

Винахід відноситься до підйимально-транспортного машинобудування, а саме до пристроїв управління вантажопідймальними кранами, але з найбільшим ефектом може бути застосованим на кранах автомобільного типу із змінним (за рахунок зміни довжини і кута нахилу стріли) вильотом і висотою підймання вантажу.

Є відомим пристрій для управління краном, який містить датчики навантаження, довжини, кута нахилу і повороту стріли, які під'єднані виходами до входів блоку визначення навантаження, блок порівняння, вихід якого зв'язаний з виконавчим блоком, блок задання допустимих координат вантажозахоплювального органу та блок визначення проекції стріли на горизонтальну площину, входи якого під'єднані до датчиків довжини і нахилу стріли.

Недоліком відомого пристрою є те, що він не запобігає зіткненням з перешкодою при роботі крану поблизу різних конструкцій.

Мета винаходу - підвищення надійності шляхом забезпечення захисту від зіткнення з перешкодою.

Мета досягається тим, що пристрій для управління стріловим краном, який містить датчики навантаження, довжини, кута нахилу і повороту стріли, під'єднані виходами до входів блоку визначення, допустимого вильоту стріли за навантаженням, блок порівняння, вихід якого зв'язаний через блок посилювачів із виконавчим блоком, блок задання допустимих координат вантажозахоплювального органу та блок визначення проекції стріли на горизонтальну площину, входи якого під'єднані до датчиків довжини та нахилу стріли, має блок задання початкових координат вантажозахоплювального органу, блок корекції допустимих координат, блок визначення фактичних координат вантажозахоплювального органу, входи якого з'єднані з виходами відповідно блоку визначення проекції стріли на горизонтальну площину, блоку задання початкових координат вантажозахоплювального органу, блоку задання допустимих координат і датчика повороту стріли, а вихід під'єднаний до одного із входів блоку порівняння, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку корекції допустимих координат, один із входів якого з'єднаний з виходом блоку визначення допустимого вильоту стріли за навантаженням, а другий вхід - з виходом блоку задання допустимих координат вантажозахоплювального органу, причому блок корекції допустимих координат містить елемент вибору найменшого значення, елементи I, HI, АБО, виходом останнього з яких утворений вихід блоку, входом одного із елементів I та одним із входів елементу вибору найменшого значення утворений другий вхід блоку, перший вхід якого утворений одним із входів другого елементу I та другим входом елементу вибору найменшого значення, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елементу I та входом елементу HI, вихід якого під'єднаний до другого входу першого елементу I, вихід якого під'єднаний до одного із входів елементу АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елементу I, а блок визначення фактичних координат вантажозахоплювального органу містить перемножувач, виходом якого утворений вихід блоку, функціональний перетворювач, суматори, виходами одного з яких утворені перший і другий входи блоку, а вихід цього суматора з'єднаний з одним із входів перемножувача, другий вхід якого під'єднаний до виходу функціонального перетворювача, вхід якого з'єднаний з виходом другого суматора, входами якого утворені третій і четвертий входи блоку.

Мета досягається також тим, що пристрій має датчик кількості тросу на барабані вантажної лебідки, блок визначення проекції стріли на вертикальну площину, а блок корекції допустимих координат додатково має суматор, входом якого утворений третій вхід блоку, під'єднаний до виходу блоку задання початкових координат, другим входом суматора утворений згаданий другий вхід блоку, а виходом суматора другий вихід блоку, який під'єднаний до першого входу другого каналу блоку порівняння, причому блок визначення фактичних координат має додатковий суматор, одним входом якого утворений п'ятий вхід блоку, з'єднаний з датчиком кількості тросу на барабані вантажної лебідки, другим входом - шостий вхід блоку, під'єднаний до виходу блоку визначення проекції стріли на вертикальну площину, входи якого під'єднані до датчиків довжини та кута нахилу стріли, а третім входом третього суматора утворений згаданий другий вхід блоку, а виходом - другий вихід блоку, під'єднаний до другого входу другого каналу блоку порівняння.

Мета досягається також тим, що пристрій має ввімкнені між згаданими блоком порівняння та блоком посилювачів, з'єднані послідовно блок визначення допустимої швидкості та блок порівняння швидкостей, під'єднаний до другого входу блоку порівняння швидкостей блок визначення фактичної швидкості, до входів якого під'єднані згадані виходи датчиків довжини, кута нахилу та повороту стріли і датчик кількості тросу на барабані вантажної лебідки, і під'єднані до інших входів блоку визначення допустимої швидкості задатчики швидкостей телескопування, кутового переміщення стріли, повороту стріли та обертання вантажної лебідки.

На фіг.1 зображений кран і площини, які обмежують переміщення вантажу.

На фіг.2 - те ж, вигляд зверху.

На фіг.3 наведена функціональна схема пристрою з обмеженням переміщення вантажу в горизонтальній площині.

На фіг.4 наведена функціональна схема блоку корекції допустимих координат для пристрою, який зображений на фіг.3.

На фіг.5 наведена функціональна схема блоку визначення фактичних координат вантажозахоплювального органу і з'єданого з ним блоку визначення проекції стріли на горизонтальну площину для пристрою, який зображений на фіг.3.

На фіг.6 наведена функціональна схема пристрою з обмеженням переміщення вантажу в горизонтальній і вертикальній площинах.

На фіг.7 наведена функціональна схема блоку корекції допустимих координат для пристрою, який зображений на фіг.6.

На фіг.8 наведена функціональна схема блоку визначення фактичних координат вантажозахоплювального органу і з'єднаних з ним блоків визначення проекції стріли на горизонтальну і вертикальну площини для пристрою, який зображений на фіг.6.

На фіг.9 наведена функціональна схема пристрою з задатчиками швидкостей руху обладнання крану.

На фіг.10 наведена функціональна схема блоку визначення допустимих швидкостей для пристрою, який зображений на фіг.9.

На фіг.11 наведений варіант реалізації пристрою з використанням елементів обчислювальної техніки.

Кран має ходову раму 2, поворотну платформу 3, телескопічну стрілу 4, гідроциліндр підймання стріли 5, вантажну лебідку 6, опори 7 і вантаж 8, який переміщується в будь-яку точку координатного простору, обмеженого технічними можливостями конструкції крану і можливими перешкодами, відміченими площинами: горизонтальною АО (та MN) і вертикальною ВО.

Пристрій (фіг.3) містить датчик 9 навантаження, датчик 10 довжини стріли (L), датчик 11 кута нахилу стріли і датчик 12 кута повороту стріли, які з'єднані із входами блоку 13 визначення допустимого вильоту стріли за навантаженням, блоку 14 визначення фактичних координат вантажозахоплювального органу та блоку 15 визначення проекції стріли на горизонтальну площину; блок 14 з'єднаний з одним із входів блоку 16 порівняння, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку 17 корекції допустимих координат, входи якого з'єднані з виходами блоку 13, блоку 18 задання допустимих координат вантажозахоплювального органу і блоку 19 задання початкових координат вантажозахоплювального органу, а вихід блоку 16 з'єднаний через блок посилювачів 20 з виконавчим блоком 21.

Блок 17 (фіг.4) корекції допустимих координат містить елемент 22 вибору найменшого значення, елементи 23,24 І, елемент 25 НІ і елемент 26 АБО.

Блок 14 (фіг.5) містить суматори 27, 28, перемножувач 29 і функціональний перетворювач 30, а блок 15 містить функціональний перетворювач 31 і перемножувач 32.

Пристрій з обмеженням переміщення вантажу в горизонтальній і вертикальній площинах (фіг.6) може також містити датчик 33 кількості тросу на барабані вантажної лебідки і блок 34 визначення проекції стріли на вертикальну площину, а блок 17 (фіг.7) в цьому випадку додатково містить суматор 35, своїми входами під'єднаний до виходів блоків 18 і 19, блок 14 (фіг.8) додатково містить суматор 36, своїми входами під'єднаний до виходів блоків 19,34 і датчика 33, блок 34 містить функціональний перетворювач 37 і перемножувач 38, а блок 16 порівняння є двоканальним для порівняння допустимих і фактичних координат вантажу в горизонтальній і вертикальній площинах.

Пристрій (фіг.9) може також містити блок 39 обчислення допустимих швидкостей і в цьому випадку до блоку 39 може бути під'єднаний блок 40 порівняння та задатчики 41, 42, 43, 44 відповідно швидкостей телескопування, кутового переміщення стріли, повороту стріли та обертання вантажної лебідки, які під'єднані до органів 45, 46, 47, 48 управління відповідно телескопуванням, кутовим переміщенням стріли, поворотом стріли і підйманням вантажу, 8 до блоку 40 порівняння під'єднаний блок 49 обчислення фактичних швидкостей, до якого під'єднані датчики 10,11,12 та 33; при цьому блок 39 визначення допустимих швидкостей містить масштабуючий посилювач 50, суматори 51,52,53,54 та блок 55 диференціюючих ланок.

При виконанні пристрою з використанням засобів обчислювальної техніки пристрій містить мультиплексор 56, кодуєючий блок 57, обчислювальний блок 58, демультиплексор 59, регістр 60 та декодуєючий блок 61.

Пристрій працює наступним чином. Після встановлення крана 1 на опори 7 оператор (кранівник) може розпочати операції по переміщенню вантажозахоплювального пристрою (з вантажем або без нього) в точки простору, обмежені конструктивними можливостями крана: максимальною і мінімальною довжиною L телескопічної стріли, максимальним і мінімальним кутом підймання стріли, допустимим кутом повороту стріли (платформи) (можлива заборона переміщення вантажу над кабіною), а також обмеженнями, пов'язаними з наявністю перешкод і вантажними можливостями крану. Наявність перешкод створює обмеження по висоті Н оголовка стріли

$$H_{\text{доп}} = H_{\text{пр}} - C1 \quad (1)$$

та проекції R_x вильоту R на перпендикуляр до вертикальної площини ОВ, що обмежує перешкоду

$$R_x = R \cos(\varphi - \varphi_k) = (L \cos \alpha - C2) \cos(\varphi + \varphi_k) < R_{x_{\text{доп}}} \quad (2)$$

де L - довжина стріли,

α - кут нахилу стріли,

φ - кут повороту стріли в горизонтальній площині,

φ_k - кут між віссю крану і перпендикуляром до ОВ,

$H_{\text{пр}}$ - висота перешкоди,

$H_{\text{доп}}$ та $R_{x_{\text{доп}}}$ - допустимі значення Н та R_x .

*C1 - константа, яка визначається висотою точки кріплення стріли на поворотній платформі крану відносно площини, на якій встановлений кран і дорівнює 1,2...2 м,

C2 - константа, яка визначається відстанню між точкою кріплення стріли на поворотній платформі крану та віссю обертання поворотної платформи 1 дорівнює 1...2,5 м.

Можливості крану, які задаються його вантажною характеристикою, визначають обмеження по вильоту $R_{Q_{\text{доп}}}$ в функції вантажу Q, що переноситься краном

$$R_{Q_{\text{доп}}} = f(Q, L, \alpha) \quad (3)$$

Сукупність параметрів, що входять в (1), (2), (3), а також засобів їх контролю на крані, дозволяють створити єдину систему управління краном, причому використання обчислюваного для запобігання перекиданню значення допустимого вильоту $R_{\text{доп}}$ дозволяє забезпечити оптимізацію цього управління.

Для забезпечення сумісності управління краном по критеріях захисту його від зіткнення з перешкодами або захисту від перевантаження, допустиме навантаження крану доцільно виразити по (3) через допустимий виліт.

До початку роботи оператор за допомогою блоку 18 (фіг.3) задання допустимих координат вантажозахоплювального пристрою (якщо є перешкоди для переміщення вантажу) та із врахуванням габаритів вантажу вводить обмеження на переміщення, задаючи значення $R_{x_{\text{доп}}}$ (або $R_{x_{\text{доп}}}$ та $H_{\text{доп}}$ для пристрою на фіг.6). Задатчики цих значень в блоці 18, проградуєвані в одиницях довжини, можуть бути аналоговими (наприклад, потенціометри), якщо у пристрої застосовані аналогові датчики 10,11,12, або

цифровими, якщо застосовані цифрові датчики.

Як задатчик в блоці 18 може бути застосований цифровий оперативний запам'ятовуючий пристрій, в який попередньо в якості допустимих записується значення R_x та H під час взірцевого циклу крану; для цього обладнання крану переміщується до граничних значень, в оперативний запам'ятовуючий пристрій заносяться дані R_x та H , які визначені в блоці 14 фактичних координат.

Після введення допустимих координат оператор ініціює початок роботи, одночасно подаючи в блок 17 корекції допустимих координат вантажозахоплювального пристрою сигнали про можливі переміщення вантажу.

Одночасно шляхом зчитування показів датчиків навантаження 9 (наприклад, тиск в гідроциліндрі 5), довжини 10 та кута нахилу 11 стріли (трансформаторні, потенціометричні датчики переміщень) блок 13 визначення допустимого вильоту за навантаженням крану визначає відповідно формулі (3) допустиме значення $R_{\text{доп}}$ і в якості другого обмеження вводить в блок 17.

Інші дані, характерні для даного типу крану, вводяться в блоки 14 та 17 блоком 19, в якому початкові координати задаються у вигляді опорних напруг для пристроїв з аналоговими датчиками або у вигляді кодів для пристроїв з цифровими датчиками.

В результаті після обробки блоком 17 з'являється сигнал меншого із двох допустимих значень переміщення $R_{x\text{доп}}$ та $R_{Q\text{доп}}$, який і порівнюється у пристрої 16 з фактичним значенням R_x .

На блок 16, який виконується двоканальним для реалізації пристрою (фіг.6) поступає також сигнал обмеження по висоті відповідно до формули (1).

Варіант блоку 17 корекції допустимих координат поданий на фіг.4, відповідно з яким компаратор 22 порівнює значення $R_{x\text{доп}}$ та $R_{Q\text{доп}}$, перемикаючись таким чином, щоб через елемент 23 і проходив на елемент 26 АБО сигнал при $R_{Q\text{доп}} < R_{x\text{доп}}$, а через елемент 24 і проходив сигнал при $R_{x\text{доп}} < R_{Q\text{доп}}$. У такому випадку на блок 16 буде поступати сигнал $R_{Q\text{доп}}$ при $R_{Q\text{доп}} < R_{x\text{доп}}$ та сигнал $R_{x\text{доп}}$ при $R_{x\text{доп}} < R_{Q\text{доп}}$.

Суматор 35 у варіанті блоку 17, наведеному на фіг.7, забезпечує алгебраїчне додавання, сигналів, які відповідають висоті перешкоди ($H_{\text{пр}}$ при обмеженні висоти підймання оголовка або ($H_{\text{пр}} - h$) при обмеженні опускання вантажу) та константі C_1 крану.

Датчики 10 та 11, а також датчик 12 повороту стріли, створюють сигнали на блок 14 визначення фактичних координат, на виході якого з'являються сигнали про фактичне розташування оголовка стріли відносно перешкоди, виражені через R_x та H .

Блок 14 у варіанті на фіг.5 працює наступним чином. Сигнал датчика 11 кута нахилу стріли (α) поступає на функціональний перетворювач 31 ($\cos \alpha$) блоку 15, після чого на один вхід перемножувача 32. На другий вхід перемножувача 32 поступає сигнал датчика 10 довжини стріли (L), а з його виходу сигнал добутку ($L \times \cos \alpha$) поступає на один вхід суматора 28 блоку 14. На другий вхід суматора 28 поступає з блоку 19 величина C_2 . В результаті алгебраїчного додавання на виході суматора 28 з'являється сигнал різниці ($L \cos \alpha - C_2$), який поступає на один вхід перемножувача 29.

При цьому сигнал датчика 12 повороту стріли (φ) додається в суматорі 27 з сигналом від блоку 18 кута (φ_k) між віссю крана і перпендикуляром до площин перешкоди, що характеризує розташування крана відносно перешкоди, і у вигляді суми ($\varphi + \varphi_k$) поступає на вхід функціонального перетворювача 30 ($\cos(\varphi + \varphi_k)$), після якого на другий вхід перемножувача 29. На виході перемножувача 29 з'являється сигнал

$$R_x = (L \cos \alpha - C_2) \times \cos(\varphi + \varphi_k).$$

Елементи блоку 14 можуть бути виконані на стандартних схемах як аналогової, так і цифрової елементної бази.

Робота блоку 14 у варіанті, наведеному на фіг.8, відбувається наступним чином.

Сигнал датчика 11 кута нахилу стріли (α) поступає на функціональний перетворювач 37 ($\sin \alpha$) блоку 34, після чого на один вхід перемножувача 38. На другий вхід перемножувача 38 поступає сигнал датчика 10 довжини стріли (L), а з його виходу сигнал добутку ($L \times \sin \alpha$) поступає на один вхід суматора 36. На другий вхід суматора 36 поступає з блоку 19 величина C_1 , а на третій вхід суматора 36 поступає сигнал датчика 33 кількості тросу на барабані лебідки. В результаті алгебраїчного додавання з'являється сигнал, що характеризує висоту підймання вантажу, або при відсутності сигналу (нульовому сигналі) датчика 33 кількості тросу на барабані вантажної лебідки - висоту оголовка стріли.

Робота пристрою (фіг.9), який забезпечує вибір швидкісних режимів руху, відбувається наступним чином.

У блок 17, який визначає допустимі координати вантажозахоплювального пристрою, поступають сигнали від блоку 13 про допустимий виліт за навантаженням. Сигнали блоку 17 і блоку 14 фактичних координат алгебраїчно додаються в блоці 16, в результаті чого визначається ступінь віддаленості вантажозахоплювального пристрою від граничних координат. Сигнали блоку 16 поступають на входи блоку 39 визначення допустимої швидкості, на інші входи якого поступають сигнали від задатчиків 41, 42, 43 і 44 швидкостей механізмів крану.

Швидкості задає оператор за допомогою органів управління 45, 46, 47, 48.

Відповідно зі схемою 10 блок 39 працює наступним чином..

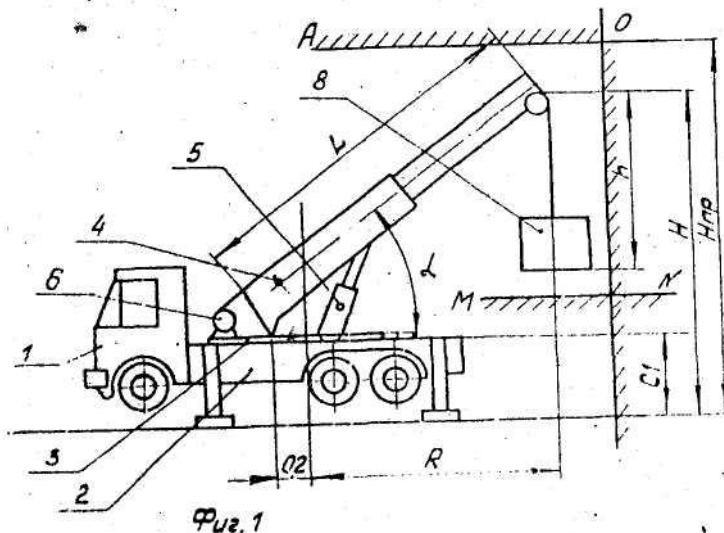
Сигнали блоку 16 поступають на масштабуючий посилювач 50 для забезпечення можливості сумісної обробки їх із сигналами задатчиків швидкостей 41, 42, 43, 44 (по суті датчиків переміщення рукояток, сигнали яких виражені в одиницях відстані), після чого вони додаються суматорами 51, 52, 53, 54 і диференціюються ланкою 55 по часу з метою надання сигналам масштабу швидкості для можливості порівняння в порівнюючому пристрої 40 з сигналами блоку 49 визначення фактичних швидкостей телескопування, підймання стріли, підймання вантажу і повороту стріли.

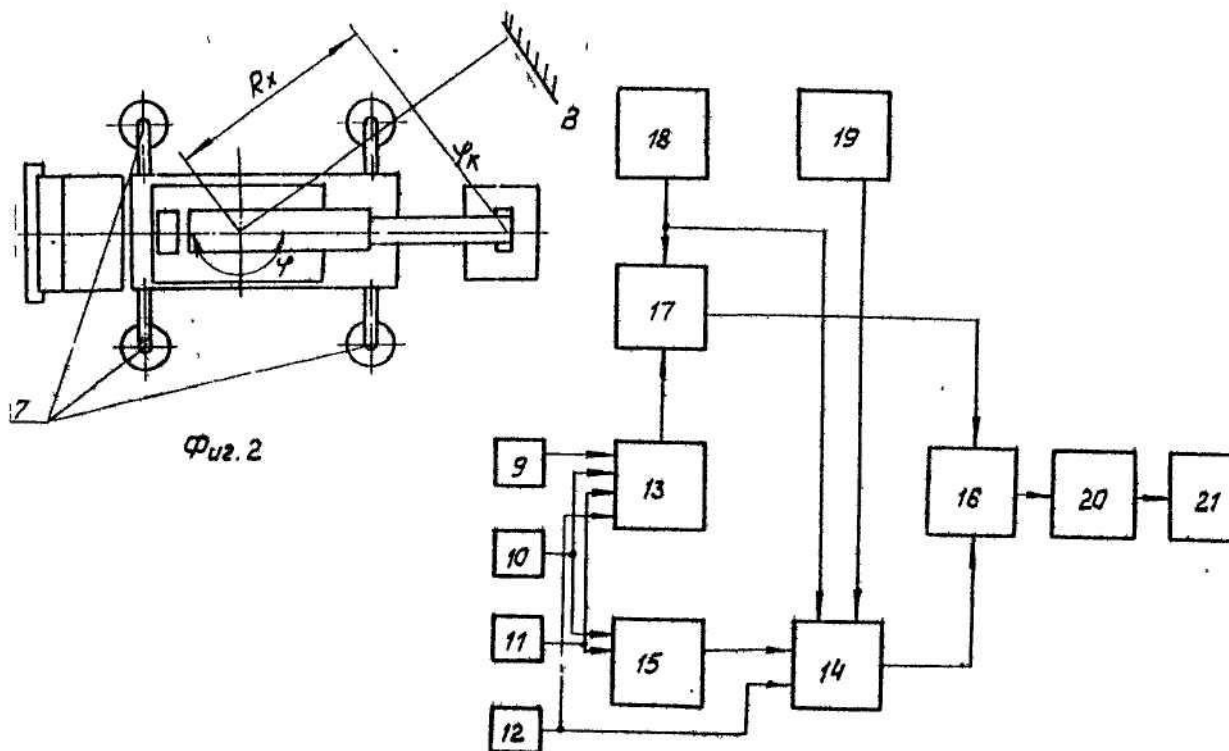
Одночасно по сигналах датчиків 10, 11, 12 і 33 блоком 49 обчислення фактичних швидкостей шляхом диференціювання сигналів датчиків визначаються фактичні швидкості механізмів крану. Результати порівняння блоком 40 сигналів блоків 39 і 49 передаються на блок 20 посилювачів і виконавчий блок 21 (в даному випадку пропорційної дії).

Робота пристрою, побудованого з використанням засобів обчислювальної техніки (мікропроцесорної системи) і відповідно з фіг.11, яка реалізує структурні схеми фіг.3 і 6, відбувається наступним чином. Сигнали органів 45, 46, 47, 48 управління і датчиків 9, 10, 11, 12 та 33 комутуються мультиплексором 56 на вхід кодуєчого блоку 57 і в цифровій формі поступають в обчислювальний блок 58. Після обробки відповідно з описаними вище алгоритмами сигнали розподіляються за видами руху механізмів демультиплексором 59 на реєстри 60 зовнішньої оперативної пам'яті, що забезпечує стійкість сигналів управління в межах циклу обробки даних. Далі сигнали декодуєчим блоком 61 перетворюються у вигляд, зручний для управління виконавчими механізмами, посилюються блоком 20 посилювачів і вмикають виконавчий блок 21.

Запропонований пристрій з розглянутим режимом роботи дозволить розширити функціональні можливості управління краном шляхом створення апаратури, яка має ряд переваг:

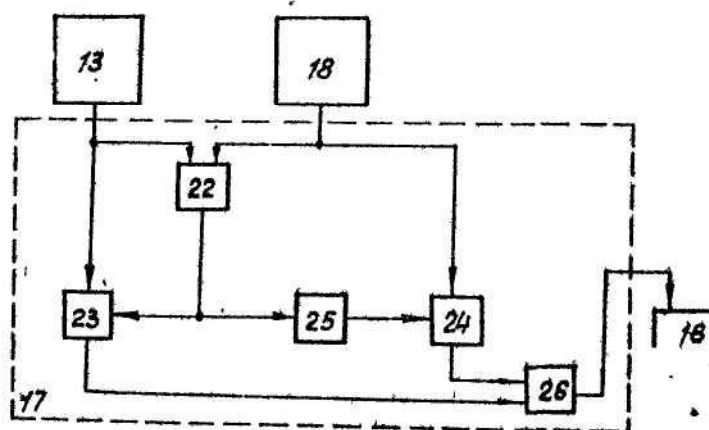
- створення універсальної системи управління;
- підвищення надійності за рахунок суміщення рядом датчиків і вторинною апаратурою функції управління та захисту крану від перекидання і зіткнень з перешкодами;
- оптимізація режимів управління, зниження динамічних навантажень на кран і підвищення точності за рахунок задання та контролю швидкості руху.



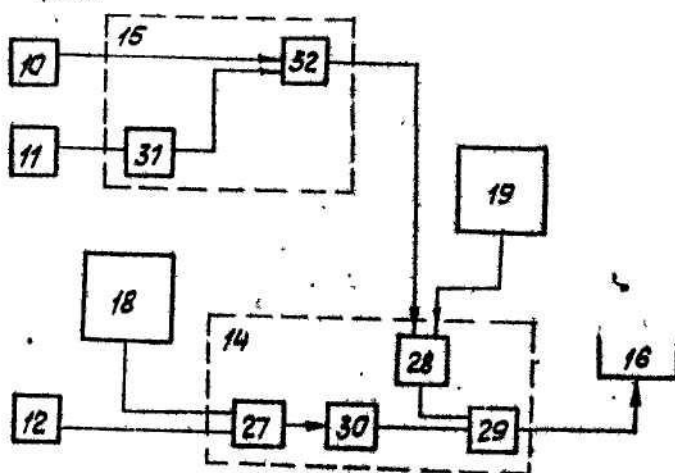


$\varphi_{u2.2}$

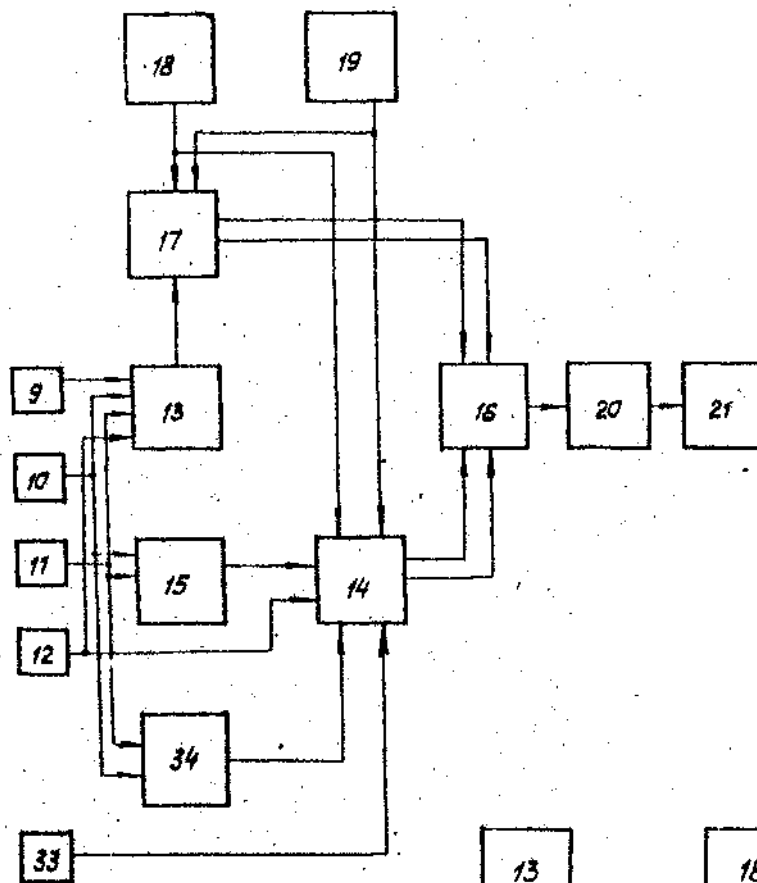
$\varphi_{ue.3}$



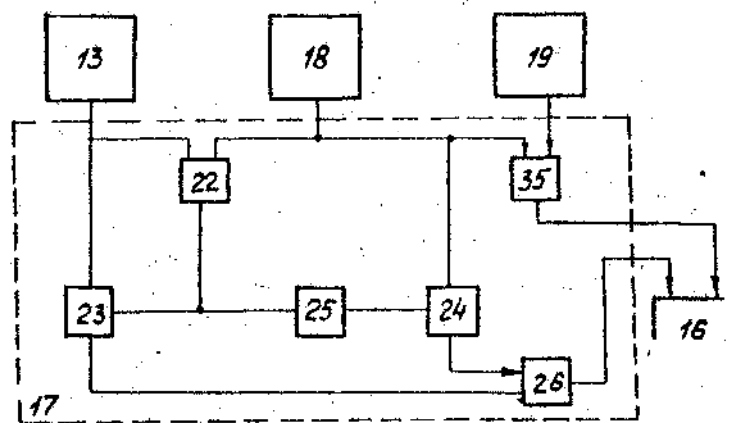
$\varphi_{ue.4}$



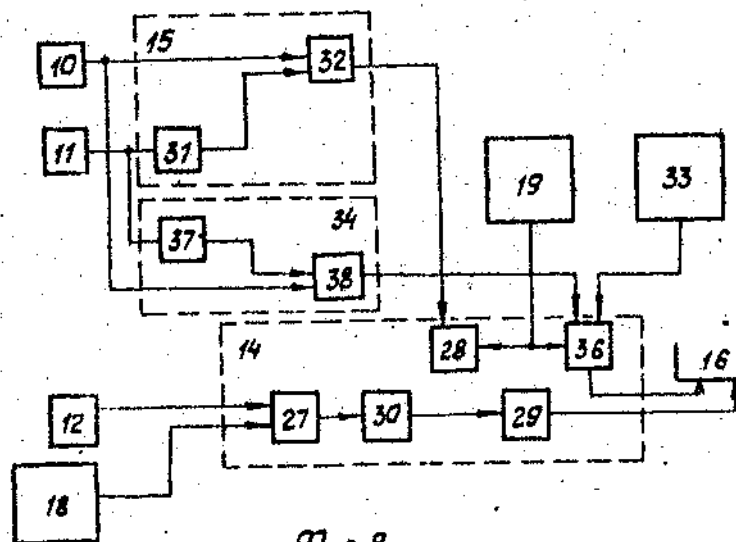
$\varphi_{u2.5}$



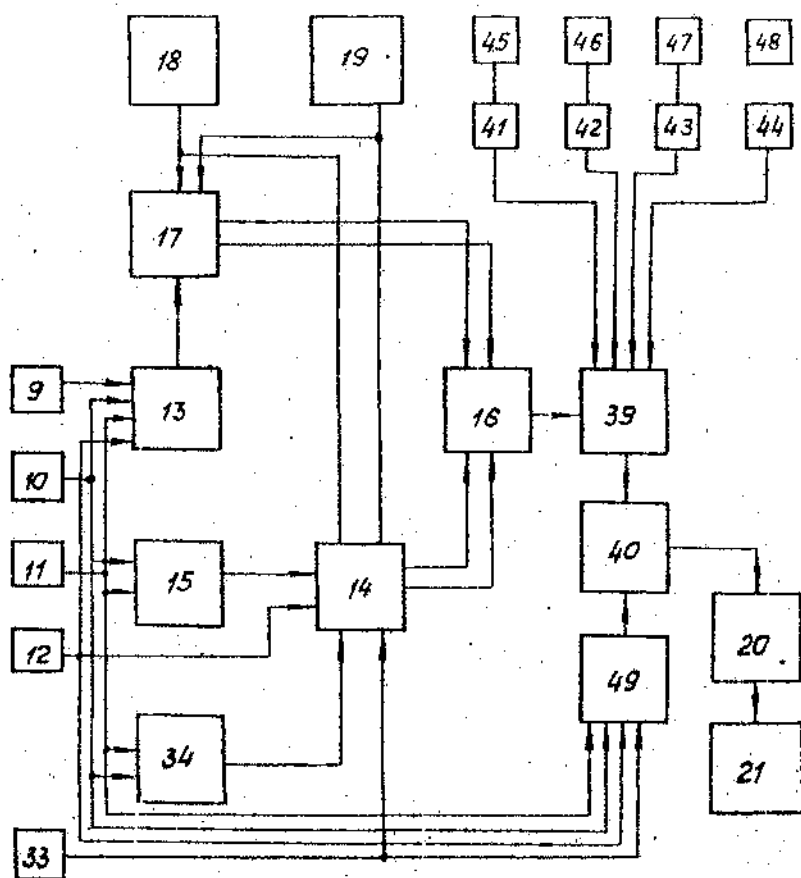
Фиг. 6



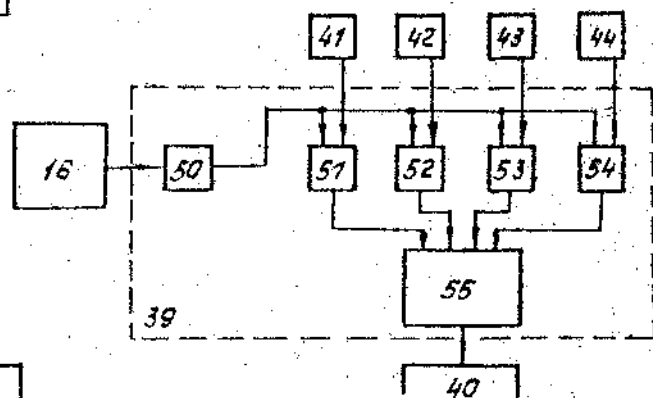
Фиг. 7



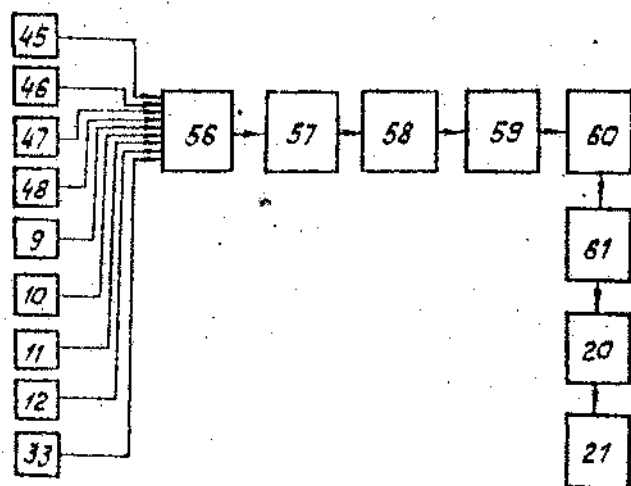
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11