

ООО «ТЕРМОДИАЛ»

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ПЕЧЬ
СОПРОТИВЛЕНИЯ

Инструкция по эксплуатации

МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2019 г

Настоящее руководство по эксплуатации содержит описание правил техники безопасности, порядок работы, регулирования и проверки технического состояния, выявления характерных неисправностей и методов их устранения, а также технического обслуживания многофункциональной лабораторной печи сопротивления (в дальнейшем – печь).

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПЕЧИ

Печь предназначена для выплавки и литья различных алюминиевых сплавов. Может быть использована для плавки, рафинирования и заливки металла в формы, а также для термической обработки заготовок и изделий из различных черных и цветных металлов.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1	Емкость плавильной печи по жидкому алюминию до, кг	30
2.2	Фазное вторичное напряжение на нагревательном элементе от трехфазного трансформатора, В	73
2.3	Частота питающей сети, Гц	50
2.4	Число фаз питающего трансформатора от промышленной сети напряжением 380 В	3
2.5	Пусковая мощность печи, кВт	19,8
2.6	Материал нагревательного элемента	X20H80
2.7	Диаметр проводника нагревательного элемента, мм	5
2.8	Наружный диаметр нагревательного элемента, мм	50
2.9	Число нагревательных элементов в печи, шт	3
2.10	Число витков одного нагревательного элемента, шт	118
2.11	Сопротивление одного нагревательного элемента, Ом	0,813
2.12	Общее число витков трех нагревателей, шт	354
2.13	Сопротивление трех нагревательных элементов при их последовательном соединении, Ом	2,44
2.14	Максимальна рабочая температура нагревательных элементов печи, 0С	1250
2.15	Масса печи (без вставных (съемных) тиглей и металла печи), кг	150

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Изм

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ

Лист

2

4. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕЧИ

Печь предназначена для выплавки и литья различных алюминиевых сплавов емкостью по жидкому металлу до 30 кг и может быть использована как для производства промышленных отливок ответственного назначения, так и для литья отливок в ремонтных целях, для переплава вторичных алюминиевых сплавов в различные детали, изделия художественного литья, отработки технологий получения новых алюминиевых и других легкоплавких цветных металлов и сплавов, литья опытных образцов новой продукции, товаров народного потребления и т.п.

Тигель печи выполняется съемным (вставным) для совмещения операций плавки, модифицирования, рафинирования и разливки различных алюминиевых сплавов и других цветных металлов (баббита, сплавов ЦАМ, медных сплавов и других металлов).

При комплектации печи съемным (вставным) плавильно-заливочным тиглем, печь может быть использована и как термическая печь для термообработки различных других черных и цветных металлов, в том числе и алюминиевых отливок.

Питание печи осуществляется от трехфазной сети переменного тока, напряжением 380В, через понижающий трансформатор.

Чертеж общего вида конструкции печи представлен в Приложении А.1. Она состоит из следующих узлов:

- каркаса печи;
- футеровки с установленными на ней огнеупорными полочками;
- нагревательных элементов;
- подины;
- свода;
- съемного (вставного) плавильно-заливочного тигля;
- крышки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Лист
					МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Конструкция подины. Каркас подины выполнен из листового металла, крепится сваркой на ножках высотой 100 мм. На ножке печи крепится болт заземления. На дно каркаса укладывается листовой асбест. Далее полость каркаса подины выкладывается профильным огнеупорным шамотным кирпичом. Допускается использование шамотного лекального и трапецеидального кирпича. Связкой служит мартель. Ее состав:

- огнеупорная глина - 30%;
- молотый шамот - 20%;
- кварцевый песок - 40%;
- жидкое стекло - 10%;
- вода остальное - до комкуемости смеси при ее ручном сжатии.

На дне подины изготавливается отверстие для аварийного выхода металла из печи при проедании или разрушении плавильного-заливочного тигля. Подина набивается под конус от нагревательных элементов к аварийному отверстию центра подины.

Изготовленная подина сушится в естественных условиях в течении 1 суток.

Каркас печи. К каркасу подины приваривается кожух основной части печи, представляющий собой свернутый в кольцо стальной лист черного металла толщиной 1,5 мм. Между кожухом и огнеупорной кладкой печи в зазор укладывается листовой асбест или каолиновая вата. Кладка печи выполняется лекальным кирпичом №103 ША-I с использованием секторных полочек НТ-081. Мартель та же, что и на подине. Между вторым и третьим, третьим и четвертым, четвертым и пятым рядами кирпичей размещены огнеупорные керамические полочки НТ-081. На эти полочки укладываются нагревательные элементы. Выводы нагревательных элементов проходят через огнеупорные керамические трубки. Еще одно отверстие, изолированное такой же керамической трубкой, предназначено для размещения в печи ее термопары.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ					Лист
										5
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Свод печи. Свод, также как и подина печи, выкладывается из лекального и трапецеидального шамотного кирпича (№103 ША-I и №49 ША-I). Вверху свода предусматривается отверстие под плавно-заливочный тигель. Мартель та же. Сверху под кладку устанавливается лист нержавеющей металла с таким же отверстием, которое позволяет вставить вставной (съёмный) тигель в печь. Верх печи покрывается мартелью.

Тигель. Плавно-заливочный тигель изготавливается сварным. Материал – трубная заготовка из жароупорной, жаропрочной нержавеющей стали типа 12х18н10т, наружным диаметром 219 мм с толщиной стенки 10 мм или близкий к аналогичному (X18H9T и т.п.). К съёмному (вставному) тиглю приварены ручки для извлечения, переноса и заливки расплавленного металла.

Чертеж общего вида съёмных (вставных) плавно-заливочных тиглей показан в Приложении А.3 настоящей инструкции по эксплуатации.

Установка съёмного (вставного) плавно-заливочного тигля в печь, показан на чертеже общего вида конструкции печи в Приложении А.1.

При плавке металла тигель предварительно покрывается защитной краской для предупреждения взаимодействия материала тигля и расплавленного металла. Сверху тигель закрывается футерованной крышкой.

Нагревательные элементы. Материал - нихром Х20Н80, диаметр проволоки 5 мм (допускается применение проволоки до 4 мм). Концы спиралей нагревательных элементов приварены нержавеющей электродом к шпилькам из нержавеющей стали 40Х13 с резьбой на конце под гайку М14. Шпильки нагревателей выводятся сквозь кладку печи наружу и крепятся с помощью гаек на асбестоцементной теплоизоляционной панели. Панель расположена в закрывающемся кожухе. Кожух приварен к задней стенке каркаса печи.

Термообработка заготовок. Печь можно применять не только как плавно-заливочную и литейную печь, но и как термическую для различной термической и химико-термической обработки различных деталей и изделий из различных материалов. Для этого необходимо удалить плавно-заливочный тигель из гнезда печи и, например, установить в нее защитный цилиндрический

Инв. № подп.	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
	Подп. и дата							
МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ								
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				Лист
								6

экран из жаропрочного, жароупорного материала. Высота экрана от 350 мм. Он нужен для исключения касания нагреваемых заготовок с нагревательными элементами и для более равномерного распределения температурного поля по высоте печи.

Нагреваемые изделия могут помещаться в печь и без защитного экрана - в корзинах и других приспособлениях. Печь работает как шахтная печь сопротивления. Сверху закрывается футерованной крышкой с отверстием для термопары контроля температуры внутри камеры печи.

В печь вместо плавно-разливочного тигля, и защитного цилиндрического экрана могут устанавливаться и различные другие вставные (съёмные) тигли для различных процессов термообработки и химико-термической обработки различных деталей и изделий (режущих инструментов, элементов штамповой и прессовой оснастки и других изделий).

Плавильный и миксерный режим работы печи. Печь может работать и в миксерном режиме для перегрева, выдержки и доведения металла до требуемого химического состава. Требуемые металлургические процессы модифицирования, рафинирования и другие, можно осуществлять непосредственно во вставном (съёмном) плавно-заливочном тигле печи.

Для защиты нагревательных элементов от соприкосновения с жидким металлом при проедании тигля между нагревательными элементами и тиглем печи должен быть требуемый зазор. Это достигается требуемым диаметром отверстия в своде печи.

Конструкция печи предусматривает установку и крепление в ней не только съёмного (вставного) плавно-заливочного тигля, но и специальных других тиглей, того же наружного диаметра с толщиной стенок до 4 мм – для термической и химико-термической обработки различных деталей и изделий.

Установка требуемой температуры в печи и ее поддержание может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режиме. Для измерения, поддержания и контроля температуры используется хромель-алюмелиевая термопара и приборы с соответствующей градуировкой – ТХА (может быть

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Инв. № дубл.
Взам. инв. №	Подп. и дата
	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	Лист
						7

использована термопара платина-платинородий (ТПП) с требуемым прибором для измерения).

Регулятор температуры печи, может быть, различных стандартных исполнений и конструкций, например, таким, как это показано в Приложении А.2 – Стандартный регулятор регулируемой температуры печи с защитным кожухом термопары различной длины и различных температур до 700⁰С и 1250⁰С.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ					Лист
										8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

5. РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

5.1. Печь устанавливается на бетонном или металлическом полу в месте удобном для обслуживания и ремонта.

5.2. Подсоединить корпус печи к общему контуру заземления, с помощью болта заземления, установленного под знаком "Земля" (см. чертеж общего вида конструкции печи, Приложение А.1 настоящей инструкции по эксплуатации).

5.3*. Печь присоединяется к трехфазному трансформатору, оборудованного силовым щитом с выключателем, предохранителями и световой сигнализацией состояния включения и отключения печи от питающей сети.

*При последовательном соединении всех трех нагревательных элементов печи допускается ее подключение к однофазной сети напряжением сети 220 В, при этом предохранитель печи должен быть не менее 100А.

6. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. К работе с печью допускается только персонал, знающий устройство печи и его комплектующего оборудования, схему электропитания и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, правила техники безопасности при плавке и разливке цветных металлов, правила техники безопасности при различной термической и химико-термической обработке различных заготовок, деталей, инструментов и штампово-прессовой оснастки.

6.2. Перед началом работы необходимо убедиться в полной исправности печи и комплектующего оборудования.

6.3. При нарушении нормальной работы печи необходимо отсоединить ее от электросети и принять меры к устранению неисправности.

6.4. Ремонтные работы, извлечение расплавленного металла или нагреваемых заготовок и изделий из печи вести только после снятия напряжения.

Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	Лист
							9

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. Перед началом эксплуатации необходимо:

7.1.1. Проверить печь и вставной (съёмный) тигель на отсутствие трещин и разрушений.

7.1.2. Проверить правильность подсоединения печи к питающей сети.

7.1.3. Проверить правильность подсоединения измерительного (регулирующего) милливольтметра к термопаре печи.

7.1.4. Проверить отсутствие касания тигля с нагревательными элементами печи (вертикальности установки тигля).

7.1.5. Включить общую вытяжную вентиляцию.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Установить уставку милливольтметра (регулирующего прибора) против требуемой рабочей температуры на шкале прибора.

8.2. Установить загруженный металлом плавильно-заливочный тигель в печь (допускается загружать металл в установленный плавильно-заливочный тигель в печь).

8.3. Проверить отсутствие касания плавильного тигля с нагревательными элементами печи и зафиксировать его в этом положении.

8.4. Включить выключатель (разъединитель) на силовом щите.

8.5. Включить выключателем печь к питающей сети.

Электрическая схема для включения и отключения работы печи, при последовательном соединении трех нагревательных элементов печи, или подключения их через трехфазный понижающий трансформатор показана на рисунках в Приложении Б.1 и Приложении В.1. настоящей инструкции по эксплуатации.

8.6. После окончания работы обязательно выключателем на силовом щите отключить подачу электроэнергии к печи.

8.7. После слива металла осмотреть состояние плавильного тигля, покрыть его защитной краской для последующих плавов.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

9.1. Замена и ремонт нагревателей.

9.1.1. Отсоединить выводы нагревателя от силового кабеля.

9.1.2. Вынуть нагреватель из печи.

9.1.3. Осуществить ремонт нагревателя сваркой нержавеющей сварочным электродом внахлест.

9.1.4. Установить отремонтированный или запасной нагреватель в печь в обратной последовательности.

9.2. Замена огнеупорной керамической секторной полочки НТ-081.

9.2.1. Извлечь поврежденную огнеупорную полочку из печи путем подрезки ее связующей мартели плоским ножом.

9.2.2. Смочить крепежный конец запасной огнеупорной полочки в воде или в водном растворе жидкого стекла.

9.2.3. Установить новую огнеупорную полочку со связующей мартелью взамен извлеченной.

9.3. Ремонт плавильных и плавильно-заливочного тигля.

9.3.1. Все тигли, в которых осуществляется плавка металла, перед использованием подвергаются тщательному осмотру и контролю на их дальнейшую пригодность.

9.3.2. При обнаружении трещин, разрушений и проеданий плавильных термических и химико-термических тиглей их выбраковывают и к использованию не допускают.

9.3.3. При обнаружении небольших повреждений плавильно-заливочного тигля допускается его ремонт сваркой нержавеющей электродом.

9.4. Ремонт печи.

9.4.1. Аккуратно разобрать свод печи и ее футеровку согласно чертежу общего вида конструкции печи Приложение А.1 и настоящего описания.

9.4.2. Очистить от мартели неповрежденные огнеупорные и теплоизоляционные материалы для повторного их использования.

Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подп.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	Лист
										11

9.4.3. Собрать печь согласно чертежу общего вида конструкции печи Приложение А и настоящего описания.

9.4.4. Изготовленную и собранную печь выдержать на воздухе в течении 1-2 суток для отверждения мартели и естественной сушки.

9.4.5. После естественной сушки подвергнуть печь ступенчатой сушке и выдержке при низких (100-200°C), средних (300-500°C) и рабочих температурах в течении 2-3 часов общего времени.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	Лист
											12

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неисправность	Вероятная причина	Метод устранения
При включении печи фазные сигнальные лампочки не загораются	Сгорела лампочка	Заменить лампочку
	Сгорел предохранитель	Заменить предохранитель
	Отсутствует фазное напряжение питающей сети	Устранить неисправность
При включении печи сигнальные лампочки не загораются, температура в рабочей камере не повышается	Неисправен выключатель	Устранить неисправность, либо заменить выключатель
При включении печи сигнальные лампочки загораются, температура в рабочей камере печи не повышается или повышается очень медленно	Вышел из строя нагреватель	Устранить неисправность или заменить нагреватель п.9.1.
Уменьшается уровень расплавленного металла или происходит его истечение через аварийное отверстие пода печи	Вышел из строя плавильный тигель	Заменить тигель или устранить неисправность п.9.3.
Аварийное состояние печи, не работает приточная вытяжная вентиляция, видимые разрушения футеровки	Нарушены условия эксплуатации и обслуживания печи	Устранение аварийного состояния. Ремонт печи п.9.4., п.9.

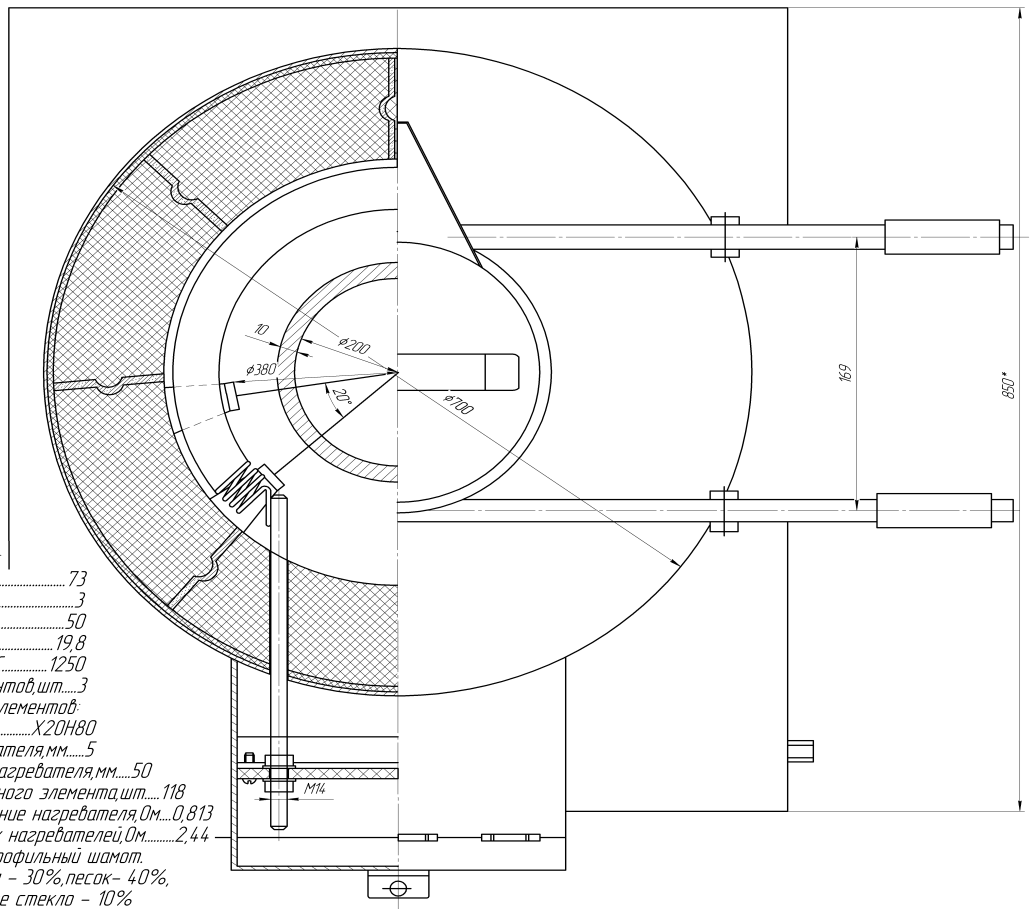
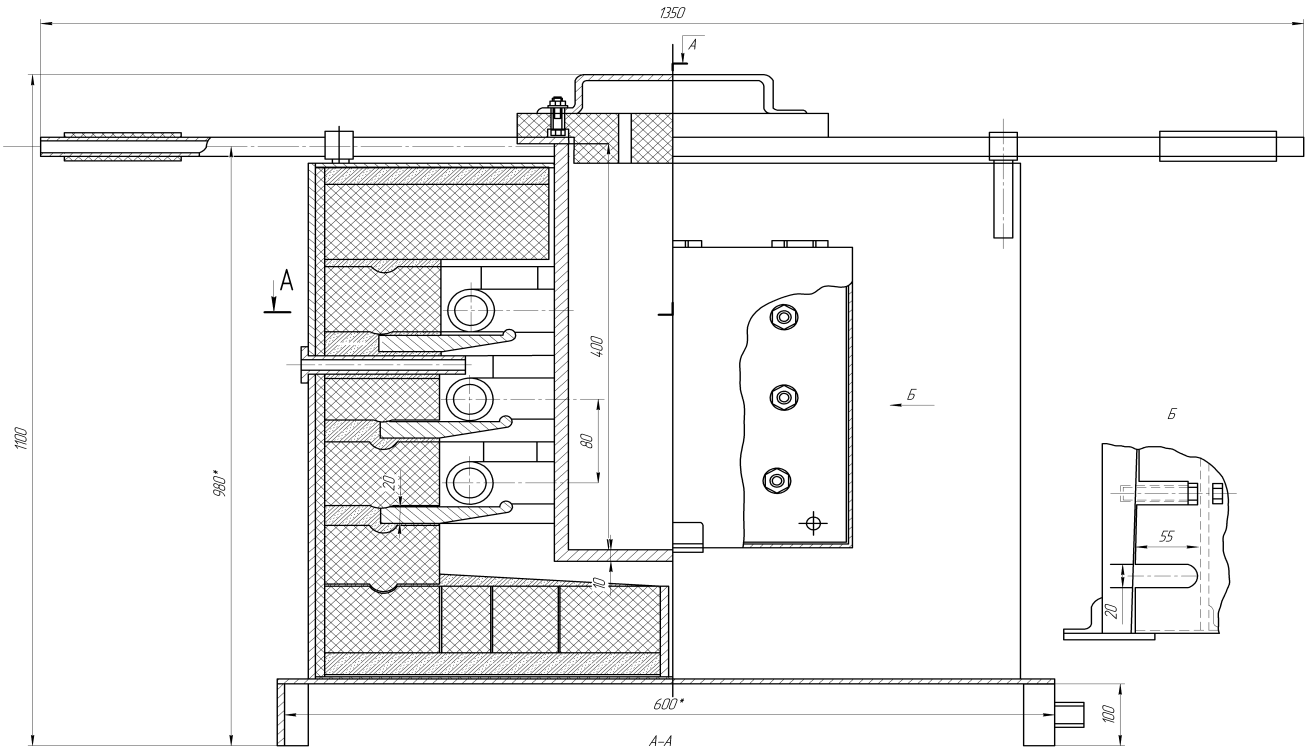
10. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

10.1. При соблюдении правил транспортировки, хранения, монтажа и эксплуатации печи срок службы нагревательных элементов печи составляет до 1000 часов.

Изн. № подп.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ	Лист
						13

Приложение А



Технические характеристики:

- Напряжение, В.....73
- Число фаз.....3
- Частота питающей сети, Гц.....50
- Мощность, кВт.....19,8
- Максимальная температура, °С.....1250
- Число нагревательных элементов, шт.....3
- Параметры нагревательных элементов:
- материал.....Х20Н80
- диаметр проволоки нагревателя, мм.....5
- наружный диаметр витка нагревателя, мм.....50
- число витков нагревательного элемента, шт.....118
- электрическое сопротивление нагревателя, Ом.....0,813
- полное сопротивление всех нагревателей, Ом.....2,44
- Огнеупорный слой - кирпич профильный шамот.
- Мартель - огнеупорная глина - 30%, песок - 40%,
- малый шамот - 20%, жидкое стекло - 10%
- Теплоизоляционный слой - листовый асбест,
- каолиновая вата.

Чертеж А.1. - Общий вид конструкции печи

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ

Приложение А

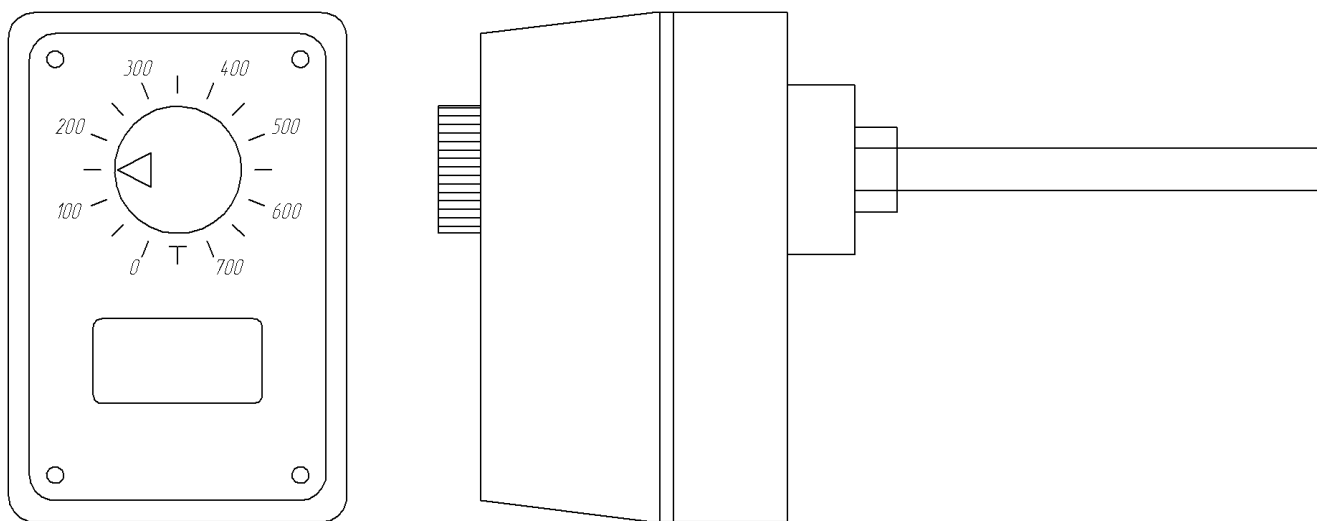


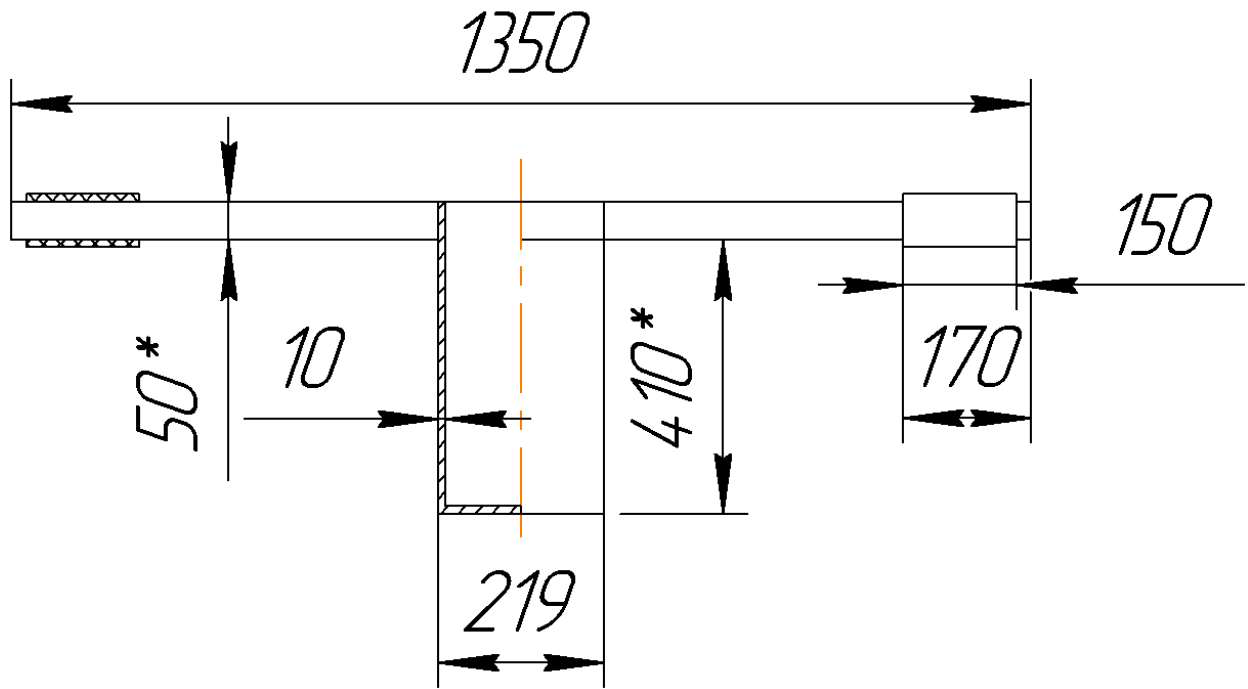
Рисунок А.2 – Общий вид стандартных регуляторов регулируемой температуры печи с защитным кожухом термопары различной длины и различных температур до 700⁰С и 1250⁰С

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ

Лист
15

Приложение А



**Примечание. Толщина стенок трубных заготовок съемных (вставных) тиглей для различной термической и химико-термической обработки различных деталей, заготовок, режущего инструмента, элементов штамповой и прессовой оснастки равна 4 мм (трубная заготовка тех же размеров с наружным диаметром 219 мм).

Чертеж А.3 – Общий вид вставных (съемных) плавно-заливочных тиглей.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата				
	Взам. инв. №					Инв. № дубл.				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ					Лист
										16

Приложение Б

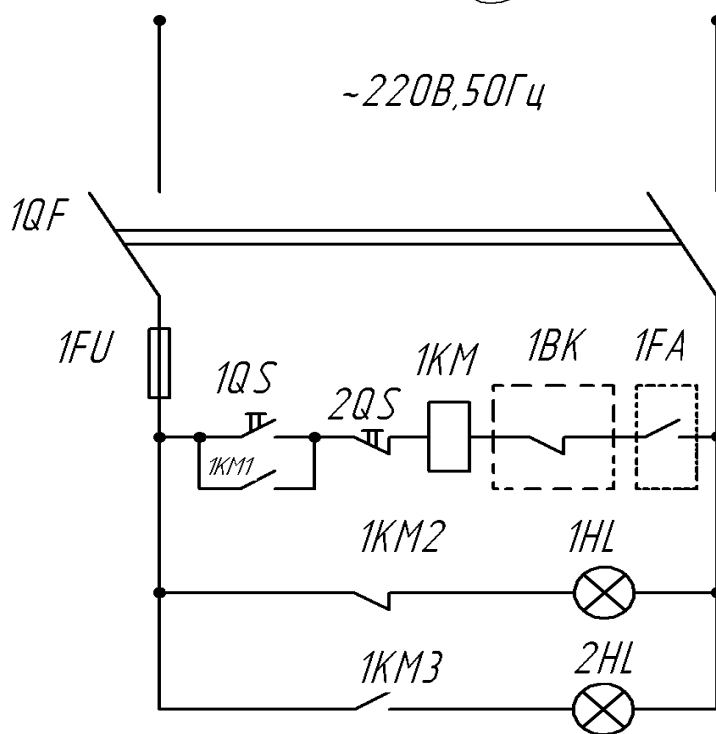
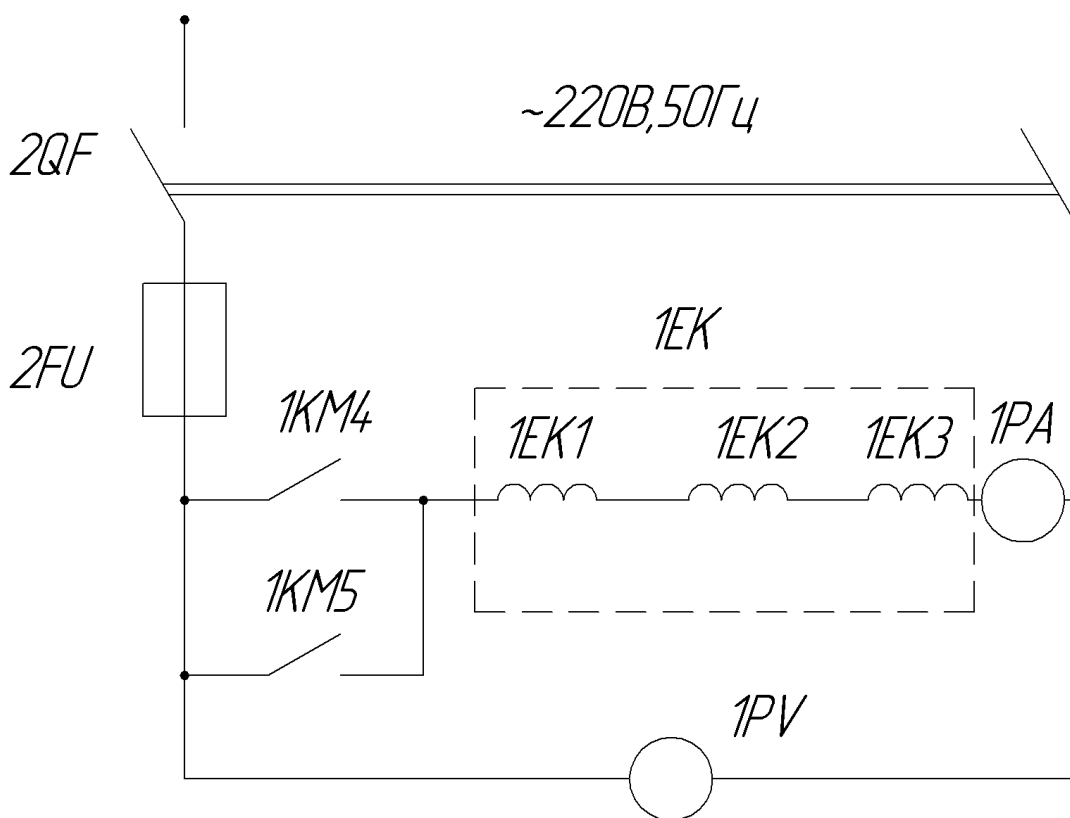


Рисунок Б.1 – Электрическая схема питания и управления печи при последовательном соединении трех нагревательных элементов

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Спецификация элементов схемы включения и управления печи при последовательном соединении трех нагревательных элементов:

- 1QF – Выключатель автоматический
- 1FU – Предохранитель
- 1QS – Кнопка «Пуск» печи
- 2QS – Кнопка «Стоп» печи
- 1KM - Контактор
- 1KM1-1KM5 – Силовые и сигнальные контакты контактора 1KM
- 1BK – Тепловой датчик (контактор регулятора температуры)
- 1FA – Контакт конечного выключателя установки вставного (съёмного) плавильно-заливочного тигля
- 1H2 – Лампа сигнальная зеленая, сигнализация о подаче напряжения на схему управления печи
- 2H2 – Лампа сигнальная – красная, сигнализация о подаче напряжения на нагревательные элементы печи
- 2QF – Силовой, автоматический выключатель печи (100-160А)
- 2FU – Силовой плавкий предохранитель (100 А)
- 1ЕК – Опытная многофункциональная лабораторная печь сопротивления
- 1ЕК1, 1ЕК2, 1ЕК3 – Нагревательные элементы печи
- 1РА – Амперметр переменного тока, подключается через трансформатор тока (0-100А)
- 1РV – Вольтметр переменного тока (0-250V)

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ					Лист
										18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Приложение В

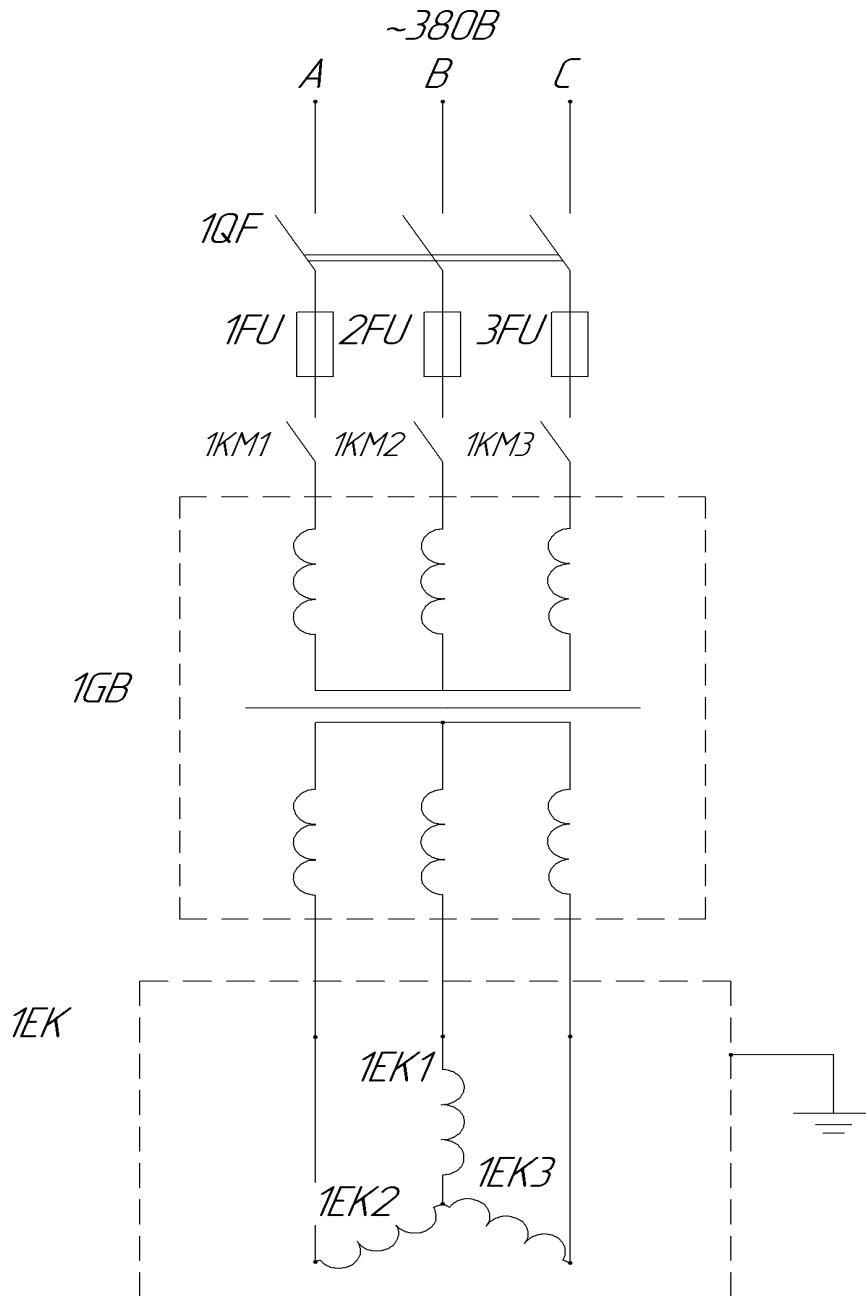


Рисунок В.1 – Электрическая схема подключения нагревательных элементов через понижающий трехфазный трансформатор

Инв. № подп.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Спецификация элементов схемы включения и управления печи при последовательном соединении трех нагревательных элементов:

- 1QF – Силовой автоматический выключатель печи
- 1FU, 2FU, 3FU – Силовые предохранители
- 1KM, 1KM2, 1KM3 – Силовые контакты основного коммутирующего контактора
- 1GB – Силовой понижающий трансформатор (380-76В фазное)
- 1ЕК – Опытная многофункциональная лабораторная печь сопротивления
- 1ЕК1, 1ЕК2, 1ЕК3 – Нагревательные элементы печи

*Для подключения печи к трехфазной сети напряжением 380В, могут быть использованы стандартные (покупные) щиты и шкафы, с их встроенными пусковыми и сигнальными устройствами, с защитными и предохранительными устройствами.

Инв. № подп.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ					Лист
										20
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм. № подл.				
Подп. и дата				
Взам. инв. №				
Инв. № дубл.				
Подп. и дата				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МФУ ЭПС-0,03-10ИЭ