

resurs]: Portal Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii. – URL: <http://mnr.gov.ru/greenstandarts>. (Data obrashhenija – 13.06.2016).

3. Slesarev M.Ju., Chernyshev A.V. Konceptii samoorganizacii i samoregulirovanija v praktike tehničeskogo regulirovanija // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011. – № 4. – S. 47-49.

4. Bakaeva N.V., Matjushin D.V. Integral'nyj pokazatel' jekologičeskogo bezopasnosti territorii, nahodjashhejsja pod vlijaniem ob'ektov gorodskogo transportnogo stroitel'stva // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Tehnika i tehnologii. – 2015. – №2(15). – S. 21-29.

5. Shherbina E.V., Danilina N.V. Gradostroitel'nye aspekty proektirovanija ustojchivoj gorodskoj sredy // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 2014. – № 11. – S. 183-186.

6. Il'ichev V.A. Biosfernaja sovmestimost': Tehnologii vnedrenija innovacij. Goroda, razvivajushhie cheloveka. – M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2011. – 240 s.

7. Osipov V.I. Urbanizacija i prirodnye opasnosti. Zadachi, kotorye neobhodimo re-

shat' // Geojekologija, inženernaja geologija, gidrogeologija, geokriologija. – 2007. – № 1.

8. Telichenko V.I. Ot jekologičeskogo i «zelenogo» stroitel'stva – k jekologičeskogo bezopasnosti stroitel'stva // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011. – № 2. – S. 47-51.

9. Natarova A.Ju., Bakaeva N.V. Sravnitel'naja harakteristika osnovnyh kriteriev mezhdunarodnyh i rossijskih «zelenykh» standartov stroitel'stva // Investicii, stroitel'stvo, nedvizhimost' kak material'nyj bazis modernizacii i innovacionnogo razvitiya jekonomiki: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskogo konferencii (1–3 marta 2016 g.): v 2 ch. – Ch. 1 / pod red. T.Ju. Ovsjannikovoju, I.R. Salagor. – Tomsk: Izd-vo Tom. gos. arhit.-stroit. un-ta, 2016. – 1084 s. – Ch. 1. – S. 353-358.

10. Benuzh A.A., Podshivalenko D.V. Ocenka sovokupnoj stoimosti zhiznennogo cikla zdanija s uchetom jenergojeffektivnosti i jekologičeskogo bezopasnosti // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2014. – № 10. – S. 43-46.

11. Innovacionnye predlozhenija Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk. – M.: RAASN, 2008. – 149 s.

УДК 623.435.004

**В.Н.Кобелев**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (email: [tgv-kstu6@yandex.ru](mailto:tgv-kstu6@yandex.ru))

**В.А.Жмакин**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (email: [tgv-kstu6@yandex.ru](mailto:tgv-kstu6@yandex.ru))

**Н.С. Кобелев**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (email: [tgv-kstu6@yandex.ru](mailto:tgv-kstu6@yandex.ru))

## **МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ С КАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКОЙ**

*В ближайшие годы в развитии энергетического хозяйства больших и малых городов России развитие централизованного теплоснабжения остается основным направлением обеспечения тепловой энергией крупных населенных пунктов и промышленных предприятий. В связи с этим по-прежнему остается весьма актуальным требование как снижения тепловых потерь при транспортировании теплоносителя, так и повышения качества проектирования систем теплоснабжения, использование новых оригинальных технических решений в данной области.*

Одним из наиболее трудоемких и дорогостоящих элементов систем теплоснабжения являются тепловые сети. Затраты на сооружение тепловых сетей составляют в городах около 50% начальной стоимости строительства ТЭЦ. Вместе с тем многолетний опыт эксплуатации тепловых сетей различных конструкций указывает на их недолговечность: срок службы магистральных сетей составляет 16-18 лет, распределительных и внутриквартальных – от 6 до 8 лет, а многие теплопроводы, особенно горячего водоснабжения, уже через 2-3 года выходят из строя. Это обусловлено, главным образом, низкой тепловой защитой, приводящей к снижению коррозионной стойкости теплопроводов. Авторами разработаны технические решения, сокращающие тепловые потери в трубопроводах и, как следствие, снижающие энергоёмкость систем теплоснабжения.

**Ключевые слова:** тепловые сети, системы теплоснабжения, тепловые потери трубопроводов, винтообразные канавки, биметаллическое покрытие.

\*\*\*

Надёжная и экономичная работа тепловых сетей, являющихся звеньями системы теплоснабжения, в значительной мере зависит от рациональной организации их эксплуатации. Расчёт тепловых потерь трубопроводами включает определение потерь тепла через трубопровод и изоляцию в окружающую среду, расчёт падения температуры теплоносителя при движении его по теплопроводу и определение экономически наивыгоднейшей толщины изоляции.

Снижение тепловых потерь при высокой влажности и перепадах температур наружного воздуха обеспечивается более эффективной тепловой завесой путём отделения мелкодисперсной и сконденсировавшейся влаги из воздуха внутри теплоустановки, т.е. получения воздушного теплового потока, омывающего трубопровод с необходимыми теплоизоляционными свойствами [1].

Резерв экономии тепловой энергии имеет несколько источников, среди которых ведущее место занимает теплоизоляция. Качественная тепловая изоляция позволяет снизить потери тепла только на теплоэлектростанциях в 3-4 раза. В настоящее время на ТЭЦ находится в эксплуатации около  $7,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  теплозащищаемых конструкций, излучающих в окружающую среду  $2 \cdot 10^3 \text{ Вт/ч}$  тепла. В отечественных теплопроводах уровень потерь в 2,5 раза превышает норматив-

ный, при этом 16,5% вырабатываемой тепловой энергии теряется в сетях. Реальный резерв этого источника энергосбережения можно оценить в 60 млн т условного топлива в год [2].

Система теплоснабжения представляет собой совокупность большого числа теплообменных устройств, объединённых в единую систему генерации, транспорта, отпуска теплоты, и может быть представлена в виде структурной схемы, учитывающей все внутренние связи и внешние воздействия. Элементы системы теплоснабжения разделяются по видам теплопередачи (фильтрацией, конвекцией, теплопроводностью, излучением), по физическим свойствам теплоносителей (газ, жидкость, двухфазный теплоноситель с изменяющимся агрегатным состоянием) и по конструктивному выполнению (прямоток, противоток, перекрестный ток). Для всех этих весьма разнохарактерных элементов можно составить дифференциальные уравнения, описывающие процесс динамики теплообмена [3]. При этом допустим такой подход, когда можно пренебречь влиянием изменения массы среды на динамические процессы.

Тепловые расчёты изоляционных конструкций проводятся с целью определения тепловых потерь трубопроводов с заданной конструкцией тепловой изоляции при выбранном типе прокладки и

определенных изменениях температуры теплоносителя в тепловой сети.

В связи с этим суммарное термическое сопротивление конструкции от теплоносителя к воздуху  $R_k^{сум}$  будет определяться как

$$R_k^{сум} = R_T + \sum R_{сл} + R_{возд}, \quad (1)$$

где  $R_T$  – термическое сопротивление материала трубопровода

$$R_T = \frac{1}{\pi \cdot d_{вн}^{тр} \cdot \alpha_в}; \quad (2)$$

$\sum R_{сл}$  – термическое сопротивление слоев изоляции трубопровода на его наружной поверхности (краска, гидроизоляция, теплоизоляция и т.д.)

$$\sum R_{сл} = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{сл_i}} \ln \left( 1 + \frac{2\delta_{сл_i}}{d_n^{сл}} \right), \quad (3)$$

здесь  $\lambda_{сл_i}$  – коэффициент теплопроводности слоев, нанесенных на наружную поверхность трубопровода,  $\delta_{сл_i}$  – толщина каждого из слоев,  $d_n^{сл}$  – конечный наружный диаметр трубопровода после нанесения слоев изоляции;

$R_{возд}$  – термическое сопротивление воздушной прослойки

$$R_{возд} = \frac{1}{\pi \cdot d_n^{сл} \cdot \alpha_n}, \quad (4)$$

$\alpha_n$  – коэффициент теплоотдачи от наружного слоя трубопровода ( $d_n^{сл}$ ) к воздуху.

Тогда тепловые потери определяются как

$$q_{т.п.} = \frac{t_T - t_{возд}}{R_k^{сум}} = \frac{t_T - t_{возд}}{R_T + \sum R_{сл} + R_{возд}} = \frac{\pi(t_T - t_{возд})}{\frac{1}{d_{вн}^{тр} \alpha_в} + \frac{1}{2} \sum \frac{1}{\lambda_{сл_i}} \ln \left( \frac{\delta_n}{d_n^{сл}} \right) + \frac{1}{d_n^{сл} \alpha_n}}. \quad (5)$$

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_n$  имеет преимущественное значение перед  $\alpha_в$ , т.к. сопротивление теплопередачи от теплоносителя к внутренней стенке трубопровода незначительно и логично считать температуру внутренней стенки трубопровода равной температуре теплоносителя.

Низкий коэффициент теплоотдачи ( $\alpha_n$ ) от наружной поверхности, (например гидроизоляции трубопровода) к неподвижному воздуху, что практически наблюдается при подземной прокладке тепловых сетей, определяется преобладающим теплообменом за счет свободной конвекции, при которой значения коэффициентов зависят только от температур на поверхности наружного слоя теплопровода ( $t_n^{сл}$ ) и воздуха ( $t_{возд}$ ), т.е.  $t_n^{сл} - t_{возд}$ .

Увеличение термического сопротивления воздушной прослойки достигается, как известно, путем турбулизации перемещения в ней воздушного потока [4]. Поэтому авторами рассмотрена возможность создания турбулентного движения воздуха в прослойке путем его вращательного движения с разработкой математической модели оптимизации соотношения энергозатрат на создание вращательного перемещения потока и величины снижения тепловых потерь в окружающую среду.

Данная математическая модель стала основой конструктивного решения по созданию конструктивного решения теплоизоляционного слоя со снижением тепловых потерь при подземной прокладке тепловых сетей. В конструкции для обеспечения снижения тепловых потерь на элементах канала выполнены винтовые канавки, обеспечивающие вращательное перемещение воздуха без дополнительных мероприятий на создание движения,

то есть отсутствует вентилятор, а только за счет разности температур между поверхностью канавок и воздухом осуществляется перемещение потока.

На рисунке приведено разработанное автором ресурсосберегающее устройство теплосети.

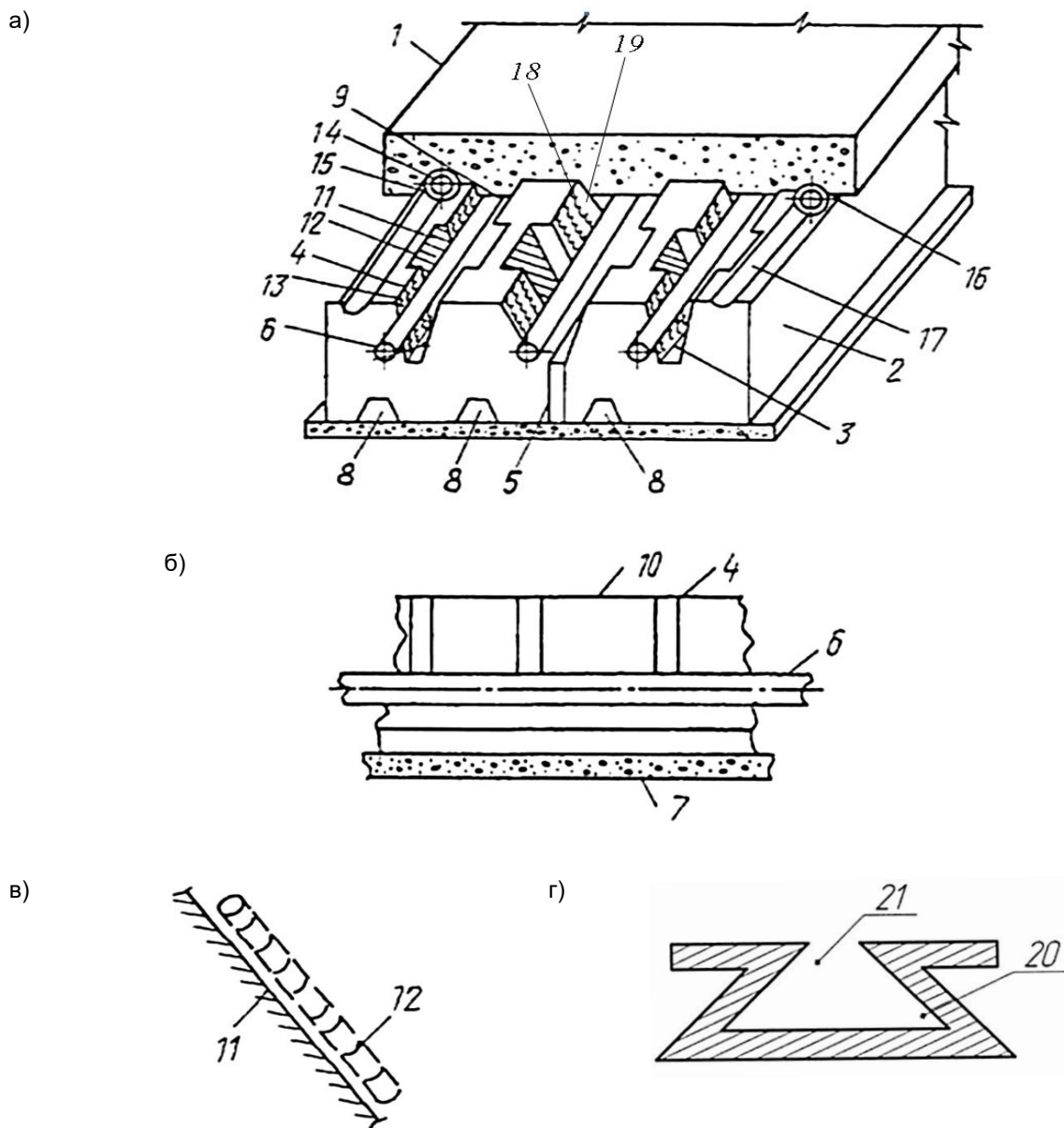


Рис. Устройство теплосети: а – общий вид; б – продольный разрез теплосети в месте образования жестких опор; в – циклоидальные направляющие; г – профиль криволинейной винтообразной канавки; 1 – верхняя плита; 2 – нижняя плита; 3 – каналы; 4, 19 – выступы каналов; 5 – сквозные вертикальные отверстия цилиндрической формы в днище плиты 2; 6 – трубопроводы, установленные с опиранием на грани выступов каналов; 7 – основание из дренирующего материала; 8 – выемки трапециевидной формы в днище плиты 2; 9 – выступы на внутренней поверхности плиты 1; 10 – жесткие опоры в виде замонтированных участков каналов 3; 11 – выемки вокруг трубопровода 6; 12 – циклоидальные направляющие; 13, 18 – криволинейные винтообразные канавки; 14 – гибкий трубопровод; 15 – пазы; 16, 17 – гибкие полусферы; 20 – объемная полость криволинейной канавки; 21 – узкое щелеобразное выходное отверстие криволинейной канавки

По длине теплоизоляционного блока выполнены жесткие опоры 10 в виде замонотиченных участков канала 3. Выполнение каналов 3 с наклонными стенками, имеющими выступы 4, параллельные стенкам канала 3, позволяет сnivelировать трубопроводы 6 и обеспечить прерывистое касание трубопровода по длине канала 3 и, следовательно, отвод влаги с верхней и нижней частей канала 3 и трубопровода 6.

Выполнение каналов 3 треугольной или трапецеидальной формы в поперечном сечении позволяет укладывать в один и тот же канал по длине теплосети трубопроводы разных диаметров с обеспечением их фиксации выступами 4 на наклонных стенках без применения специальных опор и изменения конструкции плит теплосети.

На внутренней полости каналов 3 вокруг трубопровода 6 в пределах выемок 11 предусмотрены циклоидальные направляющие 12 (см. рис. , в), а в пределах выступов 4 - криволинейные винтообразные канавки 13.

Шов между верхней 1 и нижней 2 плитами герметизирован гибким трубопроводом 14, уложенным в пазах 15, образованных двумя полусферами 16 и 17. Гибкий трубопровод 14 соединен с каналом 3 и имеет возможность подключения к источнику давления через запорные устройства (не показано).

Профиль криволинейных винтообразных канавок 13 и 18 в виде «ласточкина хвоста» имеет объемную полость 20 и узкое щелеобразное выходное отверстие 21 (см. рис. г).

Касательная криволинейных винтообразных канавок 13 на выступе 4 имеет направление по ходу часовой стрелки, а на противоположном выступе 19 каса-

тельная криволинейных винтообразных канавок 18 имеет направление против хода часовой стрелки.

Снижение теплопотерь в теплосети при изменяющейся температуре наружного воздуха с повышенным влагосодержанием, например в осенне-зимний и весенне-летний периоды, осуществляется следующим образом. Наличие парообразной и мелкодисперсной влаги в наружном воздухе при изменяющейся температуре приводит к диффузорному проникновению влаги в полости теплосети, что соответствует увеличению количества мелкодисперсной и парообразной влаги во внутреннем воздухе, а это резко снижает его теплофизические свойства (коэффициент теплопроводности сухого воздуха 0,0244 Вт/(м·К), а воды 0,5513 Вт/(м·К). Следовательно, наличие влаги в сухом воздухе увеличивает теплопроводность более чем в 20 раз и соответственно, ухудшаются качественные параметры теплосети.

В соответствии с предлагаемым техническим решением при перемещении в теплоизоляционном блоке внутреннего воздуха, насыщенного мелкодисперсной и парообразной влагой, по криволинейным винтообразным канавкам 13 выступа 4 образуется закрученный тепловой поток, движущийся по ходу часовой стрелки, при этом мелкодисперсная и сконденсировавшаяся влага не выбрасывается из объемной полости 20 через узкое щелеобразное выходное отверстие 21, а накапливается в нем, стекает под действием силы тяжести в днище нижней плиты 2 и далее в приямок для дальнейшего удаления из теплоизоляционного блока тепловой сети (известным способом, например насосом).

Соотношение площадей объемной полости 20 щелевого выходного отверстия 21 приводит к тому, что закрученный воздушный поток, перемещающийся по криволинейным винтообразным канавкам 13 и 18, выходя из щелеобразного выходного отверстия 21, дросселируется эффектом Джоуля–Томсона, а это снижает температуру воздуха в объемной полости 20 и дополнительно конденсирует парообразную влагу, что в конечном итоге осушает воздух, находящийся в каналах 3, поддерживая теплоизоляционные параметры в допустимых значениях независимо от температурно-влажностных воздействий окружающей теплосети среды.

В этом случае циклоидальные направляющие ориентируют выделяемые трубопроводами тепловые потоки вдоль их длины, при этом, обтекая поверхность трубопроводов, тепловые потоки исключают поперечные течения в окружающую среду.

Криволинейные винтообразные канавки закручивают тепловые потоки во встречных направлениях вокруг трубопроводов и усиливают процесс их перемещения в канале, создавая тепловую завесу. Закрутка теплового потока вызывает выравнивание температурного перепада в канале.

Циркуляция теплового потока в канале исключает коррозию трубопроводов за счет улучшения микроклимата в каналах вследствие уноса вредных газовых соединений при помощи инфильтрации и эксфильтрации воздуха через неплотности в блоке.

Перемещение воздуха за счет этих явлений способствует возникновению аэродинамических сил, усиливающих циркуляцию тепловых потоков, омывающих трубопроводы, при этом циклоид-

дальные направляющие и криволинейные винтообразные канавки интенсифицируют закрутку и циркуляцию тепловых потоков, уменьшая теплопотери в окружающую среду.

В сложных погодных-климатических условиях теплопотери могут быть снижены еще путем перепуска теплового потока по гибкому трубопроводу, уложенному в пазах, образованных двумя полусферами из верхних и нижних плит блока теплосети.

При транспортировке теплоносителя, особенно горячей воды, на внутренней поверхности трубопровода интенсивно образуются загрязнения в виде ржавчины и окарины, наличие которых в пограничном слое резко снижает коэффициент теплопередачи, что существенно сказывается на энергоёмкости системы теплоснабжения. Поэтому снижение теплопотерь по внутренней поверхности обратного трубопровода и в местах соединения его звеньев путем устранения концентрации загрязнений в пограничном слое теплоносителя и создания теплозащитной завесы обеспечивает энергосберегающую транспортировку теплоносителя.

Оригинальность предлагаемой конструкции заключается в том, что снижение теплопотерь достигается устранением накопления загрязнений на внутренней поверхности обратного трубопровода и образованием защитного теплового слоя на стыковых соединениях коаксиальных звеньев путем выполнения обратного трубопровода из биметалла. При этом материал биметалла со стороны теплоносителя имеет коэффициент теплопроводности в 2,0–2,5 раза выше, чем коэффициент теплопроводности материала со стороны теплогидроизоляции. Кроме того, касательная витого гибкого

трубопровода, расположенного в начале каждого из звеньев обратного трубопровода, имеет направление по ходу движения часовой стрелки, а касательная циклоидальных кондукторов спиралевидной формы имеет направление против движения часовой стрелки.

Разработанная авторами методика сокращения энергозатрат транспортирования энергоносителей, включая последовательные этапы расчёта основных конструктивных элементов тепловых сетей с учётом условий прокладки, позволила снизить теплопотери при высокой влажности и перепадах температур наружного воздуха.

*Новизна технических решений защищена патентами РФ [5-11].*

#### Список литературы

1. Мелькумов В.Н., Кузнецов И.С., Кобелев В.Н. Задача поиска оптимальной структуры тепловых сетей // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. – №2(22). – С. 37-42.
2. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. – М.: Машиностроение, 1979. – 386 с.
3. Сарманаев С.Р., Десятков Б.М. Моделирование микроклимата жилых и производственных зданий // Изв. вузов. Строительство. – 2002. – №1-2. – С. 70-78.
4. Кобелев Н.С., Павлова Е.В., Кобелев В.Н. Теплотехнические основы автоматизированного контроля теплообмена на пористой перегородке очистного устройства // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 3(42). — С. 92-97.
5. Пат. 102094 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 24 F 7/06, Абонентский ввод системы теплоснабжения здания / Кобелев Н.С., Емельянов С.Г., Т.В. Алябьева [и др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. № 2008138479/06; заявл. 26.09.2010; опубл. 25.04.2012. – Бюл. №7.
6. Пат. 95062 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> H 01 L 21/66. Конденсатоотводчик [Текст] / Емельянов С.Г., Кобелев В.Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. №2011123609/12; заявл. 17.04.2011; опубл. 19.10.2013. – Бюл. №13.
7. Пат. 96934 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> H 01 L 21/66. Теплопровод / Емельянов С.Г., Кобелев В.Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2009114608/22; заявл. 17.04.2007; опубл. 27.11.2009. – Бюл. № 12.
8. Пат. 102088 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 24 F 7/06, Теплосеть / Кобелев Н.С., Емельянов С.Г., Алябьева Т.В [и др.]; заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. № 2008138479/06; заявл. 26.09.2010; опубл. 25.04.2012. – Бюл. №7.
9. Пат. 2134781 Российская Федерация: МПК<sup>7</sup> H 01 L 21/66. Термокамера для испытания электронных изделий / Емельянов С.Г., Кобелев В.Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2009114608/22; заявл. 17.04.2009; опубл. 20.10.2010. – Бюл. № 9.
10. Пат. 20 87831 Российская Федерация: МПК<sup>7</sup> H 01 L 21/66.. Устройство для регулирования температуры воздуха в помещении / В.Н. Кобелев, С.Г. Емельянов, Н.С. Кобелев, Д.Н. Тютюнов, С.С. Федоров, К.В. Рябуха. заявитель и патентообладатель Юго-Зап. гос. ун-т. №2009114608/22; заявл. 27.12.2009; опубл. 20.10.2011. – Бюл. № 11.

11. Пат. 2316699 Российская Федерация: МПК<sup>7</sup> В 01 Д 21/66. Котел отопительный газовый / В.Н. Кобелев, Н.С. Кобелев, Д.Б. Кладов, Н.Е. Семичева.; заяви-

тель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2009114608/22; заявл. 17.04.2009; опубл. 20.10.2009. – Бюл. № 29.

Получено 15.06.16

**V. N. Kobelev**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

**V. A. Zhmakin**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

**N. S. Kobelev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk) (email: tgv-kstu6@yandex.ru)

## METHODS TO REDUCE HEAT LOSSES IN PIPELINES WITH TRENCH LAYING

*In the coming years, the development of district heating remains the main direction for providing heat energy to the large settlements and industrial enterprises in the energy sector of large and small cities of Russia. In this regard, there remains an urgent requirement to reduce heat losses during transportation of heat transfer and improve the design quality of systems of heat supply, and use new technical solutions in this field.*

*One of the most time-consuming and costly elements of systems of heating are heat networks. Expenses for construction of heat networks in the cities are about 50% of the initial cost of construction of TTP. However, the long experience of the operation of heat networks of different structures indicates their fragility: the life of the main networks is 16-18 years old, distribution and submain – 6 to 8 years, and many of the pipes, especially hot water pipes is 2-3 years. This is due mainly to the low thermal protection, resulting in poor corrosion resistance of heat pipes. The authors have developed technical solutions that reduce heat losses in pipelines and, as a consequence, reduce the energy consumption of heating systems.*

**Key words:** heat networks, district heating system, heat losses of pipelines, helical grooves, bimetallic coating.

\*\*\*

## References

1. Mel'kumov V.N., Kuznecov I.S., Kobelev V.N. Zadacha poiska optimal'noj struktury teplovyh setej // Nauchnyj vestnik VGASU. Stroitel'stvo i arhitektura. – 2011. – №2(22). – S. 37-42.

2. Merkulov A.P. Vihrevoj jeffekt i ego primeneniye v tehnikе. – M.: Mashinostroeniye, 1979. – 386 s.

3. Sarmanaev S.R., Desjatkov B.M. Modelirovaniye mikroklimata zhilyh i proizvodstvennyh zdaniy // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2002. – №1-2. – S. 70-78.

4. Kobelev N.S., Pavlova E.V., Kobelev V.N. Teplotekhnicheskie osnovy avtomatizirovannogo kontrol'ya teplomassoobmena na poristoj peregorodke ochistnogo ustrojstva // Izvestiya Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. – № 3(42). – S. 92-97.

5. Pat. 102094 Rossijskaja Federacija, MPK7 F 24 F 7/06, Abonentskij vvod sistemy teplosnabzheniya zdaniya / Kobelev N.S., Emel'janov S.G., T.V. Aljab'eva [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Jugo-Zap. gos. un-t. № 2008138479/06; zajavl. 26.09.2010; opubl. 25.04.2012. – Bjul. №7.

6. Pat. 95062 Rossijskaja Federacija, MPK7 H 01 L 21/66. Kondensatootvodchik [Tekst] / Emel'janov S.G., Kobelev V.N. [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Jugo-Zap. gos. un-t. №2011123609/12; za-javl. 17.04.2011; opubl. 19.10.2013. – Bjul. №13.

7. Pat. 96934 Rossijskaja Federacija, MPK7 H 01 L 21/66. Teploprovod / Emel'janov S.G., Kobelev V.N. [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Kursk. gos. tehn. un-t. №2009114608/22; zajavl. 17.04.2007; opubl. 27.11.2009. – Bjul. № 12.



8. Pat. 102088 Rossijskaja Federacija, MPK7 F 24 F 7/06, Teploset' / Kobelev N.S., Emel'janov S.G., Aljab'eva T.V [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Jugo-Zap. gos. un-t. № 2008138479/06; zajavl. 26.09.2010; opubl. 25.04.2012. – Bjul. №7.

9. Pat. 2134781 Rossijskaja Federacija: MPK7 H 01 L 21/66. Termokamera dlja ispytaniya jelektronnyh izdelij / Emel'janov S.G.,Kobelev V.N. [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Kursk. gos. tehn. un-t. №2009114608/22; zajavl. 17.04.2009; opubl. 20.10.2010. – Bjul. № 9.

10. Pat. 20 87831 Rossijskaja Federacija: MPK7 H 01 L 21/66.. Ustrojstvo dlja

regulirovanija temperatury vozduha v pomeshhenii / V.N. Kobelev, S.G. Emel'janov, N.S. Kobelev, D.N. Tjutjunov, S.S. Fedorov, K.V. Rjabuha. zajavitel' i patentoobladatel' Jugo-Zap. gos. un-t. №2009114608/22; zajavl. 27.12.2009; opubl. 20.10.2011. – Bjul. № 11.

11. Pat. 2316699 Rossijskaja Federacija: MPK7 V 01 D 21/66. Kotel otopitel'nyj gazovyj / V.N. Kobelev, N.S. Kobelev, D.B. Kladov, N.E. Semicheva.; zajavitel' i patentoobladatel' Kursk. gos. tehn. un-t. №2009114608/22; zajavl. 17.04.2009; opubl. 20.10.2009. – Bjul. № 29.

## УДК 727.1

**Е.В. Позднякова**, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: cat\_\_rin@mail.ru)

**М.М. Звягинцева**, канд. культурологии, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: m\_zvjagintseva@front.ru)

**А.Л. Поздняков**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: dekanov@bk.ru)

### **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ЗДАНИЙ ШКОЛ (РОССИЙСКИЙ ОПЫТ)**

*В статье описываются особенности проектирования зданий школ. Представлен краткий исторический обзор строительства школьных зданий в России в разные периоды. Описано сходство российской и европейской системы образования на начальных этапах и их дальнейшее различие при становлении советской архитектуры. Рассматривается процесс развития массового типового проектирования в советский период. Обозначены ключевые моменты изменений объемно-планировочной структуры, указаны достоинства и недостатки тех или иных схем. Анализируется возрастное деление школы и, следующие из него, особенности организации внутреннего пространства для разных возрастных групп. Также описывается принцип дифференциации рекреаций и функциональных блоков зданий. Решение проблемы размещения рекреаций предполагает создание развитой пространственной структуры, сочетающей закрытые и открытые пространства холодного и теплого режима использования. Приводятся примеры особенностей их проектирования. При анализе литературы были выявлены характерные системы организации внутренних коммуникаций, на основе которых формируются функционально-композиционные схемы школьных зданий. Далее рассмотрено функциональное зонирование школ, выделены основные зоны и их связи в общей структуре здания. Делаются выводы о сложности создания архитектурно-выразительного образа здания школы, с учетом высоких современных требований. Выразительность и органичность архитектуры школ должна достигаться их объемно-пространственным решением, архитектурно-художественным образом школьного здания, основными свойствами объемно-планировочной структуры. Процесс совершенствования архитектурно-художественных решений должен быть связан с эстетическими качествами отдельных элементов школьных зданий и комплексов.*

**Ключевые слова:** объемно-планировочная структура, особенности проектирования, функциональная организация, школа, композиционное решение.

\*\*\*

Классно-урочная модель школьных зданий широко используется в нашей

стране. История первых школ также началась при монастырях и церквях. То-