

УДК 628.14

к.т.н., доцент Павлов Є.І.,  
0677826173.ei@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9487-5136,  
к.т.н., доцент Ліфанов О.М.,  
Lifanov-oleg@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0560-9016,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРУ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ КОЛЕКТОРІВ

*Розглянуто фактори, що є найважливішими для виміру витрат в каналізаційних колекторах. Сконструйовано сприймаючий елемент та прилад для фіксації рівня наповнення колекторів з урахуванням особливостей стічних вод. Детально описана конструкція реєструючого пристрою з автономним живленням.*

*Ключові слова: каналізаційний колектор, стічні води, пропускна здатність, передача сигналу.*

Задача по визначенню фактичної пропускної здатності існуючих каналізаційних колекторів, останнім часом набуває все більшого актуального значення. Пов'язується це як із неконтрольованим будівництвом багатоповерхівок серед невеликих будинків в історичних центрах міст, так і з забудовою цілих мікрорайонів житловими багатоповерховими будинками. Такі дії приводять до локального надходження в каналізаційну мережу значних об'ємів стічних вод та переповнення її. Виникає питання: «Чи зможе існуюча мережа впоратись з відводом побутових стічних вод до магістральних колекторів, або необхідно будівництво нових, додаткових колекторів». Вирішення цієї проблеми ставить нові питання,- розрахунок необхідних для цього діаметрів труб та точок відведення стоку.

При визначенні пропускної здатності каналізаційних колекторів, основою виміру витрат є рівень наповнення трубопроводу [1,2]. Найпростішим пристроєм для цього є мірна голка. При застосуванні мірної голки для визначення витрат, похибка може складати від 10% до 20% [3].

Найбільш перспективними для умов роботи по визначенню витрат стічних вод на ділянках мереж водовідведення є, так звані, вторинні прилади для виміру витрат, які дають сигнал на виході, який є пропорційним рівню наповнення колектору. Однак, існуючі прилади такого типу, занадто громіздкі і не можуть бути застосованими в натурних умовах.

Для виміру витрат на каналізаційних колекторах був сконструйований компактний і мало енергоємний прилад реєстрації пропускнуї здатності ділянок мереж водовідведення, який здатен працювати в умовах підвищеної вологості в агресивному середовищі (в середині колодязів на мережах водовідведення). Для таких умов роботи був створений прилад, основними елементами якого є сприймаючий елемент та мановакууметр реєструючий (рис.1).



Сприймаючий елемент приладу являє собою тонку мідну трубку-капіляр на одному кінці якої знаходиться гумова камера, а другий кінець, за допомогою довгої гнучкої трубки, приєднаний до вимірювальної камери вакуумметра. Гумова камера мусить бути захищена від механічних пошкоджень, для чого вона розміщується в дірчатому металевому кожусі. Вся система сприймаючого елемента, рівно як і вимірювальна камера дифманометру, заповнюється дистильованою водою. При розміщенні гумової камери сприймаючого елемента в будь яку точку всередині рідини, тиск на гумову ємність, згідно із законом Паскаля, передається у всі точки рідини, що знаходиться всередині

сприймаючого елемента, в тому числі і всередину вимірювальної камери мановакууметра.

Мановакууметр реєструючий призначений для виміру та реєстрації підвищення тиску (стиснення), або зменшення тиску (розтягування) та являє собою автоматичний електронний прилад з автономним забезпеченням електрострумом. Діапазон вимірювань приладу знаходиться в межах  $20 \cdot 10^3$  Па. Зміщення «нуля» приладу знаходиться в межах  $\pm 10 \cdot 10^3$  Па, що дає можливість вимірювати як надлишковий тиск, так і «розрядження». В прилад вмонтовано грубий та точний показчик вимірюваного параметру у співвідношенні 1:50.

Функціональна схема приладу показана на рис.2. Вимірювальна камера приладу призначена для перетворення підведеного до неї тиску (розрядження) в зусилля, що передається через жорсткий зв'язок (шток) на вузол компенсації.

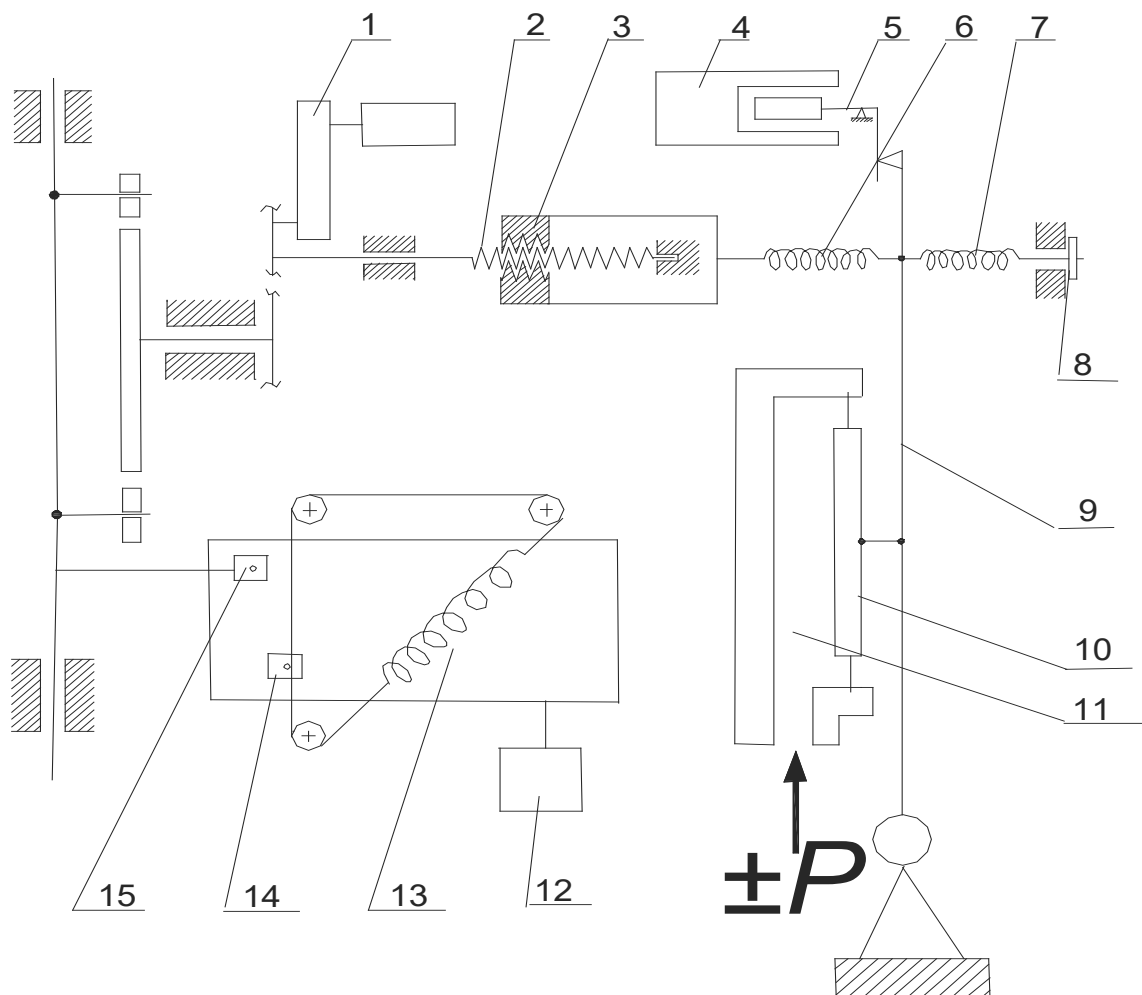


Рис.2. Кінематична схема приладу. 1.електропривод; 2.ходовий гвинт; 3.каретка; 4.фотоелектричний перетворювач; 5.поворотна стрілка; 6.пружина компенсації; 7.пружина зміщення «нуля»; 8.гайка зміщення «нуля»; 9.ричаг порівняння; 10.мембрана з жорстким центром; 11.вимірювальна камера; 12.пружинний привід; 13.лінтопротяжний механізм; 14.каретка грубого відліку; 15.каретка точного відліку.

Вимірювальна камера приладу призначена для перетворення підведеного до неї тиску (розрядження) в зусилля, що передається через жорсткий зв'язок (шток) на вузол компенсації.

Сприймаючий елемент камери являє собою мембрану з жорстким центром. В якості пружного елемента мембрани застосована тонколистова гума.

Вузол компенсації здійснює урівноваження зусиль пружин з зусиллям на штоці вимірювальної камери.

До вузла компенсації входять пружина компенсації, пружина зміщення «нуля» приладу, ричав порівняння та механізм пружини компенсації. За допомогою механізму пружини компенсації здійснюється вимірювання її на тяжіння з метою врівноваження ричагу порівняння. Цей механізм складається з рухомої каретки, що переміщується за допомогою ходового гвинта, який приводиться в обертання електроприводом.

Нуль-орган призначений для перетворення відхилення ричага порівняння від нейтрального положення в електричний сигнал. Нуль – орган складається з поворотної стрілки з прапорцем та фотоелектричного перетворювача. За Поворотна стрілка надає механічне зусилля для здійснення переміщення важеля порівняння, що дозволяє фіксувати переміщення останнього на рівні 0,02 – 0,03 мм.

Фотоелектричний перетворювач складається з освітлювальної лампи та двох фото резисторів, що включені в мостову вимірювальну схему. Світовий потік від освітлювальної лампи на фото резистори частково перекривається прапорцем, що укріплений на поворотній стрілці.

Електронний підсилювач підсилює сигнал, який надходить від фотоелектричного перетворювача та керує роботою двигуна електроприводу. Електронний підсилювач складається з елементів узгодження та двох сблокованих електричних реле і виконаний на напівпровідникових елементах.

Електропривод призначений для виміру натягу пружини компенсації та переміщення записуючих кареток вузла реєстрація. Електропривод складається з двигуна постійного току та редуктора. Вузол реєстрації здійснює запис вимірювального параметру на діаграмній стрічці. До вузла реєстрації входять записуючі каретки грубого та точного відліку з елементами їх переміщення, лекало точного відліку та лентопротяжний механізм. В якості записуючих елементів використовуються графітові стержні.

Привід каретки грубого відліку здійснюється безпосередньо від рухомої каретки вузла компенсації за допомогою тросиків.

Лекало точного відліку переміщує каретку точного відліку за допомогою спеціального повзунка. Обертання самого лекала відбувається від електроприводу, який обертає ходовий гвинт компенсації.

Механізм протягування стрічки здійснює рівномірне переміщення діаграмної стрічки. До механізму входять барабани, що подає та приймає діаграмну стрічку, а також пружинний привід, в якості якого використовується допрацьований годинниковий механізм від метеорологічного приладу.

Живлення електронного підсилювача, нуль – органа та електроприводу здійснюється від елементів живлення, розташованих в блоці живлення.

На рисунку 2 представлена кінематична схема приладу. Прилад контролює (вимірює) тиск, який підводиться до вимірювальної камери. Зусилля, що виникає на мембрані, передається на важіль порівняння, який жорстко зв'язаний з центром мембрани. До другої точки важелю приєднані пружини зміщення «нуля» приладу та пружина компенсації. У випадку рівноваги зусиль на важелі, він знаходиться в нейтральному положенні. При порушенні рівності зусиль відбувається відхилення важелю порівняння в ту чи іншу сторону. Це викликає переміщення прапорця поворотної стрілки, оскільки вона пов'язана з рухомим кінцем важелю порівняння.

При переміщенні прапорця змінюються світлові потоки від лампочки накалювання на фото резистори фотоелектричного перетворювача, що призводить до зміни їх електричного опору. Так як фото резистори підключені в вимірювальний міст, то на виході останнього появиться сигнал розбалансу. В електричному підсилювачі цей сигнал підсилюється до рівня, що необхідний для живлення двигуна електроприводу. Електропривод обертає ходовий гвинт в ту чи іншу сторону, задаючи напрямом переміщення каретки і зміни натягу пружини компенсації. Це приводить до повернення важелю порівняння в нейтральне положення і процес компенсації закінчується. Таким чином натяг пружини компенсації (а значить і положення рухомої каретки) однозначно пов'язано з зусиллям на мембрані, тобто з контрольованим тиском.

За допомогою описаного приладу були проведені заміри витрат стічних вод з правого берегу міста Києва. Вимірювання проводились в залізобетонному колекторі діаметром 3м. Вимірювання проводились цілодобово. В результаті цих досліджень було встановлено не тільки максимальні секундні витрати стічних вод з правого берегу м.Києва, а і коефіцієнти добової нерівномірності.

### Література

1. Павлов Є.І., Лифанов О.М. Визначення типу приладу для виміру витрат стічних вод в каналізаційних колекторах.//Містобудування та територіальне планування, вип. 65. - К.:КНУБА, 2017. - С. 426-429.
2. Никаев М.А. Совершенствование проектирования водоотводящих сетей. - М.: Стройиздат, 1984.- 48 с.
3. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. – Л.: Энергия, 1975. - 576 с.

к.т.н., доцент Павлов Е.И., к.т.н., доцент Лифанов О.Н.,  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

### ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Рассмотрены факторы, которые являются наиболее важными для измерения расходов в канализационных коллекторах. Сконструирован воспринимающий элемент и прибор для фиксации уровня наполнения коллекторов с учетом особенностей сточных вод. Детально описана конструкция регистрирующего устройства с автономным энергопитанием.

Ключевые слова: канализационный коллектор, сточные воды, пропускная способность, передача сигнала.

Ph.D., associate Professor Pavlov E.Y.,  
Ph.D., associate Professor Lifanov O.N.,  
Kyiv National University of Construction and Architecture

### BANDWIDTH MEASURING INSTRUMENT IN SEWERS

Construction of multi-storey buildings in an existing residential area leads to the need to solve many additional problems. These problems are mainly connected with the connection of buildings to the city engineering networks. It has plumbing, sewage, electricity and so on. Connecting buildings to existing networks leads to their overload and work in emergency mode. Special problems arise with the discharge of wastewater. Therefore, the article reviewed the factors that require verification of the nature of the work of existing sewers considered. There are no devices for measuring the amount of wastewater that flows in the sewers. This instrument must take into account the peculiarities of the environment in which measurements will be made/

Special attention is paid to the design of the perceiving element. This is due to the fact that wastewater is aggressive and carries a large amount of suspended matter. This may affect the measurement results that are transmitted by the sensing element to the node converting mechanical forces into an electrical signal. The construction of the recording chamber of the device is described in detail and its kinematic scheme is presented. With the help of the described device, research work was carried out to measure the discharge of wastewater at the main collector from the right bank of the city of Kiev.

Key words: sewage collector, wastewater, throughput, signal transmission.

### REFERENCES

1. Pavlov YE.I., Lifanov O.M Vyznachennya typu pryladu dlya vymiru vytrat stichnykh vod v kanalisatsiynnykh kolektorakh, //Mistobuduvannya ta territorial'ne planuvannya. - K.: KNUBA, 2017. vyp65. - S. 426-429
2. Nikaev M.A. Sovershenstvovaniye proektirovaniya vodootvodyashchikh setey. - M.: Stroyizdat, 1984. - 48 s.
3. Turichin A.M. Elektricheskiye izmereniya neelektricheskikh velichin. – L.: “Energiya”, 1975. – 576 s.