



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

01-04-10

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання гідравлічної ув'язки водопровідної мережі із
застосуванням ПЕОМ з дисципліни:
«СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ»

для студентів напрямку підготовки
6.060101 «Будівництво», професійного спрямування
«Водопостачання і водовідведення» всіх форм навчання

Рекомендовано методичною комісією
за напрямом підготовки
6.060101 «Будівництво»
Протокол № 2 від 22 жовтня 2013р.

Рівне, 2014



Методичні вказівки до виконання гідравлічної ув'язки водопровідної мережі із застосуванням ПЕОМ з дисципліни: «системи автоматизованого проектування водопостачання і водовідведення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво», професійного спрямування «Водопостачання і водовідведення» всіх форм навчання / С.Ю. Мартинов. – Рівне: НУВГП, 2014. – 12 с.

Упорядник: С.Ю. Мартинов, канд. тех. наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи;

Відповідальний за випуск: В.О. Орлов, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

ЗМІСТ

1 АЛГОРИТМ ГІДРАВЛІЧНОЇ УВ'ЯЗКИ МЕРЕЖІ ЗА МЕТОДОМ М.М. АНДРІЯШЕВА.....	3
2 ПІДГОТОВКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДО ГІДРАВЛІЧНОЇ УВ'ЯЗКИ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ.....	5
3 ВИКОНАННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ УВ'ЯЗКИ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ.....	8
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	12

У методичних вказівках наведено: алгоритм гідравлічної ув'язки водопровідної мережі, який покладений в розроблене на кафедрі водопостачання та бурової справи програмне забезпечення; рекомендації щодо підготовки вихідних даних, виконання гідравлічного розрахунку та визначення п'єзометричних відміток у вузлах водопровідної мережі.

Дані методичні вказівки можуть бути корисними при проведенні студентами гідравлічної ув'язки двокільцевої шестивузлової водопровідної мережі під час виконання курсового проекту «Водопостачання та водовідведення малого населеного пункту».

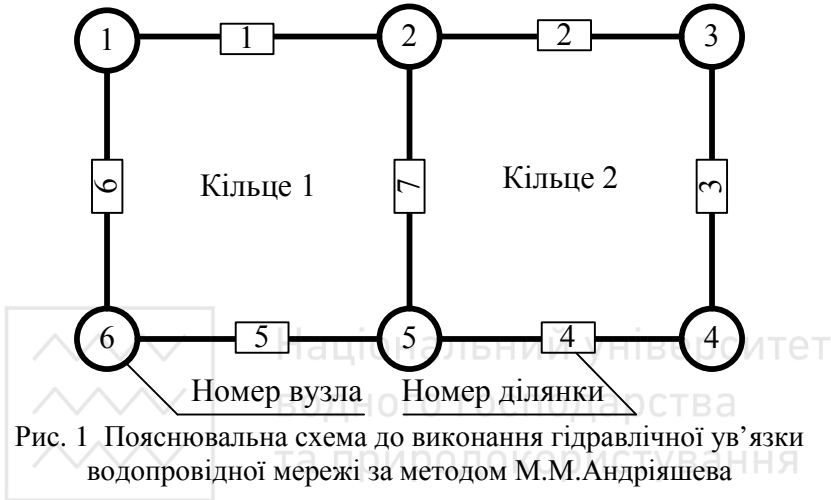
© Мартинов С.Ю., 2014

© НУВГП, 2014



1 АЛГОРИТМ ГІДРАВЛІЧНОЇ УВ'ЯЗКИ МЕРЕЖІ ЗА МЕТОДОМ М.М. АНДРІЯШЕВА

Перед виконанням ув'язки цим методом визначають матеріал труб m_i , довжину l_i , м, діаметр d_i , мм, витрати води q_i , л/с, на кожній ділянці магістральної мережі.



Алгоритм гідравлічної ув'язки мережі наступний:

1. Визначають втрати напору на кожній ділянці мережі, м, за формулою

$$h = k \cdot i \cdot l, \quad (1)$$

де k - коефіцієнт, який враховує втрати напору в місцевих опорах;

i - гідравлічний ухил ділянки, м/м;

l - довжина ділянки, м.

Гідравлічний ухил ділянки залежить від матеріалу труб, часу експлуатації, діаметру та швидкості руху води (область квадратичного чи неквадратичного руху води).

Швидкість руху води на ділянці мережі, м/с, визначається за формулою

$$v = \frac{4000 \cdot q}{\pi \cdot (d_{\text{вн.}})^2}, \quad (2)$$

де d - витрати води на ділянці мережі, л/с;



$d_{\text{вн.}}$ - внутрішній діаметр ділянки мережі, мм.

Гідравлічний ухил для ненових сталевих та чавунних труб, м/м, визначається за формулою

а) при $v_i \geq 1,2$ м/с

$$i = 0,00107 \frac{v^2}{(d_{\text{вн.}}/1000)^{1,3}}, \quad (3)$$

б) при $v_i < 1,2$ м/с

$$i = 0,000912 \frac{v^2}{(d_{\text{вн.}}/1000)^{1,3}} \left(1 + \frac{0,867}{v}\right)^{0,3}, \quad (4)$$

Гідравлічний ухил для азбестоцементних труб, м/м, визначається за формулою

$$i = 0,000561 \frac{v^2}{(d_{\text{вн.}}/1000)^{1,19}} \left(1 + \frac{3,51}{v}\right)^{0,19}, \quad (5)$$

Гідравлічний ухил для пластмасових труб, м/м, визначається за формулою

$$i = 0,000685 \frac{v^{1,774}}{(d_{\text{вн.}}/1000)^{1,226}}, \quad (6)$$

2. В кожному кільці визначають значення неув'язки, м

$$\Delta h_k = \sum_{j=1}^{p_k} h_{jk}, \quad (7)$$

де p_k - кількість ділянок у кільці;

h_{jk} - втрати напору на j -ій ділянці у k -му кільці, м.

Втрати напору на ділянках мережі при русі води за годинниковою стрілкою відносно центру кільця приймають позитивними, а проти годинникової стрілки – негативними.

3. Перевіряють виконання вимоги для кожного кільця (виконання першого правила Кірхгофа)

$$|\Delta h_k| \leq \Delta h_{\text{доп.}}, \quad (8)$$

де $\Delta h_{\text{доп.}}$ - допустима неув'язка в кільці, м

Якщо дана умова виконується, то гідравлічну ув'язку мережі



припиняють.

4. Якщо умова (8) не виконується, то визначають ув'язувальний контур (кільце), за який приймають:
 - контур із максимальною сумарною неув'язкою, який охоплює кілька суміжних кілець мережі, що мають неув'язку одного знаку.
 - кільце з максимальною неув'язкою, якщо в суміжних кільцях неув'язки мають протилежні знаки.
5. Для ув'язувального контуру (кільця) визначають поправочні витрати води, л/с, за формулою

$$\Delta q = \frac{\Delta h \cdot \sum_{j=1}^p |q_j|}{2 \cdot p \cdot \sum_{j=1}^p |h_j|}, \quad (9)$$

де p - кількість ділянок в ув'язувальному контурі (кільці);

$\sum_{j=1}^p |q_j|$ - сума модулів лінійних витрат води в ув'язувальному контурі мережі, л/с;

$\sum_{j=1}^p |h_j|$ - сума модулів втрат напору в ув'язувальному контурі мережі, м.

6. На всіх ділянках ув'язувального контуру визначають нові значення витрат води, л/с, за формулою

$$q_i^{\text{нов.}} = q_i \pm \Delta q, \quad (10)$$

Поправочні витрати додаються до «недовантажених» ділянок та віднімаються від «перевантажених».

2 ПІДГОТОВКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДО ГІДРАВЛІЧНОЇ УВ'ЯЗКИ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

Відповідно до обраної схеми водопровідної мережі (рис.1) необхідно підготувати наступні вихідні дані:



- вихідні дані параметрів ділянок (табл.1);
- вихідні дані параметрів вузлів (табл.3).

При необхідності додаткового визначення п'єзометричних відміток у вузлах водопровідної мережі необхідно підготувати дані з позначками поверхонь землі та необхідних вільних напорів у цих вузлах (табл.4).

Таблиця 1

Вихідні дані параметрів ділянок (приклад)

№ кільця	№ ділянки	Граничні вузли		Довжина, м	Діаметр умовного проходу, мм	Внутрішній діаметр, мм	Матеріал труб	Витрати води, л/с
		початок	кінець					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	2	450	100	103	1	-8,28
	2	2	5	430	100	103	1	-7,84
	3	5	6	450	100	103	1	6,15
	4	1	6	430	100	103	1	-6,00
2	5	2	3	460	100	103	1	-10,93
	6	3	4	430	125	128	1	-17,27
	7	4	5	460	125	128	1	17,27
	2	2	5	430	100	103	1	7,84

В табл. 1 необхідно визначити геометричні довжини, м, ділянок водопровідної мережі між суміжними вузлами (стовпчик 5), діаметри умовного проходу, мм, (стовпчик 6) та внутрішні діаметри, мм, (стовпчик 7), матеріал труб (стовпчик 8), витрати води, м, (стовпчик 9). Вихідні дані, які необхідно буде вводити в таблиці 1 виділені курсивом та сірим фоном, а в програмі – червоним кольором. Вихідні дані ділянки 2 кільця 2 вводити непотрібно, оскільки вони вводяться в кільці 1.

В розрахунку прийнято позначати цифрами наступні матеріали труб:

- 1 – чавун;
- 2 – пластмаса;
- 3 – азбестоцемент.

Внутрішній діаметр труб можна підібрати використовуючи табл. 2.



Стандартні діаметри труб

Чавунні		Азбестоцементні		Пластмасові	
Діаметр умовного проходу, мм	Внутрішній діаметр, мм	Діаметр умовного проходу, мм	Внутрішній діаметр, мм	Діаметр умовного проходу, мм	Внутрішній діаметр, мм
80	83,6	100	100	90	79
100	103	150	141	110	97
125	128	200	189	125	110
150	153,4	250	235	140	123
200	203,6	300	279	160	141
250	254	350	322	180	158
300	304,4	400	368	200	175
350	352,4	500	465	225	198
400	401,4			250	220
500	500,8			280	246
600	600,2			315	277
700	699,4			335	313
800	799,8			400	352
900	899,2			450	396
1000				500	440

Витрати води на ділянках водопровідної мережі приймаються позитивними (+), якщо рух води проходить за годинниковою стрілкою відносно центру кільця та негативними (-), якщо рух води проходить проти годинникової стрілки відносно центру кільця.

Таблиця 3

Вихідні дані параметрів вузлів (приклад)

№ вузла	Вузлові витрати, л/с
1	-2,28
2	-10,49
3	-6,34
4	34,54
5	-3,28
6	-12,15



Вузлові витрати приймаються позитивними (+), якщо вода надходить у вузол, та негативними (-), якщо вода витікає з вузла. При одночасному надходженні та витіканні з вузла витрат в таблицю заноситься їх сумарне значення.

Таблиця 4

Вихідні дані до п'єзометричного розрахунку (приклад)

№ вузла	Позначка поверхні землі, м	Необхідні вільні напори, м
1	30,230	10,0
2	34,110	10,0
3	40,580	10,0
4	42,000	10,0
5	38,700	10,0
6	40,000	10,0

Позначки поверхні землі у вузлах мережі визначаються з плану населеного пункту (див. вихідні дані до курсового проекту), а необхідні вільні напори, м, за формулами:

- господарсько-питний відбір

$$H_{в.} = 4 \cdot (n - 1) + 10 \quad (11)$$

де n - кількість поверхів в будинку;

- гасіння пожежі при системі пожежогасіння низького тиску

$$H_{в.} = 10 \quad (12)$$

- гасіння пожежі при системі пожежогасіння високого тиску

$$H_{в.} = H_{б.} + H_{СТР} + \Sigma h \approx H_{б.} + 28 \quad (13)$$

де $H_{б.}$ - висота найвищої будівлі; $H_{СТР}$ - висота компактного струменя (10 м); Σh - втрати напору на шляху від мережі до виходу струменя із сплиску.

3 ВИКОНАННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ УВ'ЯЗКИ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

Для внесення вихідних даних та виконання гідравлічної ув'язки мережі необхідно запусити файл **ГУКВМ.xls**. Після завантаження



електронних таблиць MS Excel з'явиться діалогове вікно, яке зображене на рис. 2 в якому необхідно натиснути кнопку «**не отключать макросы**». Якщо зазначене вікно не з'являється, тоді необхідно змінити систему безпеки електронних таблиць на «середню» або «низьку», і знову виконати запуск вищезазначеного файлу. Для зміни системи безпеки електронних таблиць Excel необхідно їх запустити та зайти у вікно «**Безопасность**»: (→**Сервис** →**Макрос** →**Безопасность**), вибрати закладку «**Уровень безопасности**», в якій вибрати режим «**средняя**» або «**низкая (не рекомендуется)**» та натиснути кнопку **Ок**.

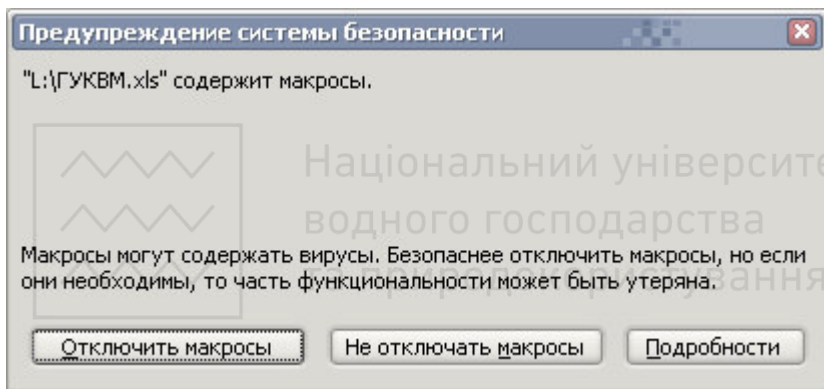


Рис. 2 Діалогове вікно «Предупреждение системы безопасности»

Після виконаних цих дій з'явиться вікно «Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі» в якому необхідно натиснути кнопку «**Далі**». В результаті відкриється лист електродних таблиць «Ув'язка». В цьому листі необхідно внести вихідні дані в таблиці 1,2 і, при необхідності, 5. Причому дані вводять лише в клітинки, які виділені червоним кольором, всі інші клітинки заблоковані. При введенні шифру матеріалу труб можна використовувати клавіатуру або вибрати потрібне значення зі списку, який з'являється після натискання мишкою на трикутнику в нижній частині клітинки (рис.3).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

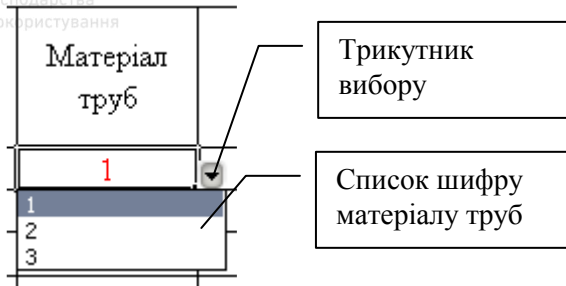


Рис. 3 Вибір шифру матеріалу труб

Після введення вихідних даних, необхідно натиснути кнопки «Обнулить» (навпроти табл. 4) та «Перевірка 1-го правила Кірхгофа». Якщо вихідні дані введені коректно, то з'явиться вікно, яке зображене на рис. 4, в якому необхідно натиснути кнопку **Ок**. Якщо ж у вихідних даних є помилки, то з'явиться вікно (рис. 5) з інформацією про першу знайдену помилку у вихідних даних. В залежності від типу помилки з'явиться одне з діалогових вікон:

- відсутність даних в табл.1 або табл.2 (рис. 5);
- невірний формат даних в табл.1 або табл.2 (рис. 6);
- невиконання аналога першого правила Кірхгофа для водопровідних мереж (рис. 7).

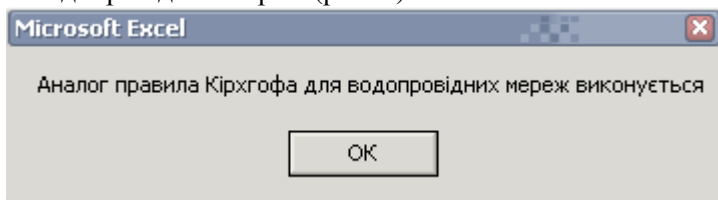


Рис. 4 Діалогове вікно (приклад)



Рис. 5 Діалогові вікна (приклад)

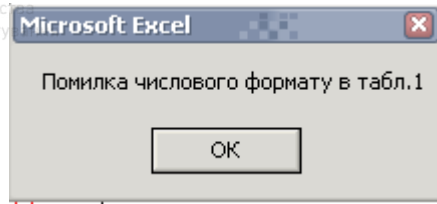


Рис. 6 Діалогові вікна (приклад)

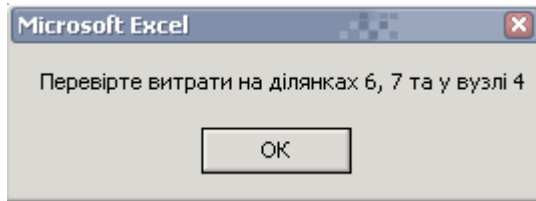


Рис. 7 Діалогове вікно (приклад)

Після закриття вікна (рис.4) необхідно натиснути кнопку **«Зробити один тур ув'язки»**. Внаслідок цього відбудеться виконання одного туру ув'язки із появою діалогового вікна, в якому зазначатиметься чи ув'язка виконується за контуром чи за кільцем та яким саме. Неув'язки в кільцях відображаються в клітинках D39, D40. При необхідності проведення ще одного туру ув'язки натискають знову кнопку **«Зробити один тур ув'язки»**.

Для визначення п'єзометричних відміток у вузлах мережі необхідно в табл.5 ввести позначки поверхні землі та необхідні вільні напори у вузлах водопровідної мережі і натиснути кнопки **«Обнулить»** (навпроти табл. 5) та **«Розрахунок»**. Якщо неув'язка в будь-якому з кілець перевищує по модулю 0,01 м, то на екрані з'явиться про це повідомлення і визначення п'єзометричних відмінок не буде проведено. В результаті розрахунку визначаються п'єзометричні відмітки та розрахункові вільні напори у вузлах водопровідної мережі та диктуюча точка.

Вихідні дані та результати розрахунку інтегрують у MS Word чи виводять на друк стандартними прийомами.

Для копіювання будь-якої таблиці з MS Excel в MS Word необхідно:

1. в MS Excel виділити потрібну таблицю та натиснути клавіші **<Ctrl>+<C>** (копіюється виділена таблиця в буфер обміну);



2. перейти в MS Word і натиснути клавіші <Ctrl>+<V> (вставляється таблиця з буферу обміну).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ВБН 46/33-2.5-5-96. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. - Київ, 1996.– 152 с.
2. Вонг У. Office 2003 для «Чайников». - М.: Вільямс, 2004. – 336 с.
3. Орлов В.О., Зошук А.М. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення: Підручник. - Рівне:УДУВГП, 2002. – 203 с.
4. Орлов В.О., Зошук А.М. Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. - Рівне: НУВГП, 2005. – 252 с.
5. СНиП 2.04.02–84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
6. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник для вузів. – Рівне: РДТУ, 2001. – 429 с.
7. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных труб. - М.: Стройиздат, 1970. – 112 с.