



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113083** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
G01G 11/00
G01G 11/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

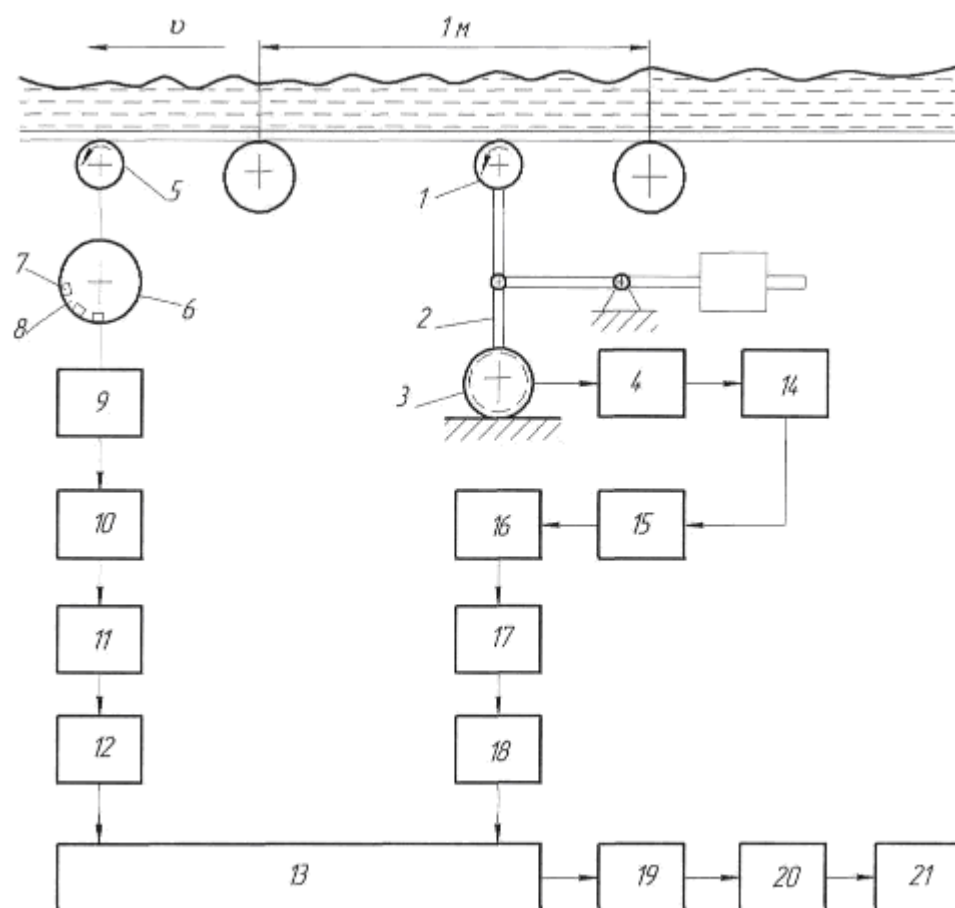
(21) Номер заявки: u 2016 07168	(72) Винахідник(и): Кондратець Василь Олександрович (UA), Мацуй Анатолій Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.07.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2017	(73) Власник(и): КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Університетський, 8, м. Кіровоград, 25030 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2017, Бюл.№ 1	

(54) КОНВЕЄРНІ ВАГИ

(57) Реферат:

Конвеєрні ваги містять одиничну роликкоопору з противагою, перетворювач навантаження на одному метрі довжини стрічки з кільцевим пружним елементом і тензорезисторами, увімкненими у мостову схему, неперервний перетворювач швидкості стрічки з контактним роликом на осі, встановлений на підшипниках, помножувач і пристрій реєстрації. Після тензорезисторів, увімкнених у мостову схему, встановлено аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі, вихід якого з'єднано з входом масштабуючого підсилювача.

UA 113083 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до рудозбагачувальної галузі промисловості, а саме до автоматизації процесів зважування руди на конвеєрах.

Відомі конвеєрні ваги ЕТВ-2, що містять одиничну роликоопору з противагою, перетворювач навантаження на одному метрі довжини конвеєрної стрічки з кільцевим пружним елементом і тензорезисторами, увімкненими у мостову схему, перетворювача швидкості стрічки з контактним роликом на осі, встановлений на підшипниках, і помножувач вихідних сигналів [1]. Найбільш близькими по технічній суті та досягнутому результату до запропонованої корисної моделі є конвеєрні ваги відповідно до патенту на корисну модель № 93639, вибрані як найближчий аналог, які складаються з одиничної роликоопори з противагою, перетворювача навантаження на одному метрі довжини стрічки з кільцевим пружним елементом і тензорезисторами, увімкненими у мостову схему, неперервного перетворювача швидкості стрічки з контактним роликом на осі, встановлений на підшипниках, помножувача і пристрою реєстрації, де перетворювач швидкості конвеєрної стрічки виконано дискретним з імпульсним виходом, з'єднаним через масштабуючий підсилювач з цифровим фільтром і елементом пам'яті, зв'язаним з одним із виходів помножувача, на другий вхід якого через масштабуючий підсилювач, 12-розрядний аналого-цифровий перетворювач, цифровий фільтр і елемент пам'яті підключено перетворювач навантаження, а помножувач виконано дискретним і його вихід з'єднано з елементом пам'яті, який через засіб виведення інформації сполучено з пристроєм реєстрації поточної масової витрати матеріалу на конвеєрі, помножувач, цифрові фільтри, елементи пам'яті та засіб виведення інформації виконано на 16-розрядній швидкодіючій мікропроцесорній системі, в якій цифрове фільтрування сигналів здійснюють впродовж однакового встановленого відрізка часу, а перетворювач швидкості конвеєрної стрічки містить нерухомо закріплені на осі з контактним роликом диск з рівномірно почергово розташованими по зовнішньому колу елементами порушення суцільності, встановлений якими в робочому просторі електричного перетворювача, причому розміри елементів порушення суцільності і проміжків між ними, контактного ролика і диска вибрані так, що на один метр рухомої конвеєрної стрічки припадає не менше 200...400 взаємодій елементів порушення суцільності або проміжків між ними з електричним перетворювачем [2].

Недоліком відомих конвеєрних ваг є недодержування гарантованої похибки вимірювання [1] внаслідок використання трьох реохордів, негативного впливу ступеня нерівномірності розташування матеріалу на конвеєрній стрічці, сталої часу електродвигуна змінного струму у помножувачі пульсуючих сигналів і сталої часу тахогенератора постійного струму при врахуванні змінної швидкості конвеєрної стрічки.

Недоліком пристрою-найближчого аналогу є негативний вплив на результат зважування руди в умовах збагачувальних фабрик наведеного на вхідних ланцюгах і тензорезисторних перетворювачах паразитного сигналу, що є завадою, яка сумірна з корисним випадковим сигналом.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення конвеєрних ваг шляхом з'єднання тензорезисторів, увімкнутих у мостову схему, з входом оптимального аналогового фільтра Калмана-Б'юсі і сполучення його виходу з входом масштабуючого підсилювача у ланці вимірювання погонного навантаження.

Поставлена задача вирішується тим, що аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі виконано у вигляді оптимальної слідкуючої системи, яка містить елемент порівняння, послідовно з'єднані підсилювальний елемент з передаточним коефіцієнтом, що визначається дисперсією похибки в усталеному режимі, незмінною величиною спектральної густини завади та сталої часу, що характеризує змінну складову погонного навантаження конвеєрної стрічки, та аперіодичну динамічну ланку передавальна функція якої містить ту ж сталу часу і оператор Лапласа, перший вихід якої сполучено з входом масштабуючого підсилювача, а другий - з від'ємним входом елемента порівняння, з'єднаного з виходом тензорезисторів, увімкнених у мостову схему.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. На фіг. 1 показана блок-схема конвеєрних ваг, на фіг. 2 схематично поданий аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі.

Запропоновані конвеєрні ваги (див. фіг. 1) складаються з одиничної роликоопори 1 з противагою, перетворювача навантаження на одному метрі довжини стрічки 2 з кільцевим пружним елементом 3 і тензорезисторами, увімкненими у мостову схему 4, контактний ролика 5 на осі, встановлений на підшипниках, жорстко закріпленого на осі диска 6 з елементами порушення суцільності 7 з проміжками 8 між ними, електричного перетворювача 9, які створюють дискретний перетворювач швидкості конвеєрної стрічки з імпульсним виходом, з'єднаним через масштабуючий підсилювач 10 з цифровим фільтром 11 і елементом пам'яті 12, приєднаним до одного з входів помножувача 13, який через другий вхід за допомогою аналогового фільтра Калмана-Б'юсі 14, масштабуючого підсилювача 15, 12-розрядного

аналого-цифрового перетворювача 16, цифрового фільтра 17 і елемента пам'яті 18 зв'язаний з тензорезисторами, увімкнутими у мостову систему, 4, а вихід помножувача 13, який виконано дискретним, з'єднаний з елементом пам'яті 19, який за допомогою засобу виведення інформації 20 сполучено з пристроєм реєстрації 21 поточної масової витрати матеріалу на конвеєрі.

5 Точність вимірювання погонного навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці може суттєво зменшуватись під впливом накладених на корисний сигнал завад. Аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі 14 може суттєво зменшити вплив завад на результат вимірювання або навіть повністю їх ослабити. Точність визначення погонного навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці також залежить від розрядності аналого-цифрового перетворювача 16. 12-Розрядні аналого-цифрові перетворювачі практично не мають відчутних помилок перетворення. Тому вони гарантують у даному процесі отримання високої точності визначення погонного навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці.

15 Помножувач 13, цифрові фільтри 11 і 17, елементи пам'яті 12, 18 і 19 та засіб виведення інформації 20 виконано на 16-розрядній швидкодіючій мікропроцесорній системі. В ній цифрове фільтрування здійснюють впродовж встановленого відрізка часу, тривалість якого визначається характером розподілу матеріалу на конвеєрній стрічці. Це нейтралізує вплив нерівномірності розподілу матеріалу на точність вимірювання погонного навантаження. 16-розрядна швидкодіюча мікропроцесорна система забезпечує високу і достатню точність перетворення сигналів і виконання множення величин практично безінерційно.

20 Перетворювач швидкості конвеєрної стрічки містить нерухомо закріплений на осі з контактним роликом 5 диск 6 з рівномірно почергово розташованими по зовнішньому колу елементами порушення суцільності 7 і проміжками 8 між ними. Диск 6 елементами порушення суцільності 7 і проміжками 8 розташовано в робочому просторі електричного перетворювача 9. Розміри елементів порушення суцільності 7 і проміжків 8 між ними, контактного ролика 5 і диска 6 вибрано так, що на один метр рухомої конвеєрної стрічки припадає 200...400 взаємодій елементів порушення суцільності 7 або проміжків 8 між ними з електричним перетворювачем 9. Електричний перетворювач може бути індуктивним, магнітоіндукційним, оптоелектронним та іншого роду дії. Кількість взаємодій елементів порушення суцільності 7 або проміжків 8 між ними з електричним перетворювачем 9 на одному метрі рухомої конвеєрної стрічки визначає роздільну спроможність перетворювача її швидкості, тобто, помилку визначення швидкості. При прийнятій швидкості руху конвеєрної стрічки на збагачувальних фабриках і 200...400 взаємодіях елементів порушення суцільності 7 або проміжків 8 між ними з електричним перетворювачем 9 відносна помилка визначення швидкості відповідно складає 0,2...0,1 %, що практично не погіршує результат визначення масової витрати матеріалу.

35 Крім того, аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі 14 (див. фіг. 2) виконано у вигляді оптимальної слідкуючої системи, що містить елемент порівняння 22, з'єднаний з виходом тензорезисторів, увімкнених у мостову схему 4, та послідовно з'єднані підсилювальний елемент 23 і аперіодична динамічна ланка 24, один з виходів якої сполучений з масштабуючим підсилювачем 15, а інший - з від'ємним входом елемента порівняння 22. Якщо передавальний коефіцієнт підсилювального елемента 23 визначати за формулою

$$K = \frac{2\sigma_{\xi}^2}{F \left(1 + \sqrt{1 + 2\sigma_{\xi}^2 T_{\xi} / F} \right)}$$

а передатну функцію аперіодичної динамічної ланки 24 - за залежністю

$$W(p) = T_{\xi} / (T_{\xi} p + 1),$$

де σ_{ξ}^2 - дисперсія змінної складової погонного навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці

45 в усталеному режимі роботи; F - незмінна величина спектральної густини завади; T_{ξ} - стала часу, що характеризує змінну складову погонного навантаження конвеєрної стрічки, то вплив випадкової перешкоди можливо звести практично до нуля, значно підвищивши точність вимірювання погонного навантаження матеріалу.

50 Конвеєрні ваги працюють так. Одиниця роликоопора 1 сприймає зусилля, прикладене матеріалом на одному метрі довжини конвеєрної стрічки. При відсутності матеріалу на конвеєрі тиск створює лише один метр довжини конвеєрної стрічки, який компенсується противагою. Тому на одиничну роликоопору 1 при роботі конвеєрних ваг діє лише матеріал, розташований на одному метрі довжини стрічки. Це зусилля передається на перетворювач навантаження 2, який деформує кільцевий пружний елемент 3. Тензорезистори, увімкнуті у мостову схему 4, змінюють свій стан і на виході мостової схеми, 4 з'являється напруга, пропорційна погонному навантаженню матеріалу на конвеєрній стрічці, у вигляді постійної і змінної складової

та накладеної на них завади, яка сумірна з корисним сигналом, від впливу великої кількості надзвичайно потужного та іншого електричного обладнання, передавачів, кабельних ліній, засобів мобільного зв'язку, атмосферних явищ. Оптимальний фільтр Калмана-Б'юсі 14 зі знайденою структурою і параметрами пропускає як постійну, так і змінну складову погонного навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці, але без завад, значно підвищуючи точність вимірювання. Корисний сигнал з відносною помилкою, яка не перевищує $\pm 1\%$, характеризує погонне навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці у випадку, коли він розташований рівномірно. В умовах рудозбагачувальних фабрик забезпечити рівномірне завантаження конвеєрів неможливо, тому даний сигнал є пульсуючим і може приводити до значних похибок визначення погонного навантаження. Вихідний сигнал мостової схеми 4 і аналогового фільтра Калмана-Б'юсі 14 амплітудно перетворюється масштабуючим підсилювачем 15 і аналого-цифровим перетворювачем 16 у цифрову форму. Цифровий фільтр 17 впродовж встановленого відрізка часу, який визначається нерівномірністю розподілу матеріалу на конвеєрній стрічці, осереднює сигнал, що надходить. Після осереднення фільтром 17 сигнал не залежить від пульсацій і точно характеризує погонне навантаження на конвеєрній стрічці, яке запам'ятовується елементом пам'яті 18.

Швидкість руху конвеєрної стрічки, яка на збагачувальних фабриках коливається в межах 2...3 %, сприймається контактним роликом 5, що встановлений на осі, змонтованій на підшипниках, яка передає обертові рухи на нерухомо закріплений на ній диск 6, який елементами порушення суцільності 7 або проміжками 8 між ними збуджує електричний перетворювач 9. На вході електричного перетворювача 9 формується імпульсний сигнал, що відповідає швидкості руху конвеєрної стрічки. Перетворювач швидкості конвеєрної стрічки, який включає контактний ролик 5, диск 6 з елементами порушення суцільності 7 і проміжками 8 між ними та електричний перетворювач 9, має високу роздільну здатність при формуванні 200...400 імпульсів при проходженні одного метра стрічки, тому він з високою точністю фіксує зміни швидкості в межах 2.3 %. Імпульсний сигнал, пропорціональний швидкості конвеєрної стрічки, перетворюється масштабуючим підсилювачем 10 і передається на цифровий фільтр 11. Цифровий фільтр 11 на протязі встановленого відрізка часу, який визначається характером зміни швидкості конвеєрної стрічки, осереднює сигнал. Він точно відповідає середній швидкості руху конвеєрної стрічки за розглянутий відрізок часу. Тривалість фільтрування в обох каналах приймають однаковою. Вона дорівнює більшому значенню у обох вимірюваних каналів. Визначене середнє значення швидкості конвеєрної стрічки фіксується елементом пам'яті 12.

Помножувачем 13 визначається добуток сигналів, занесених в елементи пам'яті 12 і 18, який запам'ятовується елементом пам'яті 19 і характеризує масову витрату матеріалу на конвеєрній стрічці. Через засіб виведення інформації 20 результат вимірювання передається на пристрій реєстрації 21. Після закінчення тривалості погонного цифрового фільтрування сигналів і їх запам'ятовування елементами пам'яті 12, 18 і 19 розпочинається повторний такий же цикл. На пристрої реєстрації обмінюється інформація через кожний встановлений відрізок часу, відведений для фільтрування сигналів погонного навантаження і швидкості конвеєрної стрічки.

Виконання операцій аналогового фільтрування, 12-розрядного аналого-цифрового перетворення, цифрового фільтрування, запам'ятовування, множення на 16-розрядній швидкодіючій мікропроцесорній системі гарантує отримання результату з необхідною точністю без впливу інерційності в вимірювальних каналах.

Порівняно з існуючими конвеєрними вагами у запропонованій конструкції ваг відсутній негативний вплив завад, накладених на корисний сигнал, що характеризує погонне навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці.

Перевірка конвеєрних ваг на практиці показала, що запропоновані ваги працюють в умовах змінного навантаження і швидкості стрічки при сильній дії завад в межах відносно похибки $\pm 1\%$, в той же час, як відомі допускають відносну похибку, яка виходить за межі 2,5 %.

Джерела інформації:

1. Троп А.Е Автоматическое управление технологическими процессами обогащительных фабрик /Троп А.Е., Козин В.З., Прокофьев Е.В. - М.: Недра, 1986. – 303 с.

2. Пат. 93639 Україна, МПК G 01 G 11/00, G 01 G 11/04. Конвеєрні ваги /Кондратець В.О., Сербул О.М.; заявник і патентовласник Кіровоградський національний технічний університет.- № u20140465 5; заявл. 30.04.2014; опубл. 10.10.2014, Бюл. № 19.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Конвеєрні ваги, що містять одиничну роликпопору з противагою, перетворювач навантаження на одному метрі довжини стрічки з кільцевим пружним елементом і тензорезисторами,

увімкненими у мостову схему, неперервний перетворювач швидкості стрічки з контактним роликком на осі, встановлений на підшипниках, помножувач і пристрій реєстрації, де перетворювач швидкості конвеєрної стрічки виконано дискретним з імпульсним виходом, зв'язаним через масштабуючий підсилювач з цифровим фільтром і елементом пам'яті, зв'язаним з одним із входів помножувача, на другий вхід якого через масштабуючий підсилювач, 12-розрядний аналого-цифровий перетворювач, цифровий фільтр і елемент пам'яті підключено перетворювач навантаження, а помножувач виконано дискретним і його вихід з'єднано з елементом пам'яті, який через засіб виведення інформації сполучено пристроєм реєстрації поточної масової витрати матеріалу на конвеєрі, помножувач, цифрові фільтри, елементи пам'яті та засіб виведення інформації виконано на 16-розрядній швидкодіючій мікропроцесорній системі, в якій цифрове фільтрування сигналів здійснюють впродовж однакового встановленого відрізка часу, а перетворювач швидкості конвеєрної стрічки містить нерухомо закріплений на осі з контактним роликком диск з рівномірно почергово розташованими по зовнішньому колу елементами порушення суцільності, встановлений якими в робочому просторі електричного перетворювача, причому розміри елементів порушення суцільності і проміжків між ними, контактного ролика і диска вибрані так, що на один метр рухомої конвеєрної стрічки припадає не менше 200...400 взаємодій елементів порушення суцільності або проміжків між ними з електричним перетворювачем, які **відрізняються** тим, що після тензорезисторів, увімкнених у мостову схему, встановлено аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі, вихід якого з'єднано з входом масштабуючого підсилювача.

2. Конвеєрні ваги за п. 1, які **відрізняються** тим, що аналоговий фільтр Калмана-Б'юсі виконано у вигляді оптимальної слідкуючої системи, що містить елемент порівняння, підсилювальний елемент з передавальним коефіцієнтом

$$K = \frac{2\sigma_{\xi}^2}{F \left(1 + \sqrt{1 + 2\sigma_{\xi}^2 T_{\xi} / F} \right)}$$

і послідовно з ним з'єднану аперіодичну динамічну ланку з передаточною функцією $W(p) = T_{\xi} / (T_{\xi} p + 1)$,

вихід якої сполучено з масштабуючим підсилювачем і від'ємним входом елемента порівняння, інший вхід якого сполучено з виходом мостової схеми, складеної з тензорезисторів кільцевого пружного елемента, де σ_{ξ}^2 - дисперсія змінної складової погонного навантаження матеріалу на конвеєрній стрічці в усталеному режимі роботи; F - незмінна величина спектральної густини завади; T_{ξ} - стала часу, що характеризує змінну складову погонного навантаження конвеєрної стрічки.

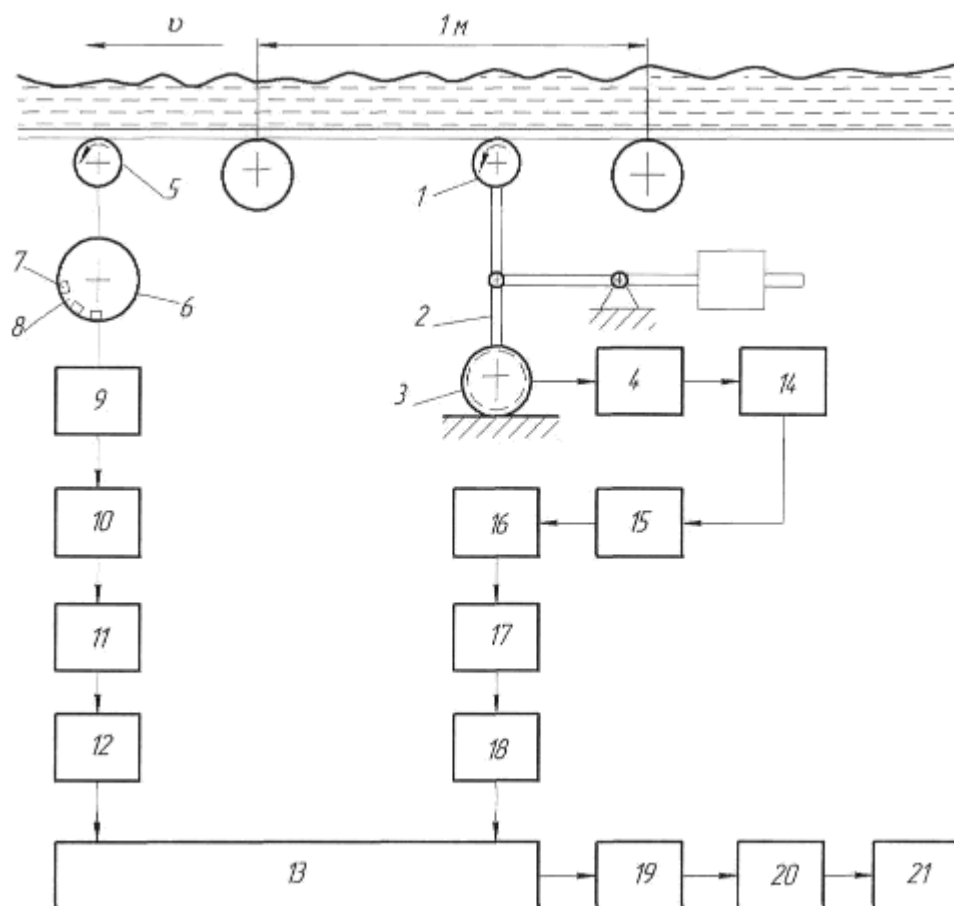


Fig. 1

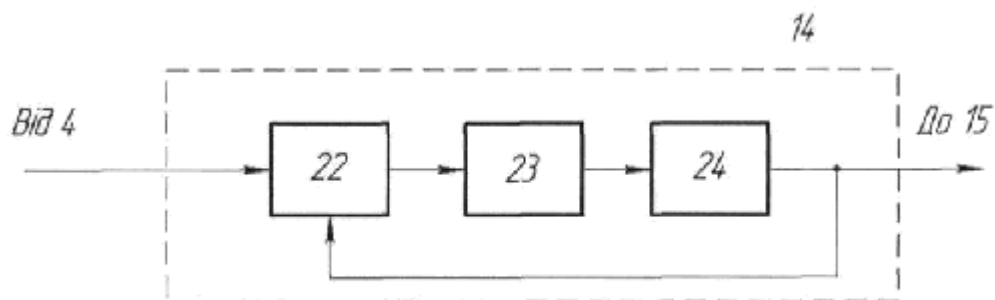


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601