



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11581 (13) U
(51) МПК (2006)
G01F 23/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИТРАТОМІР-СИГНАЛІЗАТОР

1

2

(21) 20040605038

(22) 25.06.2004

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Кулік Анатолій Степанович, Субота Анатолій Максимович, Соколов Юрій Миколайович, Симонів Володимир Федорович, Ткаченко Ганна Василівна

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є.ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Витратомір-сигналізатор об'єму рідини у баці, який вміщує у своєму складі ємнісний датчик, виконаний у формі двох металізованих пластин, які вільні від монтажу, паралельно з конденсатором настроювання приєднані до входу генератора і встановлені з зовнішнього боку на протилежних стінках бака, а також електронний блок, індикатор та подільник, який **відрізняється** тим, що ці металізовані пластини мають таку довжину, що дорівнює висоті бака, а вихід генератора через формувач імпульсів, перший ключ, подільник та тригер, з'єднаний з першими входами другого та третього ключів, другі входи яких приєднані до виходу генератора високої частоти, вихід другого ключа з'єд-

наний з входом першого лічильника, вихід якого через четверті ключі з'єднаний з позитивним входом першого суматора, вихід третього ключа з'єднаний з входом другого лічильника, вихід якого через п'яті ключі з'єднаний з негативним входом першого суматора, вихід якого через шості ключі і дешифратор з'єднаний з цифровим індикатором, вихід шостих ключів додатково з'єднаний з позитивним входом другого суматора, негативний вхід якого з'єднаний з четвертим виходом пульта управління через регістр-задатчик та сьомі ключі, а вихід другого суматора через цифро-аналоговий перетворювач та підсилювач з інверсним входом поєднаний зі звуковою сиреною, другі входи першого ключа, подільника, тригера першого лічильника та вхід блока управління поєднано з виходом мултивібратора, при цьому перший, другий, третій та четвертий виходи блока управління, відповідно, з'єднані з другими входами четвертого, п'ятого, шостого та сьомого ключів, а перший, другий та третій виходи пульта управління, відповідно, з'єднані з входами установлення в початкове положення другого лічильника, з третім входом другого ключа та з третім входом третього ключа.

Корисна модель відноситься до приладобудування, а саме - до вимірювачів і сигналізаторів витрат рідини і може бути використаний для контролю об'єму рідинної речовини, наприклад, у хімічному баці, встановленому на літальному апараті.

Відомий авіаційний паливомір [Топлиномер. А.С. №48519, М.Кл. G01F23/26, опубл. 25.09.75, Бюл. №35], який має у своєму складі показчик з однією шкалою відліку, самозрівноважений міст змінного струму, реле, через контакти якого в плечі моста включені ємнісні датчики, що розташовані у різних баках, елементи регулювання нуля і максимуму та сигналізатор межі вироблення баків, у якому з метою зменшення абсолютної похибки вимірювання на кінцевому відрізьку польоту реле приєднано до джерела живлення через вихідні контакти сигналізатора межового вироблення ба-

ків.

До недоліків даного паливоміра відносяться: наявність рухомих елементів та вузлів, наприклад двигуна, контактів реле, щіток потенціометричних перетворювачів, що призводять до зниження надійності вимірювача; побудова вимірювальної системи на базі аналогових елементів, що знижує точність вимірювання із-за зміни як параметрів самих елементів і напруг живлення, так і параметрів зовнішнього середовища; відсутність можливості контролю питомої витрати рідини, наприклад, при виконанні робіт, що зв'язані з розпилом рідини на визначену площу поверхні.

Відомий електронний сигналізатор рівня рідини, який обрано в якості прототипа [Електронний сигналізатор урівня жидкості. А.С. №1778539A1, Кл. G01F23/26, SU, опубл. 30.11.92, Бюл. №44],

(13) U

(11) 11581

(19) UA

який містить ємнісні датчики верхньої та нижньої меж, електронний блок, у якого з метою підвищення експлуатаційних можливостей ємнісні датчики верхньої та нижньої меж виконані у вигляді металізованих пластин, які вільні від монтажу і є частиною панелі електронного блоку та електричне з ним з'єднані, а електронний блок виконано у вигляді генератора, схеми обробки сигналу з подільником змінної напруги та її випрямлячем, пристроєм порівняння випрямленої напруги з опорною і електронного комутатора для живлення індикатора, при цьому вихід високочастотного генератора поєднаний з входом подільника змінної напруги, вихід якого з'єднаний з входом випрямляча, що з'єднаний виходом з входом пристрою порівняння, який підключений до індикатора через електронний комутатор.

Недоліками даного пристрою є: відсутність інформації про кількість рідини, що знаходиться у баці у кожний момент часу, а не тільки при досягненні нею мінімального рівня; використання аналогових елементів; відсутність можливості контролю питомої витрати рідини, наприклад, при виконанні робіт, що зв'язані з розпилом рідини на визначену площу поверхні.

Задача корисної моделі - підвищення точності та надійності вимірювача за рахунок вилучення електромеханічних елементів аналогового типу, а також розширення функціональних можливостей приладу за рахунок забезпечення пілота інформацією у кожний момент часу про дійсний об'єм рідини, що знаходиться у баці, і можливості контролю питомої витрати рідини при її розпилі на визначену площу поверхні.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що витратомір-сигналізатор об'єму рідини, що містить у своєму складі ємнісний датчик, виконаний у формі двох металізованих пластин, які вільні від монтажу і паралельно з конденсатором настройки приєднані до генератора і встановлені з зовнішнього боку на протилежних стінках баку, і які мають таку довжину, що дорівнює висоті бака, а вихід генератора через формувач, перший ключ, подільник та тригер з'єднані з першими входами другого та третього ключів, другі входи яких приєднані до виходу генератора високої частоти, вихід другого ключа з'єднаний з входом першого лічильника, вихід якого через четвертий ключ з'єднаний з позитивним входом першого суматора, вихід третього ключа з'єднаний з входом другого лічильника, вихід якого через п'ятий ключ з'єднаний з негативним входом першого суматора, вихід якого через шостий ключ і дешифратор з'єднаний з цифровим індикатором, вихід шостого ключа додатково з'єднаний з позитивним входом другого суматора, негативний вхід якого з'єднаний з четвертим виходом пульта управління через регістр-задатчик та сьомий ключ, а вихід другого суматора через цифро-аналоговий перетворювач та підсилювач з інверсним входом з'єднаний з звуковою сиреною, другі входи першого ключа, подільника, тригера, першого лічильника та вхід блока управління поєднані з виходом мультивібратора, перший, другий, третій та четвертий виходи блока управління відповідно з'єднані з другими входами четвертого, п'ятого та сьомого ключів, а перший, другий та

третій виходи пульта управління відповідно з'єднані з входами установлення у початкове положення другого лічильника, з третім входом другого ключа та третім входом третього ключа.

Точність та надійність підвищується за рахунок використання цифрової техніки, яка не боїться флуктуації напруги джерел живлення, та, як відомо, цифрові інтегральні схеми по відношенню до аналогових схем мають більш досконалу технологію виготовлення, що таким чином забезпечує значно вищу надійність. Розширення функціональних можливостей приладу забезпечується додатково за рахунок того, що пластини конденсатора встановлені уздовж всієї висоти баку, що забезпечує рівномірний розподіл ємності по його паралельним поперечним перетинам, та лінійну залежність ємності від об'єму рідини у баці. Можливість контролю забезпечується постійним виведенням на цифровий індикатор інформації про дійсну витрату рідини при даній швидкості потоку.

На фіг.1 відображена загальна функціональна схема побудови витратоміра-сигналізатора; на фіг.2 - умовні позначення електричної ємності та об'єму порожнього, повного та напівпорожнього бака; на фіг.3 - графіки залежності електричної ємності бака від об'єму рідинної речовини у баці.

Витратомір-сигналізатор вміщує пластини 1 ємнісного датчика, конденсатор настроювання 2, генератор 3, формувач імпульсів 4, перший ключ 5, подільник 6, тригер 7, другий ключ 8, третій ключ 9, генератор високої частоти 10, мультивібратор 11, блок управління 12, перший лічильник 13, четвертий ключ 14, другий лічильник 15, п'ятий ключ 16, перший суматор 17, шостий ключ 18, дешифратор 19, індикатор 20, другий суматор 21, сьомий ключ 22, регістр-задатчик 23, пульт управління 24, цифро-аналоговий перетворювач 25, підсилювач 26 та звукову сирену 27.

До входу генератора 3 паралельно приєднані конденсатор настроювання 2 та пластини 1, що встановлені на протилежних боках баку і які утворюють ємнісний датчик. Вихід генератора 3 приєднаний до входу формувача 4, вихід якого з'єднаний з першим входом першого ключа 5. Вихід ключа 5 через подільник 6 з'єднаний з першим входом тригера 7, вихід якого з'єднаний з першими входами другого 8 та третього 9 ключів. Другі входи ключів 8 та 9 з'єднані з виходом генератора високої частоти 10. Вихід мультивібратора 11 приєднаний до других входів першого ключа 5, подільника 6, тригера 7, блока управління 12, та лічильника 13. Вихід другого ключа 8 з'єднаний з першим входом першого лічильника 13, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого ключа 14, а вихід третього ключа 9 з'єднаний з входом другого лічильника 15, виходи якого з'єднані з першими входами п'ятих ключів 16. Вихід ключа 14 з'єднаний з позитивним входом першого суматора 17, а вихід ключа 16 з'єднаний з негативним входом суматора 17, вихід якого з'єднаний з першим входом шостого ключа 18. Другі входи ключів 14, 16, 18 та 22 відповідно приєднані до першого, другого, третього та четвертого виходу блока управління 12. Виходи ключів 18 приєднані, як через дешифратор 19 до входу індикатора 20, так і до позитивного входу суматора 21. Негативний вхід

суматора 21 з'єднаний з виходом сьомого ключа 22, перший вхід якого з'єднаний з виходом регістра-здатчика 23. Вхід регістра-здатчика 23 з'єднаний з четвертим виходом пульта управління 24, перший, другий та третій виходи якого відповідно з'єднані з входами установлення у початкове положення другого лічильника 15 та з третіми входами другого 8 та третього ключа 9. Вихід другого суматора 21 через цифро-аналоговий перетворювач 25 приєднаний до підсилювача 26, вихід якого з'єднаний з звуковою сиреною 27.

Принцип дії корисної моделі базується на залежності електричної ємності від об'єму (кількості, або рівня) рідини, що знаходиться в баці. Для здобуття необхідних залежностей візьмемо бак, що має правильну форму, наприклад, циліндричну, як зображено на фіг.2. На фіг.2 введені такі позначення:

H_6, D_6 - відповідно висота і діаметр бака;

$C_{n \max}, V_{n \max}$ - відповідно електрична ємність та об'єм порожнього бака (заповненого тільки повітрям - фіг.2,а);

$C_{p \max}, V_{p \max}$ - відповідно електрична ємність та об'єм бака, який повністю заповнений рідиною (фіг.2,б);

C_{nn} і V_{nn}, C_{pn} і V_{pn} - поточні значення електричних ємностей та об'ємів частин бака, що заповнені відповідно повітрям і рідиною (фіг.2,в).

Графіки зміни електричних ємностей частин бака, заповнених відповідно повітрям і рідиною у залежності від об'єму рідинної речовини, що знаходиться в баці, зображені на фіг.3, де:

$C_{nn}=C_{nn}(V_p)$ - залежність поточного значення електричної ємності частини бака, що заповнена повітрям, від об'єму рідини в баці;

$C_{pn}=C_{pn}(V_p)$ - залежність поточного значення електричної ємності частини бака, що заповнена рідиною від її об'єму;

$C_{вим}=C_{вим}(V_p)$ - залежність поточного значення електричної ємності (ємності, що вимірюється) бака у загальному випадку (коли бак частково заповнений повітрям) від об'єму рідини, що знаходиться в баці.

Як видно з фіг.3, поточне значення, або значення електричної ємності бака, що вимірюється, може бути представлено у вигляді

$$C_{вим} = C_{n \max} + \frac{C_{n \max}}{V_6} \cdot V_{pn}, \quad (1)$$

звідки поточне значення об'єму рідини, що знаходиться в баці в кожний момент часу вимірювання, дорівнює

$$V_{pn} = (C_{вим} - C_{n \max}) \cdot \frac{V_6}{C_{p \max} - C_{n \max}}. \quad (2)$$

Для конкретного бака і конкретної рідинної речовини величина $\frac{V_6}{C_{p \max} - C_{n \max}} = K$, є величиною постійною. У зв'язку з цим рівняння (2) приймає вигляд

$$V_{pn} = (C_{вим} - C_{n \max}) \cdot K. \quad (3)$$

Як відомо, частота вихідного сигналу RC-генератора

$$f = \frac{1}{2\pi RC}. \quad (4)$$

При цьому період коливань вихідного сигналу прямо пропорційний ємності контуру

$$T = \frac{1}{f} = 2\pi RC. \quad (5)$$

Таким чином, найбільш раціональним для побудови вимірювальної системи витрат рідини є метод вимірювання часового інтервалу - періоду (або декількох періодів T) шляхом його заповнення лічильними імпульсами від високочастотного генератора:

$$T = N \cdot \tau, \quad (6)$$

де τ - період надходження високочастотних імпульсів, N - кількість періодів високочастотних імпульсів за період T .

З урахуванням (5) і (6) вираз (2) може бути представлений у вигляді

$$V_{pn} = (C_{вим} - C_{n \max}) \cdot \frac{V_6}{N_{p \max} - N_{n \max}}, \quad (7)$$

де $N_{вим}$ - чисельне представлення електричної ємності, що вимірюється ($C_{вим}$);

$N_{n \max}$ - чисельне представлення електричної ємності порожнього бака ($C_{n \max}$);

$N_{p \max}$ - чисельне представлення електричної ємності бака, що повністю заповнений рідиною.

Оскільки величина $\frac{V_6}{N_{p \max} - N_{n \max}}$ для даної

рідинної речовини є постійною і визначається за перше вимірювання при умові, що бак повністю заповнений рідиною, а його об'єм наперед визначено, то повинна бути виконана умова, що

$$V_{pn} = \frac{N_{вим} - N_{n \max}}{N_{p \max} - N_{n \max}} \cdot V_6 = \frac{N_{p \max} - N_{n \max}}{N_{p \max} - N_{n \max}} \cdot V_6 = V_6. \quad (8)$$

При невиконанні умови (8) необхідна початкова настройка вимірювальної системи, яка легко досягається шляхом коректування частоти RC-генератора за допомогою додаткової електричної ємності $C^* 2$ (див. фіг.1).

При зміні рідинної речовини система також потребує підготовки до роботи, або початкової настройки, що обумовлено різними величинами ємності $C_{p \max}$. Настройка починається при умові що бак порожній.

Згідно зі схемою (фіг.1) подальша підготовка системи до роботи виконується наступним чином. Після включення джерел живлення (на фіг.1 вони не показані) з виходів 1 і 3 пульта управління 24 подаються сигнали управління, згідно з якими лічильник 15 установлюється в початкове положення (усі розряди обнулюються), а ключ 9 підготовлюється до роботи. Періоди сигналів, що видаються з виходу генератора 3 пропорційні ємності порожнього бака $C_{n \max}$, але його форма синусоїдальна. Після проходження схеми формування 4, вихідні сигнали генератора приймають форму прямокутних імпульсів і поступають на вхід ключа 5. В цей же час з виходу мультівібратора 11 починає формуватися позитивний полуперіод меандру з наперед визначеною тривалістю, яка потрібна для виконання циклу вимірювання, обробки і видачі корисної інформації. При формуванні строба по передньому його фронту ключ 5 повністю відкривається, подільник 6 і лічильник 13 уста-

новлюються в початкове положення, а тригер 7 - в положення логічної "1", імпульси з формувача 4 через ключ 5 починають надходити на вхід подільника 6, а імпульси з височастотного генератора 10 через тепер повністю відкритий ключ 9 - на вхід лічильника 15. Тривалість такого процесу визначається кількістю імпульсів, що може накопичити подільник до свого переповнення, а значить і до встановлення тригера 7 у положення логічного "0". При цьому в лічильнику 15 буде записано число імпульсів пропорційне p періодам вихідної частоти генератора 3, що в свою чергу пропорційне електричній ємності $C_{n \max}$ порожнього бака. Здобута таким чином інформація про електричну ємність $C_{n \max}$ у подальшому залишається незмінною, а тому вихідні сигнали з виходів 1 і 3 пульта управління 24 знімаються, а пульт 24 переключається таким чином, щоб був виданий сигнал з його іншого - другого виходу. При цьому підготовлюється до роботи ключ 8, а бак поступово починають наповнювати рідиною речовиною. Інформація, що виробляється і видається на індикатор 20 при процесі заповнення бака може використовуватися для додаткового контролю. Подальшу роботу схеми будемо розглядати за умов, що бак повністю заповнено рідиною, а в лічильник 13, аналогічно запису інформації в лічильник 15 від височастотного генератора 10 через ключ 8 записана інформація, пропорційна електричній ємності $C_{p \max}$ повного бака.

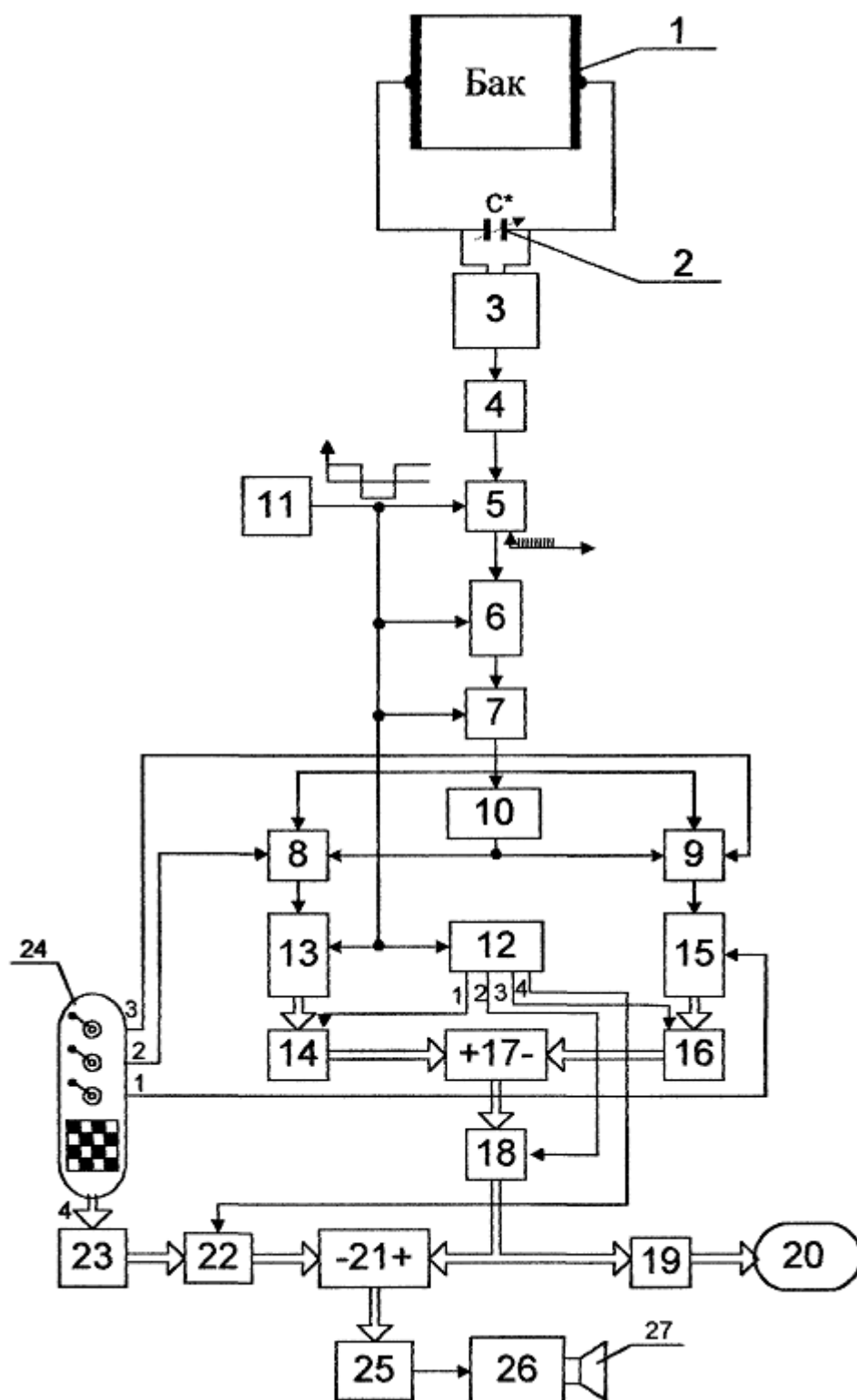
Оскільки на виході мультивібратора 11 формується меандр, то при переході його з позитивного до негативного полуперіоду здійснюється запуск блока управління 12. При цьому з виходу 1 блока управління 12 видається перший тактовий імпульс, за допомогою якого через ключі 14 з лічильника 13 списується інформація в паралельному коді на позитивний вхід суматора 17. Далі з виходу 3 блока управління видається серія тактових імпульсів для порозрядного списування інформації з лічильника 15 через ключі 16 на негативний вхід суматора 17. Після цього з виходу 2 блока управління 12

видається тактовий імпульс для видачі інформації з виходу суматора 17 через ключі 18 на вхід дешифратора 19 і на позитивний вхід суматора 21. Інформація, що поступає з вихода дешифратора 19 відображається на індикаторі 20. У тому випадку коли, умова (8) не виконується, за допомогою ємності C^* конденсатора настроювання домагуються її виконання, слідкуючи за інформацією індикатора 20. Після настройки витратомір готовий до роботи.

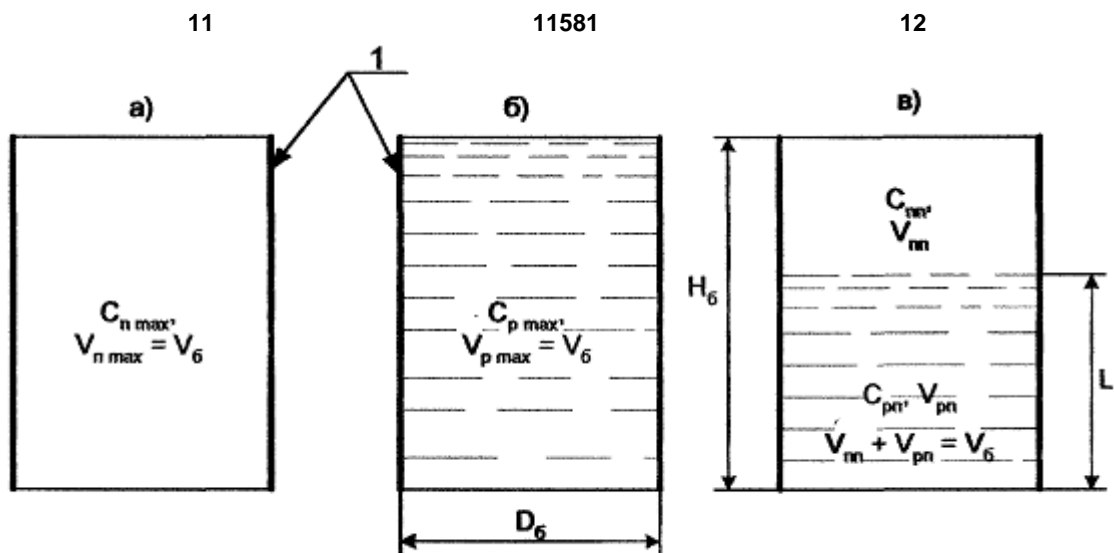
При виконанні робіт, що пов'язані з розпилом рідинної речовини, наприклад, на полях, часто виникає потреба контролю питомої витрати на визначену площу, що, в свою чергу, потребує регулювання швидкості літака.

У цьому випадку з виходу 4 пульта управління 24 в регістр-задатчик 23 заноситься інформація, що пропорційна питомому об'єму витрати рідини, наприклад, різниця між тим, що є і має бути після обробки визначеної площі. Інформація з регістра-задатчика 23 через ключі 22 за допомогою тактових імпульсів з виходу 4 блока управління 12 буде надходити на негативний вхід суматора 21. При рівності величини на позитивному і негативному входах суматора на виході цифро-аналогового перетворювача 25 сигнал зменшується до нуля, що викликає спрацювання підсилювача з інверсним входом 26 і включення сирени 27. Сирена оповіщає, що питомий об'єм використано і льотчик по наземним орієнтирам може оцінити правильність вибору швидкості літака. Аналогічно можна встановити контроль за витратою рідини на кінцевому відрізку польоту.

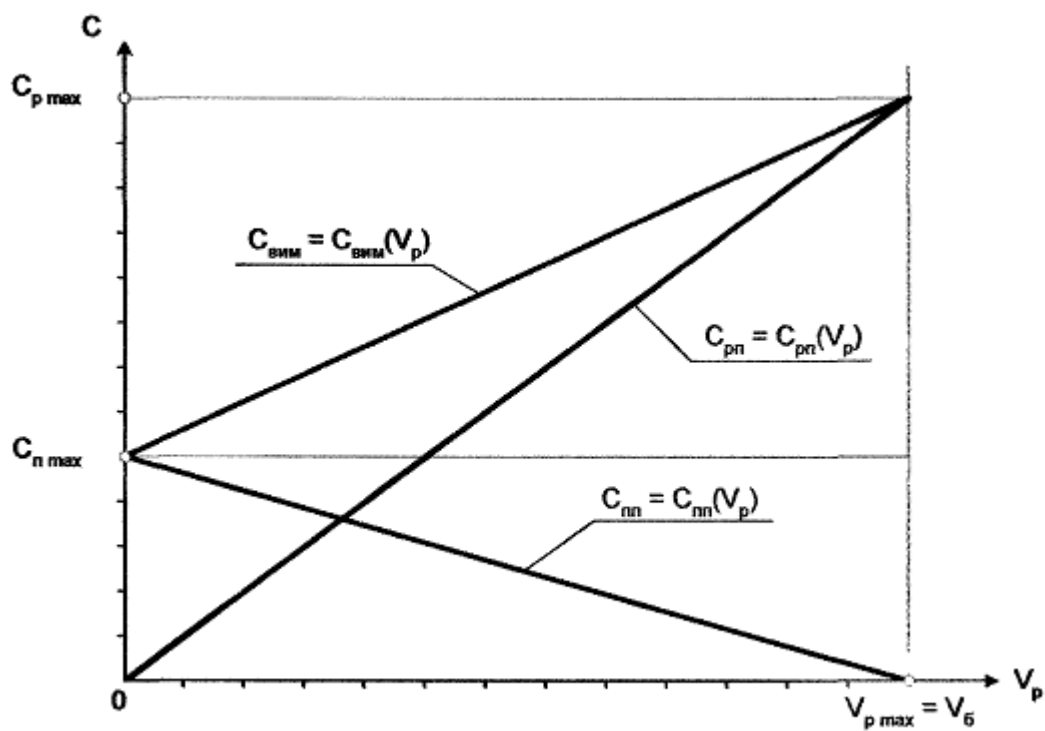
Таким чином поставлені задачі повністю вирішуються. Корисна модель не має електромеханічних елементів, за допомогою цифрової обробки інформації забезпечує з високою отупінню точності інформацію про дійсний об'єм рідини у баці, а також контроль прямої витрати при розпилі рідинної речовини на визначену площу поверхні, а також сигналізацію на витрату рідини на кінцевому відрізку польоту.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3