



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **B** (11) **35443**  
(51) *H02H 3/08* (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2020/0790.1

(22) 16.11.2020

(45) 31.12.2021, бюл. №52

(72) Асаинов Гибрат Жоламанович; Исабеков Даурен Джамбулович

(73) Некоммерческое акционерное общество «Казакский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина»

(56) KZ 33000 B, 06.08.2018;  
RU 2614243 C1, 24.03.2017;  
KZ 22074 A4, 15.12.2009;  
KZ 22072 A4, 15.12.2009.

(54) **КОНСТРУКЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ КОНТАКТАХ**

(57) Изобретение относится к электротехнике, а именно к релейной защите, выполненной на дифференциальном принципе и может быть использовано для защиты электродвигателей, напряжением 6-10 кВ, подключенных к ячейкам КРУ.

Технической задачей изобретение является - создание дифференциальной защиты на основе магнитоуправляемых контактов (герконов) для высоковольтных электродвигателей, подключенных к ячейкам КРУ.

Технический результат достигается за счет того, что в конструкцию дифференциальной защиты электродвигателя на магнитоуправляемых контактах.

Конструкция содержит первый, второй, третий, два четвертых, пятых и шестых однотипных геркона с замыкающим контактом три однотипные обмотки управления, шесть однотипных регулируемых резистора, планку, первые, вторые, третьи, четвертые и пятый хомуты, причем первых - шесть штук, первую и вторую поддерживающую стойку, причем вторая - с крышкой, первый и второй винт, первое и второе болтовое-гаечное соединения, силовой кабель, кабельный отсек ячейки, электродвигатель, статорные обмотки, изоляторы, два отверстия в БРНО с крышкой, первую и вторую концевые муфты, токоведущие шины, первый и второй соединительный кабель, и пластиковый рукав, резиновую прокладку, автоматический выключатель. указательное и промежуточное реле с обмоткой, блок сопротивлений, релейный блок.

Экономический эффект - отсутствие использования трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, имеющих высокую стоимость, что отвечает актуальному вопросу в релейной защите ресурсосбережению.

(19) KZ (13) B (11) 35443

Изобретение относится к электротехнике, а именно к релейной защите, выполненной на дифференциальном принципе и может быть использовано для защиты высоковольтных электродвигателей, напряжением 6-10 кВ, подключенных к ячейкам комплектных распределительных устройств (КРУ).

Известно устройство дифференциально-фазной защиты силового трансформатора с расщепленной обмоткой низшего напряжения [KZ№22074, H02H 7/045, опубл. 15.12.2009 г.], содержащее блок отстройки от броска тока намагничивания, геркон, расположенный в магнитном поле токопровода стороны высшего напряжения, подключенный к входу блока отстройки, исполнительный орган, второй, третий, четвертый геркон с обмотками подмагничивания и логическую часть, причем второй геркон с обмоткой подмагничивания установлен в магнитном поле токопровода стороны высшего напряжения, третий и четвертый - разных ветвей стороны низшего напряжения, выход блока отстройки подключен к первому входу логической части, контакты второго, третьего и четвертого герконов к второму, третьему и четвертому входу логической части, выход логической части - к исполнительному органу.

Недостатком этого устройства является то, что оно содержит значительное количество используемых элементов и предназначено для дифференциально-фазной защиты силового трансформатора.

Наиболее близким к предлагаемой конструкции является устройство дифференциальной защиты на герконах и магниторезисторе для преобразовательной установки с трансформатором и выпрямителем [RU №2614243. H02H 7/10, опубл. 24.03.2017г.], содержащее первый, второй и третий герконы с управляющими обмотками.

Недостатком данного устройства является большое количество используемых в нем элементов и отсутствие возможности и его использования для защиты высоковольтных электродвигателей.

Технической задачей изобретения является - создание дифференциальной защиты на основе магнитоуправляемых контактов (герконов) для высоковольтных электродвигателей, подключенных к ячейкам КРУ.

Технический результат достигается за счет того, что в конструкцию дифференциальной защиты электродвигателя на магнитоуправляемых контактах, содержащая исполнительный орган, выход которого подключен в цепь отключения выключателя электродвигателя, токопроводы переменного тока, первый, второй и третий однотипные герконы с замыкающим контактом, расположенных внутри однотипных обмоток управления, два четвертых, пятых и шестых однотипных геркона с замыкающим контактом без обмоток управления, два однотипных регулируемых резистора ( $R_1$  и  $R_2$ ), дополнительно введены планка для крепления герконов. шесть первых хомутов - для крепления герконов к планке, установленной на первом конце первой поддерживающей стойки с

помощью первого вита. Второй конец первой поддерживающей стойки крепится к стенке шкафа защиты ячейки КРУ с помощью второго винта, вторая поддерживающая стойка (в виде буквы «Т») с крышкой, а также со вторыми и третьими хомутами (состоящими из двух разборных половинок), имеющих первое и второе болтовое-гаечное соединения. Высота второй поддерживающей стойки совместно со вторыми и третьими хомутами составляет 120 мм. Два четвертых, пятых и шестых геркона посредством вторых хомутов с помощью первого болтового-гаечного соединения крепятся ко второй поддерживающей стойке с крышкой, необходимой для защиты данных герконов от внешних механических повреждений. Вторая поддерживающая стойка с помощью второго болтового-гаечного соединения присоединена к токопроводам переменного тока, в качестве которых высыпают токоведущие жилы силового кабеля в кабельном отсеке ячейки КРУ серии К-63, а внутри высоковольтного электродвигателя с противоположной стороны БРНО-к выводам статорных обмоток ( $C_1-C_6$ ). соединенных в треугольники выведенных к изоляторам, сам же БРНО закрывается крышкой, первая и вторая концевые муфты, токоведущие шины ячейки, шесть обмоток управления герконами (на каждый геркон приходится по две обмотки, включенных встречно друг другу). Первый и второй соединительный кабель, причем первый конец в второго соединительного кабеля проходит через два одинаковых отверстия в БРНО, первый и второй пластиковый рукав с четвертым и пятым хомутами, резиновая прокладка - для герметизации места входа-выхода первого соединительного кабеля из пластины, четыре однотипных регулируемых резистора ( $R_{3,4}$  и  $R_{5,6}$ ), автоматический выключатель. С помощью второй поддерживающей стойки со вторыми и третьими хомутами имеется возможность осуществления перемещения (при необходимости) четвертых, пятых и шестых герконов вдоль жил силового кабеля, к или от них, а также вдоль выводов статорных обмоток, позволяя тем самым осуществлять регулировку уставок срабатывания дифференциальной защиты.

В качестве исполнительного органа выступает промежуточное реле с обмоткой Первые контактные сердечники замыкающего контакта первого, второго и третьего, а также двух четвертых, пятых и шестых герконов подключены к полюсу «плюс» автоматического выключателя, а ко вторым контактным сердечникам замыкающего контакта первого, второго и третьего герконов подключен первый вывод обмотки промежуточного реле, второй же контактный сердечник замыкающего контакта двух четвертых, пятых и шестых герконов, размещенных в магнитном поле токоведущих жил силового кабеля и статорных обмоток подключен к первому выводу обмоток управления первого, второго и третьего герконов. Второй вывод обмотки промежуточного реле и обмоток управления первого, второго и третьего герконов подключен к

полюсу "минус" автоматического выключателя. К контакту на замыкание промежуточного реле, подключенного к полюсу «плюс» автоматического выключателя, посредством указательного реле подключен первый вывод обмотки катушки отключения (КО) выключателя. Второй вывод катушки отключения (КО) подключен к полюсу «минус» автоматического выключателя. Регулируемые резисторы в количестве шести штук размещены в блоке сопротивлений, а промежуточное и указательное реле - в релейном блоке.

На фиг.1 показана: планка с первыми, вторыми и третьими герконами вид ее: а) спереди: б) сзади: в) размещение в шкафу защиты ячейки КРУ автоматического выключателя, блока сопротивлений, планки с герконами и релейного блока: г) вил спереди и сбоку второй поддерживающей стойки со вторыми и третьими хомутами, а также с четвертым (пятым и шестым) герконом.

На фиг.2 представлено размещение двух групп четвертых (пятых и шестых) герконов в кабельном отсеке ячейки КРУ а); вид спереди БРНО с соединениями б): размещение четвертого (пятого и шестого) геркона внутри высоковольтного электродвигателя - вид сбоку относительно БРНО в); принципиальная схема внутренних соединений обмоток электродвигателя г).

На фиг.3 представлены общий вид подключения защищаемого высоковольтного электродвигателя к ячейке КРУ а): структурная схема дифференциальной защиты электродвигателя, выполненной на герконах б).

Заявляемая конструкция позволяет осуществить дифференциальную защиту высоковольтного электродвигателя, подключенного к ячейке КРУ, посредством сравнения индукций магнитного поля, реализуемую с помощью двух групп герконов, установленных в ячейке и внутри высоковольтного электродвигателя.

Конструкция дифференциальной защиты электродвигателя на магнитоуправляемых контактах содержит первый, второй и третий однотипные герконы 1 с замыкающим контактом 2, две группы двух четвертых, пятых и шестых геркона ( $\Gamma_{1-3}$  и  $\Gamma_{4-6}$ ) 3 с замыкающим контактом 4. Первый, второй и третий однотипные герконы 1 с помощью первых хомутов 5 закреплены на планке 6 установленной на первом конце первой поддерживающей стойки 7 с помощью первого винта 8 и размещены внутри однотипных обмоток управления 9 включенных встречно (фиг. 1а). Второй конец первой поддерживающей стойки 7 крепится к стенке шкафа защиты ячейки с помощью второго винта 10 (фиг. 1б). Первые контактные сердечники 11 замыкающего контакта 2 первого, второго и третьего герконов 1 подключены к полюсу «плюс» автоматического выключателя 12 (фиг.1в), а ко второму контактному сердечнику 13 замыкающего контакта 2 этих герконов 1 подключен первый вывод обмотки 14 промежуточного реле 15. Второй вывод обмотки 14 реле 15 подключен к полюсу

"минус" автоматического выключателя 12. Два четвертых, пятых и шестых геркона 3, посредством вторых хомутов 16 с помощью первого болтового-гаечного соединения 17 крепятся ко второй поддерживающей стойке 18 с крышкой 19 (фиг.1г). Сама же вторая поддерживающая стойка 18, посредством третьих хомутов 20 крепится с помощью второго болтового-гаечного соединения 21 к токоведущим жилам 22 силового кабеля 23 - в кабельном отсеке 24 ячейки (фиг.2а). а также внутри электродвигателя 26 (асинхронный с короткозамкнутым ротором, производства компании VEM. серии ДКК, мощностью 4000 кВт.) к выводам фаз статорных обмоток 25 электродвигателя 26 с противоположной стороны БРНО 27, а в самом БРНО 27 к изоляторам 28 подключены выводы фаз обмоток статора 25 и питающего силового кабеля 23 (фиг.2б,в). Закрывается БРНО 27 крышкой 29. Первую 30 и вторую 31 концевые муфты, токоведущие шины 32 ячейки КРУ. Первый 33 и второй 34 соединительный кабели, причем второй соединительный кабель 34 проходит через два отверстия 35 в БРНО 27, первый 36 и второй 37 пластиковый рукав с четвертым 38 и пятым 39 хомутами-предназначенных для крепления первого пластикового рукава 36 боковым стенкам кабельного отсека 24, а второго к внешней стороне силового кабеля 23. Внутри первого пластикового рукава 36 проходит первый 33 соединительный кабель, а второй 34 - размещен внутри второго пластикового рукава 37 и проходит на расстоянии 100 мм. (для исключения влияния помех от соседних фаз) относительно силового кабеля 23 вдоль его трассы до входа в кабельный отсек 24 (фиг.3а). Резиновую прокладку 40, шесть однотипных регулируемых резистора ( $R_{1.2.3}$  и  $R_{4.5.6}$ ) 41. Первый 33 и второй 34 соединительный кабель соединяют первые контактные сердечники 42 первой и второй группы двух четвертых, пятых и шестых геркона ( $\Gamma_1$ - $\Gamma_3$  и  $\Gamma_4$ - $\Gamma_6$ ) 3 с полюсом «плюс» автоматического выключателя 12, к полюсу «минус» данного выключателя 12 подключены первые выводы обмоток управления 9, а вторые контактные сердечники 43 данных групп герконов 3 - со вторыми выводами обмоток управления 9 первых, вторых и третьих герконов 1. К контакту на замыкание 44 промежуточного реле 15, подключенного к полюсу «плюс» автоматического выключателя 12, посредством указательного реле 45 с обмоткой 46 подключен первый вывод обмотки катушки отключения (КО) 47 выключателя (фиг.3б). Второй вывод этой катушки 47 подключен к полюсу «минус» автоматического выключателя 12. Шесть однотипных регулируемых резистора 41 размещены в блоке сопротивлений 48. Промежуточное 15 и указательное 45 реле размещены в релейном блоке 49 (фиг.1 в).

Работа элементов конструкции протекает следующим образом, с установкой их последовательности описанной ниже. Открытием дверцы кабельного отсека 24 и внутри его, на токоведущие жилы 22, с соблюдением минимально допустимого расстояния по ПУЭ, равного 120 мм.

(для электроустановок с напряжением  $U=6\div 10$  кВ) от них и ровно на середине длины отрезка данных жил (от токоведущих шин 32 до выхода их (22) из первой концевой муфты 30) закрепляют вторую поддерживающую стойку 18 вместе с первой группой двух четвертых, пятых и шестых герконов ( $\Gamma_1-\Gamma_3$ ) 3, расположенных перпендикулярно плоскости поперечного сечения токоведущих жил 22 (фиг.2а). Для установки второй группы двух четвертых, пятых и шестых герконов ( $\Gamma_4-\Gamma_6$ ) внутри электродвигателя 26 на выводы статорных обмоток 25 закрепляют вторую поддерживающую стойку 18 (фиг.2б). При этом вначале два четвертых, пятых и шестых геркона ( $\Gamma_4-\Gamma_6$ ) 3 устанавливают внутрь вторых хомутов 16 и с помощью первого болтового-гаечного соединения 17 закрепляют ко второй поддерживающей стойке 18 с крышкой 19 (фиг.1г). Саму же вторую поддерживающую стойку 18 с помощью третьих хомутов 20, используя второе болтовое-гаечное соединение 21 закрепляют на середине выводов статорных обмоток 25 (фиг.2в). Перед установкой и закреплением двух четвертых, пятых и шестых герконов ( $\Gamma_4-\Gamma_6$ ) 3 на токоведущих жилах 22 и на выводах статорных обмоток 25 их устанавливают в точках максимальных значений индукции магнитного поля, индуктируемых каждой токоведущей жилой 22 (фиг.2а) и статорной обмоткой (на выводах) 25 (фиг.2б), а также с учетом удобства размещения герконов 3.

Далее включают автоматический выключатель 12 и на первые контактные сердечники 11 первого, второго и третьего геркона 1 подается потенциал «плюс» (фиг.3б).

Принцип действия заявляемой конструкции основан на сравнении значений индукций магнитного поля. При этом защищаемой зоной является участок между двумя группами двух четвертых, пятых и шестых герконов ( $\Gamma_1-\Gamma_3$  и  $\Gamma_4-\Gamma_6$ ) 3, имеющих одинаковые параметры (выставляемых с помощью регулируемых резисторов 41 ( $R_{1,2,3}$  и  $R_{4,5,6}$ ) - продольная дифференциальная защита. Воздействие магнитных потоков  $\Phi$ , созданных токами в токоведущих жилах 22 и статорных обмотках 25 на две группы двух четвертых, пятых и шестых герконов ( $\Gamma_1-\Gamma_3$  и  $\Gamma_4-\Gamma_6$ ) 3 показано стрелками (фиг.3б).

В нормальном режиме работы параметры в конструкции отрегулированы с помощью резисторов 41 так, чтобы токи  $I_1$  и  $I_2$  совпадали по величине, в результате чего схема данного устройства не реагирует на внешние короткие замыкания - за пределами токоведущих жил 22 (фиг.2а) и статорных обмоток 25 электродвигателя 26 (фиг.2б)

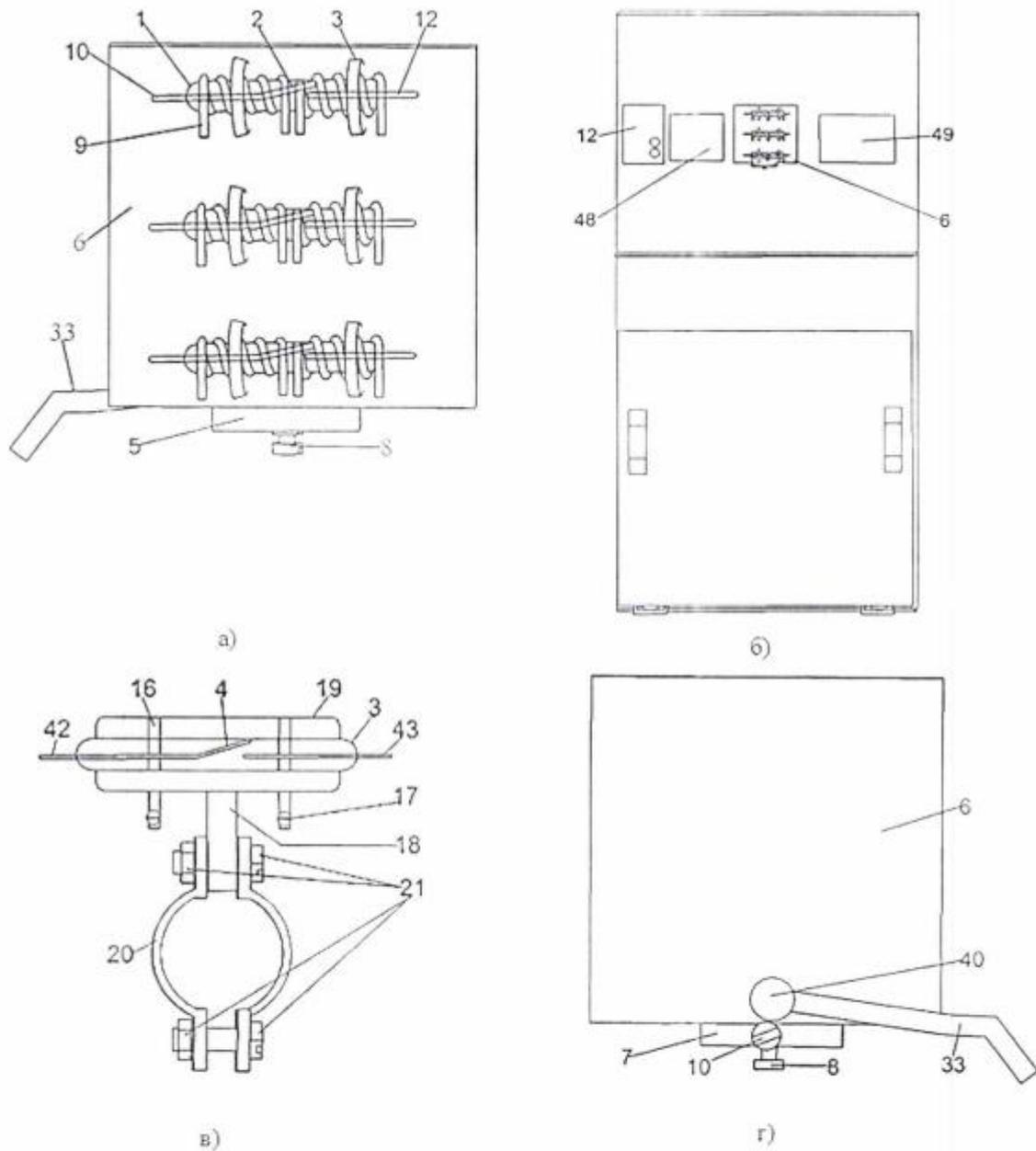
При коротком замыкании внутри защищаемого электродвигателя 26 ток в его статорных обмотках 25 возрастает и герконы 3 реагируют на изменение индукции магнитного поля их первый 42 и второй 43 контактные сердечники посредством контакта 4

замыкаются (фиг.3б). При этом токи  $I_1$  и  $I_2$  направлены в разные стороны и не равны друг другу они будут отличаться, а в связи с этим будут отличаться и токи в обмотках управления 9 первого, второго и третьего геркона 1, создающих магнитный поток, и воздействующий на этот геркон 1 (фиг.1а). В результате достижения данной разности между токами  $I_1$  и  $I_2$  - величины достаточной для срабатывания геркона 1, он под воздействием магнитного поля, создаваемого обмоткой управления 9 срабатывает и замыкает между собой первый 11 и второй 13 контактные сердечники и посылает сигнал «+» поступающий с автоматического выключателя 12 на первый вывод обмотки 14 промежуточного реле 15 (фиг.3б). Данное реле 15 сработав, подаёт через подключенный к его контакту на замыкание 44 первый вывод обмотки указательного реле 45 сигнал на первый вывод катушки отключения 47 выключателя. В результате чего высоковольтный электродвигатель 26 отключается (фиг.3а).

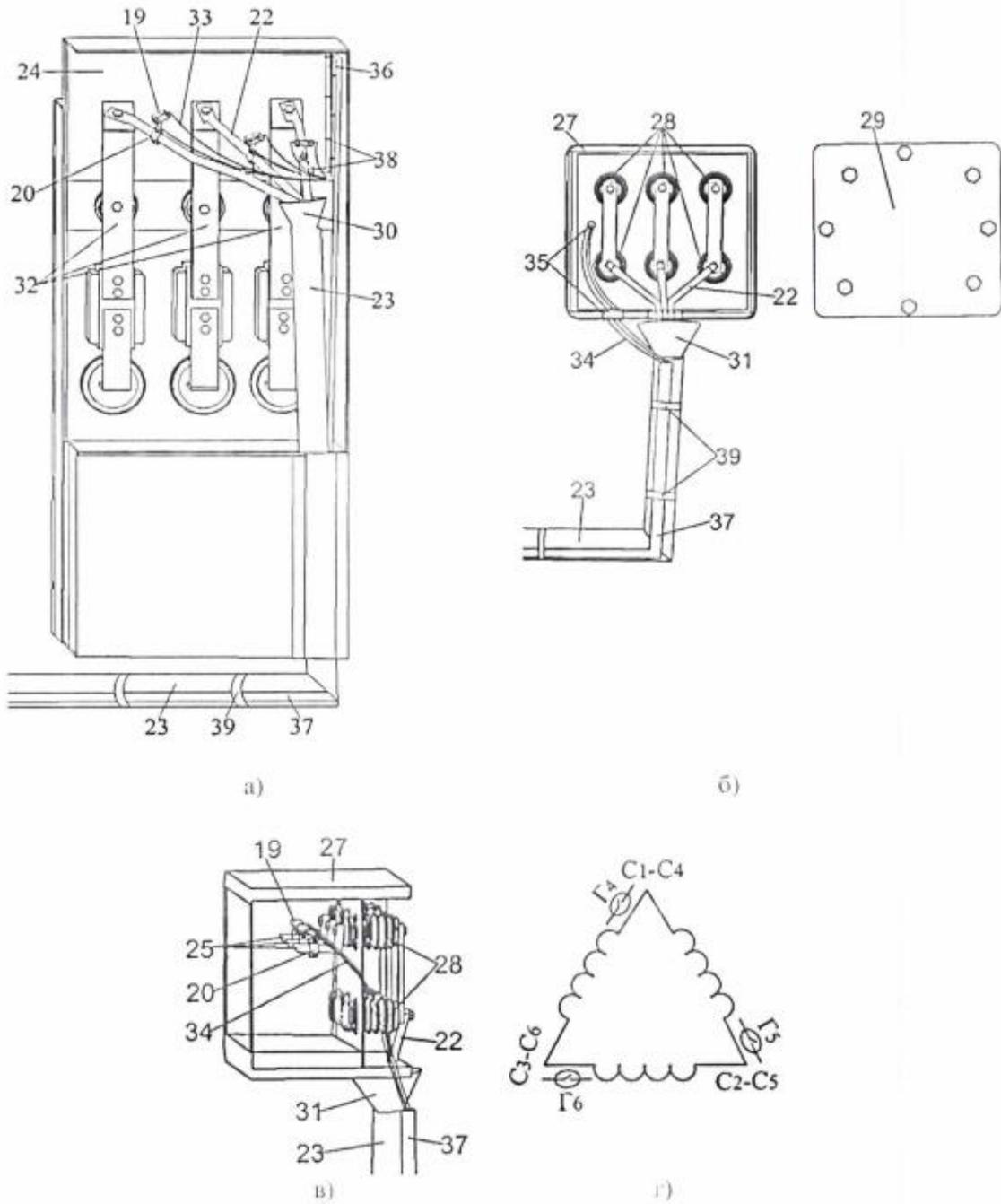
Экономический эффект - отсутствие использования трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, имеющих высокую стоимость, что отвечает актуальному вопросу в релейной защите ресурсосбережению.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

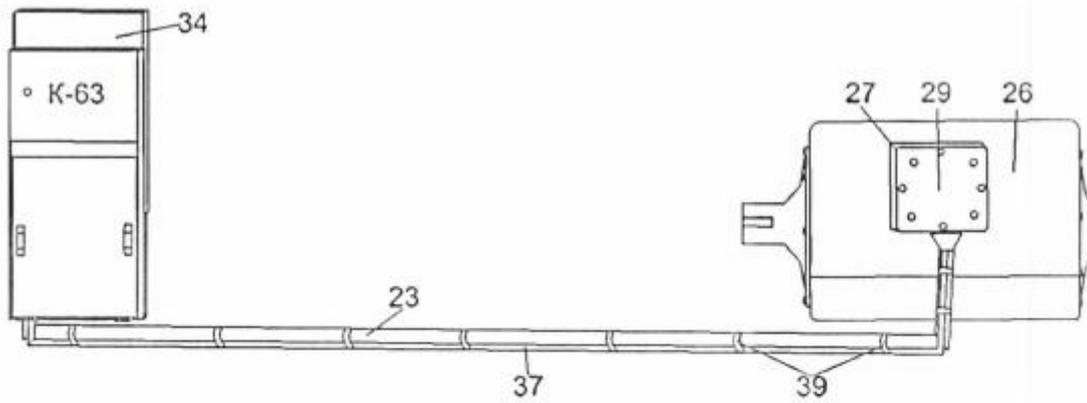
Конструкция дифференциальной защиты электродвигателя на магнитоуправляемых контактах, включающая первый, второй и третий однотипные герконы с замыкающим контактом, *отличающаяся* тем, что в нее введены три однотипные обмотки управления с первыми и вторыми выводами, внутри которых расположены первый, второй и третий однотипные герконы с замыкающим контактом, два четвертых, пятых и шестых однотипных геркона с замыкающим контактом без обмоток управления, шесть однотипных регулируемых резистора, планка для крепления герконов, шесть первых хомутов, первая поддерживающая стойка, вторая поддерживающая стойка с крышкой, первый и второй винт, вторые и третьи хомуты, первое и второе болтовое-гаечные соединения, силовой кабель, кабельный отсек ячейки КРУ, высоковольтный электродвигатель со статорными обмотками, изоляторы, два одинаковых отверстия в БРНО с его крышкой, первая и вторая концевые муфты, токоведущие шины ячейки, первый и второй соединительный кабель, первый и второй пластиковый рукав с четвертым и пятым хомутами, резиновая прокладка, автоматический выключатель с полюсами «плюс» и «минус», промежуточное реле с первым и вторым выводом обмотки, указательное реле, блок сопротивлений, релейный блок.



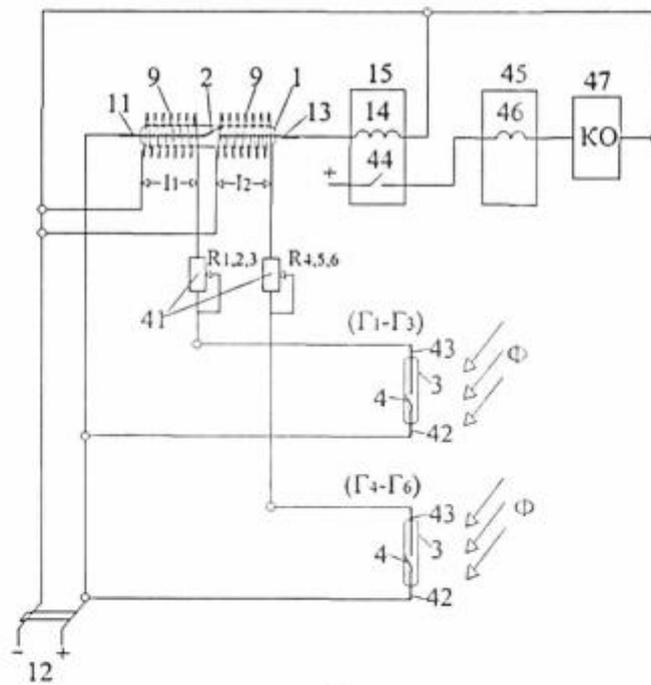
Фиг. 1 Планка с первыми, вторыми и третьими герконами, вид ее: а) спереди; б) сзади; в) размещение в шкафу защиты ячейки КРУ автоматического выключателя, блока сопротивлений, планки с герконами и релейного блока; г) вид спереди и сбоку второй поддерживающей стойки со вторыми и третьими хомутами, а также с четвертым (пятым и шестым) герконом.



Фиг. 2. Размещение двух групп четвертых (пятых и шестых) герконов в кабельном отсеке ячейки КРУ а); вид спереди БРНО с соединениями б); размещение четвертого (пятого и шестого) геркона внутри высоковольтного электродвигателя - вид сбоку относительно БРНО в); принципиальная схема внутренних соединений обмоток электродвигателя г).



а)



б)

Фиг. 3 Общий вид подключения защищаемого высоковольтного электродвигателя к ячейке КРУ а); структурная схема дифференциальной защиты электродвигателя, выполненной на герконах б).