

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

Дереза О.О., к.т.н., доцент,
Водяницький І.О., здобувач СВО «Магістр» 11МБГМ,
Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Анотація. В статті розглянуто програмний продукт, призначений для побудови і практичного вивчення розрахункових гідравлічних моделей водопровідних мереж. Наведено приклад редактора розрахунково-параметричних моделей водопровідної мережі, що дозволяє задавати мережу в тривимірному просторі.

Ключові слова: водопровідні мережі, віртуальний тренажер, комп'ютерна графіка, тривимірна модель.

Постійно зростаючі об'єми використання рідинних, водних розчинів, стічних вод тощо, інтеграція системи моніторингу в різні сфери і галузі промисловості потребує користування комп'ютерними програмами. В даний час в наукових дослідженнях та освіті, у виробничій та інших сферах діяльності людини визначальне значення мають інформаційно-обчислювальні системи та 3D моделювання [1, 2, 7].

З розвитком комп'ютерної графіки стало можливим створювати високо реалістичні тривимірні моделі лабораторних установок, верстатів, приладів та інших об'єктів. Моделі виготовляються в строгій відповідності з кресленнями типового обладнання і повністю відображають його конструктивно-функціональне призначення [2, 5, 6].

Віртуальна лабораторія представляє собою програмно-апаратний комплекс, що дозволяє проводити досліди без безпосереднього контакту з реальною установкою або при повній відсутності такої. Всі процеси моделюються за допомогою комп'ютера. Сучасні програми виконуються в режимі високо реалістичної тривимірної графіки з максимальною реалістичністю імітації.

Віртуальна реальність передбачає використання комп'ютерного імітаційного (віртуального) тренажера – комп'ютерної навчальної програми для розвитку умінь та навичок певної діяльності. Змінюючи параметри в інтерактивній лабораторії, можна бачити зміни в 3D середовищі як результат своїх дій.

При моделюванні водопровідних мереж доцільно користуватися віртуальним тренажером. Наприклад, такий програмний продукт, який призначений для побудови і практичного вивчення розрахункових гідравлічних моделей кільцевих, тупикових і комбінованих водопровідних мереж.

Редактор розрахунково-параметричних моделей водопровідної мережі дозволяє задавати різну конфігурацію водопровідної мережі в тривимірному просторі (геометричні характеристики трубопроводу, положення органів запірно-регулюючої арматури), а також встановлювати вхідні і вихідні параметри гідравлічної моделі (величини напору і витрати води в вузлових точках мережі і ін.). Редактор оснащений функціями відкриття і збереження файлу проекту розрахунково-параметричної моделі, що дає змогу скласти звіт (рис. 1).

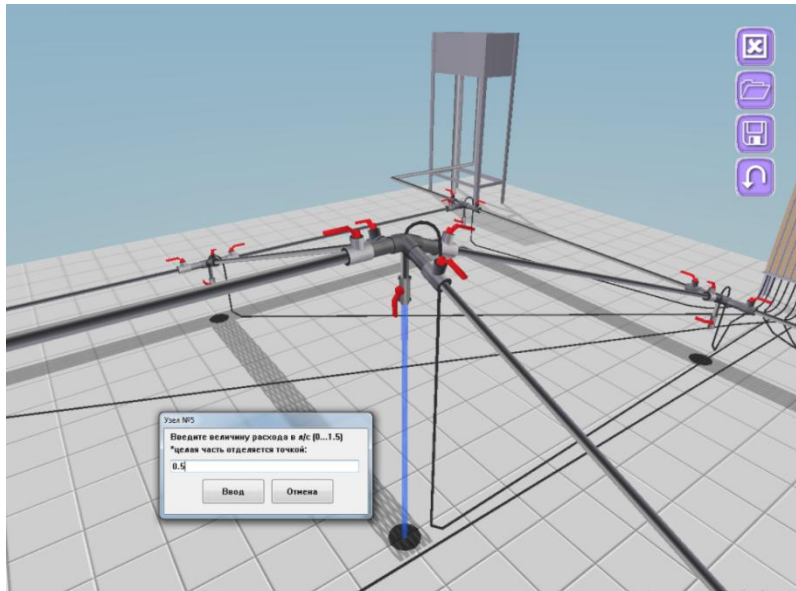


Рис. 1. Встановлення параметрів гідравлічної моделі

Аналогічний модуль дозволяє відтворювати імітаційну модель водопровідної мережі на основі спроектованого файлу розрахунково-параметричної моделі мережі. У можливості модуля входять: вимір геометричних параметрів трубопроводу, виміри витрат води і визначення величини напору в вузлових точках водопровідної мережі, а також візуалізація п'єзометричної площини відповідно до заданих значень напору у вузлах мережі.

Опір рухові рідини (гідросуміші або газів), що чиниться трубопроводом, обумовлює відповідні втрати напору (h_v), визначення яких є одним з головних питань будь-якого гідравлічного розрахунку.

Для визначення гідравлічних опорів напірного трубопроводу використовується модуль, робота якого полягає у визначенні за дослідними даними значення коефіцієнта гідравлічного тертя і величини коефіцієнта місцевого опору; встановлення області гідравлічного опору, в яких працювали ділянки напірного трубопроводу; обчислення значення коефіцієнтів гідравлічного тертя по відповідним емпіричним формулам; знаходженні довідкових значень коефіцієнтів місцевих опорів; оцінці збіжності досвідчених коефіцієнтів гідравлічного тертя і місцевого опору з їх розрахунковими (довідковими) значеннями; побудові по досвідченим даним графіка напорів (рис. 2).

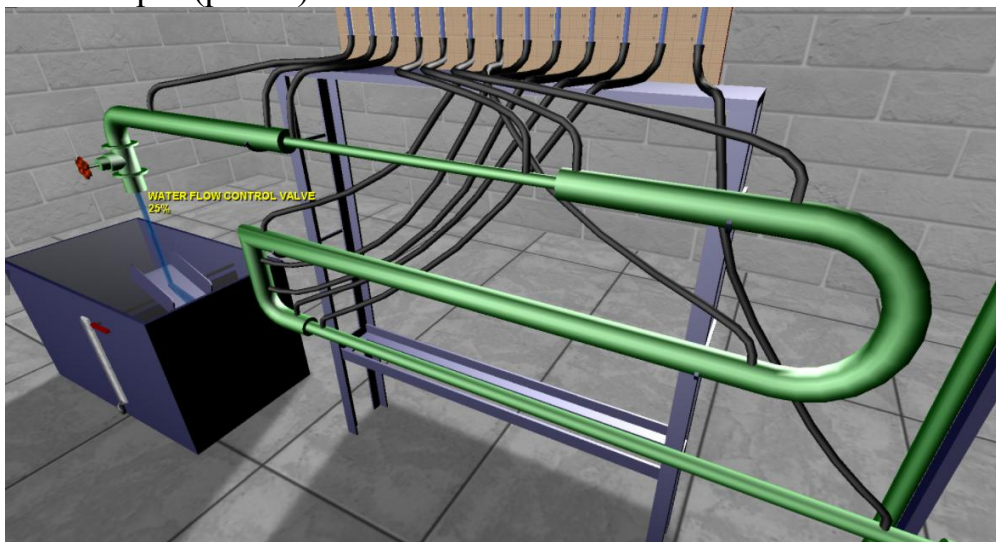


Рис. 2. Модель вимірювання витрати води

Явище гідравлічного удару у водопровідних трубах було відоме з самого початку експлуатації напірних трубопроводів. Цей процес відбувається дуже швидко і характеризується чергуванням різких піків і спадів тиску, пов'язаних з пружними деформаціями гідравлічної рідини і стінок трубопроводу. Розробка теорії гідравлічного удару і створення технічних засобів боротьби з цим грізним явищем мали велике значення. Тому доцільним буде експериментальне вивчення прямого гідравлічного удару у напірного трубопроводу за допомогою програмного модуля.

Дослідним шляхом визначається величина підвищення тиску при прямому гідравлічному ударі в напірному трубопроводі, порівнюється з теоретичною величиною, обчисленою за формулою М. Є. Жуковського, розраховується відносне відхилення.

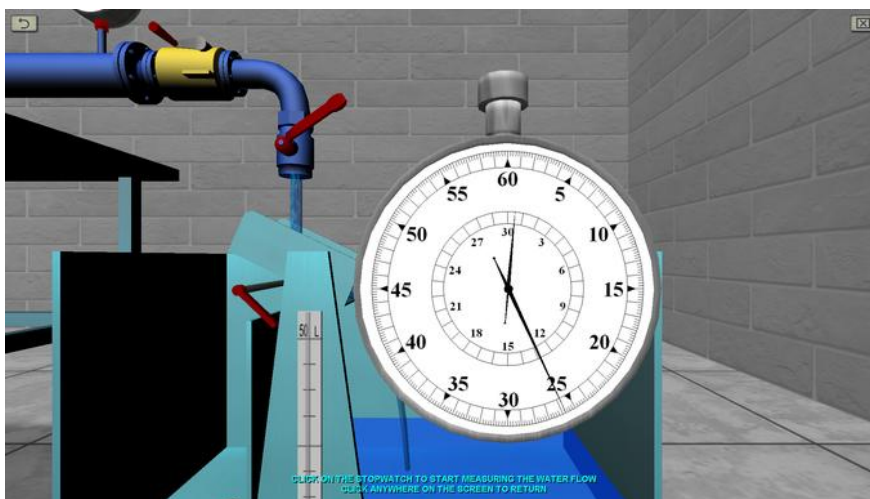


Рис. 3. Модель вивчення прямого гідравлічного удару

При новій установці різноманітних відцентрових насосних виробів після закінчення установки необхідно заздалегідь виконати роботу з випробування відцентрових насосів. Параметричні випробування відцентрового насоса виконуються відповідним модулем. Встановлюється не менше 8-10 різних режимів роботи насоса за допомогою засувки, відкриття якої змінюється від 0 до 100%; зняття при кожному режимі показань приладів (манометра, вакуумметра, ваг, тахометра і диференціального манометра); обчислюються параметри, необхідні для побудови напірної та енергетичної характеристик насоса.

Для кавітаційних випробувань відцентрового насоса встановлюється не менше трьох різних режимів роботи насоса за допомогою засувки, відкриття якої змінюється від 0 до 100%; зняття показань приладів (манометра, вакуумметрів, тахометра і диференціального манометра) при кожному відкритті засувки (послідовно встановлюючи вакууметричний тиск на поверхні резервуара від 0 до 95 кПа); обчислюються параметри, необхідні для побудови кавітаційних характеристик насоса.

Однією з основних розрахункових формул під час руху рідини в напірних трубопроводах є визначення швидкості потоку рідини.

Ламінарна течія внаслідок своєї простоти піддається теоретичному аналізу. Теорія ламінарної течії рідини ґрунтується на законі тертя І. Ньютона. Це тертя між шарами рухомої рідини є джерелом втрат енергії у даному випадку. Ламінарна течія у круглій циліндричній трубі відбувається без поперечних переміщень частинок рідини, тобто паралельними шарами. Ламінарний рух рідини зустрічається досить рідко.

Турбулентний рух рідини передбачає наявність нерегульованої течії, в якій різні величини зазнають хаотичних змін у часі і по просторових координатах і при цьому можуть бути виділені статистично точні їх осереднені значення. Турбулентні потоки розраховують за деякими середніми за часом і просторово розрахунковими параметрами течії, які називають усередненими. Тому має практичне значення експериментальне визначення швидкостей в перетині труб.

Вимірювання швидкості потоку рідини в перерізі круглої труби можна виконувати за допомогою кутової трубки повного напору. Відбір тиску на стінці труби для вимірювання п'єзометричного напору проводиться через отвори в декількох точках периметра стінки, об'єднаних вирівнює колектором, з якого тиск підводиться до вимірювального приладу (рис.4).

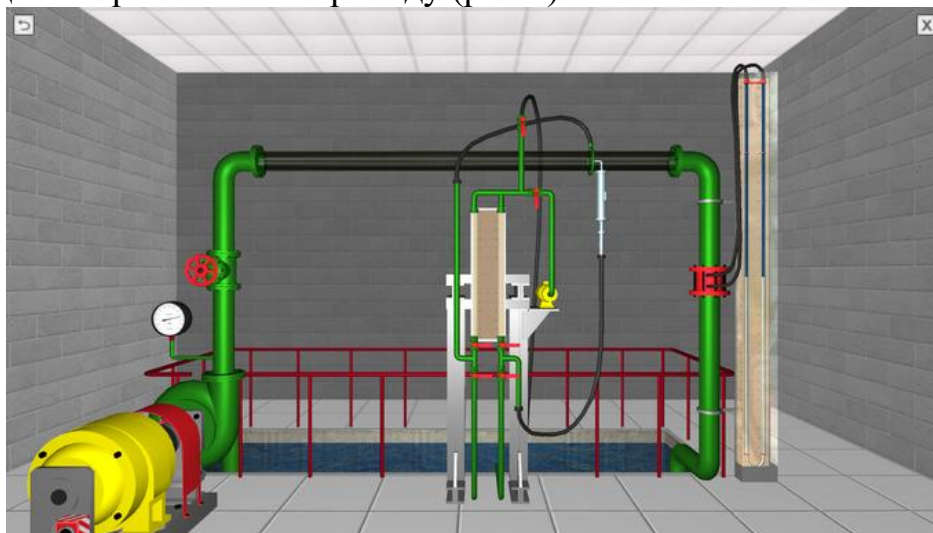


Рис.4 Вимірювання швидкості потоку рідини

Новизна технології віртуальних тренажерів аргументується використанням сучасних засобів комп'ютерного моделювання та активним впровадженням інформаційних технологій в дослідницькій роботі. Можливості і основні причини використання технології віртуальних тренажерів:

- обладнання та прилади для вимірювань вимагають щорічного удосконалення, яке призводить до додаткових фінансових витрат;
- крім устаткування потрібні також витратні матеріали - сировина, реактиви та ін., вартість яких досить висока. Комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення також коштують недешево, проте універсальність комп'ютерної техніки і її широке розповсюдження компенсують цей недолік;
- сучасні комп'ютерні технології дозволяють поспостерігати процеси, важко розрізняються в реальних умовах без застосування додаткової техніки, наприклад, через малі розміри спостережуваних частинок;
- віртуальні тренажери дають можливість моделювання процесів, протікання яких принципово неможливо в лабораторних умовах;
- віртуальне середовище навчання в мультимедійних навчально-наукових лабораторіях максимально імітує реальні умови.

Висновки. Використання нових сучасних програм має певні переваги. Віртуальні роботи з використанням тренажерів є невід'ємним елементом сучасних фізичних лабораторій, мають багато можливостей для вдосконалення професійних навичок.

Література

1. Дереза О.О. Розрахунок рівномірної витрати рідини в трубопроводах з використанням комп'ютерних програм / С.І. Мовчан, Г.І. Харитонova // *Меліорація та водовикористання. З нагоди 130-річчя першого водопроводу міста Мелітополя: матеріали X-ої наук.-практ. конф.*, Комунальне підприємство “Водоканал” Мелітопольської міської ради Запорізької області, Мелітополь. – 2019 р. 26-30 с.
2. Белов, М.А. Принципы проектирования виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений / М.А. Белов, О.Е. Антипов // *Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2010: сборник трудов международной конференции* Одесса, УКРНИИМФ. – 2010 г.
3. VR - виртуальная реальность. URL: <https://www.professionalgroup.ru/vr-virtualnaya-realnost.html> (дата звернення: 02.10.2021).
4. Применение виртуальных лабораторий в техническом образовании URL: <https://www.sunspire.ru/articles/part33/> (дата звернення: 12.10.2021).
5. Горлова К. О. Моделювання елементів систем оборотного водопостачання для об'єктів інженерної інфраструктури промислового сектору країни / К. О. Горлова, А. М. Зуб, О.О. Дереза, С.І. Мовчан // *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників – Умань, 2020. С. 131-134.*
6. Дереза О.О. Моделювання елементів трубопроводів. / С.І. Мовчан, С.В. Дереза // *Технології та еколого-економічні рішення в сучасних умовах господарювання: матеріали XI-ої наук.-практ. конф.*, м. Дніпрорудне, 02 липня 2020 р. Дніпрорудне, 2020. С. 68–72.
7. O.Dereza, S.Movchan, B.Boltianskyi, S.Dereza. Methods of construction of three-dimensional models of details / *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. Фах. Видання / ТДАТУ.* – Мелітополь, 2020.- Вип. 20, т. 3. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-3-231-239.