



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39453 (13) A

(51) 7 G01N29/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ У ВИГЛЯДІ ТІЛ ОБЕРТАННЯ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

(21) 2000084789

(22) 11.08.2000

(24) 15.06.2001

(33) UA

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Погребенник Володимир Дмитрович, Крайківський Ростислав Степанович

(73) Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України

(57) 1. Спосіб ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання, який полягає у тому, що у виріб випромінюють імпульси ультразвукових коливань у процесі його сканування похилим променем перетворювача, приймають відбиті від дефекту ехо-сигнали і вимірюють їх час надходження t_i відносно сигналу зондування, а наявність дефекту визначають при досягненні встановленого значення різницею часів надходження відбитого сигналу у двох послідовних зондуваннях виробу, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють тривалість T_i і амплітуду A_i ехо-сигналу, визначають різницю тривалостей $T_i - T_{i-1}$ ехо-сигналів у двох послідовних тактах, а дефектність виробу визначають за формулою:

$$N = \sum_{i=2}^{i=n} (A_i)^{K_1} (T_i)^{K_2} \left(t_i - t_{i-1} - \frac{T_i - T_{i-1}}{2} \right)^{K_3} > N_{\text{пор}},$$

де: N , $N_{\text{пор}}$ - відповідно величина, що характеризує ступінь дефектності виробу та її порогове значення;

K_1 , K_2 , K_3 - коефіцієнти, що визначаються типом виробу, його формою та матеріалом;

n - кількість зондувань виробу.

2. Пристрій ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання, який містить індикатор, послідовно з'єднані генератор імпульсів, комутатор, підсилювач, а також похилий перетворювач, з'єднаний з комутатором, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введені компаратор і аналого-цифровий перетворювач, входами підключені до виходу підсилювача, пристрій запам'ятовування, вхід якого з'єднаний з виходом компаратора, перший та другий регістри зсуву, входи яких з'єднані з першим і другим відповідно виходами пристрою запам'ятовування, постійний пристрій запам'ятовування, входами підключений до виходів першого і другого регістрів зсуву і до виходів аналого-цифрового перетворювача, суматор, входи якого підключені до виходів постійного пристрою запам'ятовування, схему порівняння, перші входи якої з'єднані з виходами суматора, задавач порогового значення, входи якого з'єднані з другими входами схеми порівняння, вихід якої з'єднаний зі входом індикатора, блок керування, входи якого з'єднані зі входами керування компаратора, аналого-цифрового перетворювача, пристрою запам'ятовування, першого і другого регістрів зсуву, суматора та індикатора.

Винахід відноситься до області неруйнівного контролю ультразвуковим методом і може бути використаний для автоматизованого контролю циліндричних виробів.

Відомий спосіб ультразвукового контролю полягає в тому, що у виріб збуджують ультразвукові коливання, приймають відбитий сигнал і за його амплітудою судять про наявність і розмір дефекта [1].

Відомий спосіб реалізується пристроєм [2], який містить похилий перетворювач, генератор імпульсів, підсилювач і осцилограф.

Недоліком відомого способу і пристрою є низька точність, достовірність і продуктивність конт-

ролю, викликані великими затратами часу оператором на запам'ятовування проміжних результатів.

Найбільш близьким до даного за технічною суттю і призначенням є спосіб ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання, який полягає в тому, що у виріб випромінюють імпульси ультразвукових коливань в процесі його сканування похилим променем перетворювача, приймають відбиті від дефекту ехо-сигнали і вимірюють їх час надходження відносно зондування сигналу, а наявність дефекту визначають при досягненні різницею часів надходження відбитого сигналу встановленого значення в двох послідовних зондуваннях виробу [3].

UA (11) 39453 (13) A

Пристрій для реалізації такого способу містить індикатор, послідовно з'єднані генератор імпульсів, комутатор і підсилювач, а також похилий перетворювач, з'єднаний з комутатором.

Недоліком відомого способу і пристрою є низькі точність і достовірність контролю при зміні рівня, форми і положення переднього фронту відбитого сигналу, які виникають внаслідок нерівномірного зношування контактної поверхні електроакустичного перетворювача, шершавості поверхні контрольованого виробу, а також зміні інших параметрів акустичного тракту. Мета винаходу - підвищення точності і достовірності контролю. Поставлена задача досягається тим, що у відомому способі ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання, за яким у виріб випромінюють імпульси ультразвукових коливань в процесі його сканування похилим променем перетворювача, приймають відбиті від дефекту ехо-сигнали і вимірюють їх час надходження t_i , відносно зондуемого сигналу, наявність дефекту визначають при досягненні встановленого значення різницею часів надходження відбитого сигналу у двох послідовних зондуваннях виробу, додатково проводять вимірювання тривалості T_i і амплітуди A_i ехо-сигналу, визначають різницю тривалостей $T_i - T_{i-1}$ ехо-сигналів у двох послідовних тактах, а дефектність виробу визначають за формулою:

$$N = \sum_{i=2}^{i=n} (A_i)^{K_1} (T_i)^{K_2} \left(t_i - t_{i-1} - \frac{T_i - T_{i-1}}{2} \right)^{K_3} > N_{\text{пор}}, \quad (1)$$

де: N , $N_{\text{пор}}$ - відповідно величина, що характеризує ступінь дефектності виробу та її порогове значення; K_1 , K_2 , K_3 - коефіцієнти, що визначаються типом виробу, його формою та матеріалом; n - кількість зондувань виробу.

Суть даного способу полягає в тому, що для кожного відбитого ультразвукового сигналу при зондуванні виробу вимірюють амплітуду, тривалість і час надходження по відношенню до зондуемого сигналу, а в кожній парі відбитих сигналів, що йдуть один за одним, визначають різницю їх тривалостей і часів надходження, після чого за результатами сумування отриманої інформації (за формулою (1) судять про дефектність виробу, причому аналіз вказаної формули показує, що вираз $\left[(A_i)^{K_1} (T_i)^{K_2} \right]$ для кожної пари відбитих сигналів характеризує енергію відбитого сигналу, а вираз $\left[t_i - t_{i-1} - (T_i - T_{i-1})/2 \right]$ - загальний зсув відбитого ультразвукового сигналу по часовій осі відносно зондуемого сигналу, що відображає зміну віддалі до дефекту при скануванні циліндричних виробів похилим променем і дозволяє розділити ультразвукові сигнали, відбиті від дефектів і ультразвукові сигнали, перевідбиті від стінок виробу, а також промислові завади.

Співвідношення (1) дозволяє оцінити загальне зміщення ультразвукового сигналу, оскільки враховує одночасно зміщення переднього і заднього фронтів, що забезпечує високу точність і достовірність контролю при зміні рівня, форми і положення переднього фронту відбитого сигналу.

Поставлена мета досягається також тим, що в пристрій, який реалізує спосіб і містить індикатор, генератор імпульсів, комутатор, підсилювач, похилий перетворювач, додатково введені компаратор

і аналого-цифровий перетворювач, входами підключені до виходу підсилювача, запам'ятовуючий пристрій, вхід якого з'єднаний з виходом компаратора, перший і другий регістри зсуву, входи яких з'єднані з першим і другим відповідно виходами запам'ятовуючого пристрою, постійний запам'ятовуючий пристрій, входами підключений до виходів першого і другого регістрів зсуву і до виходів аналого-цифрового перетворювача, пристрій сумування, входи якого підключені до виходів постійного запам'ятовуючого пристрою, схема порівняння, перші входи якої з'єднані з виходами пристрою сумування, задавач порогового значення, виходи якого з'єднані з другими входами схеми порівняння, вихід якої з'єднаний з входом індикатора, блок керування, входи якого з'єднані з керуючими входами компаратора, аналого-цифрового перетворювача, запам'ятовуючого пристрою, першого і другого регістрів зсуву, пристрою сумування і індикатора.

Аналогічної сукупності операцій і елементів у відомих нам бібліографічних і патентних джерелах не виявлено. Тому дане рішення, яке дозволяє досягнути поставленої мети - підвищення точності і достовірності контролю виробів у вигляді тіл обертання, має суттєві відмінності.

На фіг. 1 приведена електрична структурна схема пристрою, що реалізує спосіб ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання, на фіг. 2 - електрична структурна схема запам'ятовуючого пристрою, на фіг. 3 а-г і фіг. 4 а-г - часові діаграми роботи пристрою.

Пристрій для ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання містить послідовно з'єднані генератор 1 імпульсів, комутатор 2, підсилювач 3, а також похилий перетворювач 4, з'єднаний з комутатором 2, компаратор 5 і аналогово-цифровий перетворювач 6, входами підключені до виходу підсилювача 3, запам'ятовуючий пристрій 7, вхід 8, якого з'єднаний з виходом компаратора 5, перший і другий регістри зсуву 9 і 10, входи яких з'єднані з першим і другим відповідно виходами запам'ятовуючого пристрою 7, постійний запам'ятовуючий пристрій 13, схема 15 порівняння, перші входи якої з'єднані з виходами пристрою 14 сумування, задавач 16 порогового значення, виходи якого з'єднані з другими входами схеми 15 порівняння, індикатор 17, вхід якого з'єднаний з виходом схеми 15 порівняння, блок керування 18. входи якого з'єднані з керуючими входами комутатора 2, аналогово-цифрового перетворювача 6, запам'ятовуючого пристрою 7, першого і другого регістрів зсуву 9 і 10, пристрою 14 сумування і індикатора 17.

Один з можливих варіантів реалізації запам'ятовуючого пристрою 7 наведений на фіг. 2 і складається з першого і другого запам'ятовуючих пристроїв 22, 23, лічильника 24 адреси, генератора 25, тригера 26, схем 27 і 28 "І-АБО" і диференційної ланки на елементах С і R.

Пристрій для ультразвукового контролю виробів у вигляді тіл обертання працює наступним чином.

При скануванні виробу 20 у вигляді тіла обертання по твірній акустичний перетворювач 4 під дією імпульсів, які поступають через комутатор 2 з генератора 1, збуджує ультразвукові коливання,

що поступають через іммерсійну рідину 21 у виріб 20. Відбитий ультразвуковий сигнал (від дефекту 39 або від стінок виробу) через комутатор 2 надходить на підсилювач 3, після підсилення сигнал надходить на аналогово-цифровий перетворювач 6 і компаратор 5, який проводить квантування сигналу за встановленим рівнем. Проквантований компаратором 5 сигнал записується в запам'ятовуючий пристрій 7, причому відбиття, отримані від парних за порядковим номером зондувань виробу записуються в першу сторінку пам'яті запам'ятовуючого пристрою 7, а від непарних - удругу.

З виводів 11 і 12 запам'ятовуючого пристрою 7 одночасно надходить інформація про квантований відбитий сигнал, отримана при послідовному парному і непарному ультразвукових зондуваннях виробу. Інформація, що з'являється на виходах 11 і 12 під дією тактових імпульсів, що надходять з блока 18 керування, записується в регістри зсуву 9 і 10 відповідно, з виходів яких, як і з виходів аналогово-цифрового перетворювача 6, надходить на входи постійного запам'ятовуючого пристрою 13. Постійний запам'ятовуючий пристрій 13 запрограмований таким чином, що дозволяє забезпечити співвідношення (1), причому результат обчислення надходить на виходи пристрою 13. Пристрій 14 сумування проводить сумування кожного результату, отриманого з виходів постійного запам'ятовуючого пристрою 13 з попереднім результатом сумування при кожному такті зміни інформації в регістрах 9 і 10. Схема 15 порівняння порівнює нагромаджені результати в пристрої 14 сумування з пороговою величиною, яка задається задавачем 16 порогового значення. Результати порівняння відображаються індикатором 17 при надходженні сигналу дозволу з блока 18 керування. Блок 18 керування проводить перемикання комутатора 2, забезпечуючи цим роботу акустичного перетворювача 4 і в режимі передачі і в режимі прийому ультразвукових сигналів, з'єднуючи його відповідно або з генератором, або з підсилювачем, а також забезпечує синхронізацію роботи генератора 1, запам'ятовуючого пристрою 7, першого і другого регістрів 9 і 10 зсуву, пристрою 14 сумування і індикатора 17.

При скануванні похилим променем акустичного перетворювача, продетектовані ультразвукові відбиття 29 (фіг. 3, а, б) від дефектів у виробі будуть переміщуватися по часовій осі відносно зондуемого сигналу 30, як квантовані компаратором 5 сигнали 31, що відображають їх розміщення відносно сигналу зондування 32, що дозволяє відділяти їх від сигналів 33 і відповідно 34, що представляють перевідбиття від стінок виробу, положення яких не змінюється через симетрію виробу.

Погіршення акустичного контакту, шорсткість поверхні виробу, зміна кута опромінення відносно внутрішньої структури матеріалу, з якого виготовлено виріб, призводить до зміни амплітуди і форми відбитого сигналу 35 і 36 (фіг. 4, а, б), внаслідок чого змінюється розміщення переднього фронту сигналу 37 і 38 (фіг. 4, в, г), що при використанні способу і пристрою, описаного в [3, 4] відповідно, призведе до зниження точності і достовірності контролю виробів.

Застосування співвідношення (1) дозволяє з вищою достовірністю автоматично відділяти сигнали від дефектів, сигналів завад, перевідбиттів від стінок виробу, при зміні параметрів самого акустичного сигналу.

Наприклад, ситуація, наведена на фіг. 4, а-г показує, що зміна параметрів акустичного тракту, що призводить до зміни форми та інших характеристик сигналу 35 і 36, змінює розміщення переднього фронту квантованого сигналу 37 і 38, яке при використанні способу контролю [3] може бути розцінено як наявність дефекту, але застосування співвідношення (1) дозволяє правильно оцінити ситуацію, що виникла, тобто розпізнати пару сигналів 35 і 36 як сигнали, що є перевідбиттями від стінок виробу.

Джерела інформації

1. Неразрушающий контроль рельсов при их эксплуатации и ремонте // Под А.К Гуревича. – М.: Транспорт, 1983. - С. 90-92.
2. Авторское свидетельство СССР № 461348, МКИ G01 N29/02, 1974.
3. Патент ФРН № 1600643.
4. Авторское свидетельство СССР № 896548. МКИ G01N 29/02.

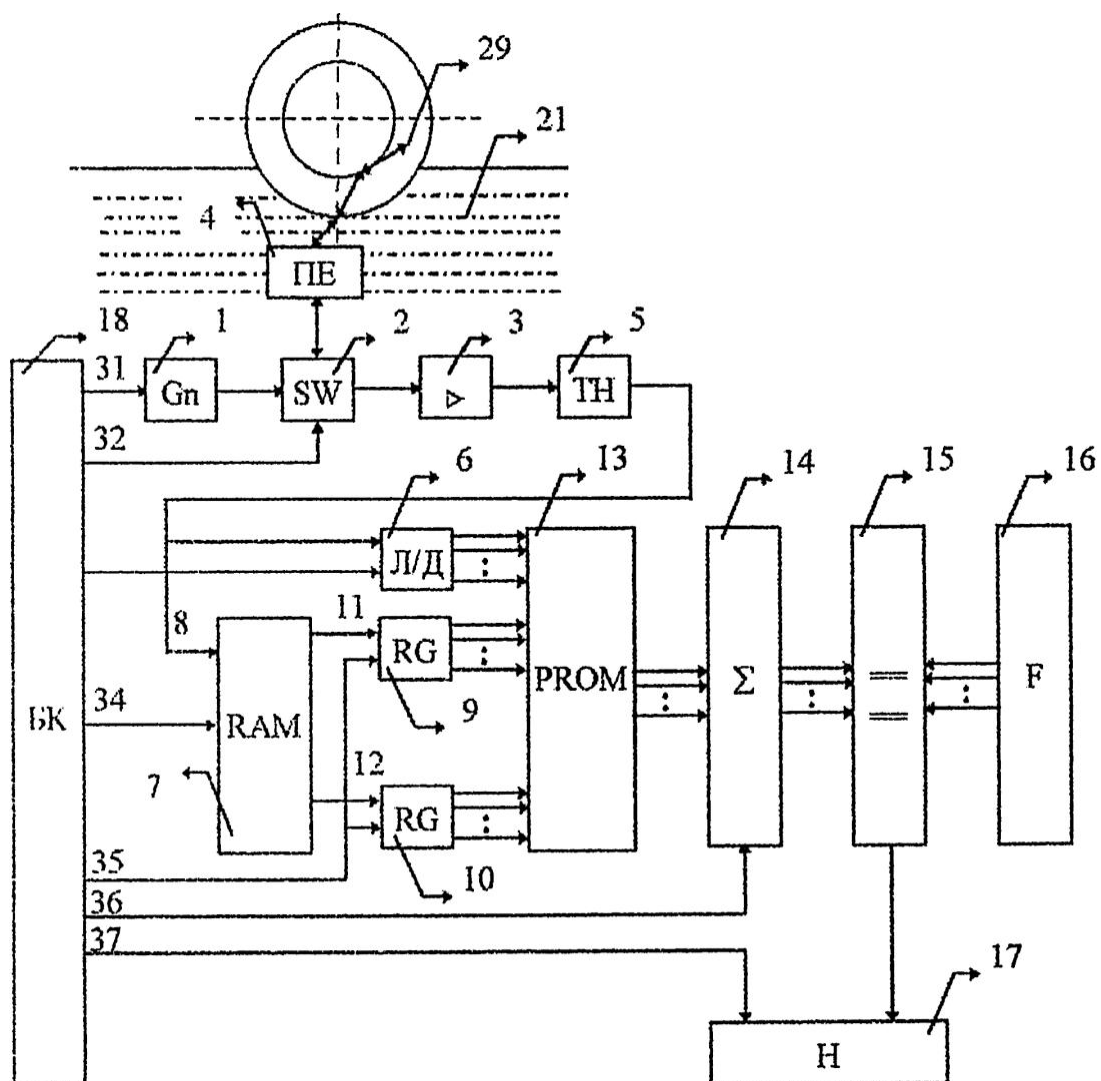


Fig. 1

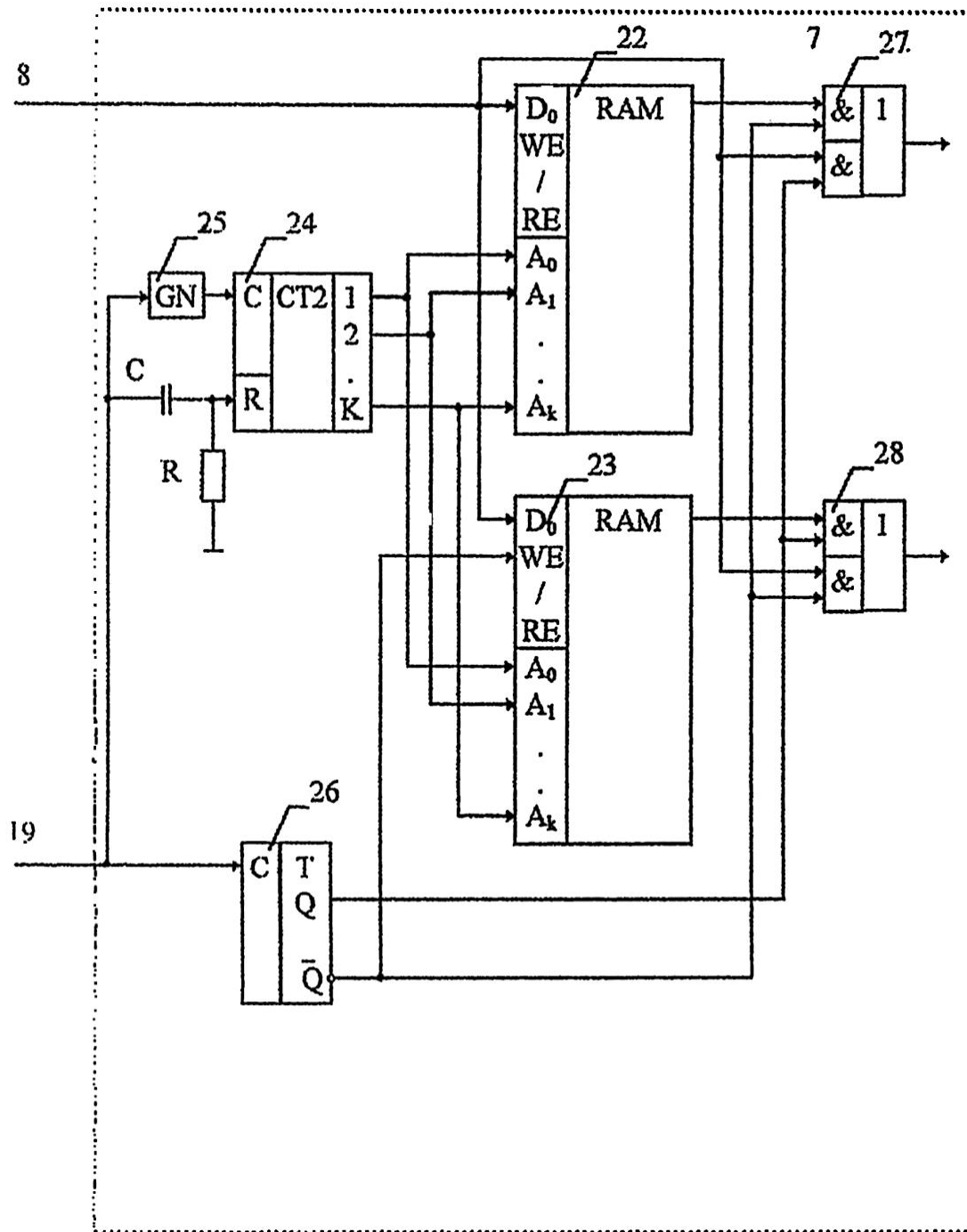
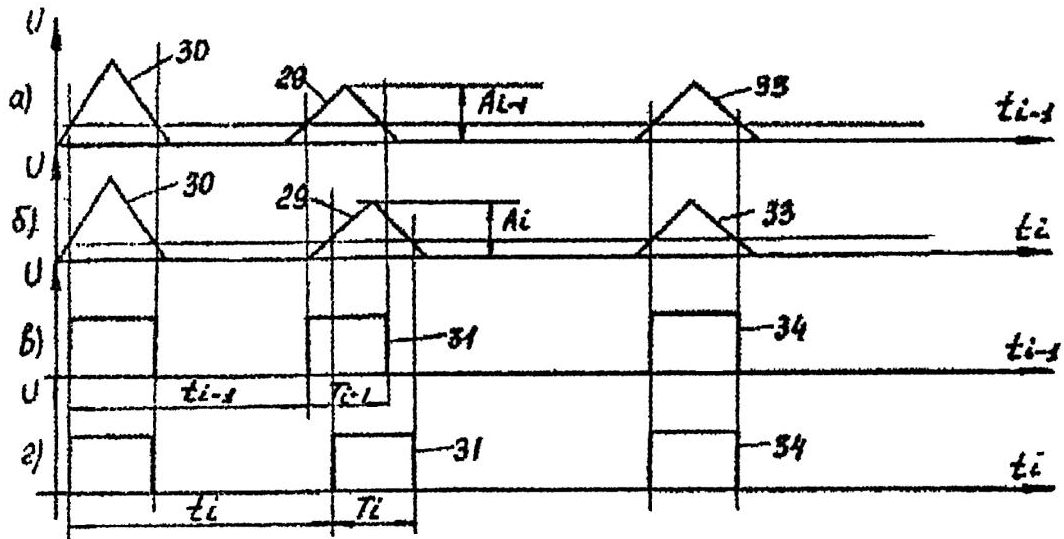
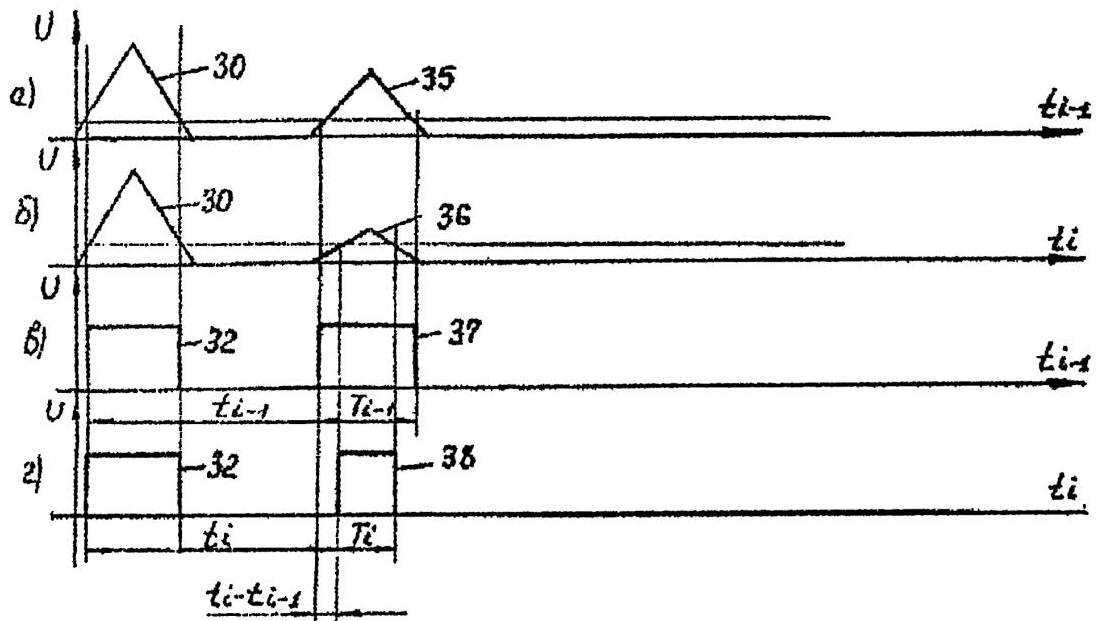


Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22