

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Институт энергетики

Кафедра «Электроэнергетика и электротехника»

Направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине

Индукционные и высокочастотные установки

наименование дисциплины по учебному плану

на тему:

«Расчёт индукционной тигельной печи для плавки углеродистой

наименование темы

стали емкостью 145 кг» Вариант №2

Студент

Борщев Владимир Анатольевич

Фамилия, имя, отчество студента

курса 3 группы 62-ЭЛЭТ31

№ зач. кн. 191004

Исходные данные

Средний размер кусков шихты	$d_{ш} = 0,04 \text{ м};$
Удельное электрическое сопротивление шихты	$\rho_{ш} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м};$
Удельное сопротивление расплава	$\rho_2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м};$
Плотность расплава	$\gamma_2 = 7180 \text{ кг/м}^3;$
Конечная температура металла	$t_{\kappa} = 1690 \text{ }^{\circ}\text{C},$
Ёмкость печи	$G = 0,145 \text{ т};$
Длительность процесса плавки	$\tau_{\text{пл}} = 0,65 \text{ ч}$
Длительность вспомогательных операций	$\tau_{\text{всп}} = 0,14 \text{ ч}.$

Определение геометрических соотношений и выбор частоты источника питания

Полезный объем тигля	$V = \frac{G}{\gamma_2} = 0,0202 \text{ м}^3$
Внутренний диаметр тигля	$D_2 = \sqrt[3]{4V / \pi \bar{H}_2} = 0,26 \text{ м}$
Высота расплава в тигле	$H_2 = D_2 * \bar{h}_2 = 0,36 \text{ м}$
Толщину футеровки тигля	$b_\phi = 0,08 \sqrt[4]{G \cdot 10^{-3}} = 0,049 \text{ м}$
Минимальную частоту источника питания	$f_{\min} = \pi \cdot 10^6 \cdot \frac{\rho_{\omega}}{\mu_{\omega}} \cdot d_{\omega}^2 = 2400 \text{ Гц}$

Тепловой расчет печи

Тепловые потери через подину	$P_{\text{т.п}} = 0,651 \text{ кВт}$
Тепловые потери через боковые стенки тигля	$P_{\text{тб}} = 16,2 \text{ кВт}$
Тепловые потери излучением с зеркала расплава	$P_{\text{т}\Sigma} \approx 19,1 \text{ кВт.}$
Полезная мощность, идущая на расплавление и перегрев	$P_{\text{пол}} = 74 \text{ кВт,}$

Электрический расчет индуктора в горячем режиме

Коэффициент мощности индуктора с нагрузкой	$\cos\phi = 0,075$
Активная мощность источника питания	$P_f = 140 \text{ кВт}$
Электрический <u>к.п.д.</u> индуктора с нагрузкой	$n_3 = 0,715.$
Выходное напряжение источника питания	$U = 900\text{В}.$
Число витков индуктора при напряжении 900 В	$w' = 16$
Силу тока в индукторе	$I = 1333 \text{ А}.$
Активная мощность	$P_{\text{и}} = UI\cos\phi = 89,9 \text{ кВт}$

Расчёт водоохлаждения индуктора

Электрические потери в индукторе	$P_{\text{эи}} = 25,6 \text{ кВт.}$
Суммарные потери, отводимые охлаждением индуктора	$P_{\text{охл}} = 44,7 \text{ кВт.}$
Температура входной воды	$t_{\text{вх}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура выходной воды	$t_{\text{вых}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Диаметр канала водоохлаждения	$D_{\text{в}} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
Скорость воды в канале водоохлаждения	$v_{\text{в}} = 1,01 \text{ м/с.}$
Величину потерь, отводимые охлаждающей водой	$P_{\text{в}} = 56,7 \text{ кВт}$

Расчет конденсаторной батареи

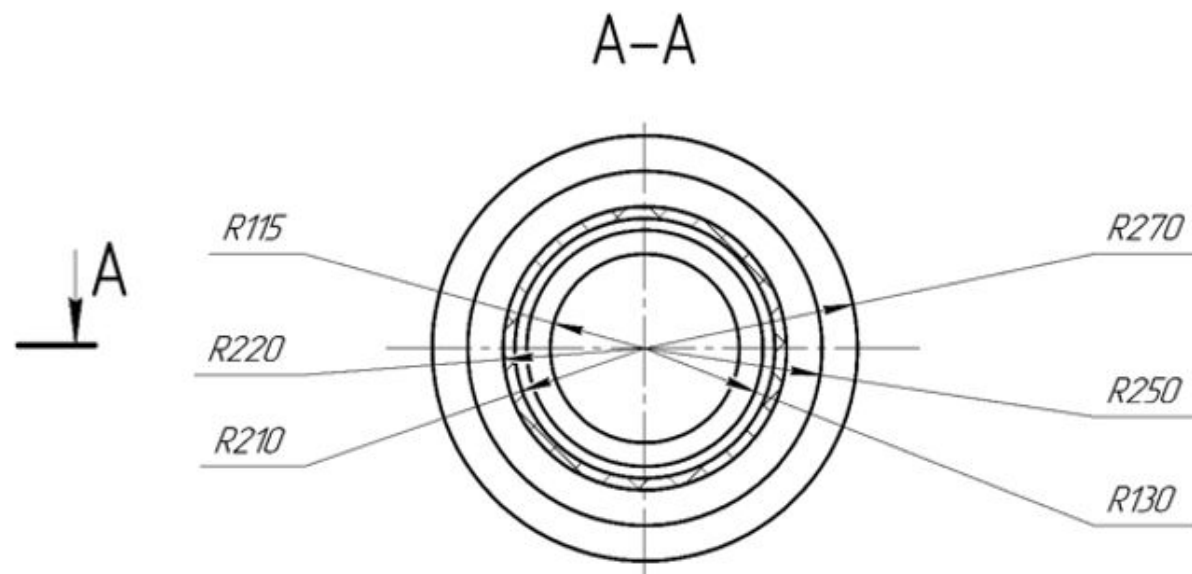
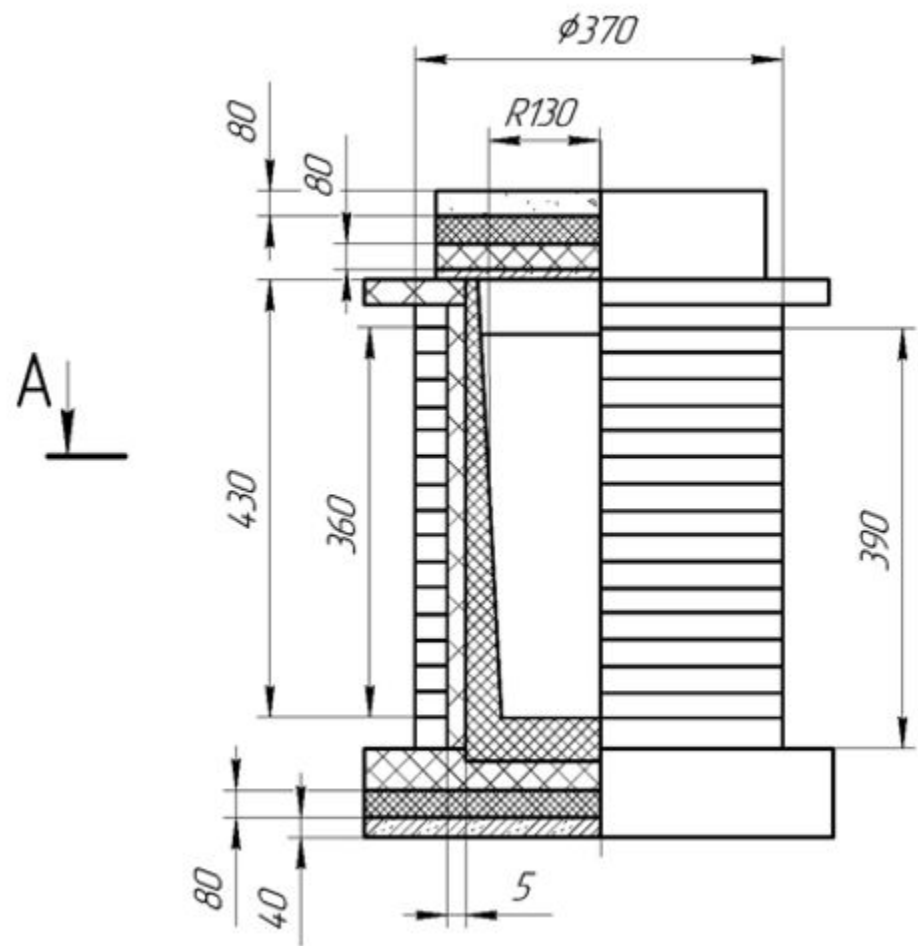
Выбранный конденсатор:	ЭСВ-1-2,4
Номинальное напряжение конденсатора:	1000 В
Емкость конденсатора:	19,9 мкФ.

Реактивная мощность конденсаторной батареи:	$P_{к.б} = 1,40 \cdot 10^3 \text{вар}$
Емкость конденсаторной батареи:	$C_{к.б} = 90 \text{ мФ}$
Число банок:	$N_б = 5$
Электрические потери в конденсаторной батарее:	$P_{э.б} = 14,4 \text{ кВт.}$

Энергетический баланс установки

Электрические потери в индукторе	$P_{э.и} = 23,3$ кВт
Потери в конденсаторной батарее	$P_{э.б} = 14,4$ кВт.
Потери в токопроводе	$P_{ток} = 8$ кВт.
Мощность, забираемая от преобразователя	$P_f = 121,4$ кВт
Электрические потери в источнике питания	$P_{и.п} = 10,6$ кВт
Активную мощность, потребляемую установкой от сети	$P_c = 121,4 + 10,6 = 132$ кВт.
Фактическая производительность установки	$g = 0,17$ т/ч.

Эскиз индукционной печи



Заключение

- 1) полезный объем тигля $V = 0,0202 \text{ м}^3$;
- 2) внутренний диаметр тигля $D_2 = 0,26 \text{ м}$;
- 3) высота расплава в тигле $h_2 = 0,36 \text{ м}$;
- 4) высота внутренней полости тигля $h_T = 0,43 \text{ м}$;
- 5) внутренний диаметр индуктора $D_1 = 0,376 \text{ м}$;
- 6) высота индуктора $h_1 = 0,396 \text{ м}$;
- 7) минимальная частота источника питания $f_{\min} = 2355 \text{ Гц}$;
- 8) тепловые потери через подину $P_{\text{т.п.}} = 0,651 \text{ кВт}$;
- 9) тепловые потери излучением с зеркала расплава $P_{\text{изл}} = 2,1 \text{ кВт}$;
- 10) тепловые потери через боковую стенку $P_{\text{т.б.}} = 16 \text{ кВт}$;
- 11) суммарные тепловые потери $P_{\text{сумм}} = 19,1 \text{ кВт}$;
- 12) полезная мощность $P_{\text{пол}} = 74 \text{ кВт}$;
- 13) тепловой КПД печи $\eta_{\text{печи}} = 0,8$;
- 14) электрический КПД индуктора с нагрузкой $\eta_s = 0,715$;
- 15) активная мощность источника питания $P_f = 140 \text{ кВт}$;
- 16) выбран тиристорный преобразователь типа ТПЧ-160-2,4
- 17) число витков индуктора $w = 16$;
- 18) высота витка $h_B = 0,0258 \text{ м}$;
- 19) номинальное напряжение сети $U_H = 900 \text{ В}$;
- 20) сила тока в индукторе $I = 1333 \text{ А}$;
- 21) электрические потери в индукторе $P_{\text{э.и.}} = 25,6 \text{ кВт}$;
- 22) потери, отводимые охлаждением индуктора $P_{\text{охл}} = 44,7 \text{ кВт}$

23) расход охлаждающей воды $Q_{\text{охл}} = 0,000316 \text{ м}^3/\text{с}$;

24) скорость воды в канале $v_g = 1,01 \text{ м/с}$;

25) для конденсаторной батареи был выбран конденсатор типа ЭСВ-1-2,4 с номинальным напряжением 1000 В и емкостью 19,9 мкФ;

26) емкость конденсаторной батареи $C_{\text{к.б.}} = 90 \text{ мФ}$;

27) число банок конденсатора $N_b = 5$;

28) потери в токоподводе $P_{\text{ток}} = 8 \text{ кВт}$;

29) потери в источнике питания $P_{\text{ИП}} = 10,6 \text{ кВт}$;

30) общий КПД плавильной установки $\eta_y = 0,56$;

31) удельный расход электроэнергии $q = 660 \text{ кВт/ч}$;

32) производительность установки $g = 0,2 \text{ т/ч}$.