

ЕЛЕКТРОННА ЗАЩИТА СРЕЩУ ПОПАДАНЕ ПОД НАПРЕЖЕНИЕ ПРИ ЗАВАРЯВАНЕ В ОСОБЕНО ОПАСНИ УСЛОВИЯ

Ангел Зъбчев, Константин Костов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски" 1700 София, България

РЕЗЮМЕ. В доклада е разгледана една възможност за реализиране на защитна електронна система при заваряване в особено опасни условия вътре в метални резервоари, котли и подобни. Системата позволява изключване на захранващото напрежение при работа на празен ход и мигновено включване при контакт на заваръчния електрод със заварката.

ELECTRONIC PROTECTION AGAINST FALLING INTO VOLTAGE FOR WELDING UNDER CONDITIONS OF EXTREMELY DANGER

Angel Zabchev, Konstantin Kostov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT. The present paper considers a possibility to realize a protective electronic system for welding under conditions of extremely danger within metallic tanks, boilers etc. The system allows switching the supply voltage off in no-load running and switching on momentary when the arc-welding electrode has touched the place of welding.

При електрошлаково заваряване на отговорни места, където се изисква високо качество на заварката, обикновено се използват електрозаваръчни уредби с постоянно захранващо напрежение. Независимо от типа на уредбата типичните стойности на това напрежение са между 40 V и 80 V. Както в по-старите правилници, така и в сега действащата Наредба № 3 за устройство на електрическите уредби и електропроводните линии (09.06.2004.), са зададени изискванията по електробезопасност при извършване на електрозаваръчни работи в особено опасни условия. Такива условия възникват при заваряване вътре в метални котли, резервоари и подобни.

Според Наредба № 3, глава 7 (Заземяване и защита срещу поражения от електрически ток), раздел IV, член 181 (2) за условия с особена опасност от поражения от електрически ток се определят по-ниски от посочените в ал. 1 допустими напрежения, както следва:

1. в среда с особена опасност и на открито – 25 V променливо и до 60 V постоянно напрежение;
2. при работа в котли, резервоари кладенци и др. подобни – до 12 V променливо и до 25 V постоянно напрежение.

Както е известно, пораженията вследствие на преминаване на електрически ток през човешкото тяло

зависят от големината на този ток и неговата продължителност, както и от пътя през който преминава. Ако човек е стъпил с крака върху проводяща повърхност с потенциал V_0 и се допре с ръка до метална част с потенциал V_1 , разликата между двата потенциала $U_{\text{дон}} = V_0 - V_1$ представлява допирното напрежение, което води до преминаване на ток през тялото между двете точки на допиране на ръката и краката. Токът през тялото се определя по формулата

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{дон}}}{R_{\text{ч}} + R_{\text{р}} + R_{\text{к}}},$$

където

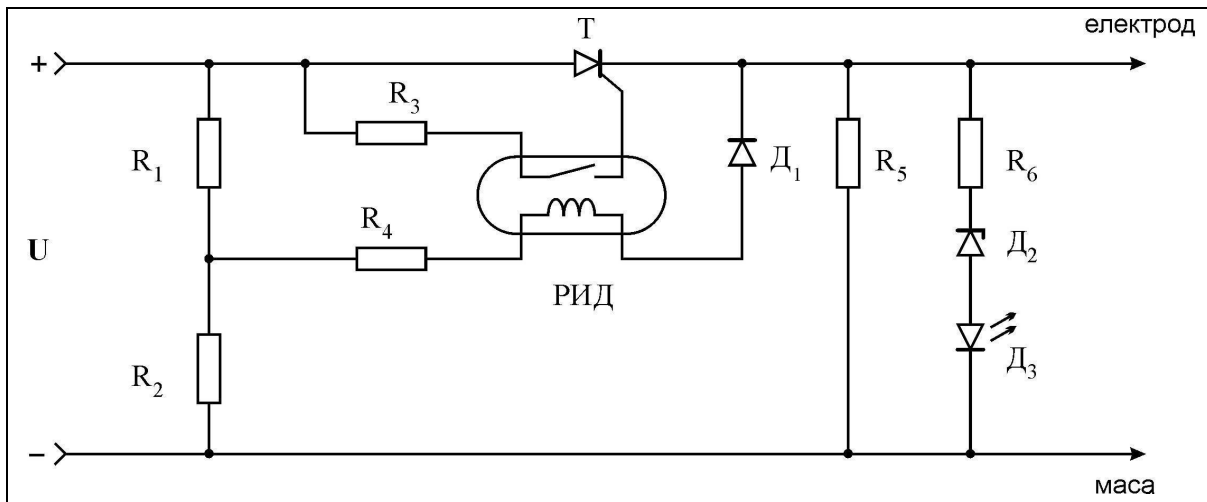
$R_{\text{ч}}$ – съпротивление на тялото (около 1000 ома);

$R_{\text{р}}$ – контактно съпротивление между ръката и

металната част с потенциал V_1 ;

$R_{\text{к}}$ – контактно съпротивление между краката и проводящата повърхност с потенциал V_0 .

Най-голямо влияние върху големината на тока $I_{\text{ч}}$ оказват контактните съпротивления $R_{\text{р}}$ и $R_{\text{к}}$. Съпроти-



Фиг. 1. Схема на защита от напрежението при празен ход на електрожен

влението R_p зависи от това дали ръката е в диелектрична ръкавица или не. В случай на гола ръка, от основно значение е дали ръката е суха или влажна (мокра), от големината на контактната повърхност и от натиска. Съпротивлението R_k обикновено е по-голямо от R_p , тъй като обувките осигуряват изолация на краката чрез подметките. В нашия случай под "особено опасни условия" трябва да се разбира, че двете съпротивления R_p и R_k са минимални или с голяма вероятност могат да станат минимални, близки до нула. В тези случаи токът през тялото рязко нараства и единствената възможност да бъде ограничен е да се ограничи големината на допирното напрежение $U_{oоп}$. Именно затова в член 181 (2) т. 1 са зададени толкова ниски стойности на допустимите напрежения – 12 V постоянно и 25V променливо напрежение.

При заваряване в метален резервоар цялата метална повърхност е свързана с масата на заваръчната уредба и е с потенциал V_0 , а електрода е с потенциал V_1 . За нормално заваряване този потенциал е 60 V, което прави недопустимо директното използване на заваръчната уредба при тези условия, според член 181 на Наредба № 3. Известни са автоматични блокировки, които изключват заваръчното напрежение при работа на празен ход или го редуцират за време по-малко от 0,5 s. Така ако измерим с волтметър напрежението между заваръчния електрод и маса, то трябва да бъде по-малко от максимално допустимото постоянно напрежение от 25 V. Вътрешното съпротивление на волтметъра не е регламентирано. Подаването на заваръчното напрежение става при контакт между електрода и маса, който се осъществява чрез леко чукване с електрода върху заварката. При това чукване не може да се запали волтова дъга и е необходимо още едно чукване, за да започне заваряването. При прекъсване на дъгата след едно малко закъснение заваръчното напрежение отново се изключва.

В настоящата работа са изследвани възможностите на един бързодействащ ключ, който позволява почти мигновено подаване на заваръчно напрежение към

електрода, така че заваряването да започне още при първото чукване.

Изследването започва с експериментално установяване на най-малката възможна продължителност на електрическия контакт на заваръчния електрод с масата при една стандартна манипулация. С помощта на електронен честотомер/таймер сме установили, че тази продължителност е по-голяма от 100 ms в болшинството от случаите. По-нататък сме експериментирали различни способности и схемни решения за бързо отпушване на един тиристор за 300 A при осъществяване на електрически контакт на заваръчния електрод с маса. Идеята е тиристорът да се отпуши с възможно най-голямо бързодействие и да подаде напрежение към заваръчния електрод преди да се е прекъснал електрическият му контакт с маса.

На фиг. 1 е предложена схема, която е експериментирана. За управляващ елемент е използвано миниатюрно рид-реле с бобина и магнитоуправляем контакт в корпус на интегрална схема тип omronLAD1, 5VDC. Релето е екранирано срещу въздействие на външни магнитни полета. Схемата е изчислена за постоянно входно напрежение от 40 V до 80 V. Делителят $R_1 - R_2$ е реализиран от резистори: $R_1 = 2k\Omega$, $10W$, и $R_2 = 430\Omega$, $1W$. При празен ход на електрожена тиристорът T е запушен. Потенциалът на електрода спрямо маса е равен на потенциала на средната точка на делителя: от 7 V до 14 V. При чукване на електрода върху заварката, по веригата $R_4 -$ бобина – $D_1 -$ електрод – маса протича ток, който задейства рид-релето. Контактът на релето се затваря и през резистора R_3 се подава сигнал на управляващия електрод на тиристора, който го отпушва.

Стойностите на съпротивленията са: $R_3 = 330\Omega$, $1W$; $R_4 = 240\Omega$, $0,5W$; $R_5 = 100k\Omega$, $0,5W$; $R_6 = 50k\Omega$, $0,5W$. Общото бързодействие на схемата е от 10 ms до 30 ms. Групата R_6, D_2, D_3 е предназначена за аварийна индикация. Светодиодът D_3

свети при пробив на тиристора и подаване на напрежение към електрода, по-високо от допустимото. Ценеровият диод D_2 е за 10 V. След като схемата е многократно изпитвана за надеждност, бързодействие и нормална работа, остава въпросът за охлаждането на тиристора. Той е тип ТБ 320-8-454 за ток 300 А, монтиран върху съответния радиатор. Според характеристиките на този тиристор, при постоянно максимално натоварване той се нуждае от принудителна вентилация. Тъй като повечето електрожени работят при повторно-кратковременен режим, с максимални токове на заваряване от 120 А до 180 А, тя може да се избегне.

Препоръчана за публикуване от катедра "Електротехника , МЕМФ

Литература

- Анев, Г., М. Ментешев. 1987. *Електробезопасност в минните предприятия*. С., Печатна база на МНП, 160 с.
- Кърцелин Е. Р., Р. Г. Исталиянов. 2005. *Електро-снабдяване на взривоопасни производства. VIII конф. по открит и подводен добив на полезни изкопаеми. к. к. Слънчев бряг*.