



УСТАНОВКИ З НЕЗАЛЕЖНИМ ПРИЄДНАННЯМ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРИКОНТУРНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ТА ВИБІР ЇХ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ

А. О. Олексюк, Н. А. Максимова, М. В. Долгов, А. А. Горделюк

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.
E-mail: ar-proekt@yandex.ua, nata_gorg@mail.ru, dlgvnik@rambler.ru*

Отримана 17 січня 2011; прийнята 25 березня 2011.

Анотація. У статті розглянута характеристика установок для систем централізованого теплопостачання великих міст з незалежним приєднанням абонентських систем опалення та гарячого водопостачання. Визначено переваги незалежного підключення місцевих систем до теплових мереж, що забезпечують надійність і якість теплопостачання, а також захищає абонентські вузли від руйнування при аварійних ситуаціях. Установлено, що зменшуються втрати води із тепломереж при пошкодженні теплопроводу, автономна циркуляція в місцевих системах опалення та гарячого водопостачання захищає їх від розмороження при зупинці мережних насосів. Приєднання будинків підвищеної поверховості до тепломереж, за вимог заповнення систем та забезпечення статичного тиску на останніх поверхах, можливо тільки за незалежною системою. Виявлено цілий ряд переваг незалежних систем, навіть у відкритих системах теплопостачання, в яких вода в системі гарячого водопостачання не забруднюється в опалювальних приладах, що підвищує її прозорість і колір. Установлено, що використання підігрівально-акумуляторних установок з триконтурними теплообмінниками на індивідуальних теплових пунктах дозволяє вирішити проблему незалежного приєднання абонентських систем опалення та гарячого водопостачання і забезпечити гідравлічний режим у будинках різної поверховості. Методика конструктивного розрахунку дозволяє оптимізувати ПАУ з найкращою ефективністю тепломасообміну.

Ключеві слова: підігрівально-акумуляторна установка, триконтурний теплообмінник, система незалежного теплопостачання.

УСТАНОВКИ С НЕЗАВИСИМЫМ ПРИСОЕДИНЕНИЕМ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЧЕРЕЗ ТРЕХКОНТУРНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ И ВЫБОР ИХ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

А. А. Олексюк, Н. А. Максимова, Н. В. Долгов, А. А. Горделюк

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.
E-mail: ar-proekt@yandex.ua, nata_gorg@mail.ru, dlgvnik@rambler.ru*

Получена 17 января 2011; принята 25 марта 2011.

Аннотация. В статье рассмотрена характеристика установок для систем централизованного теплоснабжения больших городов с независимым присоединением абонентских систем отопления и горячего водоснабжения. Определены преимущества независимого подключения местных систем к тепловым сетям, которые обеспечивают надежность и качество теплоснабжения, а также защищает абонентские вводы от разрушения при аварийных ситуациях. Установлено, что снижаются потери воды в местных

системах отопления и горячего водоснабжения, защищает их от размораживания при остановке сетевых насосов. Подключение зданий повышенной этажности к теплосетям, из условий заполнения системы и обеспечения статического давления на последних этажах, возможно только в независимых системах. Выявлено целый ряд преимуществ независимых систем, даже в открытых системах теплоснабжения, из которых вода на горячее водоснабжение не загрязняется в системе отопления, что повышает ее качество и цветность. Установлено, что использование подогревательно-аккумуляторных установок с трехконтурными теплообменниками на индивидуальных пунктах решает проблему независимого присоединения абонентских систем отопления и горячего водоснабжения и обеспечить гидравлический режим в зданиях различной этажности. Методика конструктивного расчета позволяет оптимизировать ПАУ и повысить эффективность теплообмена.

Ключевые слова: подогревательно-аккумуляторная установка, трехконтурный теплообменник, система независимого теплоснабжения.

PLANTS WITH INDEPENDENT JOINING OF HEATING SYSTEMS AND HOT-WATER SUPPLY SYSTEMS VIA THREE-CONTOUR HEAT EXCHANGERS AND SELECTION OF THEIR OPTIMUM PARAMETERS

Oleksiuk Anatoliy, Maksimova Natalya, Dolgov Nykolay, Gordeliuk Artem

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavina Str., Makiivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.

E-mail: ar-proekt@yandex.ua, nata_gorg@mail.ru, dlgnik@rambler.ru

Received 17 January 2011; accepted 25 March 2011.

Abstract. The paper has characterized the plants for central heating supply of the cities with the independent joining of the users' systems of heating and hot-water supply. The advantages of the independent connecting of the local systems to the heating supply networks providing reliability and quality of heating supply protecting users' leads-in from destruction at emergency have been determined. Water losses are established to be decreased in local heating and hot-water supply systems and protect them from defrosting at pipework pumps shut-down. The joining up of high-rise buildings to the heating supply networks because of the filling up of the system and providing with static pressure on the upper floors enables only in the independent systems. A number of advantages of the independent systems has been determined even in heat supply open systems where the water to the hot-water supply is not contaminated in a heating system that promotes its quality and colourfulness. The application of heating and storage plants with three-contour heat exchangers at the individual points has been determined to solve the problem of independent joining of users' systems of heating and hot-water supply systems and provide a hydraulic mode in buildings of various number of storeys. The design technique enables to optimize heating and storage plants and increase the heat mass exchanging efficacy.

Key words: heating and storage plant, three-contour heat exchanger, independent heating supply system.

Формулировка проблемы

В нашей стране за последнее время все большее распространение получают установки с независимым присоединением местных систем отопления и горячего водоснабжения в крупных городских системах централизованного теплоснабжения.

Это вызвано повышением требований к надежности и качеству теплоносителя системы теплоснабжения, а также увеличением строительства зданий повышенной этажности. Повышенная надежность обеспечивается тем, что в аварийных ситуациях повышение давления в обратном трубопроводе не передается на местные

отопительные системы, что предохраняет их от разрыва. Кроме того, сокращается утечка воды из теплосетей при повреждении теплопровода, т. к. местные системы отопления и горячего водоснабжения имеют свою автономную циркуляцию, что защищает их от размораживания в случае прекращения циркуляции во внешней теплосети.

Анализ последних исследований и публикаций

При независимой схеме, также как и при зависимой с подмешивающими насосами, имеется возможность дополнить центральное качественное регулирование отпуска теплоты местным количественным, поскольку в случае изменения расхода сетевой воды на ввод не отражается на величине расхода в местной системе отопления и не приводит к разрегулировке отопительных систем соседних зданий.

Присоединение зданий повышенной этажности к тепловой сети из-за условий обеспечения статических напоров может быть выполнено только по независимой схеме.

В открытых системах теплоснабжения с непосредственным водоразбором независимое присоединение абонентских отопительных систем имеет ряд преимуществ, т. к. сетевая вода, поступающая в систему горячего водоснабжения, не проходит через отопительные приборы и не загрязняется в них, благодаря чему улучшается качество воды, идущей на бытовые нужды, а именно – ее цветность.

Независимое присоединение местных систем отопления и горячего водоснабжения требует установку водо-водяных подогревателей для каждой из них, а также циркуляционных насосов, соответствующих контуров.

Заполнение и подпитка местных абонентских систем производится из обратной линии тепловой сети с помощью специальных подпиточных насосов.

Регулирование статического напора в местных системах осуществляется регулятором подпитки, который поддерживает заданный напор после себя, или заданный уровень в расширительном баке (при температуре воды ниже 95 °С), установленном в верхней точке системы отопления [1].

Подогреватели систем отопления устанавливаются в центральных тепловых пунктах, там же

устанавливаются циркуляционные насосы для внутриквартальной отопительной сети и системы горячего водоснабжения.

В настоящее время налажено производство малошумных насосов, что позволяет устанавливать подогреватели для независимых систем отопления и горячего водоснабжения на индивидуальных тепловых пунктах (ИТП).

Цели

Особенно актуальным в этих случаях является использование трехконтурных теплообменников с аккумуляторами горячей воды для присоединения независимых систем отопления и горячего водоснабжения на индивидуальных тепловых пунктах, встроенных в здания. Это позволит отказаться от четырехтрубной внутриквартальной тепловой сети и перейти на двухтрубную от ИТП с помощью одного трехконтурного теплообменника, что стабилизирует гидравлический режим в тепловой сети и абонентских системах.

Основной материал

Независимое присоединение систем отопления и горячего водоснабжения на индивидуальном тепловом пункте с помощью трехконтурного теплообменника, размещенного в аккумуляторе горячей воды, показано на рисунке 1.

В последующие годы проектируются абонентские вводы с независимым присоединением отопительных систем с естественной циркуляцией, подключенным к системам централизованного теплоснабжения. Экспериментальная проверка таких систем не достигла желаемого результата в зданиях повышенной этажности.

С этой задачей могут справиться системы централизованного теплоснабжения от ИТП с подогревательно-аккумуляторными установками ПАУ и трехконтурными теплообменниками, которые приемлемы для зданий любой этажности, т. к. гидравлический режим в тепловой сети не зависит от гидравлического режима местных систем отопления и горячего водоснабжения. Эти системы от ИТП с ПАУ являются саморегулируемыми, т. к. позволяют перераспределять тепловые потоки между системами отопления и горячего водоснабжения по часам суток, вызванные неравномерностью потребления горячей воды [2].

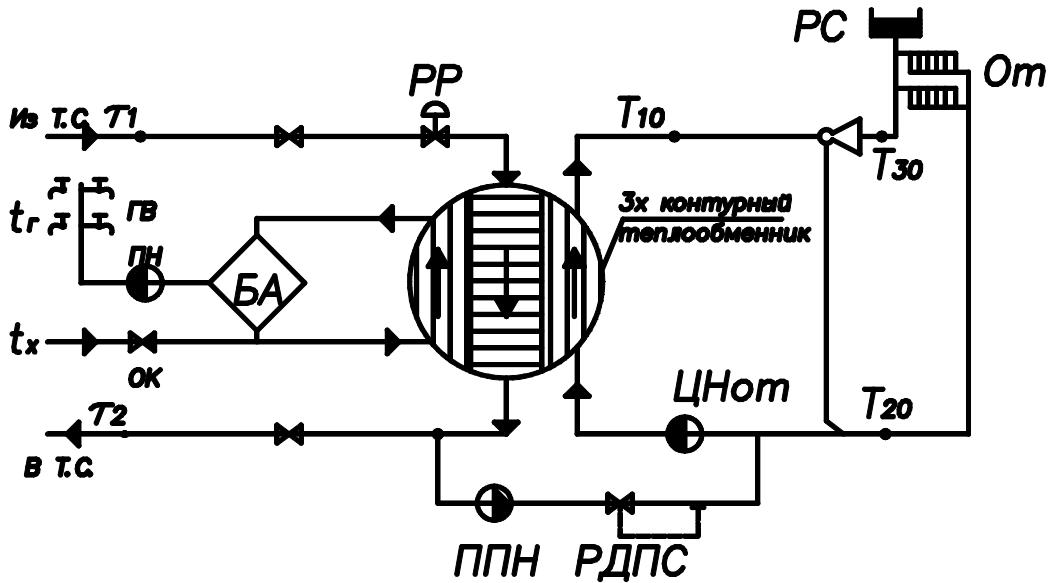


Рисунок 1. Схема индивидуального теплового пункта с трехконтурным теплообменником и аккумулятором горячей воды для независимых систем отопления и горячего водоснабжения.

Для теплового и конструктивного расчета ПАУ с трехконтурным теплообменником и аккумуляторами горячей воды должны быть заданы климатологические данные для района строительства; план зданий с их этажностью; параметры теплоносителя; число жителей или потребителей горячей воды для общественных зданий; располагаемый напор в тепловой сети на абонентском вводе здания [3].

В подогревательно-аккумуляторных установках осуществляется сложный теплообмен между четырьмя теплоносителями, который можно описать уравнением теплового баланса, Вт:

$$Q_{ПАУ}^{3-x} = Q_O + Q_{ГВ} + Q_{П}; \quad (1)$$

где Q_O – потери теплоты на отопление, Вт; $Q_{ГВ}$ – потери теплоты на горячее отопление, Вт; $Q_{П}$ – потери теплоты в трубопроводах системы отопления и горячего водоснабжения, Вт;

$$Q_O = q_0 \cdot \Sigma F; \quad Q_{ГВ}^{cp} = q_{zv} \cdot m; \quad (2)$$

где q_0 – укрупненный показатель максимально-го теплового потока на отопление жилых зданий, (Вт/м²) зависит от расчетной температуры наружного воздуха; $q_0 = 77 \text{ Вт/м}^2$;

ΣF – общая площадь жилых зданий с учетом этажности, м²; $q_{ГВ}$ – укрупненный показатель среднечасового расхода тепла на горячее водоснабжение, зависит от нормы расхода горячей воды, при $a = 105 \text{ л/чел. в сутки}$. $q_{ГВ} = 376 \text{ Вт/чел}$; m – число жителей в здании, чел.

Расчетные поверхности нагрева трехконтурного теплообменника будут зависеть от отношения расчетных расходов теплоты на отопление и горячее водоснабжение (рис. 2).

$$\rho = Q_{ГВ}^{cp} / Q_O = F_{ГВ} / F_{OT}; \quad (3)$$

где $F_{ГВ} = \pi \cdot d_{ГВ} \cdot l_{ГВ} \cdot n_{mp}$;

$$F_{OT} = \pi \cdot d_{OT} \cdot l_{OT} \cdot n_{mp};$$

где n_{mp} – число трубок, диаметрами $d_{от}$ и $d_{ГВ}$, шт; $l_{от}, l_{ГВ}$ – длина трубок, м.

Площади поперечного сечения для прохода теплоносителя $f_{щ}^{TC}$; воды системы отопления $f_{м.тр}^{OT}$ и горячего водоснабжения $f_{м.тр}^{ГВ}$, м²:

$$f_{м.тр}^{OT} = \frac{\pi D_{к.вн}^2}{4} - n \frac{\pi d_{от.н}^2}{4}; \quad (4)$$

$$f_{щ}^{TC} = \frac{\pi d_{от.вн}^2}{4} n - \frac{\pi d_{ГВ.н}^2}{4}; \quad f_{м.тр}^{ГВ} = \frac{\pi d_{ГВ.вн}^2}{4} n_{mp}.$$

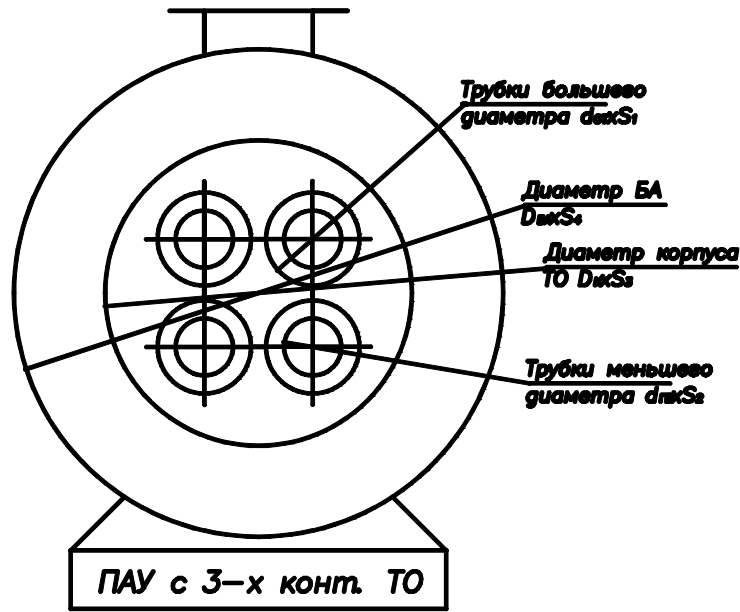


Рисунок 2. Поперечное сечение ПАУ с 3^х контурным теплообменником.

Затем задаются температурами во всех трех контурах, соответственно, °C: $\tau_1 = 150$ °C; $\tau_2 = 70$ °C; $T_{10} = 95$ °C; $T_{20} = 70$ °C; $t_r = 60$ °C; $t_{x.з.} = 5$ °C.

Средние температуры: теплоносителя τ_{cp} , воды отопительного контура T_{cp} и горячего водоснабжения t_r , °C:

$$\tau_{cp} = 0,5(\tau_1 + \tau_2); T_{cp} = 0,5(T_{10} + T_{20});$$

$$t_{cp} = 0,5(t_r + t_{x.з.}). \quad (5)$$

Расходы греющего теплоносителя из теплосети в щелевом пространстве, $G_{ТС}$, циркулирующего в системе отопления, G_o и нагреваемого на нужды горячего водоснабжения $W_{ГВ}$, кг/с:

$$G_{ТС} = \frac{Q_{ПАУ}^{3хКОНТ}}{c(\tau_1 - \tau_2)}; G_{ТС} = \frac{Q_o}{c(T_{10} - T_{20})};$$

$$W_{ГВ} = \frac{Q_{ГВ}^{cp}}{c(t_r - t_{x.з.})}. \quad (6)$$

Среднелогарифмические разности температур для отопительного контура, системы горячего водоснабжения и средней для ПАУ, °C

$$\Delta t_{cp}^{OT} = \frac{(\tau_1 - T_{10}) - (\tau_2 - T_{20})}{2,3 \lg(\Delta t_6 / \Delta t_m)}; \Delta t_{cp}^{ГВ} = \frac{(\tau_1 - t_r) - (\tau_2 - t_{x.з.})}{2,3 \lg(\Delta t_6 / \Delta t_m)};$$

$$\Delta t_{cp}^{ПАУ} = 0,5(\Delta t_{cp}^{OT} + \Delta t_{cp}^{ГВ}). \quad (7)$$

Коэффициенты теплопередачи через теплообменные поверхности системы отопления F_{OT} и системы ГВ, $F_{ГВ}$, соответственно, $K_{от}$, $K_{ГВ}$, $K_{общ}^{ПАУ}$, Вт/(м²·°C):

$$K_{OT} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ГР}^{OT}}{\lambda_{ГР}} + \frac{\delta_{нак}}{\lambda_{нак}} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

$$K_{ГВ} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{ГР}^{ГВ}}{\lambda_{ГР}} + \frac{\delta_{нак}}{\lambda_{нак}} + \frac{1}{\alpha_4}}; \quad (8)$$

$$K_{общ}^{ПАУ} = \frac{K_{OT} \cdot F_{OT} + K_{ГВ} \cdot F_{ГВ}}{F_{OT} + F_{ГВ}}.$$

Конструктивный расчет трехконтурного теплообменника для ПАУ заключается в том, чтобы подобрать теплообменные поверхности F_{OT} и $F_{ГВ}$ таким образом, чтобы коэффициенты теплопередачи $K_{от}$ и $K_{ГВ}$ находились в пределах от 1 500 до 2 500 Вт/(м²·°C).

Общая теплопроизводительность ПАУ с трехконтурным теплообменником запишется по выражению, Вт:

$$Q_{ПАУ} = K_{общ}^{ПАУ} (F_{OT} + F_{ГВ}) \Delta t_{cp}^{ПАУ}. \quad (9)$$

Объем аккумулирующей емкости можно определить по формуле, м³:

$$V_{\text{БА}} = \frac{m \cdot a}{12} \cdot 10^{-3}; \quad (10)$$

где $a = 100 \dots 200$ л/чел. – норма горячей воды.

Оптимизация габаритных размеров ПАУ с трехконтурным теплообменником для индивидуальных тепловых пунктов заводского изготовления потребовала решение системы уравнений с помощью ПЭВМ [11].

Использование программы расчета ПАУ с учетом выведенных уравнений позволило определить динамические характеристики сложного теплообмена, протекающего в аппарате, а именно:

- определить оптимальные скорости движения теплоносителей;
- выбрать диаметры трубок соответствующих контуров;
- оптимизировать длину для обеспечения стабильного и эффективного теплообмена;
- величину объема аккумулирующей емкости;
- обеспечить расчетную температуру нагреваемых теплоносителей T_1 и t_r для системы отопления и горячего водоснабжения, а также их расходов G_o, W_r .

Исследование динамических характеристик ПАУ с трехконтурным теплообменником в установившемся режиме теплообмена обеспечивает нагрев воды, циркулирующей в контурах

системы отопления и горячего водоснабжения до расчетных параметров $T_{10} = 95$ °С и $t_r = 60$ °С. Если рассматривать график выравнивания температур греющего t_1 и нагреваемых теплоносителей T_{10} и t_r , следует заметить, что при длине трубок с 2,5 м и более, температуры первичного и двух вторичных теплоносителей не изменяются [12].

Это подтверждает тот факт, что оптимальную длину трехконтурного теплообменника для ПАУ можно принимать от 2,5 до 3,0 м.

В целом можно определить и оптимальные размеры всей конструкции ПАУ с трехконтурным теплообменником для ИТП заводского изготовления в зависимости от числа жителей в здании.

Выводы

Оптимальная длина ПАУ на ИТП составляет от 3,0 до 3,5 м. Такие ПАУ с 3-х контурным теплообменником, установленные на ИТП каждого здания любой этажности, обеспечат гидравлическую изолированность местных систем отопления и тем самым повысят устойчивость и надежность их при эксплуатации от системы централизованного теплоснабжения.

Наличие аккумулирующей емкости в ПАУ позволит сгладить пиковые нагрузки на графиках суточного водопотребления в системе горячего водоснабжения.

Литература

1. Зингер, Н. М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем / Н. М. Зингер. – М.: Энергия, 1976. – 336 с. : ил.
2. Олексюк, А. А. Энергоресурсосберегающие технологии для систем теплоснабжения / А. А. Олексюк; М-во образования и науки Украины. – Макеевка: ДонНАСА, 2005. – 204 с. : ил.
3. Олексюк, А. А. Расчет и проектирование индивидуальных тепловых пунктов: научные труды ДГАСА. Вып. 98-3 (5) / Олексюк А. А. – Макеевка, 1998. – 105 с.
4. Олексюк, А. А. Оценка эффективности работы систем теплоснабжения от ИТП с ПАУ при помощи термодинамического и энергетического анализа / А. А. Олексюк // Современные проблемы строительства: Ежег. науч.-техн. сб. Том II./ Донецкий ПромстройНИИпроект. – Донецк: Лебедь, 2001. – С. 158–163.

References

1. Zinger, N. M. Hydraulic and heat conditions of the power and heat supply systems. Moscow: Energiya, 1976. 336 p. (in Russian)
2. Oleksyuk, A. O. Energy saving procedures and techniques for the heat supply system. Makeevka: DonNASA, 2005. 204 p. (in Russian)
3. Oleksyuk, A. O. Designing of individual centers of heat supply. In Works of the Donbas State Academy of Civil Engineering and Architecture, Vol. 98-3(5). Makeevka, 1998. 105 p. (in Russian)
4. Oleksyuk, A. O. Estimation of heat supply systems efficiency from ITP with PAU by means of thermodynamic and power-generating analyses. In the compendium *Annual scientific and engineering collection. Vol. II.* Donetsk: Lebed Ltd., 2001, p. 158–163. (in Russian)
5. Oleksyuk, A. O.; Chepalko, S. O. The Design Procedure of Three-Circuit Heat Exchangers of

5. Олексюк, А. О. Методика розрахунку триконтурних теплообмінників від геотермальних джерел теплоти / А. О. Олексюк, С. О. Челапко // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – 2008. – Вип. 2(70): Інженерні системи та техногенна безпека у будівництві. – С. 92–97.
6. Сафонов, А. П. Автоматизация систем централизованного теплоснабжения / А. П. Сафонов. – М. : Энергия, 1974. – 272 с.
7. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – М. : Энергия, 1975. – 376 с.
8. Громов, Н. К. Абонентские установки водяных тепловых сетей / Н. К. Громов. – М. : Энергия, 1968. – 320 с.
9. Манюк, В. И. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей / В. И. Манюк, Я. И. Каплинский, Э. Б. Хиж. – М. : Стройиздат, 1987. – 215 с.
10. Чистович, С. А. Автоматическое регулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления / С. А. Чистович. – Л. : Стройиздат, 1975. – 158 с.
11. Олексюк, А. А. Решение динамических характеристик ПАУ с трехконтурным теплообменником для независимых систем отопления и горячего водоснабжения / А. А. Олексюк, А. С. Мальных // Вісник Донбаської держ. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонДАБА. – 2003. – Вип. 4(41): Інженерні системи та техногенна безпека у будівництві. – С. 7–10.
12. Олексюк, А. А. Решение уравнений тепломассообмена в трехконтурных теплообменниках ПАУ с целью оптимизации их конструкции / А. А. Олексюк, А. С. Мальных // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – 2005. – Вип. 2(50): Інженерні системи та техногенна безпека у будівництві. – С. 100–103.
- Geothermal Heat Supply Systems in Settlements. In the *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. Vol. 2(70): Engineering systems and technogenic safety in civil engineering, 2008, p. 92–97. (in Ukrainian)
6. Safonov, A. P. Automation of the central heat supply systems. Moscow: Energiya, 1974. 272 p. (in Russian)
7. Sokolov, Ye. Ya. Power and heat supply and heat systems. Moscow: Energiya, 1975. 376 p. (in Russian)
8. Gromov, N. K. Users' plants of the water-heating systems. Moscow: Energiya, 1968. 320 p. (in Russian)
9. Manyuk, V. I.; Kaplinskiy, Ya. I.; Khizh, E. B. Handbook of setting-up and maintenance of the water-heating systems. Moscow: Stroyizdat, 1987. 215 p. (in Russian)
10. Chistovich, S. A. Automatic control of heat consumption in the heat supply systems and heating. Leningrad: Stroyizdat, 1975. 158 p. (in Russian)
11. Oleksyuk, A. O., Malykhin, A. S. Solution of PAU dynamic features with three-contour heat-exchanger for independent heating and hot-water supply systems. In the *Proceeding of the Donbas State Academy of Civil Engineering and Architecture*. Vol. 4(41): Engineering systems and technogenic safety in civil engineering, 2003, p. 7–10. (in Russian)
12. Oleksyuk, A. O.; Malykhin, A. S. The solution of the equations of the heat-mass exchange in the three-contour heat exchange had to optimize their construction. In the *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. Vol. 2(50): Engineering systems and technogenic safety in civil engineering, 2005, p. 100–103. (in Russian)

Олексюк Анатолий Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, член специализированного ученого совета Д 12.085.01 ДонНАСА. Научные интересы: теория, расчет и проектирование энергоресурсосберегающих систем теплоснабжения с индивидуальными тепловыми пунктами и многоконтурными теплообменниками.

Максимова Наталья Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка термотрансформаторов и тепловых насосов, энергоресурсосбережение в системах ТГВ.

Долгов Николай Викторович – преподаватель-стажер кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплоснабжения.

Горделюк Артем Андреевич – студент гр. ТГВ-42в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах ТГВ.

Олексюк Анатолій Олексійович – доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції Донбаської національної академії будівництва і архітектури, член спеціалізованої вченої ради Д 12.085.01 ДонНАБА. Наукові інтереси: теорія, розрахунок та проектування систем теплопостачання з індивідуальними тепловими пунктами і багатоконтурними теплообмінниками.

Максимова Наталя Анатоліївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка термотрансформаторів та теплових насосів, енергоресурсозбереження в системах ТГВ.

Долгов Микола Вікторович – викладач-стажер кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплопостачання.

Горделюк Артем Андрійович – студент гр. ТГВ-42в Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах ТГВ.

Oleksiiuk Anatoliy – D. Sc. (Engineering), a Professor of the Heating Engineering, Heating and Gas Supply, and Ventilation Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: theory, analysis and design of energy conservation heating supply systems with individual heat points and multi contour heat exchangers.

Maksimova Natalya – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of the Heating Engineering, Heating and Gas Supply and Ventilation Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: design of thermal transformers and thermal compressors, energy conservation.

Dolgov Nikolay – a teaching fellow of the Heating Engineering, Heating and Gas Supply, and Ventilation Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: energy conservation in the heating systems.

Gordeliuk Artem – an undergraduate of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: energy conservation in the heating gas supply and ventilation systems.