

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	$\tau_{пл} = 0,65 \text{ ч}$
Длительность вспомогательных операций	$\tau_{всп} = 0,14 \text{ ч}.$

# 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

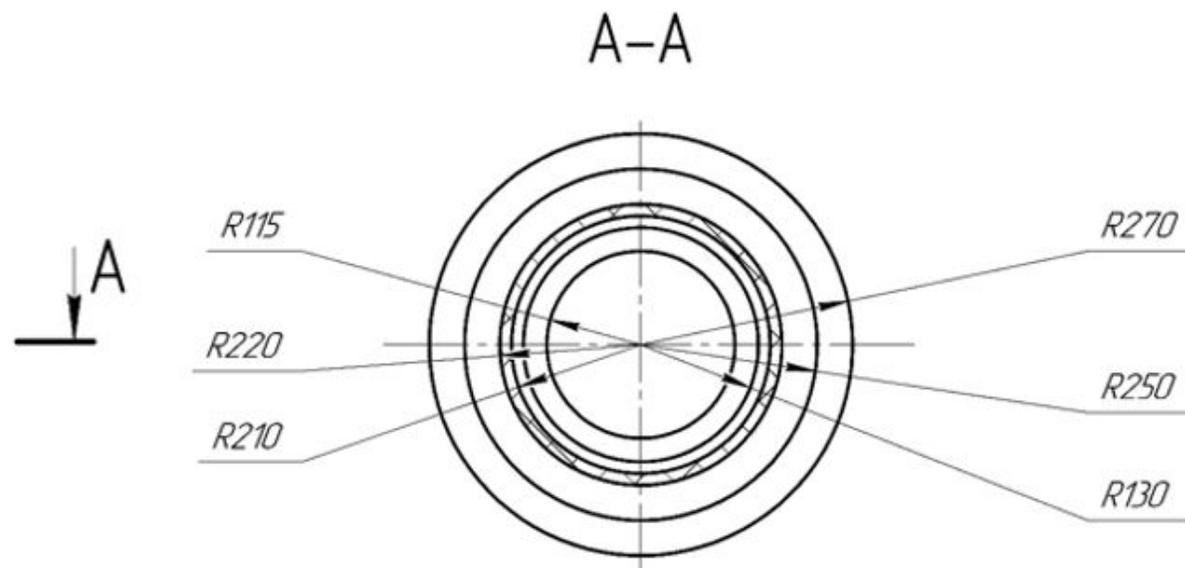
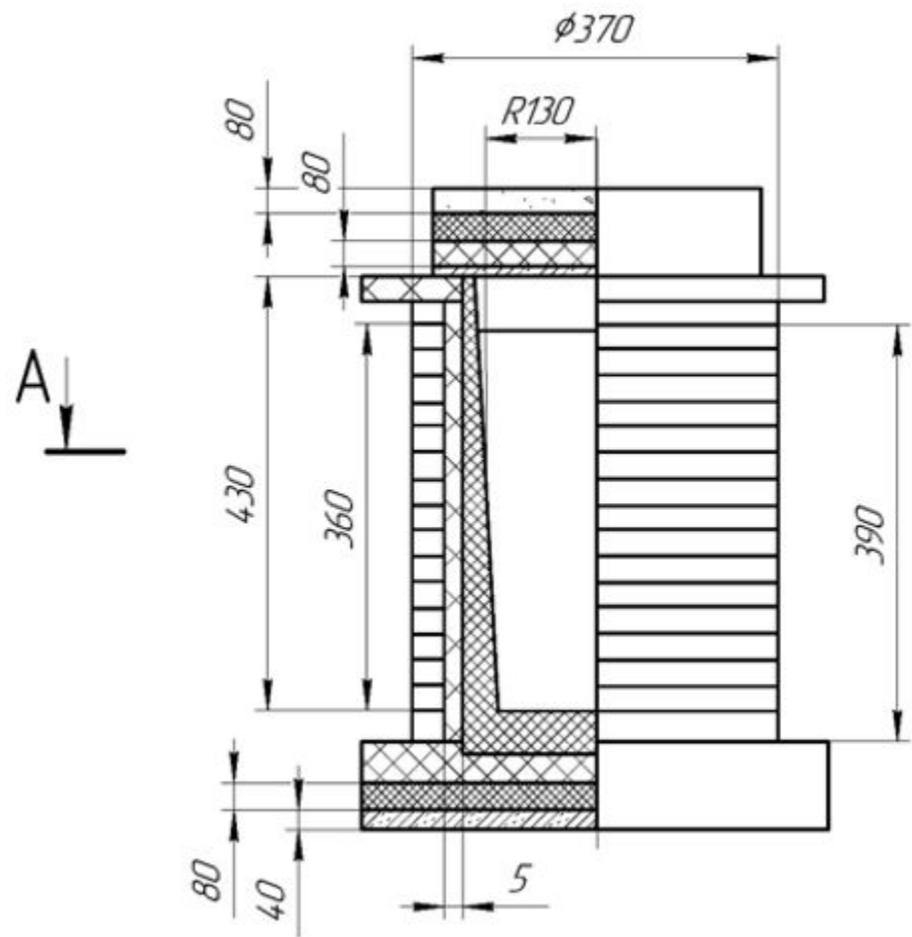
Выбранный конденсатор:	ЭСВ-1-2,4
Номинальное напряжение конденсатора:	1000 В
Емкость конденсатора:	19,9 мкФ.

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

# 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  $g = 0,2 \text{ т/ч}$ .