

ЩОДО МЕТОДИКИ ВИБОРУ СПОСОБУ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВТОРИННИХ ВОДОТОКІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Y. KACHAN, V. KOVALENKO

THE TECHNIQUE OF CHOOSING THE METHOD OF THE STABILIZATION PARAMETERS OF SECONDARY STREAMS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Анотація. У роботі розглянуто різні способи стабілізації параметрів вторинних водотоків промислових підприємств. Використання останніх приводить показники якості електричної енергії, що генерується, до норм ГОСТ. Виявлено, що різні способи стабілізації потоку вторинної води мають принципову відмінність один від одного і відрізняються як параметрами, так і складністю технічної реалізації. Запропоновано методику визначення інтервалу часу (періоду осереднення), що приймається для подальших розрахунків параметрів регулюючих ємностей. Визначення такого мінімального періоду дозволить зменшити масив статистичних даних, достатній для розрахунку об'єму ємності за запропонованим алгоритмом. Рішення ж щодо застосування того чи іншого технічного засобу усунення динамічної складової потоку води, яке залежить від специфіки підприємства, повинно бути обґрунтовано виходячи з рівня економічної доцільності їх впровадження.

Ключові слова: вторинні водотоки, стабілізація потоку, регулюючі ємності.

Анотация. В работе рассмотрены различные способы стабилизации параметров вторичных водотоков промышленных предприятий. Применение последних приводит показатели качества электрической энергии, которая генерируется, к нормам ГОСТ. Установлено, что различные способы стабилизации потока вторичной воды имеют принципиальные отличия друг от друга и различаются как параметрами,

так и сложностью технической реализации. Предложена методика определения интервала времени (периода стационарности), принимаемого для дальнейших расчетов параметров регулирующих ёмкостей. Определение такого минимального периода позволит уменьшить массив статистических данных, достаточных для расчёта объёма ёмкости по предложенному алгоритму. Решение же по применению того или иного технического средства устранения динамической составляющей потока воды, которое зависит от специфики предприятия, должно быть обосновано исходя из уровня экономической целесообразности их внедрения.

Ключевые слова: вторичные водотоки, стабилизация потока, регулирующие ёмкости.

Annotation. In this article is discussed various ways to stabilize the parameters of the secondary streams of industrial enterprises. The latter leads indicators of generated electric energy quality to the GOST norms.

It has been established that different ways of stabilizing the flow of secondary water have fundamental differences from each other and differ in both parameters and the complexity of technical implementation. Is proposed a method of determining the time interval (the period of stationarity), taken for further calculations of regulatory capacities. Determination of the minimum period will reduce the array of statistical data sufficient to calculate the volume capacity in the proposed algorithm. The solution for the application of any technical means to remove the dynamic component of water flow, which depends on the specifics of the enterprise, must be justified on the basis of the level of the economic feasibility of their implementation.

Key words: secondary streams, stabilization of the flow, regulatory capacities.

Вступ

Як було визначено [1], динаміка сумарного вторинного водотоку промислового підприємства суттєво впливає на енергетичні показники утилізуючого обладнання і ефективність системи гідроенергетичної утилізації взагалі. Вона призводить до негативних наслідків, таких як завищення потужності обраних генераторів і діаметрів трубопроводів, а також зменшення кількості виробленої електричної енергії і погіршення показників якості останньої [2]. Очевидно, що стабілізація потоку, який надходить на гідротурбіну, дозволить запобігти вищезгаданим проявам нестабільності, але для цього потрібно впроваджувати додаткові технічні заходи.

Головною умовою використання системи гідроенергетичної утилізації (СГЕУ) є відсутність впливу її роботи на технологічний процес промислового підприємства. Тому й засоби усунення динамічної складової потоку вторинної води повинні бути відповідними. Найбільш технічно простим і дієвим є включення в систему збору додаткових проміжних баків, які за рахунок коливання рівня води, що надходить до них від її наявних джерел, на виході видають стабільний потік з незмінними у часі параметрами. На перший погляд, такі ємності доцільно було б встановлювати спільно з джерелами, що задіяні в розглядуваній системі, споживання з яких носить випадковий характер.

Очевидно, що для забезпечення необхідної пропускної спроможності обладнання СГЕУ промислових підприємств його слід підбирати із значення максимальної витрати води, тривалість якої, як правило, короткочасна. Звідси впливає суттєве завищення діаметрів трубопроводів і потужностей обраних електрогенераторів, що працюють в режимі недовантаження. Останнє спричиняє збільшення вартості всієї системи. Хоча, в деяких випадках, можна обійтися і без застосування відповідних систем стабілізації потоку, для більшості ж задач проектування СГЕУ враховувати динаміку останнього необхідно. А це призводить до того, що параметри обладнання, яке вибирається, треба здебільшого уточнювати.

Загальний опис запропонованих технічних засобів стабілізації потоку вторинної води.

Може бути два принципово різних за своїм призначенням способи стабілізації потоку вторинної води: використання збірних баків як лише регуляторів параметрів потоку, а також таких, що виконують і роль накопичувачів, тобто гідроаккумуляторів (комбінування системи). При цьому, залежно від місця встановлення останніх (на кожному з джерел або в центрах збору) енергоефективність та економічні показники СГЕУ можуть суттєво відрізнятись. Для надання переваг тому чи іншому з вищезазначених способів усунення динамічної складової водотоків необхідно порівняти їх за економічним критерієм.

Так, у першому випадку, після встановлення ємностей безпосередньо на кожному з джерел, з останніх на гідротурбіну буде надходити вже осереднене значення витрати, яке, в свою чергу, призведе до зменшення діаметрів з'єднуючих трубопроводів і потужності електрогенератора (-ів). В такому разі розрахунок економічних і енергетичних характеристик СГЕУ проводиться за відповідним алгоритмом [3], але з урахуванням отриманого зменшення витрат води до середніх значень і вартості додаткових стабілізуючих ємностей. Більш затратними є інші вищезазначені способи стабілізації потоку. Так, наприклад, застосування баків в центрах збору не дозволить зменшити діаметри трубопроводів, оскільки параметри потоку осереднюються тільки на виході з ємності, а для накопичення вторинної води знадобиться хоча і менша кількість баків, але більшого об'єму і, відповідно, габаритних розмірів і вартості. Однак за рахунок збільшення кількості виробленої електричної енергії такі системи можуть стати економічно вигіднішими.

Із вищезазначеного впливає, що існуючий алгоритм визначення параметрів оптимальної СГЕУ [3] надалі необхідно доповнити математичною послідовністю, яка за відомими витратами

джерел вторинної води, що змінюються з певною періодичністю, розраховуватиме необхідні об'єми баків. Вихідними даними для неї, очевидно, є наступні величини: значення витрат кожного з зазначених джерел в динаміці і мінімальні проміжки часу (інтервали осереднення), на яких вони можуть вважатися стаціонарними за середнім значенням. Методика розрахунку останніх наведена нижче.

Методика визначення інтервалу осереднення потоку

Мінімально необхідний інтервал зазначеного осереднення для розрахунку об'єму та параметрів баку можна визначити виходячи із періоду, за який відбувається його заповнення при надлишках води і зменшення рівня при її нестачі за умови неперервності результатного потоку і відсутності переливів. Для цього вибірка величин витрат Q_γ , де $\gamma = \overline{1, L}$, L - кількість значень останньої, за досить великий інтервал часу (наприклад, місяць), що видає стохастичний генератор [4], розбивається на рівні інтервали $\Delta t_n = t_\gamma - t_{(\gamma-n)}$, $n = \overline{1, N}$ спочатку з заданою мінімальною довжиною, що відповідає, наприклад $n = 3$ (рис. 1). Потім на цих проміжках визначається середнє значення витрати:

$$Q_{cpn} = \sum_{\gamma=1}^{L_n} Q_\gamma / L_n,$$

де L_n - кількість згенерованих значень витрати за інтервал Δt_n ;

і порівнюється із загальносереднім, тобто $\varepsilon_p = |Q_{cp} - Q_{cpn}| \cdot 100\% / Q_{cp} \leq \varepsilon$, де ε_p і ε - розрахункова і допустима величина відхилення, відповідно. Значення останньої може варіюватися залежно від необхідної точності розрахунків (для даного випадку прийнятним є $\varepsilon = 1\%$). Якщо ж в результаті отримано ε_p більше за гранично допустиме, то інтервал Δt_n збільшується на один крок t_γ і цикли повторюються до тих пір, доки не буде виконуватись умова $\varepsilon_p \leq \varepsilon$. Таким чином, інтервал осереднення має зворотну залежність від прийнятої величини точності ε , і буде зменшуватися з її збільшенням. Так, наприклад, для величини Δt_n систем охолодження доменних печей №2-5 ВАТ «Запоріжсталь», що і є в даному випадку джерелами вторинної води, згідно з прийнятою точністю розрахунків n дорівнює 48.

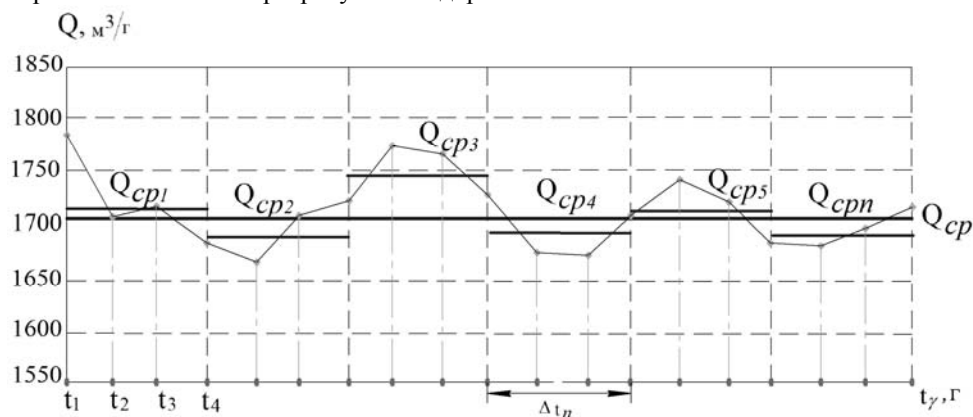


Рис. 1. Графічне зображення методики визначення інтервалу осереднення потоку

Розрахунок параметрів ємностей згідно з обраним способом стабілізації потоку.

Параметри регулюючої ємності пропонується визначати за наступним алгоритмом: розраховується витрата води, що дорівнює різниці ΔQ_γ між поточним Q_γ і середнім значенням витрати Q_{cpn} . Очевидно, що ΔQ_γ може мати як додатне, так і від'ємне значення. Потім, отримані таким чином величини числової послідовності, що, по суті, характеризують динаміку наповнення баку (рис. 2,а), по черзі підсумовуються з урахуванням знаку на всьому інтервалі Δt_n . Цей процес проілюстровано на рис. 2,б, де $n = 15$. З одержаних сум обирається максимальне значення, яке і буде мінімальним шуканим об'ємом баку V_{omn} , що забезпечить відсутність переливу і

нерозривність потоку води. Очевидно, що такий підхід усуває необхідність набирати і аналізувати велику кількість статистичних даних. Для вирішення поставленої задачі достатнім буде масив витрати за визначений раніше проміжок часу, що значно зменшує трудомісткість розрахунків.

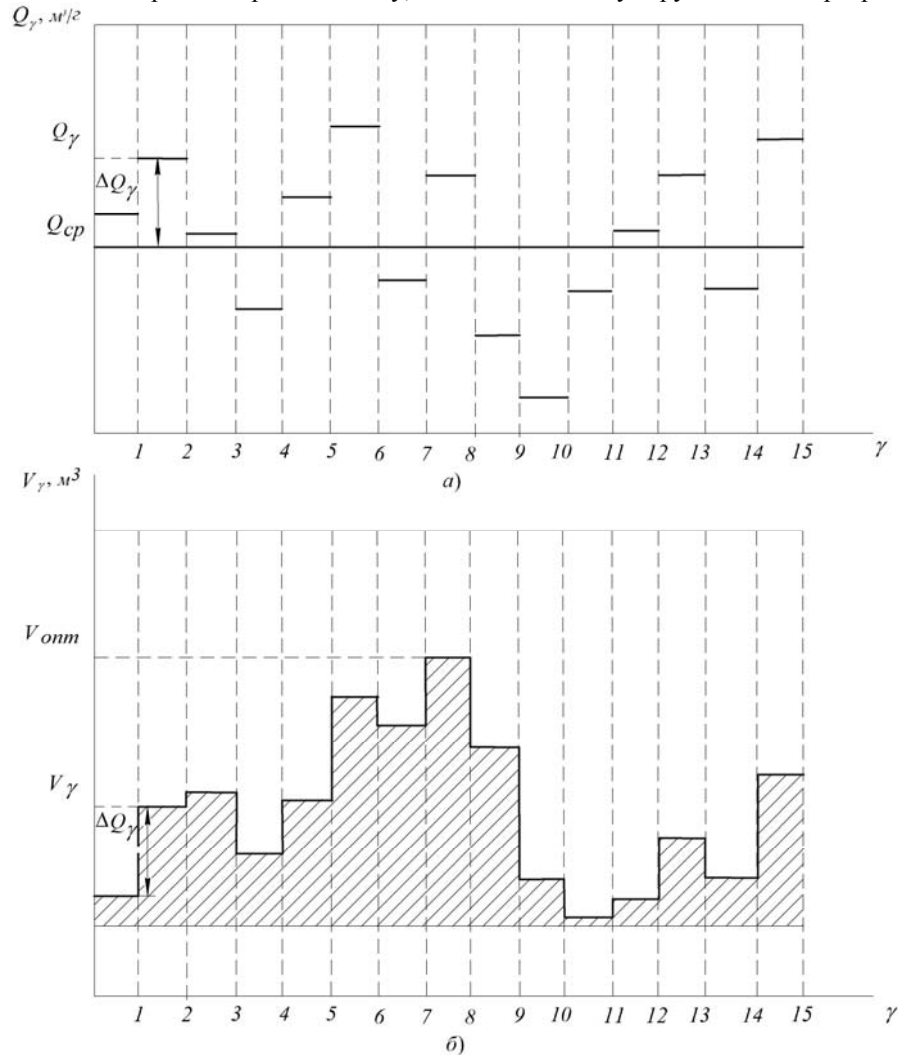


Рис. 2. Визначення необхідного об'єму бака V_{omm} , виходячи із його наповнення (б) і динаміки водотоку (а)

Потім визначаються оптимальні параметри бака з отриманого вище об'єму і розраховуються необхідні кошти на його встановлення і подальшу експлуатацію, а також вартість всієї системи гідроенергетичної утилізації і собівартість електричної енергії, що виробляється, з урахуванням вищезазначених конструктивних змін. Вихідними даними для визначення необхідного об'єму збірних баків, що розташовуються в центрах збору, слід приймати динаміку сумарного водотоку від кількох джерел, що належать спільному для них центру збору $p = \overline{1, q}$, тобто $\Delta Q_{p\gamma} = (Q_{p\gamma} - Q_{\text{ср}})$, де $Q_{p\gamma}$ і $Q_{\text{ср}}$ – поточне і середнє значення сумарної витрати. Подальший розрахунок виконується за вищезазначеним алгоритмом.

Установка регулюючої ємності, що буде ще й акумулювати воду, є більш складним завданням порівняно з вищерозглянутим. Основною складністю тут є необхідність стороннього джерела і невизначеність об'ємів води, які раціонально було б накопичувати. Розрахунок процента гідроакумуляції слід виконувати із середнього значення витрати, що отримуємо в результаті застосування визначених раніше ємностей. Для цього пропонується поступово збільшувати останню на заданий крок ΔQ , що, в свою чергу, призведе до зростання габаритних розмірів самих баків і параметрів елементів всієї СГЕУ, а також, відповідно, відсотка згенерованої за рахунок акумуляції електричної енергії в загальному виробленні.

Знаходження оптимального об'єму води, який слід накопичити, щоб гідроакумуляція виявилася економічно доцільною і максимально вигідною, потребує додаткових досліджень і розрахунків.

Очевидно, що така система з елементами гідроенергоакумуляції потребує не лише бака збільшеного розміру порівняно зі стабілізаційним, а ще й засобів транспортування в нього додаткового об'єму рідини зі стороннього джерела. Для підбору необхідного насоса, який би задовольняв умові наповнення баку впродовж відведеного часу, необхідно визначити останній. Як правило, для промислових підприємств, споживання електричної енергії яких є значним, найбільш прийнятним з економічної точки зору є диференціація тарифу залежно від часу доби. Відомо, що вночі її вартість приблизно в п'ять разів менша. Тобто для мінімізації витрат на електроенергію бажано, щоб додатковий насос працював тільки в нічний час.

Годинна продуктивність насоса для окремого джерела $\kappa = \overline{1, m}$, де m - порядковий номер останнього, буде дорівнювати:

$$Q_{нк} = V_{кБА} / t_n,$$

де $V_{кБА}$ - розрахунковий об'єм бака-акумулятора вторинної води;

t_n - час дії нічного тарифу (для підприємств, що працюють за трьохзонним тарифом - з 23.00 до 6.00, тобто $t_n = 7$ годин на добу).

За величиною $Q_{нк}$ і відомою висотою підйому з переліку стандартних вибирається найближчий більший за параметрами насос. Кількість споживаної електричної енергії приводним двигуном останнього дорівнює:

$$W_{нк} = P_{нк} \cdot t_n,$$

де $P_{нк}$ - потужність електродвигуна, кВт, а її вартість складає:

$$B_{нк} = W_{нк} \cdot C_n,$$

де C_n - нічний тариф на електричну енергію для промислових підприємств, грн/кВт·год.

Для баків, що встановлюються в центрах збору гідроенергетичного ресурсу, розрахунки проводяться аналогічно.

Величина витрати з регулюючої ємності буде залежати від кількох умов. Визначальною з них є висота стовпа води H , яка буде впливати на швидкість водотоку на виході з бака і діаметр трубопроводу. Тобто останній необхідно вибирати таким чином, щоб забезпечити режим водовідведення, що забезпечує середнє значення витрати $Q_{ср}$ з урахуванням вищезазначених умов [6]:

$$d = 1,684 \cdot \sqrt{\frac{Q_{ср}}{\pi \cdot \mu \cdot \sqrt{g \cdot H}}}, \quad (1)$$

де d - діаметр трубопроводу;

$Q_{ср}$ - витрата з бака;

μ - коефіцієнт витрати.

До того ж, на величину напору буде впливати геометрія бака, а саме його висота [6], тому бажано, щоб остання була мінімально можливою, але з урахуванням обмеженого простору цеху. Тоді приймаємо бак, який має форму паралелепіпеда і задовольняє переліченим вимогам.

Отже, при визначенні величини витрати з регулюючої ємності необхідно, в першу чергу, враховувати її габарити, насамперед, висоту. Визначальною є і конфігурація системи збору гідроресурсу, від якої напряму залежать витрати в її складових елементах. Слід також мати на увазі, що період осереднення потоку є визначальним при знаходженні об'ємів баків і напряму залежить від прийнятої величини ε . Врахування вищезазначених особливостей дозволить з більшою точністю визначати параметри СГЕУ промислових підприємств як з ємностями, що лише усувають динамічну складову потоку вторинної води, так і з такими, що входять до складу систем з елементами гідроенергоакумуляції.

Висновки

1. З вищевикладеного випливає, що різні способи стабілізації потоку вторинної води мають принципову відмінність один від одного і відрізняються як параметрами, так і складністю технічної реалізації.

2. Розрахунок стабілізуючих ємностей кожним з розглянутих способів слід виконувати виходячи із тривалості періоду осереднення потоку. Визначення такого мінімального інтервалу дозволить зменшити масив статистичних даних, достатніх для розрахунку об'єму ємності за запропонованим алгоритмом.
3. Застосування того чи іншого способу стабілізації необхідно виконувати залежно від специфіки підприємства і виходячи із рівня економічної доцільності впровадження вищезгаданих технічних засобів.

Література

1. Качан Ю.Г., Коваленко В.Л. Щодо впливу динаміки вторинного водотоку на ефективність системи гідроенергетичної утилізації // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, Кременчук, 2010. – Вип.62. – Ч.2. – С. 23 – 25.
 2. Качан Ю.Г., Коваленко В.Л. Вплив динаміки вторинного водотоку на показники якості згенерованої електричної енергії. // Науково-технічний збірник «Електротехніка та електроенергетика», – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2010. – № 2. – С. 58-62.
 3. Качан Ю.Г., Коваленко В.Л. Алгоритм синтезу оптимальної системи утилізації вторинного гідроенергетичного ресурсу // Науково-технічний збірник «Меліорація та гідротехнічне будівництво», - м. Рівне, - №34. – 2009. – С. 72-77.
 4. Качан Ю.Г., Коваленко В.Л. К вопросу прогнозирования расходов вторичных водотоков промышленных предприятий // Відновлювана енергетика. Науково-прикладний журнал. – 2009. – №3. – С. 45-48.
 5. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735 с.
 6. Штеренлихт Д. В. Гидравлика: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2005. - 655 с., ил.
-