживания, и прямой экономический эффект.

В ряде случаев прямой экономический эффект от гипотетического (пока) перехода на автономное энергоснабжение за счёт ВИЭ просматривается и для небольших населённых пунктов численностью до 100–200 человек (в Республике Калмыкия около 150 таких поселений), где установка комбинированных автономных электростанций может оказаться дешевле прокладки и обслуживания линий электропередач, особенно для удалённых населённых пунктов.

Проблем многочисленных мелких потребителей, разбросанных на большой территории, «большая» энергетика не решает. Именно эти задачи может решить малая автономная энергетика на ВИЭ

Выводы

В постсоветское время возобновляемая энергетика Калмыкии развивается двумя параллельными путями: «большая» сетевая энергетика, ориентированная на продажу электроэнергии крупным потребителям, и малая автономная энергетика, ориентированная на обеспечение энергией небольших хозяйств. Эти два направления выполняют принципиально различные задачи и могут взаимно дополнять, но не подменять друг друга.

В первом случае речь идёт о проектах, ориентированных на подключение в сеть и продажу энергии крупным потреби-

лям. Решение этой задачи имеет смысл и способно внести свой вклад в социально-экономическое развитие и энергообеспечение региона. В то же время проблем многочисленных мелких потребителей, разбросанных на большой территории, «большая» энергетика не решает. Это возможно при модернизации энергосетей, сопряжённой с высокими затратами, либо при налаживании автономного энергоснабжения в непосредственной близости к потребителю.

Именно эту задачу может решить малая автономная энергетика на ВИЭ. Данное направление развивается более динамично, поскольку не сопряжено с комплексом трудностей финансового, технологического и правового характера, встающих на пути реализации крупных проектов. В то же время развитие идёт разрозненными усилиями отдельных частных предпринимателей без какой-либо поддержки на федеральном и региональном уровнях. ●

1. Дегтярёв К.С., Залиханов А.М., Соловьёв А.А., Соловьёв Д.А. План ГОЭЛРО и возобновляемые источники энергии // Энергетическая политика, 2016. №3. С. 55–64.
2. Дегтярёв К.С. Социально-экономические и географические аспекты развития малой автономной энергетики на возобновляемых источниках в Республике Калмыкия // Промышленная энергетика, 2015. №6. С. 57–61.
3. Дегтярёв К.С., Манджиева Т.В., Сангаджиев М.М., Намысова А.Н. Социальная специфика Калмыкии и её современное состояние // Межд. науч.-практ. конф. «Безопасность в образовательных и социоприродных системах». — Элиста: Калмыцкий гос. ун-т им. Б.Б. Городовикова, 2014. С. 193–201.
4. Дегтярёв К.С., Манджиева Т.В. Энергетика на возобновляемых источниках в Калмыкии // Сельский механизатор, 2013. №9. С. 28–31.
5. Falcon Capital a.s. Режим доступа: falkoncapital.eu.
6. Эрдниев М. Ветроустановки в Калмыкии от Falcon Capital — уже реальность [Электр. ресурс] // Инф. агент. РК «БумбинОрн». Оpubл. 13.05.2010. Режим доступа: bumbinorn.ru.
7. О федеральной целевой программе «Юг России (2008–2013 годы)». Постановление Правительства РФ от 14.01.2008 №10-ПП [Электр. ресурс]. Режим доступа: docs.cntd.ru.
8. Развитие возобновляемых источников энергии в Республике Калмыкия на 2008–2012 годы: Республиканская целевая программа. Утв. Постановлением Правительства РК от 30.10.2007 №384 [Электр. ресурс]. Режим доступа: gisee.ru.
9. ОАО «КалмЭнергоКом» [Электр. ресурс]. Режим доступа: kalmenergokom.ru.
10. ОАО «КалмЭнергоКом»: годовой отчёт 2011 [Электр. ресурс]. Режим доступа: kalmenergokom.ru.
11. Чичинов И., Бессарабов В. После драки лопасти не машут [Электр. ресурс] // Степная мозаика. Оpubл. 02.04.2014. Режим доступа: smozaika.ru.
12. CKD Group [Электр. ресурс]. Режим доступа: ckd.cz.
13. WKA Construction [Электр. ресурс]. Режим доступа: wka-construction.com.
14. ОАО «КалмЭнергоКом»: официальный пресс-релиз [Электр. ресурс]. Оpubл. 16.05.2012. Режим доступа: kalmenergokom.ru.
15. Эрдниев М. Ветроустановки в Калмыкии от Falcon Capital — уже реальность [Электр. ресурс] // БумбинОрн. Оpubл. 13.05.2010. Режим доступа: bumbinorn.ru.
16. Пономарёв В. Ветряной Кувейт [Электр. ресурс] // Expert Online. Оpubл. 21.01.2010. Режим доступа: expert.ru.
17. Результаты отбора проектов. Департамент торговли АО «АТС» [Электр. ресурс]. АО «Администратор торговой системы». Режим доступа: atsenergo.ru.
18. Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2016–2022 годы. Приказ Минэнерго России от 01.03.2016 №147 [Электр. ресурс]. Режим доступа: minenergo.gov.ru.
19. Кирмелашвили Д. На запасе прочности [Электр. ресурс] // Известия Калмыкии. Оpubл. 12.04.2011. Режим доступа: kalmenergokom.ru.
20. Филиал ПАО «МРСК Юга» — «КалмЭнерго» [Электр. ресурс]. Режим доступа: kalmenergo.mrsk-yuga.ru.
21. ОАО «КалмЭнергоКом» признано банкротом [Электр. ресурс] // БумбинОрн. Оpubл. 05.02.2014. Режим доступа: bumbinorn.ru.
22. Процедуру банкротства ОАО «КалмЭнергоКом» продлили на полгода [Электр. ресурс] // БумбинОрн. Оpubл. 02.02.2015. Режим доступа: bumbinorn.ru.
23. Резолютивная часть определения от 27.01.2017 по делу №А22-846/2013 [Электр. ресурс]. Арбитражный суд РК. Режим доступа: sudact.ru.
24. «ЮМЭК» — банкрот [Электр. ресурс] // РИА «Калмыкия». Оpubл. 13.11.2015. Режим доступа: riakalm.ru.
25. Результаты отбора проектов. Департамент торговли АО «АТС» [Электр. ресурс]. АО «Администратор торговой системы». Режим доступа: atsenergo.ru.
26. Развитие альтернативной энергетики: Республика Калмыкия [Электр. ресурс] // Калмыкия Ньюс. Оpubл. 08.08.2013. Режим доступа: kalmykianews.ru.
27. ООО «МРЦ Энергохолдинг» [Электр. ресурс] / Каталог «Эксаком». Режим доступа: exacom.ru.
28. ООО «МРЦ Энергохолдинг» [Электр. ресурс] / Каталог Energy Base. Режим доступа: energybase.ru.
29. Уланов А.С. [Электр. ресурс] / Каталог RusCEO. Режим доступа: rusceo.com.
30. Чучкевич М.М. [Электр. ресурс] / Каталог VIPerson. Режим доступа: viperson.ru.
31. Тема номера: возобновляемая энергетика [Электр. ресурс] // Экология и право, 2014. №2(55). 48 с. Режим доступа: network.bellona.org.
32. Чучкевич М.М. Опережающий технологический трансфер в возобновляемой энергетике: почему Якутии выгодно использовать решения завтрашнего дня? [Электр. ресурс] // Пресс-релиз компании Bright Capital. — Якутск, 2013. Режим доступа: rushydro.ru.
33. ООО «МРЦ Энергохолдинг» [Электр. ресурс] / Каталог Rusprofile. Оpubл. 12.06.2017. Режим доступа: rusprofile.ru.
34. ГК «Энергия Солнца». Solar Energy Holding [Электр. ресурс]. Режим доступа: sol-en.ru.
35. ООО «Солар Менеджмент» [Электр. ресурс] / Каталог Rusprofile. Оpubл. 12.06.2017. Режим доступа: rusprofile.ru.
36. Максимова Л. Республика Калмыкия — как жить без собственной энергии [Электр. ресурс] // Энергетика и промышленность России, 2016. №21(305). Режим доступа: erussia.ru.
37. ООО «Солар Системс» [Электр. ресурс]. Режим доступа: solarsystems.msk.ru.
38. Independent Power and Renewable Electricity Producers: Company Overview of Amur Sirius. Bloomberg. Publ. June 12, 2017. Available at: bloomberg.com.
39. Gerden E. Russian solar auction attracts Chinese bidders. PV Magazine. Publ. June 05, 2014. Available at: pv-magazine.com.
40. Harbin Electric Company, Ltd. Available at: harbin-electric.com, hpec.org.
41. Отбор проектов ВИЭ на 2016–2019 годы [Электр. ресурс] / ГИС в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Режим доступа: gisee.ru.
42. Виноградов И.В. Перечень объектов с использованием ВИЭ по результатам конкурентного отбора 2014–2015 годов [Электр. ресурс] / ООО «Солар Системс». Режим доступа: solarsystems.msk.ru.
43. ООО «Солар Кремниевые Технологии» [Электр. ресурс] / Rusprofile. Оpubл. 12.06.2017. Режим доступа: rusprofile.ru.
44. ООО «Солар Кремниевые Технологии» [Электр. ресурс] / Система СБИС, компания «Тензор». Режим доступа: sbis.ru.
45. ПАО «МегаФон» [Электр. ресурс]. Режим доступа: corp.megafon.ru.
46. Nokia Corporation [Электр. ресурс]. Режим доступа: networks.nokia.com.
47. Nokia Siemens Networks [Электр. ресурс]. Режим доступа: nokiasiemensnetworks.com.
48. «МегаФон» тестирует сотовые вышки на солнечной энергии [Электр. ресурс] // Электровести. Оpubл. 02.07.2012. Режим доступа: elektrovesti.net.
49. Калмыкия: «МегаФон» тестирует базовые станции на возобновляемых источниках энергии [Электр. ресурс] // Cleandex. Оpubл. 29.06.2012. Режим доступа: cleandex.ru.
50. Центр диких животных: уникальные места России и планеты [Электр. ресурс] // КалмыкияТур. Режим доступа: kalmykiatour.com.
51. Уличные фонари на солнечных батареях [Электр. ресурс] // Hotnews. Оpubл. 15.09.2016. Режим доступа: expert17.ru.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Солнечные батареи, которые генерируют электричество ночью

Китайские учёные разработали инновационные солнечные батареи, которые могут генерировать электричество даже ночью и при плохой погоде. Статьи об изобретении появились сразу в нескольких известных международных научных журналах: ACS Nano, Nano Energy, Chemistry: A European Journal.



Над разработкой трудились учёные из Китайского университета океанологии (город Циндао, провинция Шаньдун) и Юньнаньского педагогического университета. Для того чтобы солнечные панели могли вырабатывать энергию даже ночью, китайские исследователи добавили в их состав специальный люминофор с длительным послесвечением.

«Днём, когда светит солнце, коэффициент полезного действия таких панелей повышается незначительно, зато энергия непоглощённого фотоэлементами солнечного света сохраняется внутри люминофора и перерабатывается ночью», — сказал профессор Китайского университета океанологии Тан Цюньвэй, один из главных конструкторов инновационных солнечных батарей.

Ночью сохранённая энергия выделяется одноцветным видимым излучением, которое поглощается абсорбентом и передаётся в виде электричества, объяснил он. Таким образом, инновационные солнечные батареи могут работать не только днём, но и ночью, подчеркнул китайский исследователь.

«В тёмное время суток эффективность преобразования солнечной энергии в электричество на новых солнечных панелях составляет 25 процентов и более, и в таком режиме батареи могут работать несколько часов», — сказал Тан Цюньвэй.



Благодаря усовершенствованию солнечные панели генерируют электричество в любое время суток и при любых погодных условиях, отметили китайские учёные. В последние годы специалисты из Поднебесной Империи добиваются больших успехов в усовершенствовании солнечных батарей.

Китайские исследователи добавили в состав солнечных батарей специальный люминофор с длительным послесвечением. Ночью сохранённая энергия выделяется одноцветным видимым излучением, которое поглощается абсорбентом и передаётся в виде электричества. Таким образом, инновационные солнечные батареи могут работать не только днём, но ещё и в тёмное время суток!

В прошлом году Тан Цюньвэй и его коллеги объявили о новой разработке, при помощи которой солнечные батареи способны вырабатывать электричество даже при дождливой погоде. ●



О реализации задач по подготовке специалистов в сфере энергоэффективности

Цель повышения уровня социально-экономического развития страны в настоящее время приобретает особый смысл и предполагает существенную востребованность в высокопрофессиональных кадрах в различных отраслях экономики страны.

Принятые в последнее время законодательные акты, внесшие изменения в Трудовой кодекс Российской Федерации и Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», обозначили преимущество формирования профессиональной стандартизации и профессионального образования.

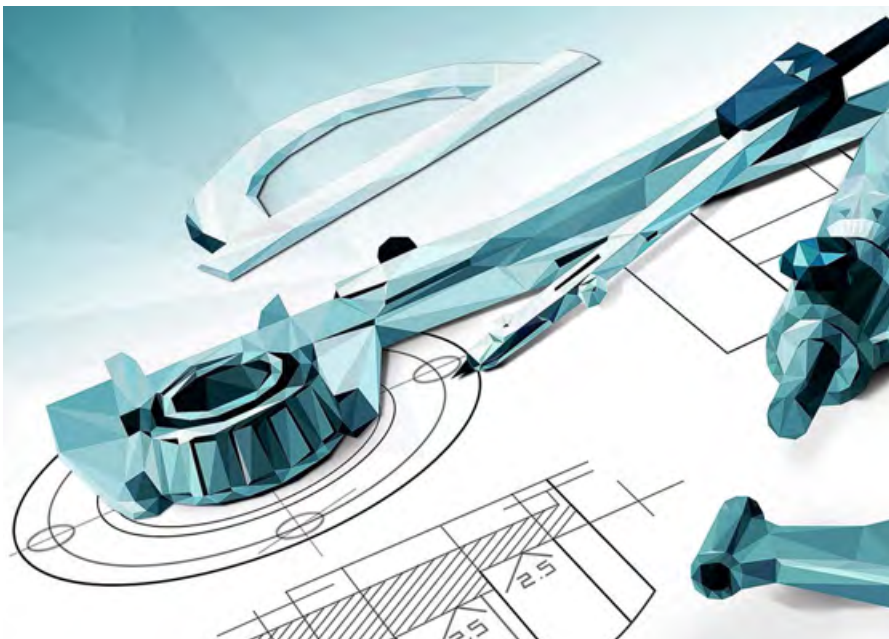
Новая законодательная база устанавливает обязательность применения работодателями профессиональных стандартов в качестве требований к квалификации для выполнения определённых трудовых функций, в частности, при осуществлении деятельности по проведению энергетических обследований в соответствии с образовательными программами высшего образования, дополнительными профессиональными программами в данной области.

Профессиональные стандарты являются первой и основной ступенью в повышении и оценке профессиональной квалификации специалистов. На их основе работодатели, организации, ведущие образовательную деятельность, могут упорядочить и стандартизировать свою деятельность.

Требования стандартов распространяются не только на работодателей и работающих специалистов, они обязательны в образовательном процессе — для учебных заведений, при формировании компетенций, а также требуемых знаний и умений для студентов и слушателей соответствующих направлений подготовки.

По данным опроса Минтруда России, только 8,0% работодателей считают, что выпускники образовательных организаций в целом готовы к выполнению своих должностных обязанностей, если они соответствуют направлению их профессиональной подготовки.

Профессиональные стандарты являются первой и основной ступенью в повышении и оценке профессиональной квалификации специалистов. На их основе работодатели, организации, ведущие образовательную деятельность, могут упорядочить и стандартизировать свою деятельность



По мнению бизнес-сообщества, 58,3% выпускников образовательных организаций необходимо освоить некоторые умения и навыки по конкретным должностным обязанностям, чтобы успешно применить знания на практике. А 26,5% выпускников требуется довольно длительный период для адаптации и обучения на рабочем месте, несмотря на соответствие выполняемой работы направлению профессиональной подготовки.

Развитие энергосбережения как отрасли экономики должно обеспечиваться профильными кадрами, обладающими набором специализированных компетенций. Подготовка таких специалистов — первоочередная задача, без решения которой сложно говорить о самой возможности системной интеграции энергосберегающих программ в различных отраслях экономики.

И для решения задачи формирования кадрового потенциала в сфере энергосбережения должны быть предприняты системные меры, направленные на разработку и внедрение качественно новых для Российской Федерации образовательных профилей, учебных планов и методического обеспечения, создание необходимых демонстрационных технологических площадок, ресурсное обеспечение данных направлений подготовки и привлечение к преподаванию подлинных, а не декларируемых профессионалов из данной сферы.

Единая система подготовки специалистов в области энергосбережения сейчас отсутствует. Отдельные вузы и образовательные центры самостоятельно формируют образовательные программы для подготовки таких специалистов. Законодательная база постоянно совершенствуется

Соответственно, этот процесс требует консолидации как интеллектуальных, так и материально-технических ресурсов, за счёт которого образуется необходимое образовательное пространство. Только в этом пространстве возможен качественный рост профессионала, его всестороннее развитие. И только такой системный подход способен принести реальные результаты и привести нас к успеху в решении задачи формирования качественно нового класса профессионалов для сферы повышения энергоэффективности экономики.

С учётом востребованности специалистов в сфере энергоэффективности и энергосбережения в настоящее время подготовке и повышению квалификации кадров данного направления должно уделяться основное внимание.

В настоящее время утверждено более 800 профессиональных стандартов. В частности, приняты стандарты в области энергоэффективности в строительстве:



- специалист по энергетическому обследованию объектов капитального строительства;
- специалист по проведению энергосервисных мероприятий на объектах капитального строительства;
- специалист по подготовке проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений;
- специалист в области энергоменеджмента в строительной сфере.

С указанными стандартами тесно связаны профессиональные стандарты: «Руководитель строительной организации», «Организатор строительного производства», «Организатор проектного производства в строительстве», «Инженер-проектировщик сооружений очистки сточных вод», «Специалист в области оценки качества и экспертизы для градостроительной деятельности» и др. При этом разработанные стандарты постоянно совершенствуются и развиваются. Разработан и находится на стадии утверждения профессиональный стандарт «Специалист технического заказчика».

Профессиональные стандарты в перспективе должны заменить ЕТКС и ЕКС. Профстандарты носят комплексный характер и раскрывают необходимые для выполнения работником трудовых функций знания и умения. На их основе рабо-

додатели, образовательные учебные заведения профессионального образования, профильные организации могут упорядочить и стандартизировать свою деятельность. Данные профессиональные стандарты должны стать важной ступенью в оценке профессиональной квалификации специалистов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в строительстве.

Следует отметить, что единая система подготовки специалистов в области энергосбережения сейчас отсутствует. Отдельные вузы и образовательные центры самостоятельно формируют образовательные программы для подготовки таких специалистов. Законодательная база постоянно совершенствуется, появляются новые подзаконные акты и нормативные документы.

Всё это требует совершенствования и доработки существующих программ обучения. Они должны отражать основные положения Государственной программы по энергосбережению «Энергоэффективность и развитие энергетики», ключевые положения законодательства, рекомендации по разработке и реализации региональных программ энергосбережения и программ организаций, содержать основные требования к энергетическому паспорту и порядку проведения энергетического обследования, основы энергетического менеджмента, организацию финансирования проектов в области энергосбережения.

При этом энергоаудиторы, энергоменеджеры, сотрудники энергосервисных компаний, проектировщики и строители энергоэффективных объектов востребованы практически во всех отраслях народного хозяйства. ●



Инновационный способ использования энергии ветра

Ветроэнергетика на территории РФ с низкими значениями среднегодовых скоростей ветра не развита в силу низкой эффективности имеющихся на данное время промышленных ветроэлектрических установок (ВЭУ). В статье рассмотрены теоретические особенности и показатели энергоэффективной работы ветроэлектрической установки с горизонтальной осью вращения и контрвращением двух ветровых колёс, предназначенной для использования на таких территориях.

Авторы: Е.В. ПЕТРОВА, к.т.н., заместитель главного метролога АО «Тензор»; А.Б. БЕКБАЕВ, д.т.н., профессор кафедры «Энергетика» КазНТУ им. К.И. Стпаева; В.А. ПЕТРОВ, д.ф.-м.н., руководитель инновационной группы АО «НПП «Интеграл»

Разработчики всех известных моделей ветроэлектрических установок (ВЭУ) в своих работах используют результаты Жуковского, опубликованные в начале прошлого столетия. В первых теоретических работах Н.Е. Жуковского [1] и Г.Х. Сабинина [2] для идеального ветряка крыльчатого типа коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) был определён как 59,3% (Жуковский) и 68,7% (Сабинин). На практике все выпускаемые в настоящий момент ВЭУ этого типа имеют значение КИЭВ не выше 50%.

Ветроэлектрическая установка нового типа (ВЭУНТ), подробно описанная в [3], реализована как с использованием конструкции электрогенератора, в котором одно ветровое колесо связано со статором, а второе с ротором [4], так и специально разработанным синхронным генератором с неподвижным статором и двумя вращающимися роторами [3] в трёх вариантах исполнения (аксиального, цилиндрического и аксиально-цилиндрического типов), что позволило уйти от скользящих токовых контактов, а это значительно повышает срок службы ВЭУ.

Изначально разработана полупырическая модель ВЭУНТ с горизонтальной осью вращения и контрвращением двух ветровых колёс, отображающая протекающие процессы. В этой модели было подтверждено экспериментально, что на второе ветровое колесо действует воздушный поток, прошедший через первое ветровое колесо и воздушный поток, созданный первым ветровым колесом, которое работает ещё и как вентиля-

тор, при этом определение коэффициента использования ветра осуществляется только по скоростным характеристикам воздушных потоков перед и за ветровыми колёсами. В табл. 1 приведены экспериментальные результаты, выполненные согласно предложенной модели в сравнении с результатами [2].

Приведённые в табл. 1 результаты являются экспериментальным и теоретическим (в рамках предложенной полупырической модели) подтверждением эффективности использования контрвращения двух ветровых колёс в ВЭУ с горизонтальной осью вращения ветродвигателя с целью получения повышенного значения коэффициента использования энергии ветра.

Таким образом, основными преимуществами ВЭУНТ является повышенный коэффициент использования энергии ветра; надёжность за счёт отсутствия вращения статора, следовательно, и за счёт отсутствия скользящих электрических контактов; удовлетворительная согласо-

Ветроэлектрическая установка нового типа (ВЭУНТ) реализована как с использованием конструкции электрогенератора, в котором одно ветровое колесо связано со статором, а второе с ротором, так и специально разработанным синхронным генератором с неподвижным статором и двумя вращающимися роторами

Теоретические и экспериментальные значения КИЭВ ВЭУ и ВЭУНТ

табл. 1

Метод определения	КИЭВ ВЭУ (с одним ветровым колесом), %	КИЭВ ВЭУНТ (с контрвращением двух ветровых колёс), %	Вклад второго ветрового колеса в КИЭВ, %
По теории идеального ветряка Г.Х. Сабинина	68,7	73,5	4,80
По теории реального ветряка Г.Х. Сабинина	49,0	61,4	12,4
Экспериментально с учётом КПД генератора	47,7	77,9	30,2
По предложенной модели	51,6	79,2	27,6



●● Рис. 1. Общий вид опытных образцов ВЭУНТ-2×0,5 кВт (слева — с диаметром ветровых колёс 2,2 м, справа — с диаметром ветровых колёс 1,5 м)

ванность характеристик ветродвигателя с горизонтальной осью и контрвращением двух ветровых колёс и электрического генератора на основе магнитов из сплава «неодим-железо-бор». Генератор является вентильным и работает на внешний или внутренний выпрямитель.

В испытаниях при частоте вращения роторов 60 мин^{-1} в обмотках статора возбуждалась электродвижущая сила (ЭДС), действующее значение которой достигало 23 В, а амплитудное — 32 В. Данная конструкция наиболее пригодна для использования при изготовлении опытных образцов ВЭУНТ.

В ВЭУНТ-2×0,5 кВт использовали традиционную флюгерную схему ориентации установки при изменении направления ветра с возможным углом поворота установки вокруг вертикальной оси в 340° . Это обеспечивалось благодаря наличию двух пружин, возвращающих установку в нейтральное положение в случае отсутствия ветра. Опытные образцы ВЭУНТ, в отличие от ВЭУ с горизонтальной осью вращения ветродвигателя и одним ветровым колесом, оказались более подвижны и чувствительны к изменению направления ветра, что можно объяснить взаимной компенсацией гироскопических сил, так как при равенстве масс, диаметров и модулей угловых скоростей вращения обоих ветровых колёс моменты импульсов обоих ветровых колёс близки по величине и противоположны по направлению.

Зависимости средней выделяемой генератором мощности от скорости набе-

гающего потока для ВЭУ традиционного типа и ВЭУНТ-2×0,5 кВт при одинаковой номинальной мощности (1 кВт) и диаметре ветровых колёс (2,2 м) показывают более высокую энергоэффективность работы установки с контрвращением двух ветровых колёс по сравнению с работой установки традиционного типа.

На данный момент испытаны два опытных образца ВЭУНТ-2×0,5 кВт с диаметром ветровых колёс 2,2 и 1,5 м.

Система автоматического регулирования ВЭУНТ-2×0,5 кВт предусматривает четыре режима работы, которые определяются скоростями вращения ветровых колёс и, соответственно, роторов гене-

ратора, и может обеспечивать стабильную работу ВЭУНТ в широком интервале скоростей ветра, обеспечивая зарядку аккумуляторных батарей. Во многих случаях конкретному потребителю необходимо иметь переменное напряжение 220 В, для чего может быть использовано традиционное решение посредством инвертирования постоянного напряжения от аккумуляторной батареи в переменное напряжение промышленной частоты. В данном случае был использован инвертор с входным напряжением 24 В, который после инвертирования обеспечивал величину переменного напряжения в 220 В. Система автоматического регулирования реализована посредством блока автоматического управления на базе контроллера Siemens Logo. Для противобуферной защиты установки разработаны электромеханическое (при скорости ветра свыше 12 м/с) и механическое (свыше 20 м/с) устройства торможения ветровых колёс.

В табл. 2 ниже приведены характеристики опытного образца ВЭУНТ-2×0,5 кВт и ВЭУ такой же расчётной мощности, изготовленной ООО «Компания ЛМВ Ветроэнергетика» (Россия).

Опытный образец ВЭУНТ-2×0,5 кВт имеет более высокую энергоэффективность (при одинаковой мощности генераторов) по сравнению с ЛМВ-1003 при одних и тех же среднегодовых значениях скорости ветра, причём диаметр ветровых колёс опытного образца ВЭУНТ-2×0,5 кВт (2,2 м) меньше, чем диаметр ветровых колёс установки ЛМВ-1003 (2,5 м).



●● Е. В. Петрова на фоне установки ВЭУНТ



Комментарий Н. С. Буктукова [лауреата премий им. академика АН СССР К.И. Сатпаева, им. академика НАН РК Ш. Есенова, заслуженного изобретателя Республики Казахстан, академика Национальной академии наук РК, академика Казахстанской академии естественных наук, академика Национальной академии горных наук РК, д.т.н., профессора] на статью Е. В. Петровой, А. Б. Бекбаева, В. А. Петрова «Инновационный способ использования энергии ветра»

В мировом рейтинге стран-участников ветроэнергетического сектора и Казахстан, и Россия находятся в конце списка. А по данным Всемирного совета по ветроэнергетике к 2050 году ветровая энергетика обеспечит около 34 % мирового спроса на электроэнергию. В мире широкое распространение получили ветроэлектростанции (ВЭС) с горизонтальной осью вращения в силу лучших аэродинамических параметров. При этом на значительной части территории на высоте 10 м среднегодовая скорость ветра составляет до 5 м/с, где возможно эффективное использование ВЭС малой и средней мощности.

В статье авторы обосновали и создали ветроэлектрическую установку с горизонтальной осью и контрвращением двух ветровых колёс. На практике это обеспечивает повышение коэффициента использования энергии ветра и коэффициента использования во времени, поскольку поворот на ветер происходит быстрее из-за отсутствия влияния гироскопического эффекта, что позволяет наиболее эффективно их использовать в регионах с низкими среднегодовыми скоростями ветра и резкими изменениями направления. Полученные результаты позволяют рассматривать ВЭС нового типа как перспективное техническое решение и рекомендовать продолжение данных работ с использованием других технических решений, позволяющих обеспечить различные варианты малой и средней мощности.

На ВЭУНТ получен патент на полезную модель [5]. В 2010 году из двух изготовленных ВЭУНТ-2×0,5 кВт одна была установлена на территории Управления делами Президента Республики Казахстан в городе Астане, а другая — на территории Восточно-Казахстанского регионального технопарка «Алтай» в городе Усть-Каменогорске.

В процессе выполненной работы получены следующие результаты:

- в результате проведённых исследований ВЭУ с горизонтальной осью вращения ветродвигателя установлена целесообразность применения контрвращения

двух ветровых колёс, что обеспечивает коэффициент использования энергии ветра ВЭУ до 80 %, причём вклад второго ветрового колеса может превышать 30 %;

- доказано, что с увеличением скорости ветра ЭДС, вырабатываемая в ВЭУ с горизонтальной осью за счёт контрвращения двух ветровых колёс, увеличивается также по гиперболической зависимости до номинального значения, при этом вклад второго колеса в суммарное значение ЭДС составляет до 70 % от вклада первого;

- предложена полуэмпирическая модель ветродвигателя с горизонтальной осью

и контрвращением двух ветровых колёс, которая учитывает появление дополнительной составляющей скорости ветрового потока за первым ветровым колесом и объясняет повышение коэффициента использования энергии ветра за счёт работы второго ветрового колеса;

- предложены новые технические решения ветроагрегатов для ВЭУ с горизонтальной осью и контрвращением двух ветровых колёс, обеспечивающие повышенный коэффициент использования энергии ветра и достаточную надёжность ВЭУ за счёт отказа от узлов со скользящими электрическими контактами;
- разработаны и изготовлены с использованием трёхфазного синхронного генератора цилиндрического типа с двумя вращающимися роторами и неподвижным статором, опытные образцы ВЭУ с горизонтальной осью и контрвращением двух ветровых колёс (ВЭУНТ-2×0,5 кВт), имеющие повышенную энергоэффективность по сравнению с выпускаемыми ВЭУ традиционного типа, невысокую стоимость и небольшой относительный вес на единицу вырабатываемой мощности, а их стабильная работа при различных ветровых режимах обеспечивается предложенной системой автоматического регулирования. ●

•• Характеристики ветроэлектрических установок ЛМВ-1003 и ВЭУНТ-2×0,5 кВт табл. 2

Характеристика	ЛМВ-1003	ВЭУНТ-2×0,5 кВт
Тип генератора	Синхронный генератор на постоянных магнитах	Синхронный генератор цилиндрического типа на постоянных магнитах
Расчётная мощность, Вт	1000	1000 (2_500)
Максимальная мощность, Вт	1200	1300
Начальная скорость ветра, м/с	3,2	2,5
Расчётная скорость ветра, м/с	12	12
Буревая скорость ветра, м/с	60	20
Тип буревой защиты	Вывод из под ветра	Блокировка колёс с последующим выводом из под ветра
Количество ветровых колёс, шт.	1	2
Количество лопастей, шт.	3	3
Диаметр ветровых колёс, м	2,5	2,2
Тип мачты	Стальная труба с растяжками	Стальная труба с растяжками
Высота мачты, м	9	9
Стоимость ветроагрегата, \$ USD	1050	1100
Стоимость мачты, \$ USD	330	380
Стоимость блока управления, \$ USD	260	270
Суммарная стоимость, \$ USD	1640	1750
Выработка энергии при среднегодовой скорости ветра 3 м/с, Вт·ч	75	90
То же, при скорости ветра 4 м/с, Вт·ч	119	138
То же, при скорости ветра 5 м/с, Вт·ч	171	198
То же, при скорости ветра 6 м/с, Вт·ч	216	256

1. Жуковский Н.Е. Ветряная мельница Жуковского: Полн. собр. соч. Н.Е. Жуковского в 16 томах. Т. 6. — Л., 1937–1939.
2. Сабинин Г.Х. Теория идеального ветряка: Труды ЦАГИ. Вып. 32. — М., 1927.
3. Петрова Е.В. Ветроэлектрическая установка с горизонтальной осью и контрвращением двух ветровых колёс: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. Алматинский университет энергетики и связи. 2010. 26 с.
4. Патент СССР №1787205. Ветроэнергетическая установка / Обозов А.Д., Мамыркулов К.М., Давлетов К.А., Кириллов В.В. Оpubл. 07.01.1993. Бюл. №1.
5. Патент Республики Казахстан №543. Ветроэлектрическая установка / Петров В.А., Петрова Е.В., Калинин О.Г. 2010.

AIR CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEM

Estimation of influence of different factors on energy expediency of heat recovery in mechanic ventilating systems. Pp. 56–59.

O. D. Samarin, PhD, Associate Professor; **N. Y. Byzov**, graduate student, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NR MSUCE)

1. Samarin O.D. Teplofizika. Energoberezheniye. Energoeffektivnost' [Thermal physics. Energy saving. Energy efficiency]. Moscow: Izdatel'stvo ASV [ASV Publishers]. 2014. 296 p.
2. Dmitriyev A.N., Tabunshchikov Yu.A., Kovalyov I.N., Shilkin N.V. Rukovodstvo po ocnke ekonomicheskoy effektivnosti investitsiy v energoberegayushchiye meropriyatiya [Manual according to an economic efficiency of the investments in energy saving measures]. Moscow: Izdatel'stvo AVOK-Press [AVOK-Press Publishers]. 2005. 120 p.
3. W. Feist. Das Niedrigenergiehaus. 4. Auflage. Heidelberg: C.F. Müller Verlag. 1997. 144 p.
4. Allan Hani, Teet-Andrus Koiv. Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings. Smart Grid and Renewable Energy. Vol. 3. No. 3. 2012. Pp. 231–238.
5. Halawa E., J. van Hoof. The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. Energy and Buildings. 2012. Vol. 51. Pp. 101–110.
6. Gagarin V.G., Pastushkov P.P. Kolichestvennaya ocenka energoeffektivnosti energoberegayushchikh meropriyatiy [Quantitative estimation of energy efficiency of energy saving measures]. Stroitel'nye materialy [Building materials]. 2013. No. 6. Pp. 7–9.
7. Rymarov A.G., Savichev V.V. Osobennosti raboty regenerativnoy sistemy ventilatsii administrativnogo zdaniya [Features of operation of the regenerative ventilating system of the administrative building]. Vestnik MGSU [Papers of the MSUCE]. 2013. No. 3. Pp. 174–177.
8. Lavinsky P.A. Moskva — energoeffektivnaya stolitsa Rossii [Moscow is the energy effective capital of Russia]. Energoberezheniye [Energy saving]. 2016. No. 8. Pp. 16–23.
9. Samarin O.D., Byzov N.I. Vozmozhnosti povysheniya klassa energoberezheniya obshchestvennykh zdaniy za schet teploutilizatsii v sistemakh ventilatsii [Possibilities of increase the energy saving class of public buildings by the heat recovery in ventilating systems]. Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.) [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation.]. 2017. No. 3. Pp. 72–75.

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Solar roof panels for the program “Million solar roofs in Russia”. Pp. 64–67.

D. S. Strebkov, Academician of RAS, Member of the editorial board of the Journal S.O.K.; **A. I. Kirsanov**, engineer, “Innovatiks-SK”, Ltd.; **V. A. Panchenko**, PhD; **N. S. Filipchenkova**, post graduate, Federal State-Funded Budget Scientific Institution “Federal Scientific Agroengineering Center VIM” (FSFBSI FNAC VIM)

1. Chistaja jenergiya [Clean energy]. 2013. No. 1–2. Moscow. Web property “Jekozashhita” [Ecodefense]. Web-source: www.ecodefense.ru.
2. Strebkov D.S. Fizicheskie osnovy solnechnoj jenergetiki [Physical basis of solar energy]. Moscow. Paper of Russian Scientific Research Institute of Agriculture Electrification (RSRIAE). 2017. 168 p.

Geothermal energy: technologies and equipment. Pp. 68–71.

G. V. Tomarov, “Geoterm-M”, Ltd.

1. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2010–2014. Update Report. Proc. of World Geothermal Congress 2015. Melbourne. Australia. 19–25 April 2015.
2. Tomarov G.V., Nikol'skij A.I., Semjonov V.N., Shipkov A.A. Geotermal'naja jenergetika: Sprav.-metod. izd. [Geothermal power engineering: Reference and methodical edition] / Pod red. [Edited by] P.P. Bezrukih. Moscow. “Interjenergo-Izdat” [“Interenergy” Publishers]. “Teplojenergetik” [“Heat power engineer” Publishers]. 2015. 304 p.
3. Povarov O.A., Lukashenko Ju.L., Tomarov G.V., Cimmerman S.D. Geotermal'nye promyshlennost' i tehnologii v Rossii [Geothermal industry and technology in Russia]. Tjzhjoloe mashinostroenie [Heavy Engineering]. 2001. No. 1. Pp. 14–19.
4. Zarrouk S., Purnanto M. Geothermal steam-water separators: Design overview. Geothermics. 2014. No. 53. Pp. 236–254.
5. Povarov O.A., Lukashenko Ju.L., Tomarov G.V., Cimmerman S.D. Geotermal'nye promyshlennost' i tehnologii v Rossii [Geothermal industry and technology in Russia]. Tjzhjoloe mashinostroenie [Heavy Engineering]. 2001. No. 1. Pp. 14–19.
6. Orenstein R., Delwiche B., Lovekin J. The Don A. Campbell Geothermal Project — Development of a Low-Temperature Resource. Proc. of WGC'2015. Melbourne. Australia. 19–25 April 2015.
7. Pambudi N., Itoi R., Jalilinasrabady S., Jaelani K. Performance Improvement of Single-Flash Geothermal Power Plant Applying Tree Cases Development Scenarios Using Thermodynamic Methods. Proc. of WGC'2015. Melbourne. Australia. 19–25 April 2015.





МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

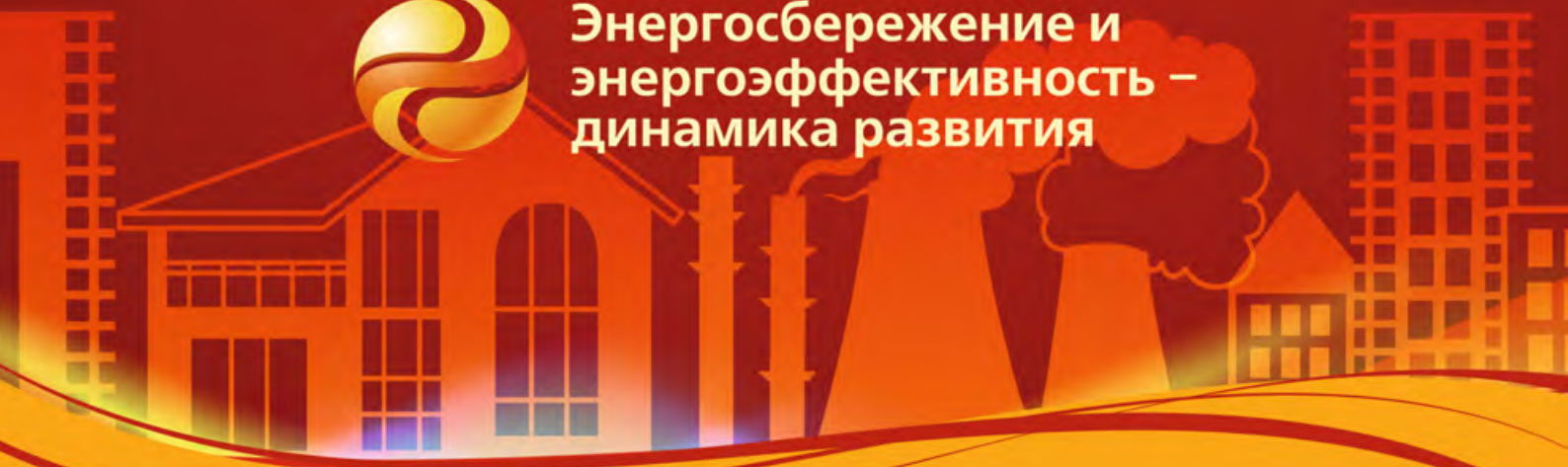
3-6 октября 2017

Санкт-Петербург

VII Международный Конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития



ОРГАНИЗАТОР
ВЫСТАВКИ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
ПАРТНЕР:



Тел.: +7(812) 777-04-07; +7(812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



IX МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

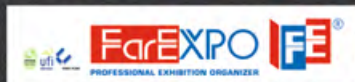


Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития



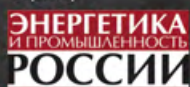
3-6
ОКТАБРЯ
2017
Санкт-Петербург

Организатор



Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный
информационный
партнер



Генеральный
интернет-партнер



Официальный
информационный
партнер:



Отраслевой
информационный
партнер



24-26 ОКТЯБРЯ 2017

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER

2-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО,
ТЕПЛООБМЕННОГО И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ



Большой выбор оборудования
для специалистов, отвечающих
за бесперебойное
теплоэнергоснабжение
предприятий

- промышленное котельное оборудование
- теплообменное оборудование
- турбинное оборудование
- системы автономного энергоснабжения



Получите
электронный билет
www.heatpower-expo.ru



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
heatpower@ite-expo.ru

Официальный
партнер



Стратегический
партнер



Генеральный
информационный партнер



Генеральный
интернет-партнер

