

1. Пристрій формування високонапірного квазінеперервного струменя рідини з низькоенергетичного гравітаційного потоку, що містить:

зовнішнє джерело (R1) суцільного потоку рідини з конструктивно фіксованою висотою гравітаційної подачі в діапазоні від 0,65 до 1,5 м;

похилий подавальний трубопровід (1), перший кінець якого через кутове коліно (19) з'єднаний зі згаданим зовнішнім джерелом (R1), а другий кінець через кутове коліно (18) з'єднаний із входом клапана-переривника (2);

щонайменше один пружинний імпульсний гасник амплітуди тиску ударної хвилі (17), встановлений на подавальному трубопроводі (1) та виконаний з можливістю демпфування коливань тиску;

повнопрохідний запірний кран (K) швидкої зупинки потоку, встановлений на подавальному трубопроводі (1);

зворотний клапан-переривник (2), вихід якого з'єднаний з горизонтальним робочим трубопроводом (3);

горизонтальний робочий трубопровід (3), з'єднаний з входом ударного зворотного клапана (4);

ударний зворотний клапан (4), вихід якого з'єднаний зі зливним трубопроводом (5);

зливний трубопровід (5), з'єднаний через кутове коліно (14) з гідрозатвором (6) з постійним рівнем рідини, виконаним з можливістю запобігання зворотному підсосу повітря;

послідовно встановлені на зливному трубопроводі (5) між згаданим кутовим коліном (14) та гідрозатвором (6) щонайменше один пружинний гідравлічний імпульсний гасник амплітуди тиску малого модуля (15) та дроселювальне сопло Лавалю (16), виконані з можливістю повної дисипації енергії малого імпульсного модуля;

нагнітальний зворотний клапан (7), вхід якого через одне або два з'єднувальні кутові коліна (8, 13) з'єднаний з робочим трубопроводом (3), а вихід з'єднаний з горизонтальним напірним трубопроводом (9);

горизонтальний напірний трубопровід (9), з'єднаний із входом транзитного мембранного гідроаккумулятора-стабілізатора (10);

транзитний мембранний гідроаккумулятор-стабілізатор (10), виконаний у вигляді мембранного гідроаккумулятора з роздільними газовою та рідинною камерами, рівними за об'ємом з допуском відхилення не більше 2 %, при цьому мембрана забезпечує проходження рідини без накопичення, рідинна камера оснащена двома окремими портами - вхідним та вихідним, що забезпечує транзитний режим роботи, а газова камера виконана з можливістю попереднього зарядження тиском, меншим за розрахунковий тиск основного імпульсного модуля на величину від 2 до 17 атм;

перехідний трубопровід (11), з'єднаний з вихідним портом гідроаккумулятора-стабілізатора (10) та входом соплового елемента (12);

сопловий елемент (12) з плавним конусним переходом до проектного вихідного отвору, оснащений рухомою запірною голкою, виконаною з можливістю переміщення під дією тиску модуля рідини та повернення пружиною для регулювання прохідного зазору вихідного отвору;

причому згадані елементи виконані з можливістю багатоетапного перетворення енергії вхідного потоку шляхом ініціювання гідроударів, формування основного дискретного модуля у підвищеному ентальпійному стані та подальшого перетворення накопиченої роботи тиску та швидкісної складової потоку, що разом визначають потокову механічну ентальпію сформованого імпульсного модуля, у кінетичну енергію спрямованого струменя на виході соплового елемента (12).

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зворотні клапани (2), (4), (7) виконані у вигляді швидкодіючих дискових поворотних клапанів, диски яких закріплені на поворотній осі в нижній частині корпусів, оснащені зовнішнім важелем протизваги, та виконані з можливістю роботи в умовах імпульсного навантаження амплітудою не менше 150 атм з

частотою від 1 до 7 Гц, часом спрацювання не більше 0,02 с та розрахунковим робочим тиском не менше 200 атм, причому диск клапана-переривника (2) орієнтований у бік виходу потоку в робочий трубопровід (3), диск ударного клапана (4) орієнтований у бік входу потоку з робочого трубопроводу (3), диск нагнітального клапана (7) орієнтований у бік виходу потоку в горизонтальний напірний трубопровід (9), а поворотні осі клапанів оснащені зовнішніми фіксаторами з можливістю обмеження самовільного зміщення.

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зворотні клапани (2), (4), (7) виконані у вигляді швидкодіючих осьових клапанів, зокрема картриджного типу, з гідравлічним пілотним, пневматичним або електромеханічним керуванням, та виконані з можливістю роботи в умовах імпульсного навантаження амплітудою не менше 150 атм з частотою від 1 до 7 Гц, часом спрацювання не більше 0,02 с та розрахунковим робочим тиском не менше 200 атм.

4. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що діаметр ділянки робочого трубопроводу (3) між клапанами (2) і (4) знаходиться в проектно-заданому діапазоні від 0,04 до 0,6 м, а довжина цієї ділянки вибрана залежно від проектно-виробничої витрати води на виході пристрою в межах від 50 до 500 л/с, при цьому система додатково оснащена автоматичними повітровідвідниками, виконаними з можливістю запобігання утворенню повітряних включень.

5. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зворотні клапани (2), (4), (7) виконані герметичними, з конфігурацією, що виключає проникнення повітря в потік рідини, причому корпуси клапанів мають внутрішні обводи без гострих кутів, виконані з можливістю забезпечення вільного проходу потоку рідини та виключення застійних зон.

6. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що згадані клапани (2), (4), (7), імпульсний пружинний гасник тиску (17), гідроаккумулятор-стабілізатор (10) та сопловий елемент (12) розташовані в системі та конструктивно взаємопов'язані з можливістю забезпечення формування в робочому трубопроводі (3) основного імпульсного модуля рідини заданого об'єму, його переміщення по напірному трубопроводу (9), стабілізації тиску в гідроаккумуляторі-стабілізаторі (10) та спрямування до виходу через сопловий елемент (12).

7. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що послідовна комбінація елементів у зливному трубопроводі (5), яка містить щонайменше один пружинний гідравлічний імпульсний гасник амплітуди тиску (15), дросельовальне сопло Лавалю (16) і гідрозатвор (6), виконана з можливістю повної дисипації енергії малого імпульсного модуля та стабілізації тривалості фазового зсуву робочого циклу.

8. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що вихідна частина корпусу нагнітального клапана (7), напірний трубопровід (9) та гідроаккумулятор-стабілізатор (10) виконані з можливістю розміщення повного об'єму сформованого основного дискретного модуля, що дорівнює об'єму робочого трубопроводу (3).

9. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково містить щонайменше один датчик тиску, встановлений на подавальному трубопроводі (1), пружинному гаснику тиску (17), робочому трубопроводі (3), гідроаккумуляторі-стабілізаторі (10) та/або пружинному гаснику тиску (15) зливного трубопроводу (5); щонайменше один датчик швидкості потоку, встановлений на робочому трубопроводі (3); та щонайменше один витратомір, встановлений з можливістю вимірювання витрати через сопловий елемент (12) та/або через гідрозатвор (6).

10. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що нагнітальний клапан (7) та ударний клапан (4) виконані в одному корпусі.

11. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково містить автономну систему автоматичного керування послідовністю гідроударних впливів та положенням клапанів, з'єднану з незалежним вбудованим джерелом живлення та виконану з можливістю керування на основі сигналів від згаданих датчиків.

12. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що пара з'єднувальних кутових колін (8) і (13) утворює сумарний кут повороту 90°, а пара з'єднувальних кутових колін (18) і (19) також

утворює сумарний кут повороту 90° .

13. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що матеріали всіх елементів системи вибрані з урахуванням міцності та довговічності для безперервної роботи при циклічних гідроударах з амплітудою тиску до 150 атм і частотою до 7 Гц, із забезпеченням стійкості конструкції до втомних навантажень, при цьому внутрішні поверхні трубопроводів, кутових колін, гідрозатвору (6), соплового елемента (12), дроселювального сопла Лаваля (16), корпусів клапанів, запірного крана (К) та портів гідроаккумулятора виконані гладкими та шліфованими з можливістю зменшення гідравлічних втрат та вільного поширення ударних хвиль, а товщина стінок зазначених елементів вибрана достатньою для забезпечення роботи при циклічних гідроударах із проектною частотою та тиском.

14. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішнє джерело суцільного потоку (R1) виконане з гравітаційною подачею рідини та має проектно-фіксований перепад висот, що визначається висотою розташування горизонтального несучого другого днища (G) відносно горизонтальної осі робочого трубопроводу (3).

15. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішнє джерело (R1) виконане з можливістю забезпечення витрати рідини на вході, що відповідає сумарній витраті на виходах інтегратора за один цикл роботи, згідно з рівнянням нерозривності: $Q = \rho v S$, де Q - об'ємна витрата, ρ - густина рідини, v - швидкість потоку, S - площа перерізу трубопроводу, при цьому зовнішнє джерело виконане з можливістю авторегулювання швидкості суцільного потоку під час гідроударів за рахунок гравітаційного напору без конструктивної зміни висоти.

16. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що об'єм резервуара зовнішнього джерела (R1) вибраний з умови $VR1 \geq 11 \cdot Q$, де Q - розрахункова витрата в літрах за секунду, для забезпечення достатнього запасу рідини для стабільної роботи.

17. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що матеріали всіх елементів зовнішнього джерела (R1) вибрані з урахуванням міцності та довговічності для безперервної роботи при циклічних гідроударах з амплітудою тиску до 150 атм і частотою від 1 до 7 Гц, із забезпеченням стійкості до втомних навантажень, при цьому друге несуче днище (G) виконане як обов'язковий елемент конструкції та встановлене жорстко щонайменше на п'яти вертикальних і щонайменше на п'яти горизонтальних напрямках.

18. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішнє джерело суцільного потоку (R1) виконане у вигляді вертикального циліндричного резервуара з нижнім конічним днищем, у центрі якого передбачено отвір для виходу потоку, та оснащене горизонтальним металевим несучим другим днищем (G), жорстко зафіксованим по висоті відносно зазначеного отвору, при цьому друге днище (G) виконане з можливістю забезпечення сталої точки відліку гравітаційної висоти стовпа рідини, відділення та відведення повітряних включень до вільної поверхні, а між другим днищем та боковими стінками резервуара утворено зазор для стоку рідини, величина якого вибрана відповідно до загальної витрати рідини системою.

19. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішнє джерело суцільного потоку (R1) додатково оснащене автоматичним промисловим повітровідвідником (S), розташованим у верхній частині резервуара, верхнім заливним люком (J), оглядовим склом із зовнішньою шкалою рівня рідини або датчиком рівня, встановленим на боковій стінці вище рівня другого днища, а конічне днище оснащене системою вертикальних стояків та повітрозбірників, сполучених з повітровідвідником (S).

20. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що зовнішнє джерело суцільного потоку (R1) додатково містить енерговузол у вигляді електричного насоса, підключеного до незалежного вбудованого енергоблока, причому насос розташований на входній лінії джерела перед точкою формування гравітаційного перепаду та оснащений системою фільтрації, виконаною з можливістю виключення потрапляння твердих включень у подавальний трубопровід (1), при цьому енерговузол та енергоблок виконані без впливу на встановлені гравітаційні параметри потоку та енергетичний баланс робочих процесів.

21. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що горизонтальне несуче друге днище (G) зовнішнього джерела (R1) виконане з можливістю забезпечення проектно-фіксованого перепаду висот, що відповідає перетворенню потенціальної енергії в кінетичну енергію суцільного потоку та формуванню проектного тиску перед ударним клапаном (4).

22. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що на перехідному трубопроводі (11) або на вихідній лінії гідроаккумулятора-стабілізатора (10) встановлений повнопрохідний запобіжний клапан миттєвої дії золотникового типу, виконаний з можливістю аварійного скиду тиску при перевищенні заданої уставки, зі збереженням повної пропускної здатності магістралі при спрацюванні та герметичним закриттям після нормалізації тиску для запобігання зворотному потоку та підсосу повітря.

23. Пристрій за будь-яким з пп. 1-22, який **відрізняється** тим, що його елементи виконані з можливістю забезпечення фазового зсуву запуску чергового циклу шляхом перекриття активної фази в діапазоні від 5 до 50 % часу циклу, при цьому конструкція забезпечує формування основного дискретного модуля у підвищеному ентальпійному стані, який значно перевищує енергію ініціації, з досягненням коефіцієнта енергетичної концентрації ($KEП \gg 1$), відмінного від коефіцієнта корисної дії ($ККД < 1$).