

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243788 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437779**

(22) Data zgłoszenia: **2021.05.04**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.11.07 BUP 45/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.10.09 WUP 41/2023**

(51) MKP:

H01R 4/66 (2006.01)

H02G 13/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

MESSYASZ ANDRZEJ, Częstochowa, PL

MYSŁEK ANDRZEJ, Częstochowa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ANDRZEJ DOMINIAK, Łagiewniki Małe, PL

ANDRZEJ MESSYASZ, Częstochowa, PL

ANDRZEJ MYSŁEK, Częstochowa, PL

(74) Pełnomocnik:

Jerzy Radecki, Częstochowa, PL

(54) Tytuł:

Zespół uziemiający do obiektów energetycznych

PL 243788 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zespół uziemiający do obiektów energetycznych, zwłaszcza stacji transformatorowych średniego napięcia, słupów energetycznych czy odłączników średnich napięć, do stosowania w branży energetycznej.

Uziemienie to konieczny element każdego fragmentu systemu elektroenergetycznego. Wykonuje się je z nieizolowanych przewodników umieszczonych w gruncie. Ułożone w nim równolegle z jego powierzchnią nazywa się poziomymi, wbite do niej prostopadle pionowymi, a pograżone w sposób pośredni ukośnymi. Kryterium przydatności uziemienia ochronnego i roboczego jest jego wartość rezystancji. Z powodu znacząco dużych przekrojów uziomów wartość rezystancji uziemienia nie zależy od rodzaju materiału tylko od rezystywności gruntu oraz długości i sposobu ułożenia uziomów w gruncie. Rezystywnością gruntu nazywa się opór jaki prądowi na jego drodze z obiektu do miejsca ostatecznego rozproszenia stawia sześcian gruntu o boku 1 m. Znając rezystywność gruntu, niezbędną długość uziomów pionowych można obliczyć z podanego poniżej wzoru:

$$l[m] = \frac{\rho[\Omega m]}{R[\Omega]} \times W$$

gdzie:

ρ [Ωm] – rezystywność gruntu

R [Ω] – wymagana wartość rezystancji

l [m] – konieczna długość

W – współczynnik uwzględniający sposób ułożenia uziomu w gruncie

W większości przypadków uziemienie buduje się z kilku uziomów pionowych połączonych ze sobą uziomami poziomymi. Prąd płynący w uziomie w różnych punktach gruntu wytwarza potencjały o różnych wartościach, które są wprost proporcjonalne do wielkości prądu i rezystywności gruntu, a odwrotnie proporcjonalne do odległości punktu od środka uziomu. W punktach gruntu jednakowo odległych od środka uziomu prąd w nim płynący wytwarza potencjały o takich samych wartościach. Te wspólne wartości w różnych miejscach nazwano ekwipotencjałami, a ich zbiory liniami ekwipotencjalnymi. Te z kolei są podstawą projektowania uziemień, bowiem między punktami o tych samych wartościach potencjałów prąd nie płynie, a tym samym w objętości nimi zajętej się nie rozprasza.

Najczęściej uziom pionowy, jako elektroda uziemiająca wbita w glebę pionowo, łączy się z poziomą siatką uziemiającą w celu zmniejszenia jej rezystancji. Siatki stacji wymagają niskiej wartości rezystancji tym samym często więcej niż jednego uziomu pionowego. Z powodu zasięgu i rozkładu potencjałów wokół niego wymaga się koniecznej odległości między nimi, nie mniejszej od długości głębiej pograżonego sąsiada. Wskaźniki bezpieczeństwa (krokowe i dotykowe napięcia rażenia) dwa razy większej. Dlatego pionowa elektroda uziemiająca (uziom pionowy) ma ograniczoną głębokość pograżenia co poprzez konieczne zajęcie uziemieniem większego obszaru powoduje wzrost budowy kosztów skutecznego uziemienia, bezpiecznego dla ludzi co najmniej dwukrotnie. Na ziemiach źle przewodzących z dodatkową barierą geologiczną mogą być wielokrotnie wyższe.

Znany jest z chińskiego opisu wynalazku CN 104505684 sposób montażu elektrody uziemiającej dla zmniejszenia stopnia rezystancji polegający na pomiarze wartości przekątnej poziomej siatki uziemiającej, przygotowaniu elektrody uziemiającej w postaci metalowej rurki o długości od 1,1 do 1,3-krotności wartości przekątnej. Jeden koniec elektrody uziemiającej wsuwany jest w ziemię pod zadany kąt nachylenia, a drugi koniec elektrody uziemiającej jest podłączony do poziomej sieci elektroenergetycznej; przy czym kąt wsuwania, to kąt między elektrodą uziemiającą a poziomą płaszczyzną poziomej sieci elektroenergetycznej, a jego zakres wynosi od 30÷60°.

Nachylenia elektrody uziemiającej sprawia, że efekt ekranowania między elektrodą uziemiającą a poziomą siatką uziemiającą jest znacznie mniejszy niż efekt ekranowania między pionową elektrodą uziemiającą a poziomą siatką uziemiającą.

W jednym z przykładów zastosowania sposobu według niniejszego wynalazku powierzchnia poziomej siatki uziemiającej wynosiła 50÷70 m², długość elektrody uziemiającej była 1,2-krotnością wartości przekątnej. Liczba elektrod uziemiających wynosiła od 4 do 8, a kąt między każdą z elektrod uziemiających a płaszczyzną poziomą poziomej sieci energetycznej wynosił od 50 stopni do 55 stopni.

Znany jest z greckiego opisu zgłoszeniowego wynalazku GR 20160100376 zespół elektrody dyfuzyjnej do instalacji uziemiających, charakteryzujący się tym, że zawiera co najmniej dwie perforowane płyty metalowe przymocowane, korzystnie w konfiguracji prostokątnej, do poprzecznie perforowanej płyty łączącej, również metalowej.

Mocowanie wspomnianych płyt perforowanych w perforowanej płycie łączącej odbywa się poprzez spawanie lub za pomocą metalowych łączników narożnych i śrub lub za pomocą odpowiedniego ukształtowania krawędzi i ich dopasowania, za pomocą zatrzasku.

Co najmniej dwie metalowe płytki są zasadniczo równoległe lub pod kątem do siebie.

Co najmniej dwie metalowe płyty są centralnie perforowane i połączone elementem w kształcie pręta, który wnika w nie prostopadle lub kątowo i jest do nich przy spawany lub przykręcony.

Rezystancja instalacji uziemiającej z elektrodami dyfuzyjnymi według wynalazku jest mniejsza niż instalacji z konwencjonalnymi palami lub pojedynczymi płytami.

Przedstawione rozwiązanie jest niezwykle korzystne w środowiskach o małej dostępnej przestrzeni, na przykład w historycznych centrach, ośrodkach miejskich i wszędzie tam, gdzie brakuje wystarczającej powierzchni do wykonania instalacji uziemienia.

Znany jest z polskiego opisu zgłoszeniowego wynalazku PL 429632 sposób obniżenia wartości rezystancji uziemienia dla obiektu chronionego, gdzie zaciski uziemienia obiektu chronionego łączy się bezpośrednio lub pośrednio poprzez istniejącą instalację uziemiającą z uziomem pionowym w postaci podłużnych elementów przewodzących prąd elektryczny, które pograża się w gruncie na planowaną głębokość, polega na tym, że uziom pionowy stanowi zespół złożony z jednego uziomu pierwotnego połączonego metalicznie z instalacją uziemienia obiektu i co najmniej jednego uziomu wtórnego, pograżanych w gruncie pionowo lub pod kątem, równoległe do siebie w odstępie $1\div 90$ cm, w zależności od rezystywności gruntu i głębokości pograżenia uziomu pierwotnego, tak aby uziom wtórny znajdował się w obszarze całkowicie zajętych potencjałami wytworzonymi przez uziom pierwotny. Uziom wtórny pograża się w gruncie na głębokość, przy której mierzona wartość rezystancji uziomu pierwotnego przestanie spadać, albo zapewnia wymagane wartości potencjałów w charakterystycznych punktach dla dotykowych i krokowych napięć rażenia. W przypadku, gdy uziom wtórny podczas pograżania osiągnie długość większą od uziomu wcześniej pograżonego, to uziom ten łączy się metalicznie z instalacją uziemiającą, i stanowi uziom pierwotny, a uziom wcześniej pograżony staje się uziomem wtórnym.

Celem rozwiązania według wynalazku było opracowanie zespołu uziemiającego, który zajmuje ograniczoną przestrzeń gruntu i ułatwia monitorowanie poprzez zapobieganie uszkodzeniom podczas instalacji innych sieci podziemnych.

Istota zespołu uziemiającego do obiektów energetycznych, zawierającego jeden uziom pionowy i co najmniej jeden uziom ukośny połączony z nim metalicznie, przy czym uziom ukośny pograżony jest w gruncie pod kątem do 60° do jego powierzchni, w pobliżu uziomu pionowego, polega na tym, że każdy uziom ukośny jest pograżony w gruncie tak, że jego oś przecina się z osią uziomu pionowego, a długość każdego z uziomów ukośnych jest większa od długości uziomu pionowego.

Korzystnym jest, gdy górne końce pograżonych w gruncie uziomów ukośnych znajdują się w jednakowej odległości od uziomu pionowego i są równomiernie rozmieszczone wokół uziomu pionowego, a kąty pograżonych w gruncie uziomów ukośnych są jednakowe, przy czym uziomy ukośne posiadają tę samą długość.

Zespół uziemiający do obiektów energetycznych według wynalazku, w odróżnieniu od dotychczasowych możliwości ich uziemiania, pozwala wykonać skuteczne, obniżające wartość rezystancji uziemienie obiektu energetycznego na obszarze o ograniczonej przestrzeni, w obrębie danego obiektu, jak na przykład pod kontenerową stacją transformatorową czy słupem energetycznym.

Stwierdzono, że jeśli górne końce pograżonych w gruncie uziomów ukośnych znajdują się w jednakowej odległości od uziomu pionowego i są równomiernie rozmieszczone wokół uziomu pionowego, a kąty pograżonych w gruncie uziomów ukośnych są jednakowe, przy czym uziomy ukośne posiadają tę samą długość, to zespół skutecznie zapewnia wokół siebie równomierny rozkład potencjałów, co gwarantuje bezpieczeństwo dla ludzi przed porażeniem prądem.

Zespół według wynalazku może stanowić uziemienie samodzielne obiektu wymagającego uziemienia albo być fragmentem większej instalacji uziemiającej.

Przykład 1

Założenia: Wymagana wartość rezystancji dla słupa 110 kV – $R = 8,0 \Omega$, rezystywność gruntu: $\rho = 120 \Omega\text{m}$, współczynnik uwzględniający sposób ułożenia uziomu pionowego w gruncie przyjęto: $W = 1$.

$$l[m] = \frac{\rho[\Omega m]}{R[\Omega]} \times W$$

Zgodnie ze wzorem konieczna długość uziomów wynosi:

$$= \frac{\rho[\Omega m]}{R[\Omega]} = \frac{120 \Omega m}{8,0 \Omega} \times 1 = 15 m$$

Pograżono uziom pionowy o długości $l_0 = 7,0$ m i jeden uziom ukośny pod kątem 45° o długości 9,8 mb. Zmierzona wartość rezystancji wynosiła 7,5 Ω . Układ zapewnił wymaganą wartość rezystancji.

Przykład 2

Założenia: Wymagana wartość rezystancji dla stacji kontenerowej SN/nN – $R = 4,0 \Omega$, rezystywność gruntu: $\rho = 120 \Omega m$, współczynnik uwzględniający sposób ułożenia uziomów w gruncie przyjęto: $W=1,0$.

Zgodnie z podanym wcześniej wzorem konieczna długość uziomów wynosi:

$$l = \frac{\rho[\Omega m]}{R[\Omega]} \times W = \frac{120 \Omega m}{4,0 \Omega} \times 1,0 = 30 m$$

W środku geometrycznym gruntu pod budowaną stacją pograżono uziom pionowy o długości 8,0 m. Na prostej, na której znajdował się uziom równoległej z dłuższym bokiem stacji, w odległości 1,5 m od niego pograżono pod kątem 45° pierwszy uziom ukośny o długości 11 m. Z przeciwnej strony uziomu pionowego na tej samej prostej w tej samej odległości od niego drugi uziom ukośny o tej samej długości 11 m.

Zmierzona wartość rezystancji wynosiła 3,9 Ω . Układ zapewnił wymaganą wartość rezystancji.

Przykład 3

Założenia: Uziemienie ma zapewniać bezpieczne wartości obu napięć rażenia.

Wymagana wartość rezystancji dla słupa SN 20 kV – $R = 2,0 \Omega$, rezystywność gruntu: $\rho = 120 \Omega m$, współczynnik uwzględniający sposób ułożenia uziomów w gruncie przyjęto: $W=1,0$.

Zgodnie z podanym wcześniej wzorem konieczna długość uziomów wynosi:

$$l = \frac{\rho[\Omega m]}{R[\Omega]} \cdot W = \frac{120 \Omega m}{2,0 \Omega} \times 1,0 = 60 m$$

Pograżono uziom pionowy o długości $l_0 = 6,0$ m i sześć uziomów ukośnych o długości po 10 mb pograżonych pod kątem 30° , na głębokość 5 m, otrzymując łączną długość uziomów 66 m.

Zmierzona wartość rezystancji wynosiła 1,8 Ω . Układ zapewnił wymaganą wartość rezystancji zapewnił także bezpieczne wartości napięć rażenia.

Zmiana kąta pograżenia uziomów ukośnych, w stosunku do przykładu 1, z 45° na 30° dokonano dlatego, że uziom ukośny pograżony pod kątem 30° jest dwukrotnie dłuższy od pograżonego na tę samą głębokość uziomu pionowego, natomiast przy pograżeniu na tę samą głębokość pod kątem 45° jest dłuższy tylko o 1/4.

Wartość rezystancji uziemienia zależy od rezystywności gruntu i długości uziomów. Z przykładów wynika, że w tym samym gruncie uziemienie czterokrotnie dłuższe będzie miało cztery razy niższą wartość rezystancji.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie zespół uziemiający do obiektów energetycznych z jedną elektrodą ukośną, w rzucie na płaszczyznę pionową, dla słupa energetycznego, fig. 2 – schematycznie zespół z fig. 1 w rzucie na płaszczyznę poziomą, dla słupa energetycznego, obrazujący zasięg potencjałów wytworzonych przez zespół, fig. 3 – schematycznie zespół z dwiema elektrodami ukośnymi w rzucie na płaszczyznę pionową, dla stacji transformatorowej, fig. 4 – schematycznie zespół z fig. 3 w rzucie na płaszczyznę poziomą, dla stacji transformatorowej, obrazujący zasięg potencjałów wytworzonych przez zespół, fig. 5 – schematycznie zespół z czterema elektrodami ukośnymi w rzucie na płaszczyznę pionową, dla słupa energetycznego, a fig. 6 – schematycznie zespół z fig. 5 w rzucie na płaszczyznę poziomą, dla słupa energetycznego, obrazujący zasięg potencjałów wytworzonych przez zespół.

Na wymienionych rysunkach, te same części oznaczone są tymi samymi indeksami liczbowymi.

Zespół uziemiający do obiektów energetycznych przedstawiony w rzucie na płaszczyznę pionową na figurze 1, zawiera jeden uziom pionowy 1 i jeden uziom ukośny 2 pograżony w gruncie pod kątem 45° , z miejsca pograżenia uziomu pionowego 1. Zespół połączony jest metalicznie z obiektem energetycznym w postaci słupa energetycznego 3 poprzez szynę uziemiającą 4. Oś uziomu ukośnego 2 przecina się z osią uziomu pionowego 1, a jego długość jest większa od długości uziomu pionowego 1.

A – Objętość gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie pionowym decydująca o wartości rezystancji uziomu pionowego.

B – Objętość gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie ukośnym decydująca o wartości rezystancji uziomu ukośnego.

ZO – Ziemia odniesienia – obszar o potencjale zero, na którym nie występują już jakiekolwiek potencjały wytworzone prądem płynącym w żadnym z rozpatrywanych uziomów.

Na figurze 2, która stanowi rzut na płaszczyznę poziomą zespołu z fig. 1 widoczny jest zasięg potencjałów wytworzonych przez zespół.

A₁ – Powierzchnia gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie pionowym, których wartości decydują o bezpieczeństwie człowieka poruszającego się po niej.

B₁ – Powierzchnia gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie ukośnym, których wartości decydują o bezpieczeństwie człowieka poruszającego się po niej.

ZO₁ – Ziemia odniesienia – obszar o potencjale zero, na którym nie występują już jakiekolwiek potencjały wytworzone prądem płynącym w rozpatrywanym uziemieniu.

Na ziemiach dobrze przewodzących ($\rho < 100 \Omega\text{m}$), przy pograżeniach na głębokość nie mniejszą niż 4 m, układ zapewni wymaganą wartość rezystancji.

Figura 3 przedstawia schematycznie zespół w rzucie na płaszczyznę pionową, dla stacji transformatorowej, która zawiera jeden uziom pionowy 1 i dwa uziomy ukośne 2 pograżone w gruncie na tę samą głębokość jak uziom pionowy, pod kątem 30°. Uziomy są połączone z nim metalicznie poprzez szynę uziemiającą 5 stacji transformatorowej 6. Osie uziomów ukośnych 2 przecinają się z osią uziomu pionowego 1 w tym samym miejscu, a ich długości są większe od długości uziomu pionowego 1. Górne końce 7 pograżonych w gruncie uziomów ukośnych 2 znajdują się w jednakowej odległości od uziomu pionowego 1.

A – Objętość gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie pionowym decydująca o wartości rezystancji uziomu pionowego.

B – Objętość gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie ukośnym decydująca o wartości rezystancji uziomu ukośnego.

ZO – Ziemia odniesienia, to jest obszar o potencjale zero, na którym nie występują już jakiekolwiek potencjały wytworzone prądem płynącym w żadnym z rozpatrywanych uziomów.

Na figurze 4, która stanowi rzut na płaszczyznę poziomą zespołu z fig. 3 widoczny jest zasięg potencjałów wytworzonych przez zespół, przy czym uziomy ukośne 2 są równomiernie rozmieszczone wokół uziomu pionowego 1.

A₁ – Powierzchnia gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie pionowym, których wartości decydują o bezpieczeństwie człowieka poruszającego się po niej.

B₁ – Powierzchnia gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie ukośnym, których wartości decydują o bezpieczeństwie człowieka poruszającego się po niej.

ZO₁ – Ziemia odniesienia, to jest obszar o potencjale zero, na którym nie występują już jakiekolwiek potencjały wytworzone prądem płynącym w rozpatrywanym uziemieniu.

Na ziemiach przewodzących ($\rho \approx 200 \Omega\text{m}$) przy pograżeniach na głębokość nie mniejszą niż 4 m układ zapewni wymaganą wartość rezystancji stacji.

Figura 5 przedstawia schematycznie zespół w rzucie na płaszczyznę pionową, dla słupa energetycznego, która zawiera jeden uziom pionowy 1 i cztery uziomy ukośne 2 pograżone w gruncie na tę samą głębokość jak uziom pionowy, pod kątem 45°. Uziomy są połączone ze słupem energetycznym 3 metalicznie poprzez szynę uziemiającą 4. Osie uziomów ukośnych 2 przecinają się z osią uziomu pionowego 1 w tym samym miejscu, a ich długości są większe od długości uziomu pionowego 1. Górne końce 7 pograżonych w gruncie uziomów ukośnych 2 znajdują się w bezpośredniej bliskości uziomu pionowego.

A – Objętość gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie pionowym decydująca o wartości rezystancji uziomu pionowego

B – Objętość gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomie ukośnym decydująca o wartości rezystancji uziomu ukośnego.

ZO – Ziemia odniesienia – obszar o potencjale zero, na którym nie występują już jakiekolwiek potencjały wytworzone prądem płynącym w żadnym z rozpatrywanych uziomów.

Na figurze 6, która stanowi rzut na płaszczyznę poziomą zespołu z fig. 5 widoczny jest zasięg potencjałów wytworzonych przez zespół, przy czym uziomy ukośne 2 są równomiernie rozmieszczone wokół uziomu pionowego 1.

B₁ – Powierzchnia gruntu zajęta potencjałami wytworzonymi prądem płynącym w uziomach ukośnych, których wartości decydują o bezpieczeństwie człowieka poruszającego się po niej.

ZO₁ – Ziemia odniesienia – obszar o potencjale zero, na którym nie występują już jakiegokolwiek potencjały wytworzone prądem płynącym w rozpatrywanym uziemieniu.

Przy tym układzie uziomów na powierzchni ziemi występują tylko potencjały wytworzone uziomami ukośnymi. Wartości potencjałów nie dodają się ani nie odejmują, panuje ten o najwyższej wartości bezwzględnej.

Przy pograżeniu uziomów na głębokość nie mniejszą od 4 m i wymaganej wartości rezystancji zespół zapewnia niską wartość rezystancji i bezpieczne wartości napięć rażenia, tym samym pełne bezpieczeństwo ludziom poruszającym się na powierzchni objętości gruntu zajętego przez uziemiany obiekt, także na granicy ziemi odniesienia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Zespół uziemiający do obiektów energetycznych, zawierający jeden uziom pionowy i co najmniej jeden uziom ukośny złożony z metalowych, przewodzących prąd, segmentów rurkowych lub prętowych, połączony z nim metalicznie, przy czym uziom ukośny pograżony jest w gruncie pod kątem do 60° do jego powierzchni, w pobliżu uziomu pionowego, **znamienny tym**, że każdy uziom ukośny (2) jest pograżony w gruncie tak, że jego oś przecina się z osią uziomu pionowego (1), a długość każdego z uziomów ukośnych (2) jest większa od długości uziomu pionowego (1).
2. Zespół według zastrz. 1, **znamienny tym**, że górne końce (7) pograżonych w gruncie uziomów ukośnych (2) znajdują się w jednakowej odległości od uziomu pionowego (1) i są równomiernie rozmieszczone wokół uziomu pionowego (1), a kąty pograżonych w gruncie uziomów ukośnych (2) są jednakowe.
3. Zespół według zastrz. 2, **znamienny tym**, że uziomy ukośne (2) mają tę samą długość.

Rysunki

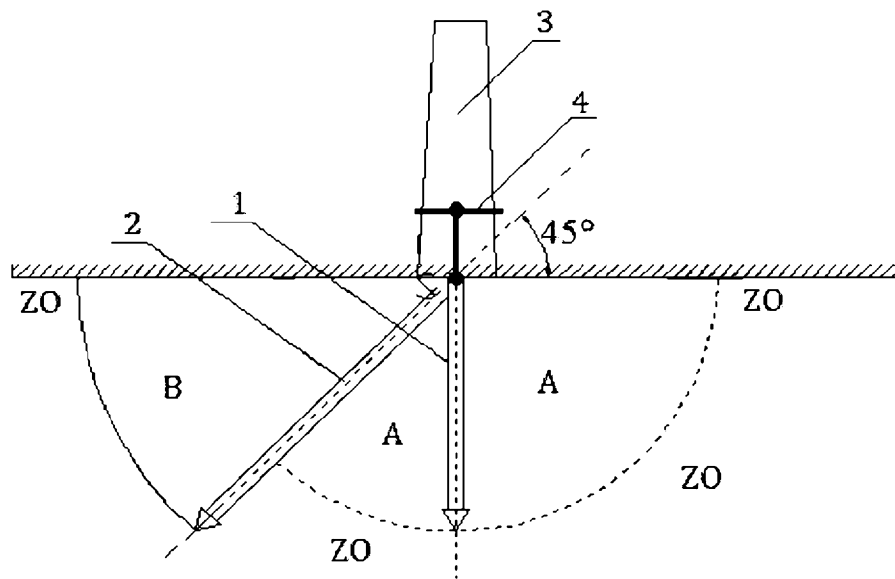


Fig.1

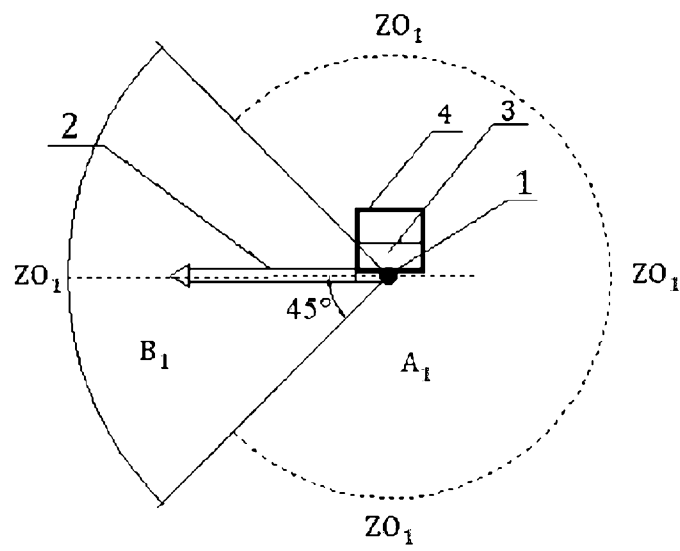
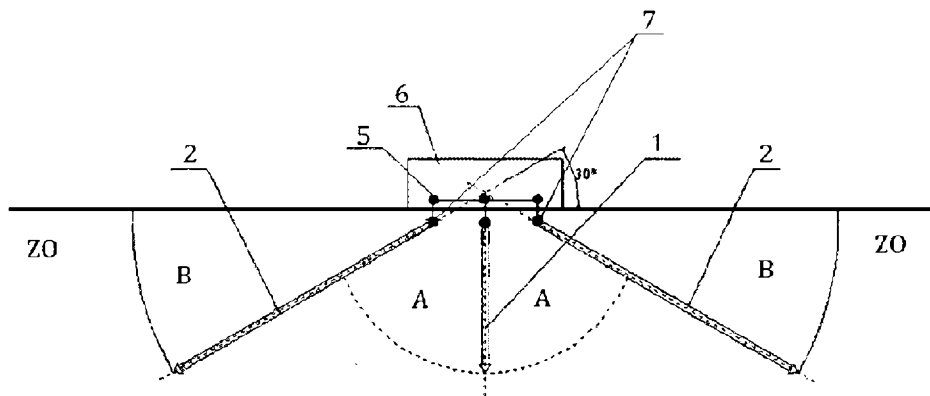
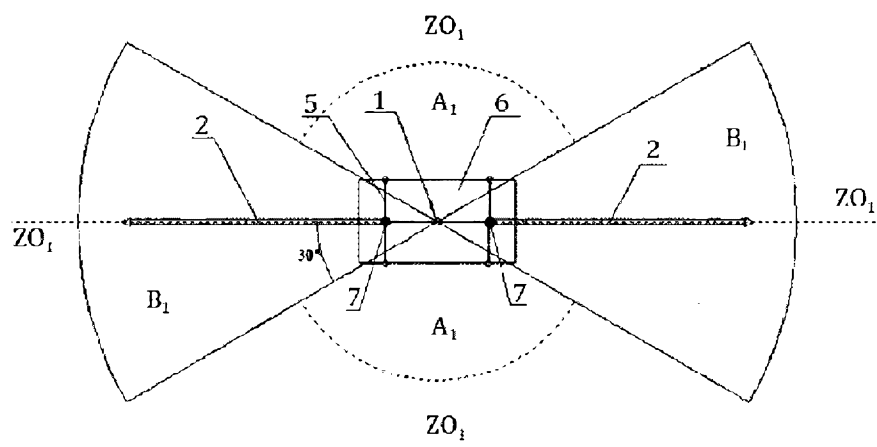


Fig.2

**Fig.3****Fig.4**

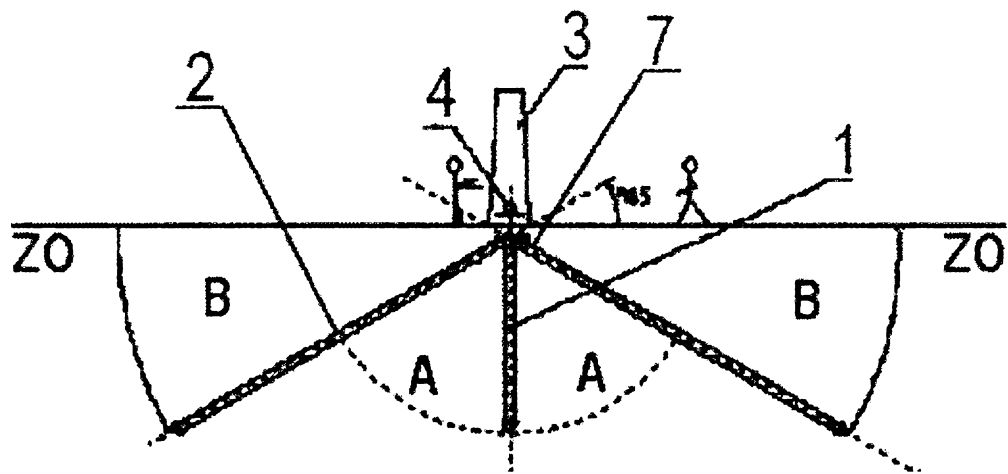


Fig. 5

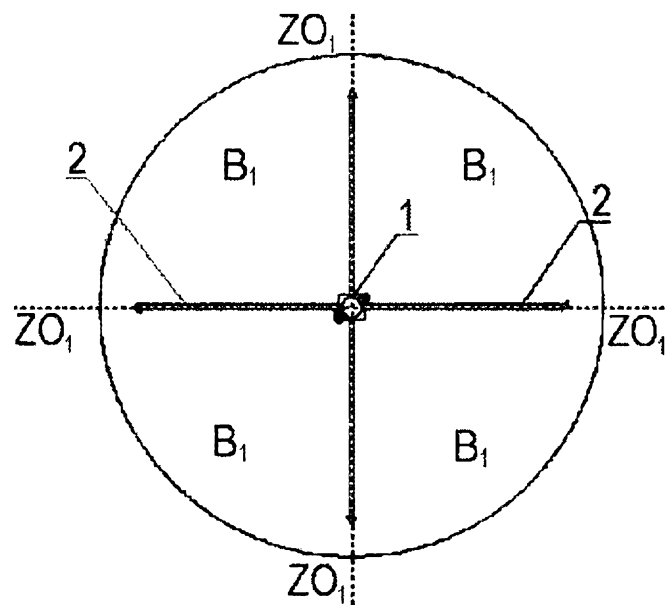


Fig. 6