

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СХЕМА С ПОВИШЕНО БЪРЗОДЕЙСТВИЕ ЗА ЕЛЕКТРОМАГНИТНА СЕПАРАЦИЯ С ИМПУЛСНО МАГНИТНО ПОЛЕ

Ромео Александров, Константин Тричков

Минно-Геоложки Университет "Св. Иван Рилски" – София 1700, България

РЕЗЮМЕ. В настоящата статия се разглежда схема за повишаване бързодействието на процесите в електромагнитната система на сепаратор, управляван от тиристорен изправител. Създадени са симулационни модели на съществуващата и предложената схема. Дадени са сравнителни характеристики на изследваните схеми.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ON THE MOVEMENT OF MAGNETIC MATERIAL IN TRAVELLING MAGNETIC FIELD

Romeo Alexandrov, Konstantin Trichkov

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

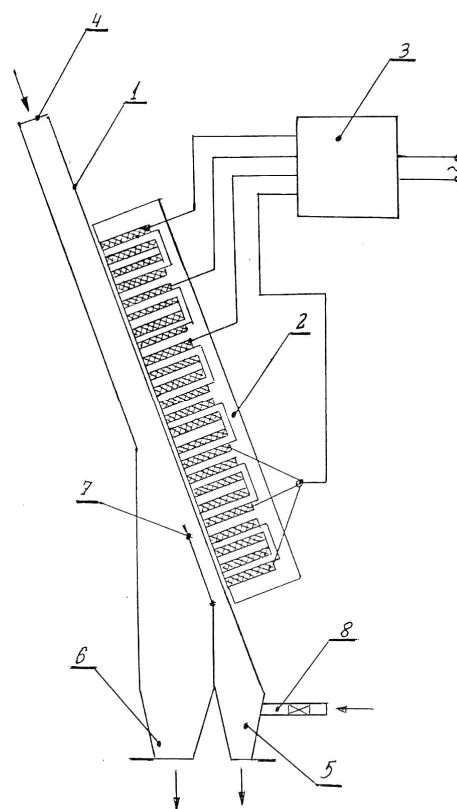
ABSTRACT. A circuit for increasing the processes speed in an electromagnetic system of a separator, controlled by a thyristor rectifier is considered. Simulative models of the existing and the proposed circuits are created. Comparative characteristics of the circuits investigated are given.

Въведение

Електромагнитният сепаратор показан на фиг. 1 намира приложение за мокро обогатяване на силно магнитни руди, за регенерация на феромагнитни суспензии и др. Той представлява компактно съоръжение в което няма активни движещи се части при обработката на материала. Състои се от вана изработена от немагнитен материал (1) и електромагнитна система - комплект от отделни електромагнити (2), свързани в групи и присъединени към електрическата схема (3), захранващ отвор за обработваната суспензия (4), кутия с регулируем отвор за разтоварване на магнитната фракция (5), кутия с регулируем отвор за разтоварване на немагнитната фракция (6), подвижен отсекател (7) и щуцер за подаване на промивна и отмивна вода (8). [1]

При експерименталните изследвания с електромагнитния сепаратор се включва електрическото захранване и в набора от електромагнити се създава импулсно – бягащо магнитно поле, което отклонява силно магнитните частици към стената на ваната, която е откъм страната на електромагнитна система и ги транспортира надолу, като преминават от горната страна на подвижния отсекател и се насочват към отвора за разтоварване на магнитната фракция. Немагнитните частици преминават под подвижния отсекател и се насочват към отвора за разтоварване на немагнитната фракция.

Електрическата схема е с възможност за създаване на импулсно – бягащо магнитно поле с постояннотоккови импулси, пулсиращи с различна продължителност и сила на магнитното поле в зависимост от магнитната възприемчивост на рудата и едрината на смилане.



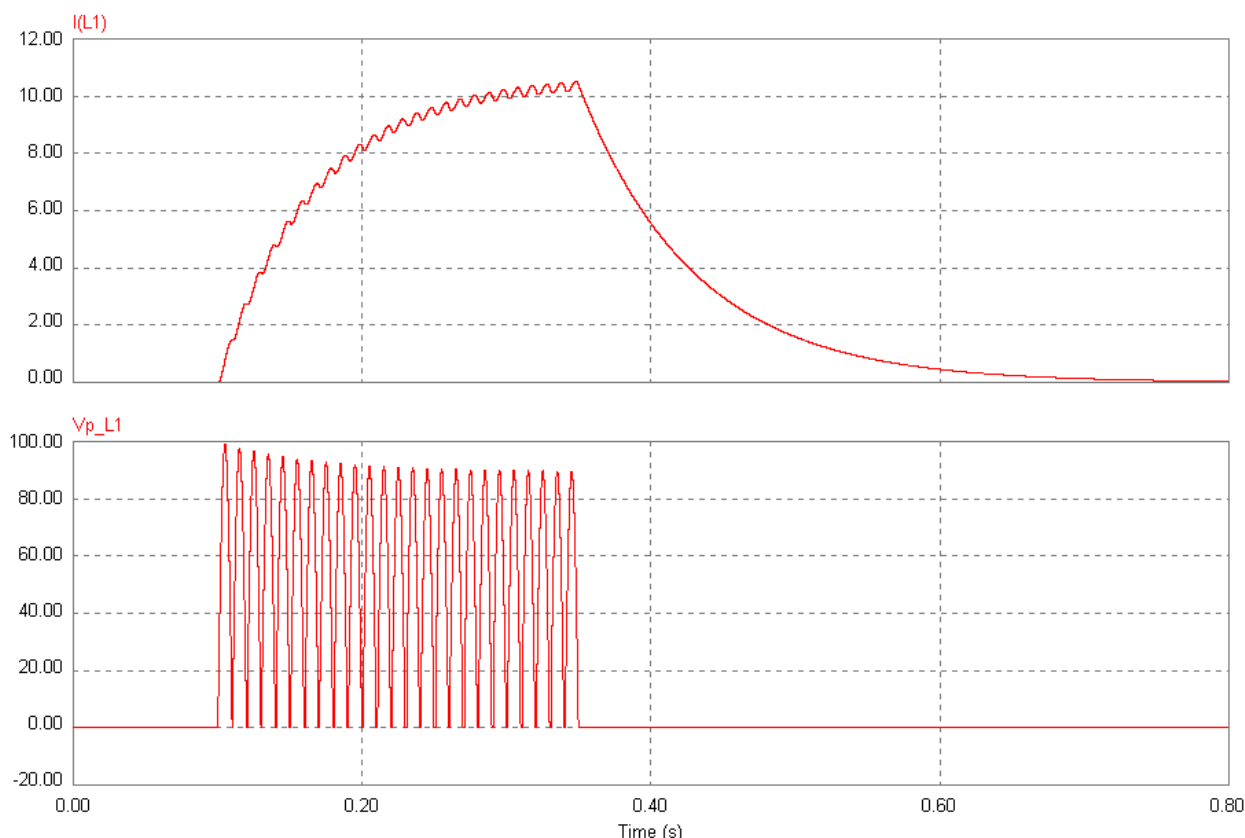
Фиг. 1. Електромагнитен сепаратор за мокро обогатяване

Сравнителни характеристики на изследваните схеми

Първоначално при експерименталните изследвания в електрическата схема се използва диоден еднофазен мостов изправител. Той служи за създаване на постоянно-токови импулси чрез включване и изключване на контакт в променливотоковата му страна.

За доставяне на необходимото напрежение за електромагнитна система състояща се от отделни електромагнити, свързани в групи се използва силов съгласуващ трансформатор. Вторичното му напрежение е 70 V, подходящо за достигане на установен ток около 10 A при даденото съпротивление на електромагнитите свързани в един от вариантите.

В процеса на работа по експерименталните изследвания се установиха някои недостатъци на използваната електрическа схема. Например, веднага се забеляза сравнително дълго време на задържане на магнитните частици от обработваната суспензия към полюсите на електромагнитите след изключване на контакта в променливотоковата страна на изправителя. За да се изяснят процесите по-нагледно схемата беше моделирана, а работата и симулирана по подходящ начин. Една група електромагнити е моделирана чрез заместваща схема от последователно свързани активно съпротивление и индуктивност, като стойностите им са взети чрез директно измерване от експерименталната постановка.



Фиг.2.

На фиг. 2 са показани две взаимно зависими графики, резултат от симулацията. Горната представлява тока в амperi през индуктивността на електромагнитите, а долната напрежението във волтове в краищата им. На фигурата се виждат процесите в схемата при включване в 0,1-та секунда и изключването в 0,35-та секунда от началото на симулацията. Времето за включено състояние е 250 мили секунди, което е от порядъка на времената използвани по технологични съображения в експерименталната постановка. При симулацията то е избрано с цел да се покаже достигането на установената стойност на тока, а също така максимално детайлно целият процес.

При включване токът нараства по експоненциален закон на изменение с насложени незначителни колебателни пулсации, породени от характера на изправеното напрежение. Относително бавното нарастване на тока,

сравнено с необходимите технологични времена за включване е съществен недостатък на тази схема. Това е така защото от времето за включено състояние, ефективното време за действие на магнитната сила действаща върху магнитните частици в работния обем на ваната е значително по-малко. Друг още по-значителен недостатък на схемата с диоден изправител е също бавното намаляване на тока при изключване, както беше споменато по-горе. За да се транспортират частиците към следващия електромагнит те трябва да бъдат отпуснати от предходния. Тъй като те се събират към стената на ваната близка до електромагнитната система отпускането им става при токове с много ниска стойност. В разгледаният случай в зависимост от разположението на частиците това става от 200 до 300 мили секунди след изключването на контакта. На графиката на тока (фиг. 2) се вижда, че за това време токът е намалял под 1 A т. е. под 10% от

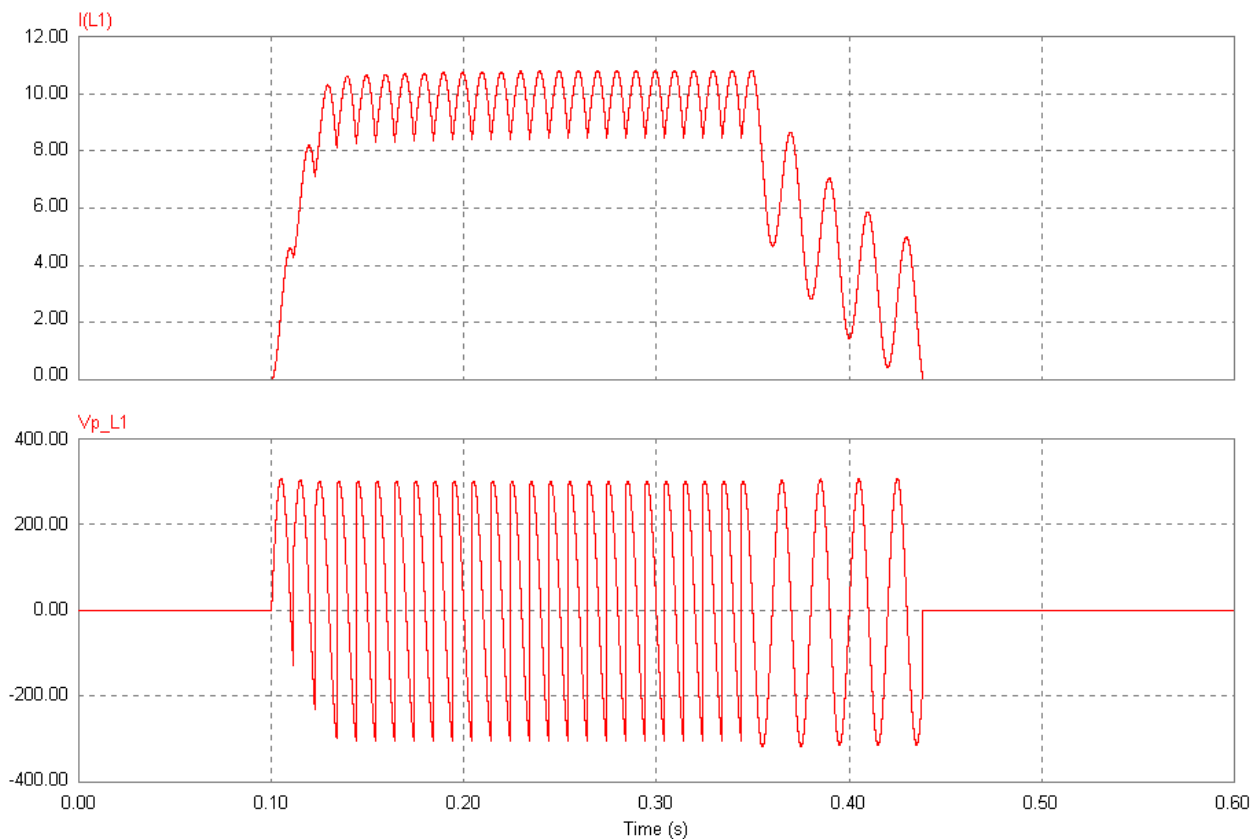
установената му стойност. Явлението за поддържане на тока през товара след изключване на изправителя в променливотоковата страна се дължи на запасената енергия в индуктивността и наличието на верига осигуряваща протичането му. Диодите на изправителя се явяват свързани в затворена верига с индуктивността на товара в права посока. Бързината на намаляването на тока зависи от разсейването на запасената в индуктивността енергия в активните съпротивления и полупроводникови елементи във веригата. Колкото е по-малка стойността на общото във веригата активно съпротивление, толкова по-бавно намалява тока. Изнасянето на контакта от променливотоковата страна в постояннотоковата страна на изправителя, особено ако не е направена подходяща верига гасяща енергията на индуктивността е неприемливо поради големите пренапрежения, които ще се появят в схемата и всички произтичащи от това вредни последици.

Освен това, при дадените условия на работа използването на механична контактна система за осъществяване на токови импулси с честота от порядъка на 1Hz не е подходящо за практически цели.

Алтернативата е включване и изключване чрез използване на силови полупроводникови елементи.

След направения преглед на недостатъците на съществуващата схема е поставена задача, да се предложи схема, която с цената на приемливи компромиси значително да подобри параметрите на токовия импулс и като цяло да се усъвършенстват възможностите на електромагнитния сепаратор.

Предложена е схема, в която на мястото на неуправляемия (диоден) изправител се използва регулируем еднофазен мостов изправител изпълнен с четири тиристора. Управляващото устройство, което определя параметрите на импулсната поредица тук играе ролята на разрешаващ сигнал за пускане и спиране на тиристорния изправител чрез системата му за импулсно-фазово управление. За разлика от първата схема тиристорният изправител е захранен директно от мрежовото напрежение без използване на силов съгласуващ трансформатор. По този начин неговото максимално изправено напрежение е значително по-голямо.



Фиг. 3.

Действието на схемата се изяснява с помощта на фиг.3, където са показани, както и в първата схема, графики, резултат от симулацията. Съответно тока в амperi през електромагнитите и напрежението във волтове в краищата им. Отново симулацията е направена при управляващ сигнал за включено състояние от 250 мили секунди. От 0,1-та до 0,35-та секунда. В първия момент при получаване на разрешаващ сигнал изправителят работи с ъгъл на управление $\alpha=0$ съответстващ на максимално напрежение на тиристорния изправител. Това е необходимо за намаляване времето за нарастване на токовия импулс.

След това ъгълът на управление α постепенно се увеличава до определена стойност, което води до намаляване средната стойност на изправеното напрежение с цел достигане на установен ток от 10 A. На графиките се виждат характерните за работата на тиристорен изправител с активно-индуктивен товар форми на тока - непрекъснат с пулсации и изправено напрежение с наличие на отрицателни моментни стойности. В 0,35-та секунда се подава сигнал за спиране на управляващите импулси към тиристорите на изправителя. Последните два тиристора участвали в работата на изправителя остават

отпушени, докато токът през тях не прекъсне. За разлика от диодния изправител тук във веригата на остатъчния ток е включен и източника на променливо напрежение. За това преходният процес се развива с дълбоки хармонични пулсации, които в крайна сметка довеждат до по скорошно достигане на нулева стойност на тока. От графиката отчитаме, че това става за около 100 мили секунди.

Заклучение

Въз основа на резултатите от симулационния анализ по отношение на съществуващата и предложената схема, а с това и по отношение ефективността на работа на електромагнитния сепаратор могат да се направят следните изводи:

Постигнато е съкращаване на времето за нарастване на токовия импулс с около пет пъти. В нерегулируемата диодна схема времето е приблизително 250 мили секунди срещу около 50 за тиристорната схема. Това довежда до по-пълно използване на времето на токовия импулс за движение на частиците в работния обем на електромагнитния сепаратор.

*Препоръчана за публикуване от
Редакционен съвет*

Приблизително три пъти е намалено времето за спадане на токовия импулс. Което беше друг още по-значителен недостатък на схемата с диоден изправител. Това спомага за по бързото транспортиране на магнитните частици.

Освен това предложената схема има още предимства:

С приложението на тиристорна схема включването и изключването става чрез използване на силови полупроводникови елементи.

За разлика от първата схема, тиристорният изправител е захранен директно от мрежовото напрежение без използване на силов съгласуващ трансформатор.

Може да се каже, че значително са подобрени параметрите на токовите импулси и като цяло са усъвършенствани възможностите на електромагнитния сепаратор.

Литература

Патент BG 64303 B1 2004.

Янакиев, К 1989, Електрообзавеждане на минните предприятия I част, София, 32-33 с.