



УКРАЇНА

(19) UA (11) 10020 (13) C1

(51) H 01 F 27/24

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІД

(54) ШИХТОВАНА МАГНІТНА СИСТЕМА ТРАНСФОРМАТОРА

1

(21) 93005591

(22) 17.02.93

(46) 30.09.96. Бюл. № 3

(56) 1. Патент Японії № 63-48408,
кл. H 01 F 27/24, 1988.2. Авторське свідоцтво СРСР
№ 1403115, кл. H 01 F 27/24, 1988.(71) Запорізький трансформаторний завод
(72) Бікі Менґерт Аकोшевич, Іванченко
Олесь Миколайович, Кошель Михайло Ва-
сильович(73) Відкрите акціонерне товариство "За-
поріжтрансформатор"

(57) Шихтована магнітна система трансформатора, яка складається з трьох стержнів, двох торцевих і двох бокових ярм, причому усі частини системи розділені вікнами, пакети стержнів та ярм складені з однакових груп шарів сталей пластин, у всіх групах шарів пакета набір пластин у кожному шарі один і той же, пластини системи мають форму трапецій з кутами 45° при більшій основі і одним обрізаним перпендикулярно середнім лініям трапецій гострим кінцем, стержні системи складені з двох пластин, прилеглих одна до одної більшими основами трапецій, одна з стержневих пластин має

2

меншу, ніж друга, ширину і в кожному окремому шарі пакета пластин розташована з одного і того ж боку від осі стержнів, причому в наступному шарі вона розміщена з другого боку по відношенню до попереднього шару, а в кожному шарі орієнтована необрізаним кінцем протилежно орієнтації другої стержневої пластини, а вертикальні пластини бокових ярм мають орієнтацію, протилежну орієнтації пластин стержнів, які прилягають до тих самих вікон системи, що й вертикальні ярмові пластини, необрізані кінці пластин стержнів і вертикальних ярмових пластин розташовані у верхньому ярмі нижче, а у нижньому – вище зовнішніх бокових крайок горизонтальних пластин ярм системи, яка в і д р і з н я є т ь с я тим, що в кожену групу входить чотири шари, причому в двох шарах групи пластин кожного стержня, а також, відповідно, вертикальні пластини бокових ярм зсунуті одна відносно другої вздовж осі стержня на задану відстань S, а в інших двох шарах групи обидва кінці стержневих пластин та вертикальних ярмових пластин розташовані в верхньому ярмі нижче, а в нижньому ярмі – вище зовнішніх бокових крайок горизонтальних ярмових пластин на відстані S/2.

(19) UA (11) 10020 (13) C1

Винахід належить до галузі електро-техніки і може бути використаний в трансформаторобудуванні.

Найбільш близьким технічним рішенням, є магнітна система, котра описана в (2), фіг.5.

Це шихтована магнітна система трансформатора, яка складається з трьох

стержнів, двох торцевих ярм і двох бокових ярм, причому ці частини системи розділені вікнами, а пластини, з яких складені вказані частини системи, мають форму трапеції з кутами 45° при більшій основі і одним обрізаним перпендикулярно середній лінії трапецій гострим кінцем, стержні системи складені з двох пластин, прилеглих одна до

одної більшими основами трапецій, одна з стержневих пластин має меншу, ніж друга, ширину і в кожному окремому шарі пакета пластин розташована у всіх трьох стержнях з одного і того ж боку від осі стержня, причому в наступному шарі розміщена з другого боку по відношенню до попереднього шару, але в кожному шарі орієнтована необрізаним кінцем протилежно орієнтації другої стержневої пластини, а вертикальні пластини бокових ярм мають орієнтацію, протилежну орієнтації пластин стержнів, які прилягають до тих самих вікон системи, що й вертикальні ярмові пластини, необрізані кінці пластин стержнів і вертикальних ярмових пластин розташовані в верхньому ярмі нижче, а в нижньому ярмі – вище зовнішніх бокових крайок горизонтальних пластин ярм.

В усіх відомих магнітних системах пакети зформовані як сукупність однакових груп з двох шарів пластин в нижній групі, ці два шара складені з однакового набору пластин, які мають різне взаємне розташування в кожному з шарів групи.

При такій конструкції лінії стику пластин і відповідні зазори в стиках розміщені в двох площинах і в плані співпадають через шар, тобто у розрізі, проведеному поперек ліній стику, в зоні стику зазори займають 50% площі. Густина магнітного потоку, який обходить зазори по сусіднім пластинам, в зоні стику дуже велика, що різко збільшує локальні втрати магнітної енергії та струм холостого ходу.

Частина з потоку змушена переходити через зазор, а не через ферромагнетик, що додатково збільшує струм холостого ходу.

Мета винаходу – створення шихтованої магнітної системи трансформатора, конструкція магнітопроводу якого забезпечує поліпшення характеристик холостого ходу (зменшення витрат потужності і збільшення струму холостого ходу). Це досягається завдяки рознесенню ліній стику пластин більше, ніж у дві площини.

Поставлена мета вирішується тим, що в шихтованій магнітній системі трансформатора, яка складається з трьох стержнів, двох торцевих і двох бокових ярм, причому усі частини системи розділені вікнами, пакети стержнів та ярм складені з однакових груп шарів сталених пластин, у всіх групах шарів пакета набір пластин у кожному шарі один і той же, а пластини системи мають форму трапецій з кутами 45° при більшій основі і одним обрізаним перпендикулярно середнім лініям трапецій гострим кінцем, стержні системи складені з двох пластин,

прилеглих одна до одної більшими основами трапецій, одна з стержневих пластин має меншу, ніж друга, ширину і в кожному окремому шарі пакета пластин розташована з одного і того ж боку від осі стержнів, причому в наступному шарі вона розміщена з другого боку по відношенню до попереднього шару, а в кожному шарі орієнтована необрізаним кінцем протилежно орієнтації другої стержневої пластини, а вертикальні пластини бокових ярм мають орієнтацію протилежну орієнтації пластин стержнів, які прилягають до тих самих вікон системи, що й вертикальні ярмові пластини, необрізані кінці пластин стержнів і вертикальних ярмових пластин розташовані у верхньому ярмі нижче, а у нижньому – вище зовнішніх бокових крайок горизонтальних пластин ярм системи, згідно з винаходом в кожену групу входить чотири шара, причому в двох шарах групи пластини кожного стержня, а також, відповідно, вертикальні пластини бокових ярм зсунуті одна відносно другої вздовж осі стержня на задану відстань S , а в інших двох шарах групи обидва кінці стержневих пластин та вертикальних ярмових пластин розташовані в верхньому ярмі нижче, а в нижньому ярмі – вище зовнішніх бокових крайок горизонтальних ярмових пластин на відстані $S/2$.

Замість двошарових груп, з яких складено пакети прототипа, запропонована конструкція, в якій пакети зформовано з чотирьохшарових груп, причому в одній парі шарів групи кінці вертикальних пластин зсунуті один відносно другого на деяку відстань, а у другій парі шарів кінці пластин знаходяться на одному рівні, але втоплені в ярма на половину тієї відстані, на яку вони зсунуті в першій парі. Положення пластин в кожній з вказаних пар шарів відрізняється тим, що пластина стержня з меншою шириною в кожному наступному шарі змінює своє положення у порівнянні зі своїм положенням в попередньому шарі, а положення вертикальних пластин бокового ярма залежить від положення пластин стержня, які прилягають до крайніх вікон магнітної системи.

Суть винаходу пояснюється кресленнями і описом.

На фіг. 1 показано розташування пластин ярм і стержнів в одному шарі груп, з яких зформовані пакети магнітної системи.

На фіг. 2 показано розташування пластин ярм і стержнів у другому шарі.

На фіг. 3 зображений третій шар групи.

На фіг. 4 зображений четвертий шар групи.

На фіг. 5 показані лінії стику в вузлі магнітної системи при накладанні чотирьох шарів групи один на один.

На фіг. 6 зображено в масштабі вузол магнітної системи при розташуванні пластин згідно з фіг. 3.

В першому шарі (фіг. 1) стержнева пластина 1 та стержнева пластина 2, меншої ніж у пластини 1 ширини, укладені у всіх стержнях однаково, а саме: пластина 2 розміщена з одного й того ж боку від осі кожного стержня.

Пластини 1 і 2 орієнтовані гострими кінцями в протилежні сторони, одна з вертикальних пластин 3 ярм орієнтована протилежно до пластин 2, яка прилягає до того ж крайнього вікна системи, що й вказана пластина 3, а друга пластина 3 орієнтована протилежно до пластини 1, котра розміщена з протилежного боку другого крайнього вікна системи. Кінці пластин 1 та 2 зсунуті один відносно другого на відстань S , на цю ж відстань зсунуті по вертикалі одна відносно другої пластини з бокових ярм, необрізані кінці цих пластин втоплені в ярма на задану відстань S , а у обрізаних кінцях крайки обрізів співпадають по рівню з зовнішніми боковими крайками горизонтальних пластин ярм.

Задану відстань S визначають з урахуванням потрібної довжини перекриття стику пластин.

В горизонтальних частинах ярм розміщені пластини 4, які з'єднують одну з вертикальних пластин 3 з крайнім стержнем пластин 5 торцевого ярма, які з'єднують між собою крайні стержні системи з середнім стержнем та пластин 6, які з'єднують другу пластину 3 з другим крайнім стержнем. В з'єднаннях вертикальної пластини 3 з пластинами 4 лінії стику проходять нижче бісектрис кутів вікна, а в з'єднаннях пластини 2 з цими ж пластинами 4 лінії стику проходять вище бісектрис відповідних кутів вікна, тоді як в з'єднаннях пластин 1 крайнього стержня з пластинами 5 лінії стику проходять нижче бісектрис кутів вікна.

В другому шарі пластин (фіг. 2) пластини 2 лежать по другий бік осей стержнів в порівнянні з їх положенням в першому шарі (фіг. 1), відповідно змінили орієнтацію пластини 3.

Кінці всіх вертикальних пластин 1, 2, 3 втоплені в ярма на відстань рівну $S/2$.

На місце пластин 4 у першому шарі (фіг. 1) вкладені пластини 6, і, навпаки, на місце пластин 6 на фіг. 1 вкладені пластини 4.

Така зміна положення пластин привела до створення в кутах системи, місцях сходу двох пластин, та в вузлах системи, місцях

сходу трьох пластин, малих порожнин в ярмах біля зовнішнього отводу шара. Ці порожнини не приносять істотної шкоди, тому що малі, а також завдяки тому, що вони перекриваються пластинами першого та четвертого шарів групи, і, нарешті, тому, що густина магнітного потоку при його циркуляції вздовж довгих зовнішніх крайок пластин менша, ніж при циркуляції вздовж внутрішніх крайок, де при косих стиках у кутах вікон також мають місце відповідні порожнини у всіх шарах пластин, причому з більшими негативними наслідками. Лінії стику пластин 3 з ярмовими пластинами 6 в другому шарі групи проходять вище бісектрис кутів вікон, тобто пластина 3 та пластина 6 в другому шарі перекрили зазор між пластиною 3 і пластинами 4 в першому шарі (фіг. 1). В протилежних кутах крайнього вікна, де пластина 1 зістикована з пластинами 6, лінії стику у відмінність від їх положення в першому шарі пластин проходять нижче бісектрис кутів, а в вузлі, де пластина 1 сходиться з пластинами 5 лінії стику проходять вище бісектриси одного з кутів вікна, та по лінії співпадаючій з бісектрисою другого кута вікна або по близькій до неї лінії, тобто і у цій зоні стику лінії стику не співпадають в плані з лініями стику в першому шарі.

В третьому шарі (фіг. 3) пластини 2 розташовані з другого боку до відношенню до осі стержня, тобто протилежного тому боку, по який вони знаходились в другому шарі групи (фіг. 2). Відповідно орієнтація пластин 3 стала такою, якою вона була в першому шарі (фіг. 1). Лінії стику пластин 3 з пластинами 4 лежать нижче бісектрис кутів вікна, але не співпадають з лініями стику в першому шарі (фіг. 1), бо знаходяться до бісектрис ближче на відстань $S/2$, чим у першому шарі (фіг. 1). Лінії стику пластин 2 з пластинами 4 лежать нижче на $S/2$ ніж у першому шарі (фіг. 1), та вище бісектрис кутів вікна, тобто не співпадають з лініями стику в відповідних кутах вікон ні в першому, ні в другому шарах, лінії стику в перших трьох шарах групи рознесені в три площини.

В четвертому шарі пластин (фіг. 4) пластини 2 знову укладені з другого боку осей стержнів в порівнянні з попереднім шаром, а пластини 3 змінили орієнтацію.

В порівнянні з попереднім, третім шаром, пластини 1 зсунуті вниз на $S/2$, а пластини 2 — зсунуті вгору на $S/2$ відповідно розміщені й пластини 3. Прямим наслідком цих зсувів являється незбіг ліній стику пластин четвертого шару з лініями стику попередніх трьох шарів. Так лінії стику пластини

3 з пластинами 4 проходять вище бісектрис кутів вікна, у другому шарі (фіг. 2) вони також проходять вище, але на $S/2$ ближче до бісектрис, ніж у четвертому шарі. Лінії стиків пластини 1 з пластинами 4 проходять нижче бісектрис кутів вікна обмежених вказаними пластинами, у другому шарі (фіг. 2) вони також проходять нижче, але на $S/2$ ближче до бісектрис, ніж у четвертому шарі.

Таким чином, лінії стиків пластин ярма з пластинами стержня, рознесені в чотири площини у всьому багатошаровому пакеті.

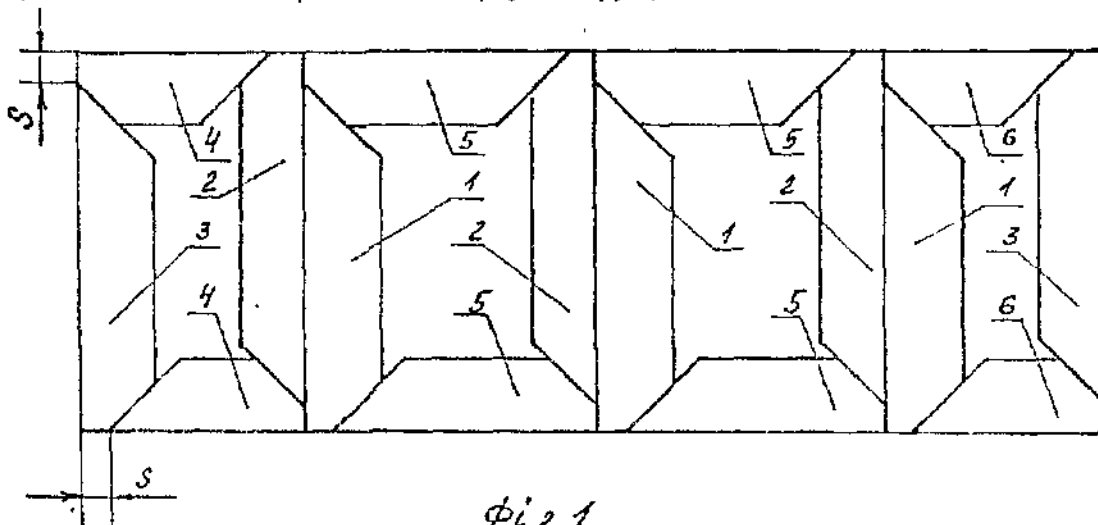
На фіг. 5 зображено розташування ліній стиків в Т-подібному з'єднанні, тобто вузлі магнітної системи, якщо на четвертий шар (фіг. 4) наложити третій шар (фіг. 3), потім другий шар (фіг. 2) і нарешті перший шар (фіг. 1). В куті одного вікна системи лінія стика пластин стержня 3 пластиною верхнього ярма в першому шарі груп (фіг. 1) лежить вище ліній стиків у всіх шарах, нижче неї лежить лінія стиків в третьому шарі, потім у другому шарі і найнижче – в четвертому шарі. В куті другого вікна, навпаки вище всіх розташована лінія стиків в четвертому шарі, нижче неї у другому шарі, ще нижче в третьому і найнижче – в першому шарі.

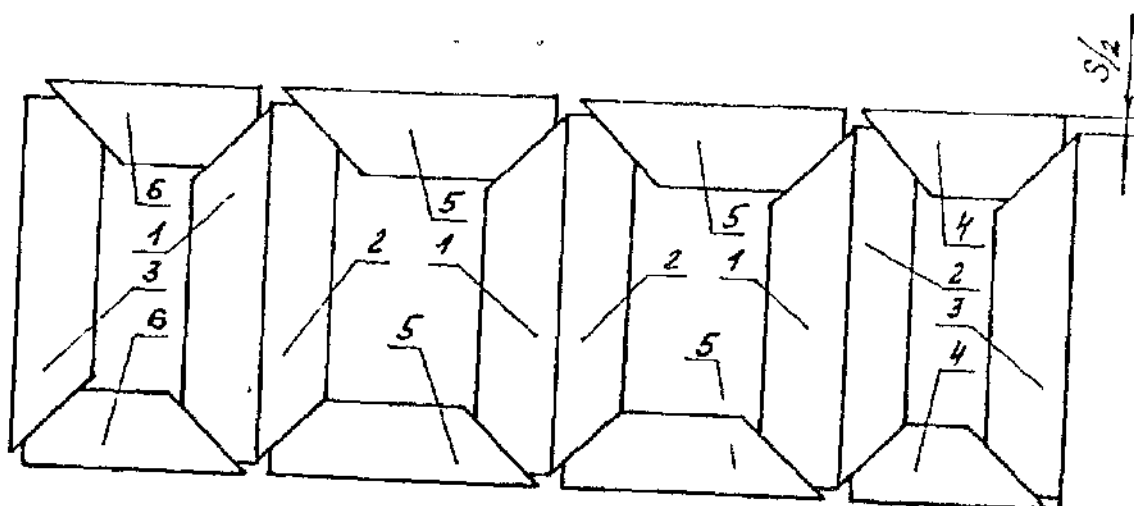
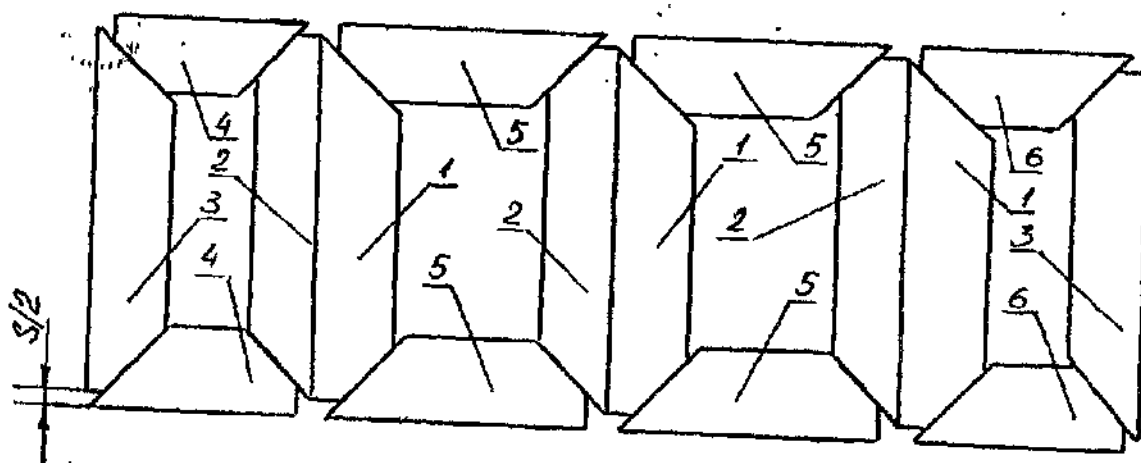
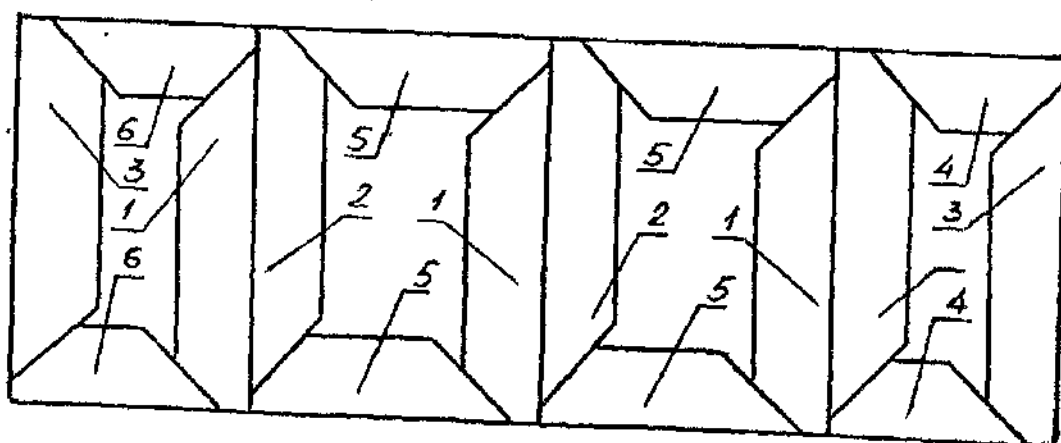
Зображені в плані лінії стиків являються слідами площин, в котрі рознесено лінії стиків у пакеті.

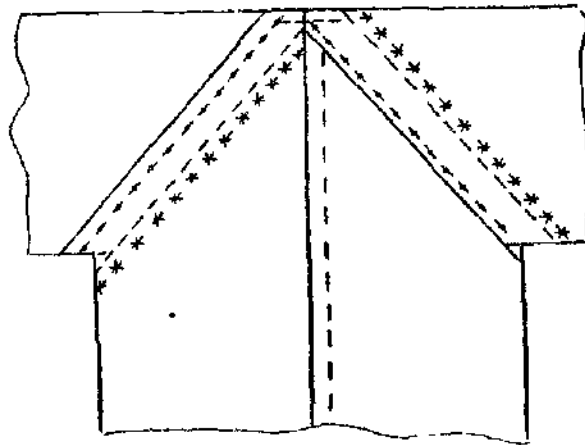
На фіг. 6 в масштабі показано Т-подібне з'єднання пластин у третьому шарі (фіг. 3). Видно, що розміри вирізів невеликі відносно розмірів пластин і не більші ніж розміри трикутних вирізів в кутах вікон системи, а такі вирізи мають місце при косих стиках у всіх магнітних систем.

При роботі трансформатора з магнітною системою, яка показана на фіг. 1 – 4, магнітний потік, спричинений цирку-

ляцією струмів по обмотках на стержнях магнітної системи, буде проникати з одних стержнів в другі, та в бокові ярма. Магнітний опір на шляху потоку залежить від матеріалу пластин, густини потоку, а також спричинюється зазорами в стиках пластин. Хоч зазори і невеликі – від долі міліметра до кількох міліметрів, та вони являються для потоку важко здолаєними перепонами. При підході до зазору магнітний потік починає виходити з пластини і переходить в сусідні пластини, які відокремлені від даної кількома мікронами ізоляції, так що до власного потоку в перекриваючих зазор пластин додається та частина потоку, яка перейшла в перекриваючу зазор пластину з сусідніх пластин. Густина магнітного потоку в перекриваючих зазори пластин різко збільшується, що викликає збільшення втрат енергії на перемагнічування матеріалу пластин, збільшується і намагнічуючий струм. При традиційних конструкціях, в яких пакети пластин складені з груп з двома шарами пластин, в перекриваючу зазор пластину входять магнітні потоки з двох сусідніх пластин, з одної і другої сторін, тоді як при рознесенні стиків пластин більше ніж у дві площини, в перекриваючу пластину переходить потік тільки від однієї сусідньої пластини. Це зменшує густоту потоку в перекриваючій пластині, а значить зменшує втрати енергії. Струм намагнічення також зменшується, бо у потоку з'являється можливість обійти зазор по сусіднім пластинам, не переходячи, або майже не переходячи через неферромагнітний зазор, при цьому в перекриваючих пластинах густина потоку, від якої різко залежить намагнічуючий струм, менша чим у двошаровій конструкції.

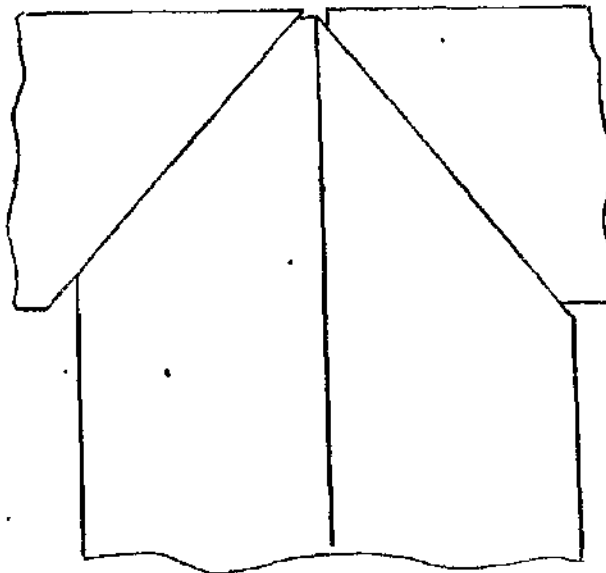


 $\Phi_{i2,2}$  $\Phi_{i2,3}$  $\Phi_{Ir,4}$



- положення ліній стиків по Фіг. 1
 - - - - - положення ліній стиків по Фіг. 2
 - · - · - · положення ліній стиків по Фіг. 3
 * * * * * положення ліній стиків по Фіг. 4

Фіг. 5



Фіг. 6

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор

Л. Філь

Замовлення 4563

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101