

енергії. В деяких місцях світу, особливо на краю тектонічних плит, теплота виходить на поверхню у вигляді гарячих джерел – гейзерів і вулканів. В інших областях підводні джерела протікають крізь гарячі підземні пласти, і цю теплоту можна забрати через системи теплообміну. Ісландія є прикладом країн, де широко використовується геотермальна енергія.

Список використаних джерел

1. Вікіпедія. Uk. Wikipedia.org/wiki.
2. Коваленко О. Стан та перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу в Україні.
3. <https://sae.gov.ua/uk/ae/sunenergy>.

Ярослав П'ЯТКОВСЬКИЙ

студент групи РЕТ-201

Наукові керівники:

викладач другої категорії ДЕНИСЮК С. О.,

викладач вищої категорії ВИШИНСЬКИЙ О. В.

Кам'янець-Подільський фаховий коледж
індустрії, бізнесу та інформаційних технологій
м. Кам'янець-Подільський

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІНДУКЦІЙНИМ НАГРІВАЧЕМ

Актуальність розробки. В основі індукційного нагріву лежить явище електромагнітної індукції, суть якого полягає в тому, що при внесенні провідника в змінне електромагнітне поле в ньому виникає електрорушійна сила. Провідник, що представляє собою опір струму, що протікає по ньому, нагрівається відповідно до закону Джоуля - Ленца.

Принципова електрична схема індукційного нагрівача представлена на рис. 1.

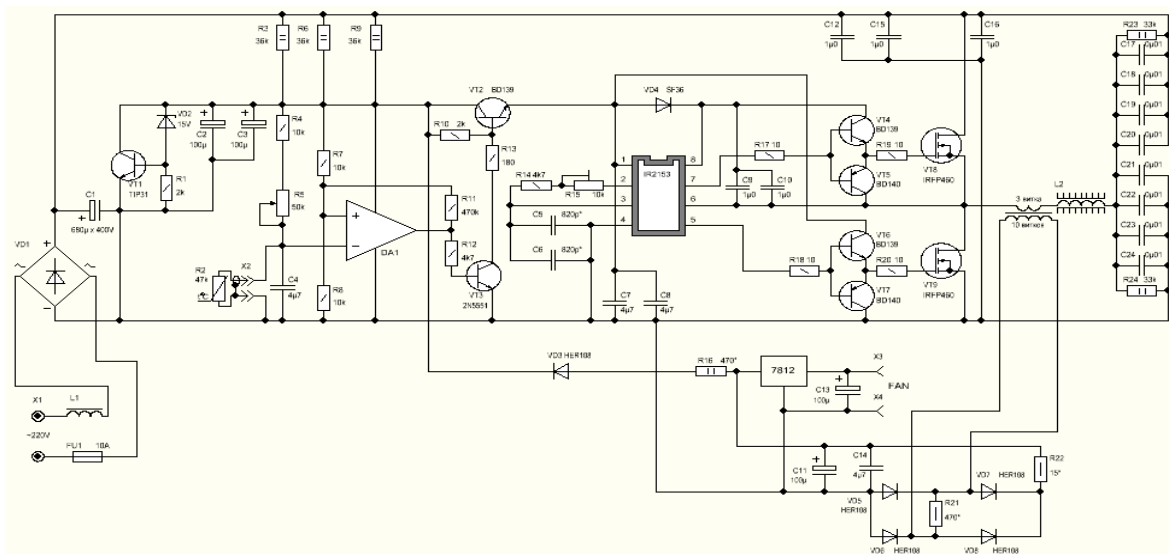


Рисунок 1 – Принципова електрична схема індукційного нагрівача

В процесі роботи індуктора генеруються високочастотні коливання, які можуть проникати в електричну мережу та створювати перешкоди в роботі побутової електронної апаратури. В якості фільтра використаємо дросель L1. В якості елемента захисту від коротких замикань застосовується запобіжник FU1. Для перетворення змінної напруги мережі в постійну пульсуючу напругу використовується діодний міст VD1. Пульсації вихідної напруги згладжує конденсатор C1, який виконує функцію ємнісного фільтра.

Параметричний стабілізатор служить для живлення елементів схеми керування стабілізованою постійною напругою 15 В. Основним елементом параметричного стабілізатора являється стабілітрон VD2 та регулюючий транзистор VT1. Опори R3, R6, R9 виконують роль баластних резисторів. Резистор R1 задає зміщення напруги на базу транзистора VT1 відносно його емітера. Електролітичні конденсатори C2, C3 виконують роль фільтра напруги на виході параметричного стабілізатора.

Вузол терморегулятора побудований на операційному підсилювачі DA1, який виконує роль компаратора та транзисторі VT3. Режим роботи операційного підсилювача DA1 задається дільником напруги R4, R5, R2, який задає напругу інвертуючого входу та дільником на резисторах R7, R8, який задає напругу на неінвертуючому вході. Терморезистор R2 встановлюється за вентилятором примусового охолодження і контролює температуру в приміщенні. Електронний ключ служить для подачі напруги живлення на інтегральну мікросхему DD1. В якості електронного ключа використовується транзистор VT2. Робота ключа управляється напругою з колектора транзистора VT3. При закриванні транзистора VT3 напруга на його колекторі збільшується, в результаті транзистор VT2 відкривається і напруга з параметричного стабілізатора поступає на мікросхему генератора DD1. В результаті генератор запускається і починає генерувати напругу управління силовими ключами.

Задаючий генератор побудований на інтегральній мікросхемі DD1. Конденсатори C5, C6 разом з резисторами R14, R15 утворюють коливальний контур, який задає частоту роботи генератора. Конденсатори включені паралельно, що дає можливість підбирати ємність частото задаючого ланцюга. Резистором R15 можна підбирати частоту генератора і визначитися чи встановлювати чи не встановлювати конденсатор C6. Конденсатори C7, C8, C9, C10 являються елементами ємнісного фільтра. Відповідно транзистор VT3 відкривається і на його колекторі з'являється напруга близька до нуля, що призводить до зменшення напруги на базі транзистора VT2 і він закривається. В результаті мікросхема генератора DA1 самоблокується і перестає генерувати електричні коливання.

Вузол силових ключів побудований по мостовій схемі плечами якої є транзистори VT4, VT5, VT8 і відповідно VT6, VT7, VT9. Транзистори VT4,

VT5, а також VT6, VT7 утворюють комплементарні пари. В якості вихідних транзисторів VT8, VT9 використовуються високовольтні польові транзистори IGBT. Вихідна високочастотна напруга вузла через трансформатор струму поступає на індуктор.

Індуктор являє собою плоску котушку, яка складається з 28 витків мідного дроту діаметром 0,002 м і яка поміщена в спеціальний пластмасовий корпус. Трансформатор струму служить елементом зворотнього зв'язку для живлення схеми стабілізатора вентилятора.

Блок конденсаторів з індуктором утворюють вихідний коливальний контур. Блок конденсаторів складається із восьми паралельно з'єднаних конденсаторів C17–C24. Їх кількість визначається внутрішнім опором вихідного контура, великими струмами, що протікають через них та запобіганню їх перегріву. Підбір кількості конденсаторів обумовлений необхідною ємністю для забезпечення резонансу контура на необхідну частоту. Якщо частота задаючого генератора буде нижчою резонансу вихідного контуру, то котушка почне виступати в якості не реактивного, а активного опору і через силові транзистори VT8, VT9 потечуть великі струми, що може призвести в кінцевому випадку до їх перегрівання і виходу із ладу. Резистори R23 і R24 шунтують блок вихідних конденсаторів і служать для обмежування і вирівнювання напруги на них.

Режим роботи даного трансформатора досить важкий, тому для його розвантаження його магнітна система повинна мати зазор. Напруга з вторинної обмотки трансформатора T1 поступає на діодний міст VD5 – VD8. Резистор R21 являється навантажувальним. Резистор R22 разом з конденсатором C11, C12 утворюють ємнісний фільтр напруга з якого поступає на мікросхему стабілізатора DD2. Стабілізована напруга з стабілізатора згладжується фільтром C13 служить для живлення вентилятора. Крім того напруга через обмежувальний резистор R16 і діод VD3 поступає на живлення плати управління під час роботи генератора, тому що як тільки він запускається то драйвери споживають багато енергії резистивного дільника R3, R6, R9 напруги якого може бути замало, якщо напруга мережі буде нижчою 200 В.

Список використаних джерел

1. <http://www.icct.ru/sites/default/files/Invertor-01.pdf>
2. https://www.google.com.ua/search?q=индукционные+нагреватели&espv=2&biw=1280&bih=933&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCAQsARqFQoTCISZla-aksgCFWq_cgodv88JCQ#imgrc=vZ09sqz1Q81uFM%3A
3. <http://www.findpatent.ru/patent/220/2205523.html>
4. <http://www.freepatent.ru/patents/2400944>
5. <http://www.findpatent.ru/patent/230/2301508.html>
6. <http://teplo-faq.net/katalog/4/3810>
7. <http://electricalschool.info/main/electrotehnolog/1136-skhemy-indukcionnykh-pechejj.html>
8. <http://www.freepatent.ru/patents/2256303>

Олександр РИБЯНСЬКИЙ

магістрант

Науковий керівник:

доктор техн. наук, професор Вячеслав СКРИПНИК

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНА

В Україні сільськогосподарське виробництво займає великий сегмент економіки. Одне з основних місць в ньому займає виробництво і зберігання зерна, позаяк Україна є одним із основних світових зернових експортерів. Зерно, що має підвищену вологість, потребує сушіння до заданої вологості, що є необхідною умовою його подальшого тривалого зберігання. У більшості випадків для сушіння зерна застосовують конвективний процес, в якому у якості сушильного агенту застосовують підігріте повітря. Сам процес конвективного сушіння є енерговитратним, а через енергетичну кризу, викликану війною російської федерації проти України, спостерігається дефіцит енергоресурсів. Через дефіцит енергоресурсів їх вартість збільшилася до граничної межі, за якою процес сушіння стає катастрофічно дорогим.

Нами проведено порівняння ефективності застосування різних енергоносіїв для сушіння 40 тис. т кукурудзи від початкової вологості $w_1 = 22\%$ до кінцевої $w_2 = 12\%$ за адаптованою для цього методикою розрахунку [1]. У якості енергоносія для нагрівання повітря порівнювалися: природний газ – $Q_H^p = 32,4$ МДж/м³ вартістю 1 м³ 44,63 грн., електрична енергія вартістю 1 кВт·год. 5,26 грн., пелети з відходів деревини – $Q_H^p = 16,8$ МДж/кг вартістю 1 кг 10,00 грн., агровідходи сояшника – $Q_H^p = 14,5$ МДж/кг вартістю 1 кг 2,00 грн. за стану повітря-теплоносія до калорифера $t_0 = 15$ °С та $\varphi_0 = 40\%$; після сушіння $t_2 = 45$ °С та $\varphi_2 = 30\%$.

Розрахунок проводили в наступній послідовності.

1. Визначали кількість вологи W , що видаляється із зерна в зерносушарці за формулою

$$W = G_1 \cdot (w_1 - w_2) / (100 - w_2), \text{ кг}$$

$$W = 40 \cdot 10^6 \cdot (22 - 12) / (100 - 12) = 4,55 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

2. Визначали витрату повітря на випарування кг вологи із зерна. Для цього за $I-x$ – діаграмою Рамзіна знаходили вологовміст повітря до сушіння x_0 і після нього x_2 : $x_0 = 0,004$ кг/кг сухого повітря; $x_2 = 0,0183$ кг/кг сухого повітря.

3. Визначали витрату повітря на випарування 1 кг вологи за формулою

$$l = L/W = 1/(x_2 - x_1), \text{ кг сухого повітря на кг вологи;}$$

$$l = 1/(0,0183 - 0,004) = 69,93 \text{ кг сухого повітря на кг вологи.}$$