

ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПАРАМЕТРИ НА СИЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛ ЗА МАГНИТЕН СЕПАРАТОР С РАЗМАГНИТВАЩА ФУНКЦИЯ

Ромео Александров

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

РЕЗЮМЕ. Предлага се електрическа схема за импулсно управление на магнитен сепаратор, позволяваща създаването на променливо магнитно поле с постепенно намаляващ интензитет, чрез включване на допълнителен затихващ колебателен контур. Схемата се базира на транзисторен прав импулсен преобразувател, като са добавени допълнителни пасивни и комутиращи полупроводникови елементи.

ELECTRICAL PARAMETERS OF POWER CONVERTER FOR MAGNETIC SEPARATORS WITH DEMAGNETIZATION FUNCTION

Romeo Alexandrov

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

ABSTRACT. An electrical circuit for impulse control of a magnetic separator is proposed. That one enables formation of an alternating magnetic field with gradually diminishing intensity through adding of an extra attenuating oscillations circuit. It is based on a direct transistor impulse converter by means of some passive and commutating semiconductor elements.

Въведение

Различните магнитни свойства на минералите са в основата на сепарацията чрез магнитно поле. Магнитните свойства на веществата се характеризират с магнитна възприемчивост k_v и относителна магнитна възприемчивост χ в отношение $\chi = k_v / \delta$, където δ е плътност на веществото. Магнитната сила F_{magn} действаща на минерална частица с маса m поместена в магнитно поле се определя от зависимостта,

$$F_{\text{magn}} = m \mu_0 \chi H \text{grad} H$$

Магнитната сила F'_{magn} възникваща в силно магнитните минерали трябва да бъде равна или по-голяма от равнодействащата на всички механични сили F'_{meh} , действащи на тези минерали в направление противоположно на магнитната сила. $F'_{\text{magn}} \geq F'_{\text{meh}}$. От друга страна магнитната сила F''_{magn} възникваща в слабо магнитните минерали трябва да бъде по-малка от равнодействащата на всички механични сили F''_{meh} действащи на тези минерали. $F''_{\text{magn}} < F''_{\text{meh}}$. Относителна магнитна възприемчивост на силно магнитните минерали χ' е по-голяма от тази на по-слабо магнитните минерали χ'' , от което следва, че при еднаква сила на магнитното поле $F'_{\text{magn}} > F''_{\text{magn}}$.

В променливо магнитно поле магнитните частици, периодически се пренамагнитват и се ориентират, следвайки характера на полето. Ако интензитетът на магнитното поле е значително по-голям от стойността на коерцитивната сила на силно магнитните частици $H \gg H_c$, последните се привличат към полюсите на магнитното система и образуват агрегати, както в постоянно магнитно поле, с тази само разлика, че частиците вибрират. Образува се "кипящ слой" от магнитна фракция. Зависимостта на интензивността на кипене от честотата на полето се определя по опитен път. Оптималната честота се движи от 15 до 20 Hz. Получените вибрации на частичките предават кинетична енергия на полепналите скални частици и увеличават големината на действащите върху тях механически сили F''_{meh} , без да се увеличава стойността на F'_{meh} .

Големината на вибрациите е по-голяма при частици с висока стойност на коерцитивната сила и се увеличава с намаляване на интензивността на полето. Когато интензитетът на магнитното поле е около два пъти по-малък от коерцитивната сила на магнитните частици те вече не се привличат към полюсите на магнита, а се отблъскват от тях. (Клисуранов Г., 1989)

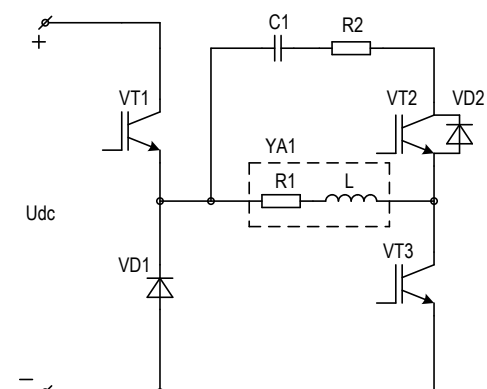
Предлага се електрическа схема за импулсно управление на магнитен сепаратор с възможност за създаване на променливо магнитно поле с постепенно намаляващ интензитет. Ако материалът е магнитно по-мек основният ефект ще се състои в размагнитването на частиците по

време на самата им обработка в активната зона на сепаратора. Размагнитването се прави с цел да се разрушат флокулите и така да се отделят механично включените немагнитни частици, които влошават качеството на магнитния продукт. Освен това флокулите задържат повече вода и се повишава влажността на филтрувания концентрат. (Ковачев К., Г. Клисуранов, 1987) При класическата технология процесът на размагнитване се извършва в отделни размагнитващи апарати. Размагнитването се извършва чрез многократно циклично пренамагнитване в променливо магнитно поле с постепенно намаляващ интензитет. Предполага се че при работа с магнитно твърд материал в края на всеки импулс феромагнитните частици ще преминават през различните етапи на въздействие върху тях. Първият е с получаване на интензивно кипящ слой от магнитна фракция, но привличащ се към електромагнитните полюси, когато интензитета на променливото магнитно поле е значително по-голям от стойността на коерцитивната сила на частиците. Плавно преминаване към следващите етапи – увеличаване на вибрациите, отблъскване и размагнитване в определена степен.

Схемата се базира на транзисторен прав импулсен преобразувател, като са добавени допълнителни пасивни и комутиращи полупроводникови елементи. Те осигуряват конфигурацията на схемата, както при работа за създаване на импулсно магнитно поле за отклоняване на силно магнитните частици, така и работа за размагнитването им чрез включване на допълнителен затихващ колебателен контур. Електромагнитния процес в колебателния контур създава променлив, постепенно намаляващ ток в електромагнитите на магнитния сепаратор. Развитието му е за сметка на запасената електромагнитна енергия в бобините на сепаратора. (Александров Р.)

Принцип и действие на схемата

На фиг. 1 е показана принципната електрическа схема за импулсно управление на магнитен сепаратор с допълнителна функция за размагнитване на феромагнитните частици. Електромагнитите YA1 от електромагнитната система на сепаратора на схемата са представени опростено чрез заместваща схема от линейни активно съпротивление R1 и индуктивност L.



Фиг. 1.

Създаването на токов импулс в електромагнитната система на сепаратора за придърпване на силно

магнитните частици става чрез едновременно отпущане на транзисторите VT1 и VT3. Тогава токът протича от положителната точка на постояннотоковата шина през транзистора VT1 електромагнитите YA1 и транзистора VT3 към отрицателния полюс. Чрез допълнителни превключения на VT1 по време на самия импулс, токът може да се управлява на принципа на импулсната модулация. Транзисторът VT3, по това време остава непрекъснато отпущен, като осигурява верига за тока на бобините и през диода VD1 при запущен VT1. Токът импулс за отклоняване на силно магнитните частици завършва със запущването на двата транзистора VT1 и VT3. Едновременно с това се отпуща транзисторът VT2 снабден с паралелен диод VD2 за обратна проводимост. Този двупосочен електронен ключ осигурява протичане на затихващ променлив ток през бобините на електромагнитите, кондензатора C1 и допълнителния демпфериращ резистор R2. Включването на тази размагнитваща конфигурация на схемата става, когато токът през индуктивността има значителна стойност. Първата част на вълна на тока до спадането му до нула преминава през диода VD2, а отрицателната през отпущения транзистор VT2. Стойността на активното съпротивление във веригата е определяща за степента на намаляване на амплитудата на променливия ток. Следователно за времетраенето на размагнитващия процес. Съпротивлението на електромагнитната система е най-голямото от естествените активни съпротивления в колебателния контур. Във веригата е предвиден и допълнителен резистор R2 за настройване на параметрите на процеса. Особено за времетраенето му.

Определяне на тока в колебателния контур

Анализира се преходният процес в схемата след запущването на транзисторите VT1 и VT3 и отпущването на транзистора VT2. Активното съпротивление и индуктивността са известни. Доколкото електромагнитната система на сепаратора е определена по технологични съображения свързани с основната част на технологичния процес, а именно да се създава магнитно поле с определена сила за разделянето на минералните частици. Остава да се дадат зависимости за допълнителния резистор R2 кондензатора C1. Освен това трябва да се държи сметка за напрежения възникващи в схемата, на които са подложени не само елементите на разглеждания контур, но и другите елементи от схемата. За решаването на тази задача е удобно първо да се намери токът в колебателния контур на схемата.

По втори закон на Кирхоф се записва

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u_c(0) = 0 \quad (1)$$

Началните условия са: $u_c(0) = 0$; $i(0) = I_0$, където I_0 е токът в момента на запущването на транзисторите VT1 и VT3, $R1 + R2 = R$ е общото активно съпротивление, а с C е означен капацитетът на кондензатора C1.

След диференциране по времето t се получава следното хомогенно линейно диференциално уравнение от втори ред с постоянни коефициенти.

$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i = 0 \quad (2)$$

Решението му е

$$i(t) = K_1 e^{\rho_1 t} + K_2 e^{\rho_2 t} \quad (3)$$

където ρ_1 и ρ_2 са корените на характеристичното уравнение,

$$\rho_{1,2} = \frac{-R \pm \sqrt{R^2 - 4 \frac{L}{C}}}{2L} \quad (4)$$

След което изразът за преходния процес на тока го записваме по следния начин,

$$i(t) = e^{-\frac{R}{2L}t} \left(K_1 e^{\frac{\sqrt{R^2 - 4 \frac{L}{C}}}{2L}t} + K_2 e^{-\frac{\sqrt{R^2 - 4 \frac{L}{C}}}{2L}t} \right) \quad (5)$$

По условие задачата е да се създаде колебателен преходен процес. Тогава корените на характеристичното уравнение ρ_1 и ρ_2 са комплексни числа.

$$R^2 - 4 \frac{L}{C} < 0 \quad (6)$$

Степенният показател в скобите го записваме, като

$$j\varphi = \frac{\sqrt{R^2 - 4 \frac{L}{C}}}{2L} \quad (7)$$

След замествания се получава аналитичния израз за тока по време на преходния процес

$$i(t) = e^{-\frac{R}{2L}t} K \sin(\varphi t + \alpha) \quad (8)$$

където α началната фаза.

За да се намерят интеграционните константи K и α е необходимо второ уравнение, което да не е линейно зависимо от първото. За целта уравнение (8) се диференцира

$$i'(t) = K e^{-\frac{R}{2L}t} \left[\varphi \cos(\varphi t + \alpha) - \frac{R}{2L} \sin(\varphi t + \alpha) \right] \quad (9)$$

и заместваем $t=0$ при $i'(t)_{t=0} = \frac{-Ri(0)}{L}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2L\varphi}{-R} \quad (10)$$

Като се вземе предвид (7), ъгловата честота на затихващото трептене е

$$\varphi = \frac{\sqrt{4 \frac{L}{C} - R^2}}{2L} \quad (11)$$

за началната фаза α се получава

$$\alpha = \pi - \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{4 \frac{L}{C} - R^2}}{R} \quad (12)$$

Заместваме в (8), отново $t=0$ и $i(t)_{t=0} = I_0$. За K получаваме,

$$K = \frac{I_0}{\sin \alpha} \quad (13)$$

Заклучение

На практика началната фаза α има стойности близки до 90° ел. Тогава $K \approx I_0$, а $\sin(\varphi t + \alpha) \approx \cos \varphi t$, което на практика е достатъчно да се определи допълнителното съпротивление във веригата R2 според израза

$$R = R_1 + R_2 = -\frac{2L}{t} \ln \frac{I_m(t)}{I_0} \quad (14)$$

Задават се времето t и амплитудна стойност на тока, до която да се достигне за това време. Тази стойности се задават по технологични съображения във връзка с казаното във въведението. Например ако тока трябва да намалее десетократно – от начална стойност $I_0=10A$ до $1A$ за време $t=0,2s$ и при известни параметри на електромагнитната система $R_1=3,6\Omega$; $L=0,8H$. За допълнителния резистор R_2 се получава $14,8\Omega$.

Капацитетът на кондензатора C1 се определя според израза

$$C = \frac{4L}{4L^2\varphi^2 - R^2} \quad (15)$$

Ако зададем за ъглова честота на колебанията $\varphi=125s^{-1}$, което отговаря на честота малко под $20Hz$. За капацитетът на кондензатора C_1 се получава $80\mu F$

Литература

Александров, Р., Изследване на схема с повишено бързодействие за електромагнитна сепарация с

импулсно магнитно поле. Годишник на МГУ "Св. Иван Рилски" том 52 свитък III, София, 2009. 137-140 с.

Клисуранов Г., 1989. Магнитни и специални методи на обогатяване, София, 113-114 с.

Ковачев К., Г. Клисуранов, 1987. Обогатяване на полезни изкопаеми, "Техника", София, 382-383 с.

Препоръчана за публикуване от

Катедра „Автоматизация на минното производство, МЕМФ