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 б2-ЭЛЭТ31

№ зач. кн. 191004

Исходные данные

Средний размер кусков шихты	$d_ш = 0,04$ м;
Удельное электрическое сопротивление шихты	$p_ш = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом · м;
Удельное сопротивление расплава	$p_2 = 1,5 \cdot 10^{-6}$ Ом · м;
Плотность расплава	$\gamma_2 = 7180$ кг/м^3;
Конечная температура металла	$t_к = 1690$ ^{0}С,
Ёмкость печи	$G = 0,145$ т;
Длительность процесса плавки	$\tau_{пл} = 0,65 ч$
Длительность вспомогательных операций	$\tau_{всп} = 0,14 ч.$

Определение геометрических соотношений и выбор частоты источника питания

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

Тепловой расчет печи

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

Электрический расчет индуктора в горячем режиме

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

Расчёт водоохлаждения индуктора

Электрические потери в индукторе	$p_{эи} = 25{,}6$ кВт.
Суммарные потери, отводимые охлаждением индуктора	$P_{охл} = 44{,}7$ кВт.
Температура входной воды	tвх = 20 °С
Температура выходной воды	tвых = 50 °С
Диаметр канала водоохлаждения	$D_В = 20 \cdot 10^{-3}$ м
Скорость воды в канале водоохлаждения	$v_в = 1{,}01$ м/с.
Величину потерь, отводимые охлаждающей водой	$P_в = 56{,}7$ кВт

Расчет конденсаторной батареи

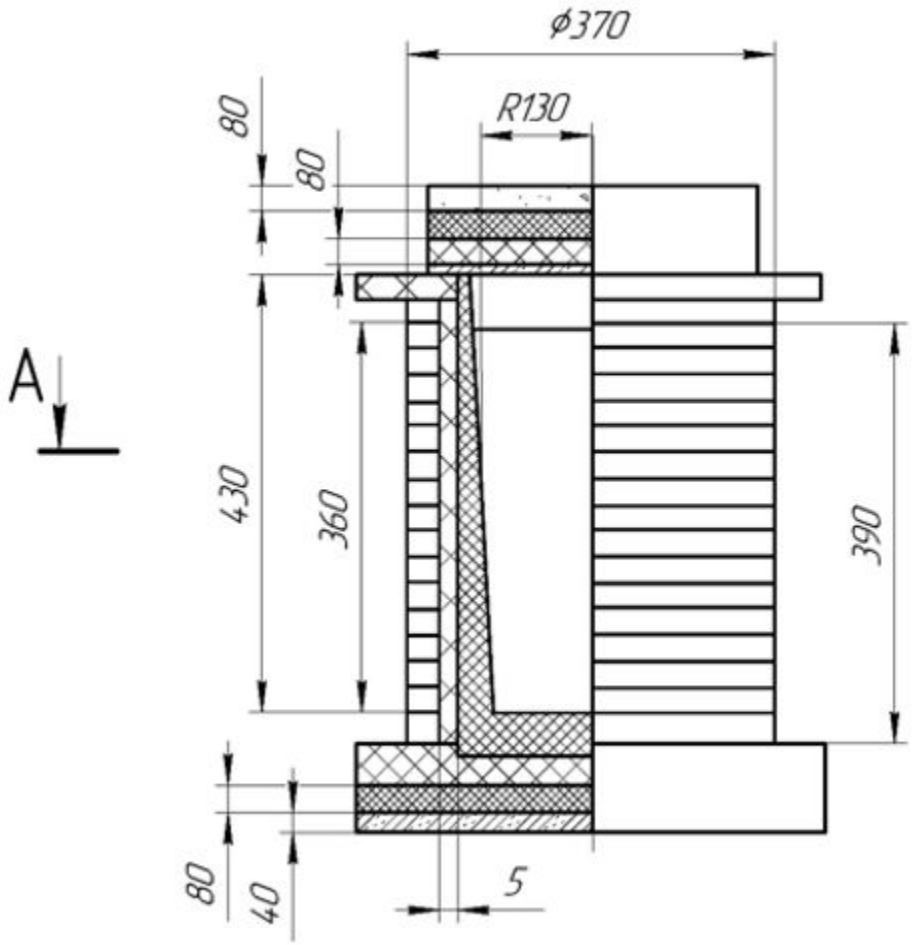
Выбранный конденсатор:	ЭСВ-1-2,4
Номинальное напряжение конденсатора:	1000 В
Емкость конденсатора:	19,9 мкФ.

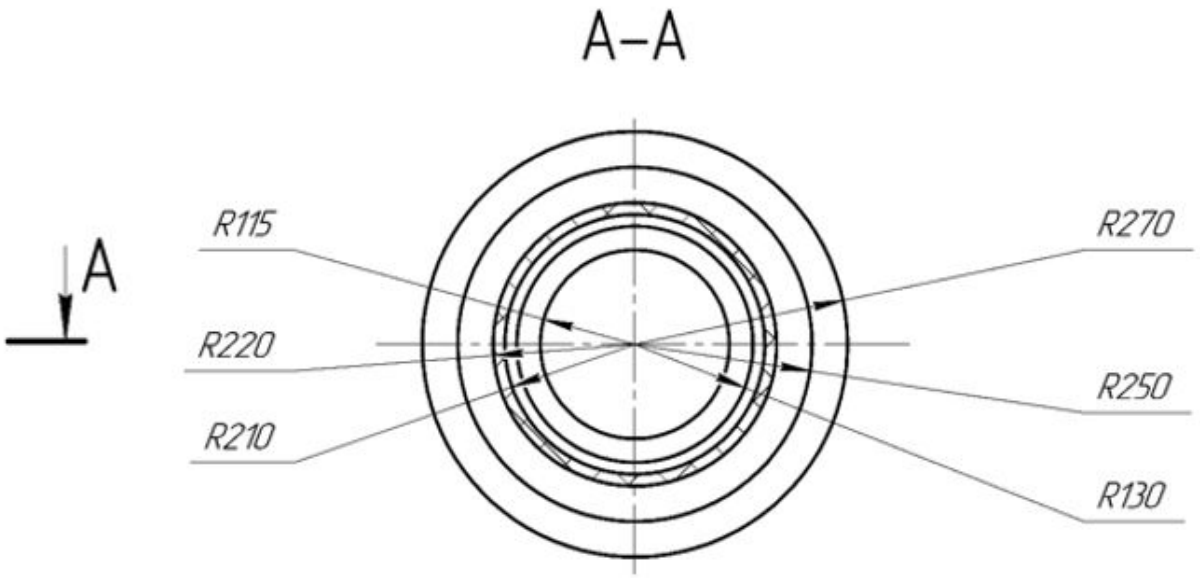
Реактивная мощность конденсаторной батареи:	$P_{к.б} = 1{,}40 \cdot 10^3$вар
Емкость конденсаторной батареи	$C_{к.б} = 90$ мФ
Число банок:	$N_б$=5
Электрические потери в конденсаторной батареи:	$P_{э.б} = 14{,}4$ кВТ.

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	$Pf = 121{,}4$ кВт
Электрические потери в источнике питания	$P_{и.п} = 10{,}6$ кВТ
Активную мощность, потребляемую установкой от сети	$P_{с} = 121{,}4 + 10{,}6 = 132$ кВт.
Фактическая производительность установки	g = 0,17 т/ч.

Эскиз индукционной печи





Заключение

1) полезный объем тигля $V = 0{,}0202$ м^3;

2) внутренний диаметр тигля $D_2 = 0{,}26$ м;

3) высота расплава в тигле $h_2 = 0{,}36$ м;

4) высота внутренней полости тигля $h_т = 0{,}43$ м;

5) внутренний диаметр индуктора $D_1 = 0{,}376$ м;

6) высота индуктора $h_1 = 0{,}396$ м;

7) минимальная частота источника питания $f_{min} = 2355$ Гц;

8) тепловые потери через подину $P_{т.п.} = 0{,}651$ кВт;

9) тепловые потери излучением с зеркала расплава $P_{изл} = 2{,}1$ кВт

10) тепловые потери через боковую стенку $P_{т.б.} = 16$ кВт;

11) суммарные тепловые потери $P_{сумм} = 19{,}1$ кВт;

12) полезная мощность $P_{пол} = 74$ кВт;

13) тепловой КПД печи $\eta_{печи} = 0{,}8$;

14) электрический КПД индуктора с загрузкой $\eta_э = 0{,}715$;

15) активная мощность источника питания $P_f = 140$ кВт;

16) выбран тиристорный преобразователь типа ТПЧ-160-2,4

17) число витков индуктора $w = 16$;

18) высота витка $h_в = 0{,}0258$ м;

19) номинальное напряжение сети $U_н = 900$ В;

20) сила тока в индукторе $I = 1333$ А;

21) электрические потери в индукторе $P_{э.и.} = 25{,}6$ кВт;

22) потери, отводимые охлаждением индуктора $P_{охл} = 44{,}7$ кВт

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

24) скорость воды в канале $v_в = 1,01\ м/с$;

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 $C_{к.б.}$ = 90 мФ;

27) число банок конденсатора $N_б$ = 5;

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

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

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

31) удельный расход электроэнергии q = 660 кВт/ч;

32) производительность установки g = 0,2 т/ч.