

УДК 69.05

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ ГІДРАВЛІДНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ВОДОПОСТАЧАННЯ

ЩЕНКО О.Л.^{1*}, *асп.*,
ДОНЕНКО І.В.², *к.т.н.*,
ЩЕНКО С.С.³, *студ.*

1* Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Запорізький технічний національний університет; вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.+38 (063) 183-28- 44, e-mail: e.l.fenenko@gmail.com

2 Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Запорізький технічний національний університет; вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.+38 (099) 000-35-54, e-mail: bud.zntu@gmail.com

3 Кафедра будівельного виробництва та управління проектами, Запорізький технічний національний університет; вул. Жуковського, 64, 69063, Запоріжжя, Україна, тел.+38 (099) 000-35-54, e-mail: bud.zntu@gmail.com

Анотація. Актуальність проблеми. Сучасні інженерні системи відрізняються своєю складністю в проектуванні тим, що створюються не тільки для дотримання санітарно-гігієнічних норм, а й для забезпечення комфортних умов у будівлях, при цьому досягаючи максимального економічного ефекту при реалізації проекту. Наприклад, система опалення не працює в постійному гідравлічному режимі, це система з постійно мінливим тепловим режимом у процесі експлуатації, що відповідно вимагає обладнання для відстеження цих змін і реагування на них. Нові підходи, рішення, матеріали і конструкції ставлять надскладні задачі перед проектувальниками, які у цих умовах, повинні володіти різноманітним і специфікою застосування сучасної регулюючої арматури для реалізації високотехнологічних і енергоефективних систем опалення з оптимізованими капітальними витратами. При проектуванні систем опалення та водопроводу розрахунки характеризуються значною важкістю і великим об'ємом змінних величин. Саме тому провідні виробники трубопроводів та регулюючої арматури створюють та удосконалюють графічні програми для автоматизованого розрахунку гідравлічних систем. **Мета роботи** – обґрунтування доцільності використання графічних програм для гідравлічного розрахунку, на прикладі програм відомих виробників трубопроводів та регулюючої арматури. **Виклад основного матеріалу.** Існує багато програм для графічної допомоги при проектуванні систем опалення та водопостачання, регулюванні існуючих систем. На прикладі деяких з них хотілося б виділити сильні та слабкі сторони їх використання при проведенні розрахунків. Програми надають можливість для виконання повністю всіх гідравлічних розрахунків, в рамках яких: - підбір діаметрів трубопроводів, як в системах опалення, так і охолодження; - підбір розмірів радіаторів опалення і фанкойлів; - оптимізація витрат води в проектованому обладнанні; - розрахунок втрати тиску в обладнанні; - підбір налаштувань балансувальних вентилів на стояках і розгалуженнях; - облік необхідних параметрів термостатичних вентилів радіаторів; - видача списку і кількості необхідних матеріалів. **Висновки.** Зробити вибір матеріалів та регулюючої арматури, не володіючи ситуацією на ринку, дуже складно. Перед виробниками стоїть задача донести інформацію не тільки до споживачів свого товару, а й проінформувати проектувальників про всі характеристики, відмінності та переваги, адже саме на етапі проекту вирішується питання використання тих чи інших матеріалів та обладнання. Тому для того, щоб зробити розрахунок опалення або водопостачання по площі всієї будівлі, краще скористатися програмним додатком з великою бібліотекою матеріалів і виробів. Від правильності отриманих даних залежить не тільки робота самої системи, а й обсяг капіталовкладень, які будуть потрібні для її організації.

Ключові слова: графічні програми; гідравлічний розрахунок; підбір трубопроводів; регулююча арматура.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

ИЩЕНКО Е.Л.^{1*}, *асп.*,
ДОНЕНКО И.В.², *к.т.н.*,
ИЩЕНКО С.С.³, *студ.*

1 * Кафедра строительного производства и управления проектами, Запорожский технический национальный университет; ул. Жуковского, 64, 69063, Запорожье, Украина, тел. +38 (063) 183-28- 44, e-mail: e.l.fenenko@gmail.com

2 Кафедра строительного производства и управления проектами, Запорожский технический национальный университет; ул. Жуковского, 64, 69063, Запорожье, Украина, тел. +38 (099) 000-35-54, e-mail: bud.zntu@gmail.com

3 Кафедра строительного производства и управления проектами, Запорожский технический национальный университет; ул. Жуковского, 64, 69063, Запорожье, Украина, тел. +38 (099) 000-35-54, e-mail: bud.zntu@gmail.com

Аннотация. Актуальность проблемы. Современные инженерные системы отличаются своей сложностью в проектировании тем, что создаются не только для соблюдения санитарно-гигиенических норм, но и для обеспечения комфортных условий в зданиях, при этом достигая максимального экономического эффекта при реализации проекта. Например, система отопления не работает в постоянном гидравлическом режиме, это система с постоянно меняющимся тепловым режимом в процессе эксплуатации, соответственно требует оборудования для отслеживания этих изменений и реагирования на них. Новые подходы, решения, материалы и конструкции ставят сложнейшие задачи перед проектировщиками, которые в этих условиях, должны обладать многообразием и спецификой применения современной регулирующей арматуры для реализации высокотехнологичных и энергоэффективных систем отопления с оптимизированными капитальными затратами. При проектировании систем отопления и водопровода расчеты характеризуются значительной тяжестью и большим объемом переменных величин. Именно поэтому ведущие производители трубопроводов и регулирующей арматуры создают и совершенствуют графические программы для автоматизированного расчета гидравлических систем. **Цель работы** - обоснование целесообразности использования графических программ для гидравлического расчета на примере программ известных производителей трубопроводов и регулирующей арматуры. **Изложение основного материала.** Существует много программ для графической помощи при проектировании систем отопления и водоснабжения, регулировании существующих систем. На примере некоторых из них хотелось бы выделить сильные и слабые стороны их использования при проведении расчетов. Программы предоставляют возможность для выполнения абсолютно всех гидравлических расчетов, в рамках которых: - подбор диаметров трубопроводов, как в системах отопления, так и охлаждения; - подбор размеров радиаторов отопления и фанкойлов; - оптимизация расходов воды в проектируемом оборудовании; - расчет потери давления в оборудовании; - подбор настроек балансировочных вентилей на стояках и ответвлениях; - учет необходимых параметров термостатических вентилей радиаторов; - выдача списка и количества необходимых материалов. **Выводы.** Сделать выбор материалов и регулирующей арматуры, не обладая ситуацией на рынке, очень сложно. Перед производителями стоит задача донести информацию не только потребителям своего товара, но и проинформировать проектировщиков обо всех характеристиках, различиях и преимуществах, ведь именно на этапе проекта решается вопрос использования тех или иных материалов и оборудования. Поэтому для того, чтобы произвести расчет отопления или водоснабжения по площади всего здания, лучше воспользоваться программным приложением с большой библиотекой материалов и изделий. От правильности полученных данных зависит не только работа самой системы, но и объем капиталовложений, которые потребуются для ее организации.

Ключевые слова: графические программы; гидравлический расчет; подбор трубопроводов; регулирующая арматура.

THE FEASIBILITY OF USING GRAPHICS SOFTWARE FOR THE HYDRAULIC CALCULATION HEATING AND WATERSUPPLY

ISHCHENKO E.L.^{1*}, *grad. stud.*,
DONENKO I.V.², *Cand. Sc. (Tech.)*,
ISHCHENKO S.S.³, *stud.*

1* Department of construction production and project management, technical Zaporizhzhya National University; Str. Zhukovsky, 64, 69063, Zaporozhye, Ukraine, tel. +38 (063) 44 183-28-, e-mail: e.l.feneko@gmail.com

2 Department of construction production and project management, technical Zaporizhzhya National University; Str. Zhukovsky, 64, 69063, Zaporozhye, Ukraine, tel. +38 (099) 000-35-54, e-mail: bud.zntu@gmail.com

3 Department of construction production and project management, technical Zaporizhzhya National University; Str. Zhukovsky, 64, 69063, Zaporozhye, Ukraine, tel. +38 (099) 000-35-54, e-mail: bud.zntu@gmail.com

Summary. The urgency of the problem. Modern engineering systems are characterized by their complexity in the design that are not only for compliance with hygiene standards, but also to ensure comfortable conditions in buildings, while achieving maximum economic benefit for the project. For example, the heating system does not work in a constant hydraulic regime, a system with a constantly changing thermal conditions during operation, respectively requires the equipment to track these changes and respond to them. New approaches, solutions, materials and design a challenge for designers who in these circumstances, should have the diversity and specificity of the application of modern control valves for the implementation of high-tech and energy-efficient heating systems with optimized capital costs. When designing the heating system and water supply system settlements are characterized by a large weight and a large amount of variables. That is why leading manufacturers of piping and control valves create and perfect graphics software for the automated calculation of hydraulic systems. **Purpose** - to study the feasibility of using graphics software for hydraulic calculation of the example programs known manufacturers of piping and control valves. **Statement of the base material.** There are many programs to help with graphic design of heating systems and water supply, the regulation of existing systems. For example, some of them would like to highlight the strengths and weaknesses of their use in the calculations. The program provides opportunities to carry out absolutely all the hydraulic calculations, in which: - the selection of the diameters of pipelines, both in heating and cooling; - selection of the size of radiators and fan coil units; - optimization of water consumption in the designed equipment; - calculation of the pressure loss in the equipment; - Selection of settings balancing valves on the risers and branches; - keeping the required parameters of thermostatic radiator valves; - issuance of the list and the amount of materials needed. **Conclusions.** Make the choice of materials and control valves, without having the market situation is very difficult. Before producing the task to inform not only the consumers of the goods, but also to inform the designers about all the characteristics, differences and advantages, because it is at the stage of the project addressed the issue of use of certain materials and equipment. Therefore, in order

to make a payment or heating water on the area of the building, it is better to use a software application with a large library of materials and products. From the correctness of the data it depends not only on the work of the system itself, but also the amount of investment that would be required for its organization.

Keywords: graphics programs; hydraulic calculation; Selection of pipelines; regulating valves.

Актуальність проблеми

Сучасні інженерні системи відрізняються своєю складністю в проектуванні тим, що створюються не тільки для дотримання санітарно-гігієнічних норм, а й для забезпечення комфортних умов у будівлях, при цьому досягаючи максимального економічного ефекту при реалізації проекту. Наприклад, система опалення не працює в постійному гідравлічному режимі, це система з постійно мінливим тепловим режимом у процесі експлуатації, що відповідно вимагає обладнання для відстеження цих змін і реагування на них [3]. Нові підходи, рішення, матеріали і конструкції ставлять надскладні задачі перед проектувальниками, які у цих умовах, повинні володіти різноманітним і специфічним застосуванням сучасної регулюючої арматури для реалізації високотехнологічних і енергоефективних систем опалення з оптимізованими капітальними витратами.

Вимоги проектування до систем опалення і внутрішнього тепlopостачання містяться в ДБН В.2.5-67:2013 [2]. Нормативним документом для проектування систем внутрішнього холодного та гарячого водopостачання являється ДБН В.2.5.-64:2012 [1]. В державних нормативних документах міститься необхідна інформація для визначення типів систем, гідравлічних режимів, вимоги до підбору труб, запірної та регулюючої арматури, обладнання.

При проектуванні систем опалення та водopроводу розрахунки характеризуються значною важкістю і великим об'ємом змінних величин. Саме тому провідні виробники трубопроводів та регулюючої арматури створюють та удосконалюють графічні програми для автоматизованого розрахунку гідравлічних систем.

Аналіз останніх досліджень

Дослідженням про використання автоматизованих програм для гідравлічного розрахунку систем опалення та водopостачання присвячені публікації О.П. Любарця, О.М. Зайцева, І.С. Сусенко. В існуючій літературі зустрічаються приклади розрахунків систем за допомогою програм для гідравлічного розрахунку. Проте, для вибору необхідного програмного забезпечення для автоматизованого гідравлічного розрахунку, необхідно провести порівняльну характеристику, визначити які відмінності між ними існують, які інженерні системи можна ними прорахувати та як вони взаємодіють з іншим програмним забезпеченням.

Мета роботи

Обґрунтування доцільності використання графічних програм для гідравлічного розрахунку, на прикладі програм відомих виробників трубопроводів та регулюючої арматури.

Методика

Існує багато програм для графічної допомоги при проектуванні систем опалення та водopостачання, регулюванні існуючих систем. На прикладі деяких з них хотілося б виділити сильні та слабкі сторони їх використання при проведенні розрахунків. Програмне забезпечення «Oventrop CO» [6] - безкоштовне програмне забезпечення, призначене для того, щоб виконати гідравлічний розрахунок опалення замського будинку (рис.1). На основі попередніх налаштувань і підбору опалювальних приладів, трубопроводу і арматури можна проектувати нові системи. Крім цього можливе регулювання існуючої схеми. Вона здійснюється за допомогою підбору потужності вже наявного в розпорядженні обладнання відповідно до потреб опалювальних кімнат і приміщень. Обидва ці варіанти можуть поєднуватися в даній програмі, дозволяючи регулювати існуючі фрагменти і проектувати нові.

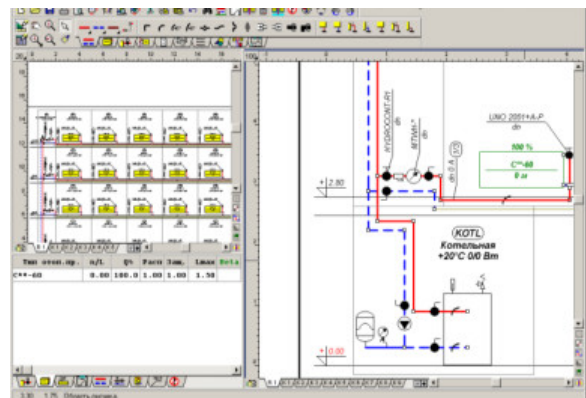


Рис. 1. Робоча середа програмного забезпечення «Oventrop CO» / Working environment software «Oventrop CO»

При будь-якому варіанті розрахунку «Oventrop CO» підбирає налаштування арматури. В частині виконання гідравлічних розрахунків у цій програмі широкі можливості: від підбору діаметрів трубопроводу до аналізу витрат води в устаткуванні. Всі результати (таблиці, схеми, малюнки) можна роздрукувати або перенести в середу Windows.

Вільно поширюється програма «HERZ C.O.» [5]. З її допомогою можна зробити гідравлічний розрахунок і однотрубною, і двотрубною системи опалення. Важливою відмінністю від інших є

можливість виконання розрахунків в нових або реконструйованих будинках, де в якості теплоносія виступає гліколієва суміш. «HERZ C.O.» надає користувачеві наступні можливості: підбір труб по діаметру, налаштувань регуляторів різниці тиску (розгалуження, підстава стоків); аналіз витрат води і визначення втрат тиску в обладнанні; розрахунок гідравлічного опору циркуляційних кілець; облік необхідних авторитетів термостатичних вентилів; зниження в циркуляційних кільцях надлишкового тиску за допомогою підбору налаштувань вентилів. Для зручності користувача організований графічний введення даних. Результати розрахунків виводяться у вигляді схем і планів поверхів (рис.2). Програма має розвинену контекстну довідку, яка надає інформацію про окремі команди або вводяться показники. Багатовіконний режим роботи дозволяє одночасно переглядати кілька типів даних і підсумків. Робота з плотером і принтером організована гранично просто, перед друком можна попередньо переглянути виводяться сторінки.

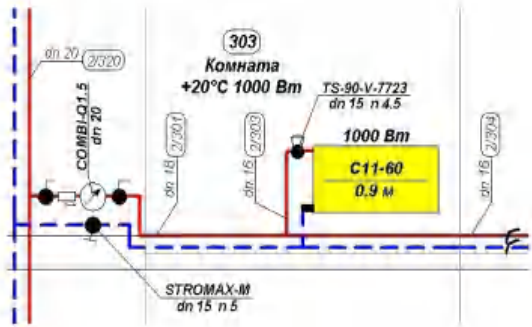


Рис. 2. Робоча середа програмного забезпечення «HERZ C.O.» / Working environment software «HERZ C.O.»

Програма «HERZ C.O.» оснащена зручною функцією автоматичного пошуку і діагностики помилок в таблицях і на схемах, а також швидким доступом до каталожними даними арматури, опалювальних приладів і труб (рис.3).

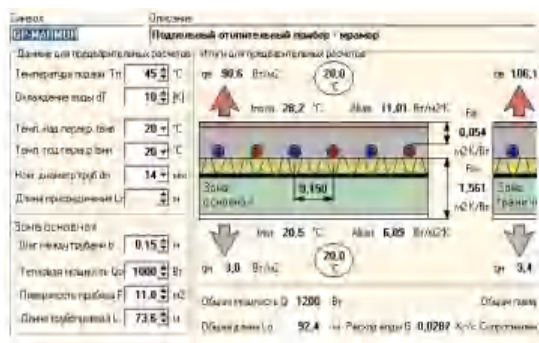


Рис. 3. Пошукова система програмного забезпечення «HERZ C.O.» / Search Engine Software «HERZ C.O.»

Програмне забезпечення «Instal-Therm HCR» дозволяє розрахувати систему радіаторного і поверхневого опалення (рис.4).

Вона поставляється в комплекті InstalSystem TECE, куди входять ще три програми: Instal-San T (для проектування холодного і гарячого водопостачання), Instal-Heat&Energy (для розрахунку теплових втрат) і Instal-Scan (для сканування креслень). Програма «Instal-Therm HCR» забезпечена розширеними каталогами матеріалів (труби, споживачі води, фітинги, радіатори, теплоізоляція і запірно-регулююча арматура). Результати розрахунків видаються у вигляді специфікації на пропоновані програмою матеріали та вироби. Єдиний недолік пробної версії - неможливо вивести її на друк. Обчислювальні можливості «Instal-Therm HCR»:

- підбір по діаметру труб і арматури, а також трійників, фасонних виробів, розподільників, прохідних муфт і теплоізоляції трубопроводу;
- визначення висоти підйому насосів, розташованих в змішувачах системи або на ділянці;
- гідравлічні і теплові розрахунки опалювальних поверхонь, автоматичне визначення оптимальної температури входу (харчування);
- підбір радіаторів, що враховує охолодження в трубопроводах робочого агента.

Оптимізація підбору труб

Підібрати діаметри заповнювачів
 Сортувати за заданими діаметрами
 Коректувати діаметри теплоізоляції
 Переглянути аналітичні таблиці

Система труб	Макс. довжина
Універсальна неабоїзольована труба	0,90

Вибраний тип труб відповідає наступній таблиці для підбору діаметрів

	підлога	квартира	сток	сеть розст.	Циркуляція
Мін. діаметр (мм)	10,0	10,0	10,0	14,0	10,0
макс. [м/с]	2,50	2,50	2,00	2,00	0,50
макс. [Па/м]					500,00
макс. [м/с]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

Рис. 4. Робоча середа програмного забезпечення «Instal-Therm HCR» / Working environment software «Instal-Therm HCR»

Пробною версією можна скористатися безкоштовно, але вона має ряд обмежень. По-перше, як і в більшості умовно-безкоштовних програм, результати роздрукувати не можна, так само як і експортувати їх. По-друге, в кожному з додатків пакета можна створити тільки три проекти. Правда змінювати їх можна скільки завгодно. По-третє, створений проект зберігається в модифікованому форматі. Таке розширення ні інша пробна, ні навіть стандартна версія не прочитають.

Ще одна з програм для розрахунку – «AquaTherm IntegraCAD» [4], що виконує:

- теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень з визначенням коефіцієнта теплопередачі огорожувальної конструкції;
- розрахунок теплової потужності системи опалення;

- розрахунок системи радіаторного опалення;
- розрахунок системи підлогового опалення з урахуванням граничних зон і тепловіддачі підводок до контурів, що проходять через сусідні приміщення;
- розрахунок системи холодного і гарячого водопостачання.

Програма «Aquatherm IntegraCAD» (рис.5) надає можливість для виконання повністю всіх гідравлічних розрахунків, в рамках яких:

- підбір діаметрів трубопроводів, як в системах опалення, так і охолодження;
- підбір розмірів радіаторів опалення і фанкойлів;
- оптимізація витрат води в проєктованому обладнанні;
- розрахунок втрати тиску в обладнанні;
- підбір налаштувань балансувальних вентилів на стояках і розгалуженнях;
- облік необхідних параметрів термостатичних вентилів радіаторів;
- видача списку і кількості необхідних матеріалів.

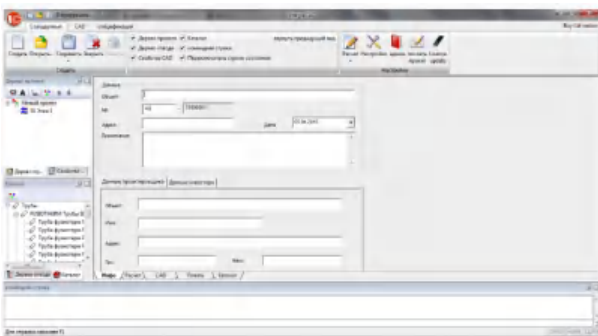


Рис. 5. Робоча середовище програмного забезпечення «Aquatherm IntegraCAD» / Working environment software «Aquatherm IntegraCAD»

У програмі застосовано багато рішень, полегшують і поліпшують роботу над проєктом. Найважливіші з них:

- графічний процес введення даних із застосуванням креслень AutoCAD;
- уявлення підсумків розрахунків на схемі і поверхових планах в форматах DWG і PDF;
- багатівіконне середовище, що дозволяє одночасно розглядати багато типів даних, підсумків розрахунку і т.д.;
- проста спільна робота з принтером, плоттером, з функцією попереднього перегляду сторінок перед друком;

- діагностика помилок, а також функція автоматичного їх пошуку на схемі;
- швидкий доступ до каталогів даних по трубах, опалювальних приладів і арматури.

За допомогою програми «Aquatherm IntegraCAD» можна швидко, просто і зручно виконати складні розрахунки і креслення, використовуючи як табличний, так і графічний спосіб подачі даних. Гідравлічний розрахунок мережі та підбір діаметрів трубопроводів відбувається автоматично на основі даних з креслень AutoCAD. Зміни в трубопровідній мережі можна проводити безпосередньо в креслення, - і через декілька секунд проєкт буде перераховано, що безперечно є перевагою при внесенні змін до проєкту. Складання докладної специфікації виконується автоматично, що економить не тільки час, а й попереджує похибки при проведенні підрахунку вручну.

Висновки

Зробити вибір матеріалів та регулюючої арматури, не володіючи ситуацією на ринку, дуже складно. Перед виробниками стоїть задача донести інформацію не тільки до споживачів свого товару, а й проінформувати проєктувальників про всі характеристики, відмінності та переваги, адже саме на етапі проєкту вирішується питання використання тих чи інших матеріалів та обладнання. Добре, що багато з виробників роблять інформацію та програми для автоматичних розрахунків інженерних систем доступними, та набагато ефективніше було б проводити різноманітні семінари та курси. Було б доцільно охопити і студентську аудиторію, адже це майбутні спеціалісти. Зараз майже всі вищі навчальні заклади обладнані комп'ютерними аудиторіями, тож це був би гарний досвід для майбутнього покоління інженерів ознайомитися з сучасними продуктами провідних виробників.

Тому для того, щоб зробити розрахунок опалення або водопостачання по площі всієї будівлі, краще скористатися програмним додатком з великою бібліотекою матеріалів і виробів. Від правильності отриманих даних залежить не тільки робота самої системи, а й обсяг капіталовкладень, які будуть потрібні для її організації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Введ. 2013-03-01. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 105 с.
2. Державні будівельні норми України ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Введ. 2014-01-01. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 141с.
3. Любарець О. П. Проєктування систем водяного опалення / Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О. – Київ, 2010. – 200 с.
4. Офіційний сайт компанії «Aquatherm» // Програма для проєктування трубопровідних систем. – Режим доступу: <http://aquatherm.ua>. – Назва з екрана. – Перевірено 5.10.2016.

5. Офіційний сайт компанії «Herz» // Програмне забезпечення. – Режим доступу: <http://herz.ua/ukr>. Назва з екрана. – Перевірено 5.10.2016.
6. Офіційний сайт компанії «Oventrop» // Програми. – Режим доступу: <https://www.ventrop.com>. Назва з екрана. – Перевірено 5.10.2016.

REFERENCES

1. DBN V.2.5-64:2012 *Vnutrishnii vodoprovod ta kanalizatsiia*. [State building codes Ukraine DBN V.2.5-64:2012. Domestic water supply and sewerage]. Kyiv, Minregion Ukrainy Publ., 2013. 105 p. (in Ukrainian)
2. DBN V.2.5-67:2013 *Opalennia, ventiliatsiia ta kondutsiuvannia*. [State building codes Ukraine DBN V.2.5-67:2013. Heating, ventilation and air conditioning]. Kyiv, Minregion Ukrainy Publ., 2013. 141 p. (in Ukrainian)
3. Liubarets O.P., Zaitsev O.M. and Liubarets V.O. *Proektuvannia system vodianogo opalennia*. [Design of water heating], Kyiv, 2010. 200p. (in Ukrainian)
4. *Ofitsiinyi sait kompanii «Aquatherm»* [The official website of «Aquatherm»]. *Programa dlia proektuvannia truboprovodnyh system*. [Program for designing piping systems]. Available at: <http://aquatherm.ua>. (in Ukrainian)
5. *Ofitsiinyi sait kompanii «Herz»* [The official website of «Herz»]. *Programne zabezpechennia*. [Software]. Available at: <http://herz.ua/ukr>. (in Ukrainian)
6. *Ofitsiinyi sait kompanii «Oventrop»* [The official website of «Oventrop»]. *Programy*. [Programs]. Available at: <https://www.ventrop.com>. (in Ukrainian)