



УКРАЇНА

(19) UA (11) 89008 (13) C2
(51) МПК (2009)
H02H 3/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

1

2

(21) а200815099

(22) 29.12.2008

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) БУТЕНКО ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ, БИЛОУСОВ ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ, ПАНАРІНА ЄВГЕНІЯ МИКОЛАЇВНА, ТЕРЬОШИН ВІКТОР МИКОЛАЙОВИЧ

(73) УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

(56) RU 2120166 C1, 10.10.1998

UA 83580 C2, 25.07.2008

DE 19704166 A1, 14.08.1997

US 2008024012 A1, 31.01.2008

US 20060171175 A1, 03.08.2006

(57) Пристрій захисту електроустаткування, що містить силовий блок, що є паралельним з'єднанням гілок, кожна з яких складається з послідовно з'єднаних апарата захисту, що відповідає умові $I_H = kI_p$ (де I_H - номінальний струм апарата захисту, I_p - розрахунковий струм електроустаткування, що захищається, $k=1,05-2,0$ - коефіцієнт запасу), і симістора, причому апарати захисту мають різні номінальні струми ($I_{1H} = kI_p$, $I_{2H} = I_{1H}/k_2$, $I_{3H} = I_{2H}/k_3$, де k_2 , k_3 і так далі - коефіцієнти пропорційності, що набувають значень від 2 до 7, I_{1H} , I_{2H} , I_{3H} - номінальний

струм апарата захисту відповідно 1-ої, 2-ої, 3-ої і т.д. гілок) і блок керування, що містить джерело живлення, вхід якого підключений до нейтрального проводу і фази електроустаткування на вході апарата захисту, вимірювальний орган, що включає в себе генератори імпульсів і трансформатор струму, що є входом багатоканального компаратора, виконаного на операційних підсилювачах, інвертувальний вхід одного з яких та інвертувальний вхід інших операційних підсилювачів приєднані до подільника опорної напруги, а інший вхід кожного операційного підсилювача, що залишився, - до виходу трансформатора струму, вихід кожного операційного підсилювача сполучений із входом свого генератора імпульсів, вихід кожного з яких сполучений з ланцюгом управління свого симістора, причому кількість операційних підсилювачів, генераторів імпульсів і каналів компаратора дорівнює числу апаратів захисту в силовому блоці, який відрізняється тим, що апарати захисту забезпечені блок-контактами, які при зведеному положенні апаратів захисту замкнуті, при цьому блок-контакти апаратів захисту з'єднані послідовно, і це з'єднання одним своїм кінцем підключено до джерела живлення, а іншим - до спільного входу генераторів імпульсів.

Винахід відноситься до електротехніки, зокрема до низьковольтних пристроїв захисту електроустаткування.

Відомі пристрої захисту електроустаткування, наприклад, автоматичні вимикачі, що містять контактну систему основних контактів, і максимальний розчіплювач струму [Кузнецов Р.С. Апарати розподілу електричної енергії на напругу до 1000В. - М.: Енергія, 1970]. Номінальний струм I_H таких автоматичних вимикачів відповідає номінальному або розрахунковому струму I_p електроустаткування, що захищається, з урахуванням коефіцієнта запасу k , що враховує зону розкиду захисних характеристик автоматичного вимикача і зону розкиду гранично-допустимих навантажень електроустаткування по струму і часу, тобто $I_H = kI_p$. Коефіцієнт запасу k залежно від типу пристрою

захисту (автоматичний вимикач або запобіжник), від виду виконуваних функцій, умов експлуатації та інших особливостей електроустаткування, що захищається, змінюється в межах від 1,05 до 2.

Недоліком такого пристрою захисту є його неефективність для захисту електроустаткування змінної потужності. Особливо наочно це виявляється у разі захисту одним автоматичним вимикачем групи навантажень, кожна з яких комутується окремим пристроєм, що не несе функції захисту, наприклад, магнітним пускачем. Найбільш яскравим представником такого устаткування є освітлювальна установка, яка, як правило, захищається автоматичним вимикачем з $k=1,4$. У освітлювальних установках окремі джерела світла або окремі групи джерел світла комутуються вимикачами, функціями захисту, що не володіють, і тому потуж-

(13) C2

(11) 89008

(19) UA

ність освітлювальної установки може коливатися в межах (0,05-1,0) P_p (P_p - розрахункова потужність освітлювальної установки). У цьому випадку знижується фактичний струм через автоматичний вимикач, який перестає нести функцію захисту на даному фактичному струмі. З'являється вірогідність виникнення пожежонебезпечної ситуації.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є пристрій захисту електроустаткування, що містить силовий блок, що є паралельним з'єднанням гілок, кожна з яких складається з послідовно сполучених апарату захисту, відповідного умові I_n/kI_p (I_n - номінальний струм апарату захисту, I_p - розрахунковий струм електроустаткування, що захищається, $k=1,05-2,0$ - коефіцієнт запасу) і симістора, причому апарати захисту мають різні номінальні струми ($I_{n1}=kI_p$, $I_{n2}=I_{n1}/k_2$, $I_{n3}=I_{n2}/k_3$ (k_2 , k_3 і так далі - коефіцієнти пропорційності від 2 до 7) і блок управління, що містить джерело живлення, вхід якого підключений до нейтрального дроту і фази електроустаткування на вході апарату захисту, вимірювальний орган, що включає генератори імпульсів і трансформатор струму, що є входом багатоканального компаратора, виконаного на операційних підсилювачах, прямий вхід одного з яких та інвертуючий вхід решти приєднані до дільника опорної напруги, а вхід кожного операційного підсилювача, що залишився, - до виходу трансформатора струму, вихід кожного операційного підсилювача сполучений з входом свого генератора імпульсів, вихід кожного з яких сполучений з колом управління свого симістора, причому кількість операційних підсилювачів, генераторів імпульсів і каналів компаратора дорівнює кількості апаратів захисту в силовому блоці [Патент RU №2120166 С/кл. Н02Н 3/08, 1998.10.10.].

Недоліком такого пристрою є неефективність його захисту електроустаткування змінної потужності, що може привести до виникнення пожежонебезпечної ситуації або виходу з ладу електроустаткування.

Це обумовлено тим, що в початковому положенні всі автоматичні вимикачі зведені й їх контакти замкнуті, та блок управління відкриває той симістор, номінальний струм автоматичного вимикача якого щонайближче до фактичного струму електроустаткування в даний момент часу, що захищається. І якщо виникає струм перевантаження (аварійний режим), то через деякий час відповідно до його захисної характеристики даний автоматичний вимикач спрацює і його контакти знеструмлять одну з паралельних гілок, в якій він знаходиться. Але блок управління автоматично відкриє симістор автоматичного вимикача з вищим номінальним струмом. Таким чином, по електроустаткуванню продовжуватиме протікати аварійний струм, що неприпустимо.

У основу винаходу поставлено завдання створення такого пристрою захисту, в якому завдяки введенню елементів, автоматично блокуючих протікання аварійного струму через електроустаткування, що захищається, після спрацювання будь-якого з автоматичних вимикачів, досягається підвищення ефективності захисту, зокрема на струмах менше розрахункових, що приведе до

зниження можливості виникнення пожежонебезпечної ситуації.

Поставлене завдання вирішується таким чином. Пристрій захисту електроустаткування містить силовий блок і блок управління. Силовим блоком є паралельне з'єднання гілок, кожна з яких складається з послідовно сполучених апарату захисту, відповідного умові $I_n=kI_p$ (I_n - номінальний струм апарату захисту, I_p - розрахунковий струм електроустаткування, що захищається, $k=1,05-2,0$ - коефіцієнт запасу), струму симістора. Апарати захисту мають різні номінальні струми ($I_{n1}=kI_p$, $I_{n2}=I_{n1}/k_2$, $I_{n3}=I_{n2}/k_3$, де k_2 , k_3 і так далі - коефіцієнти пропорційності від 2 до 7, I_{n1} , I_{n2} , I_{n3} - номінальний струм апарату захисту відповідно 1-ї, 2-ї, 3-ї і т.д. гілок). Блок управління містить джерело живлення, вхід якого підключений до нейтрального дроту і фази електроустаткування на вході апарату захисту, вимірювальний орган, що включає генератори імпульсів і трансформатор струму, що є входом багатоканального компаратора, виконаного на операційних підсилювачах, прямий вхід одного з яких і інвертуючий вхід решти приєднані до дільника опорної напруги, а входи кожного операційного підсилювача, що залишилися, - до виходу трансформатора струму. Вихід кожного операційного підсилювача сполучений з входом свого генератора імпульсів, а вихід кожного з яких сполучений з ланцюгом управління свого симістора. Причому кількість операційних підсилювачів, генераторів імпульсів і каналів компаратора дорівнює числу апаратів захисту в силовому блоці.

Згідно винаходу апарати захисту додатково забезпечені блок-контактами, які при зведеному положенні апаратів захисту замкнуті і з'єднані послідовно, і це з'єднання одним своїм кінцем підключено до джерела живлення, а іншим - до спільного входу генераторів імпульсів.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак винаходу і досягненням технічного результату полягає в наступному. Саме виконання пристрою захисту електроустаткування вказаним вище чином забезпечує достатню чутливість захисту до струмів перевантаження. Постачання апаратів захисту блок-контактами, які при зведеному положенні апаратів захисту замкнуті і сполучені послідовно, і це з'єднання електрично підключене одним кінцем до джерела живлення, а іншим - до загального входу генераторів імпульсів забезпечує відключення електроустаткування, що захищається, після спрацювання будь-якого з апаратів захисту у разі протікання по ньому аварійного струму. Включення електроустаткування можна здійснити тільки безпосередньо зведенням апарату захисту, що спрацював.

Таким чином, сукупність істотних ознак пропонуваного пристрою захисту забезпечує значення уставки струму спрацювання пристрою захисту, відповідне величині струму навантаження електроустаткування, що захищається, і необхідна зміна уставки зі зміною навантаження. В результаті підвищується ефективність захисту, у тому числі і при зміні навантаження у бік його зменшення, наслідком чого є зниження вірогідності виникнення пожежонебезпечної ситуації.

На Фіг.1 представлена функціональна схема пристрою захисту з триступінчатою автоматичною регульованою уставкою струму спрацьовування для освітлювальної установки з послідовним з'єднанням блок-контактів к.1.1 - к.2.1 - к.3.1. автоматичних вимикачів А1, А2, А3.

На Фіг.2 приведена принципова схема силового блоку.

На Фіг.3 принципова схема трьохканального компаратора.

Пристрій захисту містить силовий блок 1, включений у фазовий провід «Ф» устаткування (освітлювальної установки) 2, що захищається, і блок управління 3, який включає в себе джерело живлення 4. Вхід джерела живлення 4 сполучений з нейтральним проводом «О» і фазою «Ф» електроустаткування 2. Крім того, блок управління 3 містить вимірювальний орган 5, що складається з генераторів імпульсів 6, 7, 8 (по числу уставок струму спрацьовування пристрою захисту) і трьохканального компаратора 9. Входом компаратора 9 є трансформатор струму ТТ1, первинна обмотка якого включена у фазовий дріт «Ф» освітлювальної установки 2. Вихід трансформатора струму ТТ1 сполучений із входами операційних підсилювачів 10, 11, 12 (з входом «К» операційних підсилювачів 11 і 12 і з входом «и» підсилювача 10). Вхід операційних підсилювачів (вхід «и» підсилювачів 11 і 12 і вхід «К» підсилювача 10), що залишився, сполучений із дільником опорної напруги 13. Вихід «Е» кожного операційного підсилювача 10, 11, 12 сполучений із входом свого генератора імпульсів, відповідно до 6, 7, 8. Другі вхідні кінці генераторів імпульсів сполучені в загальний вузол, який сполучений з послідовним з'єднанням блок-контактів к1.1, к2.1, к3.1 відповідно автоматичних вимикачів А1, А2, А3 силового блоку 1. Другий кінець послідовного з'єднання блок-контактів сполучений із джерелом живлення 4 (+24В). Кожен генератор імпульсів 6, 7, 8 містить трансформатор імпульсів Т1. Вихід кожного генератора імпульсів 6, 7, 8 (відповідно «а», «б», «с») сполучений з колом управління відповідного симістора S1, S2, S3 силового блоку 1. Силове коло кожного з симісторів S1, S2, S3 сполучений послідовно зі своїм автоматичним вимикачем, відповідно А1, А2, А3. Контакти К1, К2, К3 автоматичних вимикачів А1, А2, А3 у разі аварійних ситуацій розривають коло навантаження 2, при цьому розмикаються і блок-контакти к1.1, к2.1, к3.1 автоматичних вимикачів А1, А2, А3. К4-К7 - вимикачі, що не володіють функціями захисту, якими вручну міняють потужність навантаження електроустаткування, що захищається, 2.

Пристрій працює таким чином.

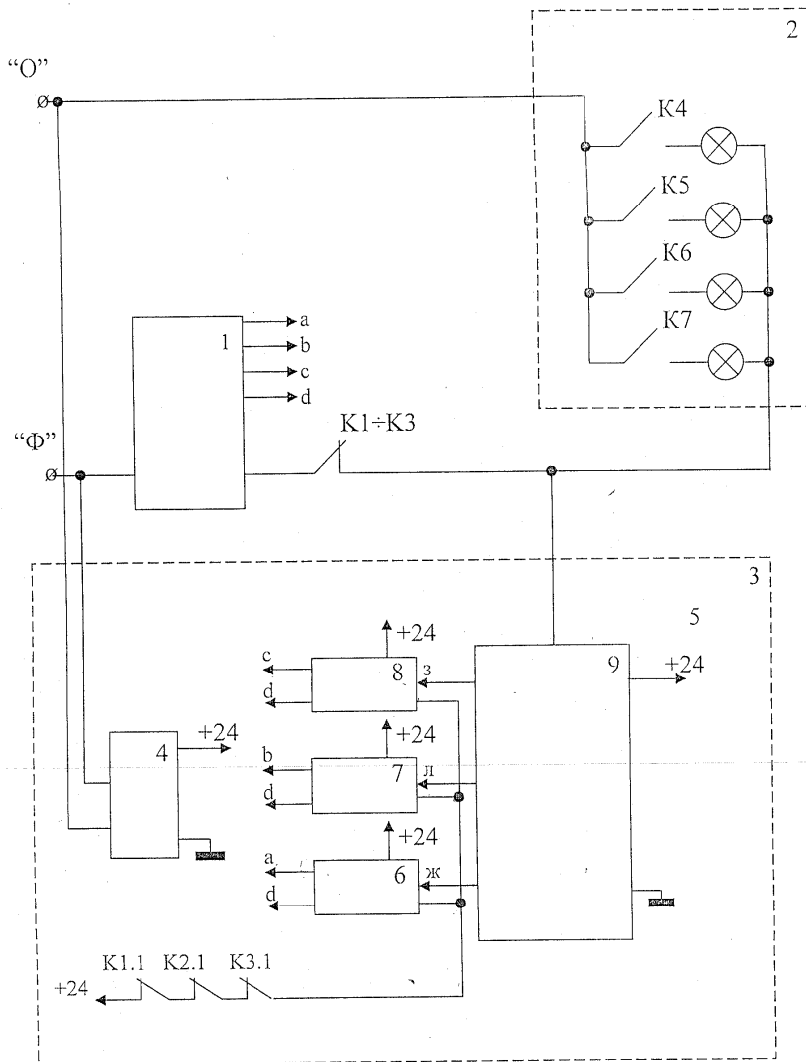
У початковому положенні автоматичні вимикачі А1, А2, А3 включені (зведені), тобто їх контакти К1, К2, К3 і блок-контакти к1.1, к2.1, к3.1 замкнуті. Проте струм в силовому колі з'явиться тільки тоді, коли буде вручну включений хоч би один з вимикачів К4, К5, К6, К7, які не володіють функціями захисту. Симістор S1 відкритий. Тому при виключенні будь-якого вимикача К4-К7 в силовому колі через автоматичний вимикач А1 починає протікати струм. В цьому випадку компаратор 9 вимірювального органу 5 блоку управління 3 через відповід-

ний генератор імпульсів 7 або 8 відкриває той симістор, номінальний струм автоматичного вимикача якого А2 або А3 щонайближче до струму електрообладнання в даний момент часу, що захищається. У разі зміни фактичного струму електрообладнання, що захищається, 2 за допомогою вимикачів К4-К7 блок управління 3 автоматично здійснює перемикання паралельних гілок силового блоку 1 за допомогою відкриття одного з відповідних симісторів S1, S2, S3 і закриття два останніх. Завжди відкритий тільки один з симісторів S1, S2, S3.

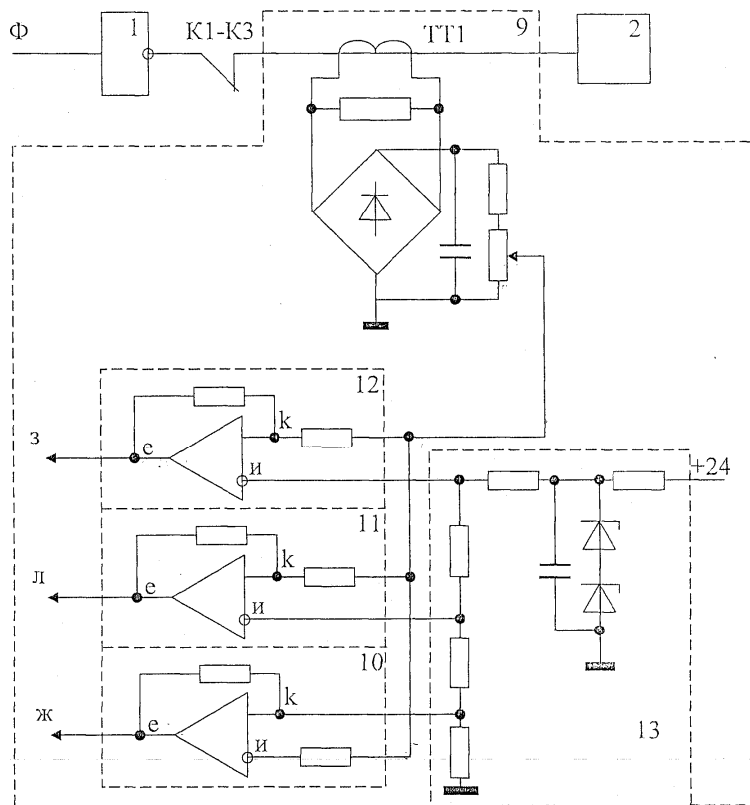
Таким чином, у будь-який момент часу включена тільки одна з трьох паралельних гілок силового блоку 1. У разі виникнення струму перевантаження через певний час спрацьовує відповідний автоматичний вимикач і його контакти К1 або К2 або К3 відключають електроустаткування 2. При цьому розмикаються і його блок-контакти к1.1 або к2.1 або к3.1, який відключає генератори імпульсів 6, 7, 8 від джерела живлення 4. Для повторного включення електроустаткування 2 необхідно звести рукояткою у включене положення відповідний автоматичний вимикач. За відсутності блок-контактів к1.1, к2.1, к3.1 і спрацьовуванні одного з автоматичних вимикачів А2 або А3 у разі виникнення струму перевантаження, блок управління 3 автоматично перемикає струм силового ланцюга на іншу паралельну гілку силового блоку 1. Таким чином струм перевантаження через електроустаткування 2, що захищається, продовжує протікати, але через автоматичний вимикач з вищою уставкою спрацьовування. Ефективність захисту падає. Виникає пожежонебезпечна ситуація. При відключенні всіх вимикачів К4- К7 струм у силовому колі зникне і симістори S2 і S3 закриваються. Послідовність включення того або іншого автоматичного вимикача А1-А3 залежно від величини фактичного струму силового ланцюга здійснюється за рахунок дільника 13 опорної напруги. Перемикання силового ланцюга з одного автоматичного вимикача на інший здійснюється при співвідношенні їх номінальних струмів в інтервалі від 2 до 7. У цьому інтервалі може бути встановлене будь-яке співвідношення. Співвідношення номінальних струмів автоматичних вимикачів рівне 2 відповідає практично нижній межі струмів перевантаження, а $k=7$ - практично верхній межі струмів перевантаження. Конкретне значення k визначається видом електроустаткування, що захищається, виконуваними ним функціями і умовами його експлуатації. Перед включенням струму електроустаткування 2 вимикачами К4-К7 завжди відкритий симістор S1. Тобто завжди першим включається автоматичний вимикач А1, який має найбільше значення номінального струму $I_{1н} > I_{2н} > I_{3н}$. При струмі освітлювальної установки $I \approx I_{2н}$ закривається симістор S1, але відкривається симістор S2, тобто струм через електроустаткування 2 починає проходити через автоматичний вимикач А2. Тепер захист здійснює вже автоматичний вимикач А2 при струмі силового кола $I \approx I_{3н}$ відкривається симістор S3, але закривається симістор S2. Тепер захист здійснює вже автоматичний вимикач А3. При збільшенні струму перемикання симісторів йде у зворотному напрямі.

Таким чином, запропонований пристрій захисту дозволяє автоматично підбирати той автоматичний вимикач для електрообладнання, номінальний струм якого знаходиться ближчим до струму силового ланцюга, що дозволяє підвищити чутливість захисту до струмів перевантаження. Крім того, за рахунок наявності у автоматичних вимикачів А1, А2, А3 блок-контактів k1.1, k2.1, k3.1, сполучених запропонованим способом, є можливість понизити

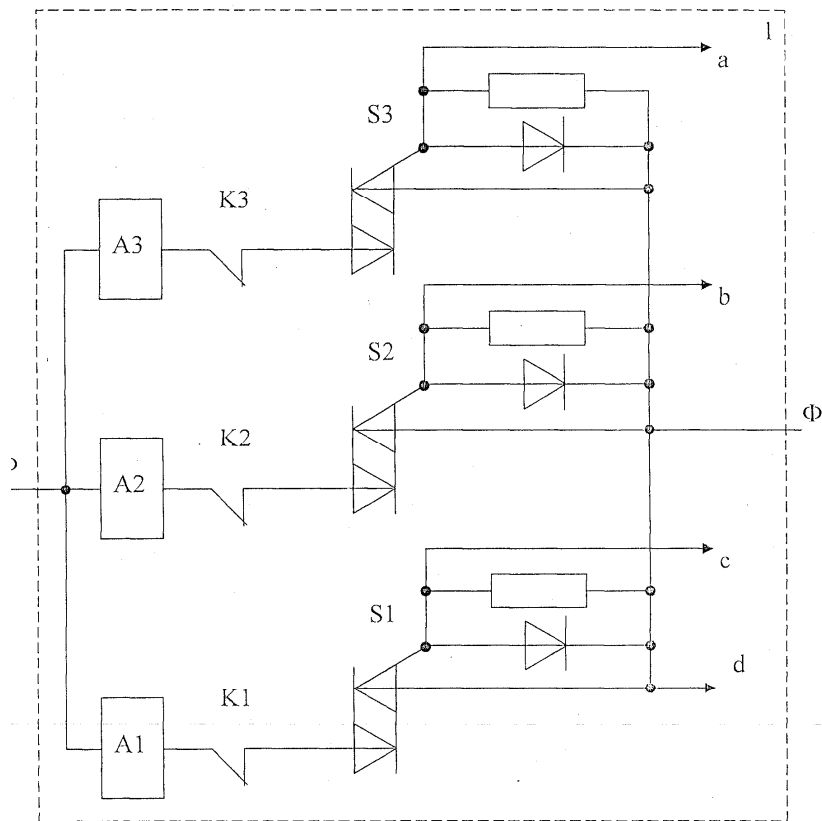
вірогідність виникнення пожежеонебезпечної ситуації за рахунок неможливості протікання струму в електрообладнанні 2 після спрацювання одного з автоматичних вимикачів до тих пір, поки не буде зведений автоматичний вимикач, що спрацював. Необхідно відзначити, що якщо включити автоматичний вимикач, що спрацював, на струм перевантаження, то він відразу ж відключатиметься за рахунок теплового розчіплювача, що не охолов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3