



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

Выпускная квалификационная работа

Разработка технологии и режимов
термообработки стальных изделий
сложной конфигурации.

Выполнил: студент гр. бМВТМ-41 Сергеева Г.В.
Руководитель ВКР: к.х.н., доцент каф. МБИ И.Ю. Гоц

Актуальность:

Актуальностью в настоящее время считаются вопросы связанные с повышением прочности и долговечности машин, приборов, конструкций, повышение их качества и производительности, следовательно, встают вопросы об экономии металлов, борьбы с коррозией и износом деталей машин. Роль данных проблем в долговечности машин и механизмов, приборов, особенно возросла в настоящее время, так как развитие большого количества отраслей промышленности (авиационная, ракетная, теплоэнергетика, атомная энергетика, радиоэлектроника и др.) связано с повышением нагрузок, температур, агрессивности сред, в которых работает деталь. Решение данных проблем прежде всего связано с модификацией структуры материала

Цели работы ВКР:

Целью дипломной работы является разработка технологии режимов термообработки стали 30Х13 и исследование её влияния на физико–механические свойства и эксплуатационные характеристики.

Были поставлены следующие задачи:

1. Выбрать конструкцию обрабатываемого изделия.
2. Разработать структурно-функциональную схему автоматизированного технологического комплекса
3. Разработать конструкцию печи для термической обработки стальных мембран
4. Разработать технологию и режим для термической обработки
5. Исследовать влияние режимов термической обработки стали на физико-механические свойства и произвести расчеты прочностных характеристик
6. Произвести расчеты организационно-экономического, экологического характера и безопасности человека при работе с термическим оборудованием

Номер операции	Вид операции	Цели операции	Рабочий переход	Оборудование, инструмент, материалы, режимы
1	2	3	4	5
005	Контроль	Подготовка рабочего места	Проверка чистоты цеховой тары, проверить работоспособность регулятора температуры, проверить чистоту масла, уложить детали в чистую тару.	Электропечь, регулятор температуры Термодат-18E5
010	Промывка	Промывка	Промывка от технологических загрязнений	Ванна промывки, рабочий стол, источник сжатого воздуха
015	Закалка (спецпро-цесс)	Упрочнение изделий	Включить электропечь; уложить на дно коробки древесный уголь, прогреть коробку; поместить приспособление с мембраной в коробку, поместить в электропечь; выдержать; охладить в индустр. масле.	Электропечь, регулятор температуры термодат-18E5, рабочий стол, ванна
020	Промывка растворителями	Промывка	Промывка от технологических загрязнений	Ванна промывки, рабочий стол, источник сжатого воздуха,

1	2	3	4	5
025	Слесарная	Подготовка образца к исследованию в лаборатории металлографии	Зачистить, отполировать, проверить шероховатость	Верстак
030	Контроль твердости	Провести замер твердости	Установить образец на столике и провести замер	Стол контролера, твердомер ПМТ 3 ГОСТ 7865-77, твердомер ТК-2М
035	Отпуск (спецпроцесс)	Используется для снижения избыточной твердости, уменьшения хрупкости и устранения внутренних напряжений металла	Уложенные на противень детали, загружаем в электропечь; выдержать в течении времени; охладить при н.к.у.	Электропечь СНО 80/12, электропечь СНЗ 2.5-5/70/10, регулятор температуры, рабочий стол
040	Слесарная	Подготовка образца к исследованию в лаборатории металлографии	Провести контроль	Верстак
045	Контроль твердости	Определение твердости	Провести замер твердости	Твердомер ПМТ 3 ГОСТ 7865-77, твердомер ТК-2М

Конструкция печи для термической обработки

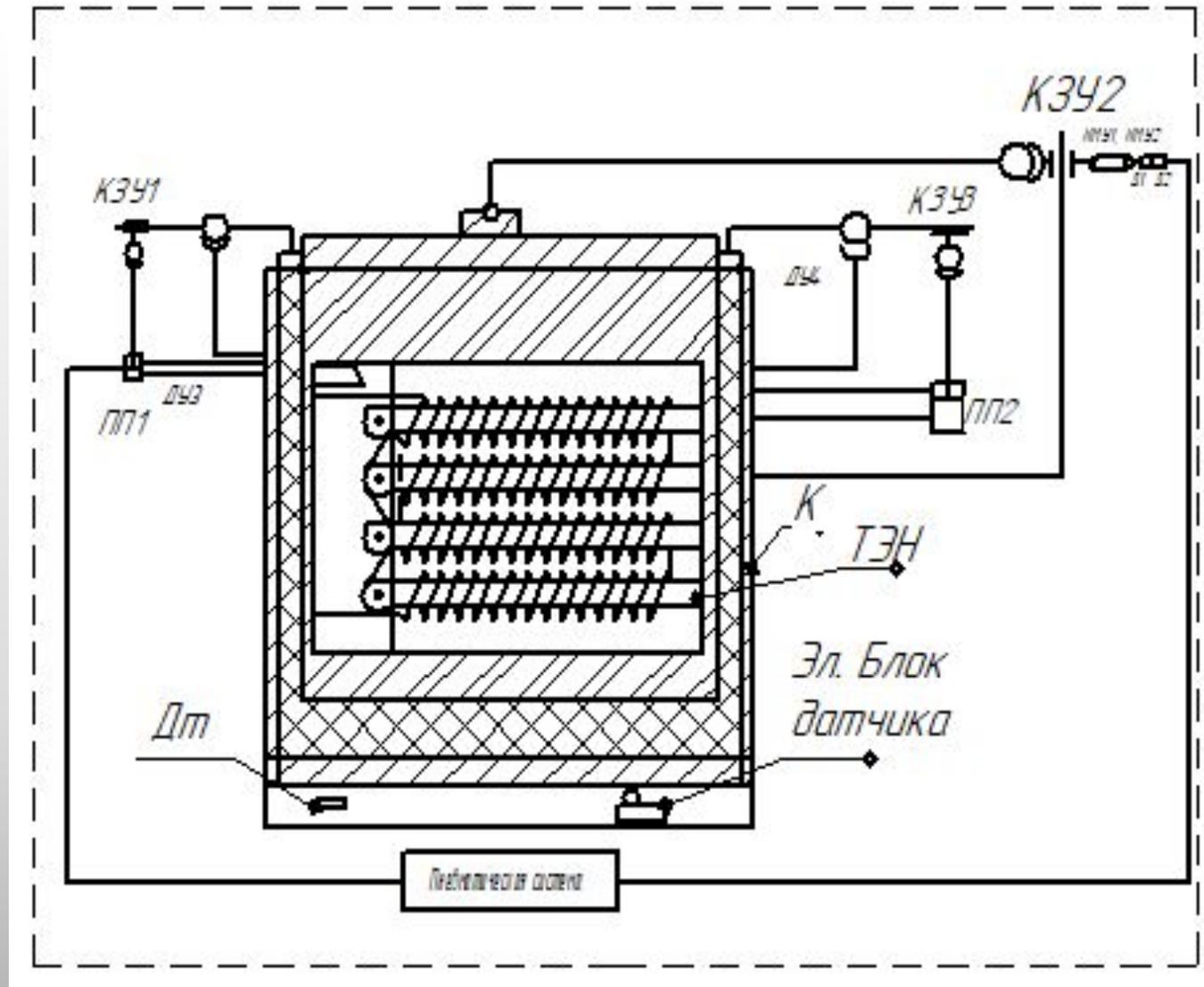


Рисунок 1 - Кинематическая схема печи для термической обработки

Расчет «рабочего узла» электрической муфельной печи –нихромового нагревателя

Определение мощности печи и силы тока, проходящего через нагреватель:

$$P = h * l * a; P = 350 * 500 * 540 = 5670 \text{ Ватт}$$

Определение силы тока, который будет проходить через нагревательный элемент.

$$I = P / U; I = 5670 / 220 = 25,77 \text{ А}$$

Определение необходимой длины проволоки для навивки спирального нагревателя:

$$L = (U / I) \times S / \rho; L = \frac{\left(\frac{220}{25,77}\right) * 1,13}{1,11} = 8,7 \text{ м}$$

Определение поверхностной удельной мощности:

$$\beta_{\text{доп}} = \beta_{\text{эф}} * a; \beta_{\text{доп}} = 1,8 * 0,30 \div 0,36 = 1,73 \text{ Вт/см}^2.$$

Таблица 1-Характеристики допустимой удельной поверхностной мощности нагревателя

№	Нагрев печи, °С	Вдоп, Вт/см ²
1	От 700	1,73
2	До 400	4 до 6

Данные об объектах

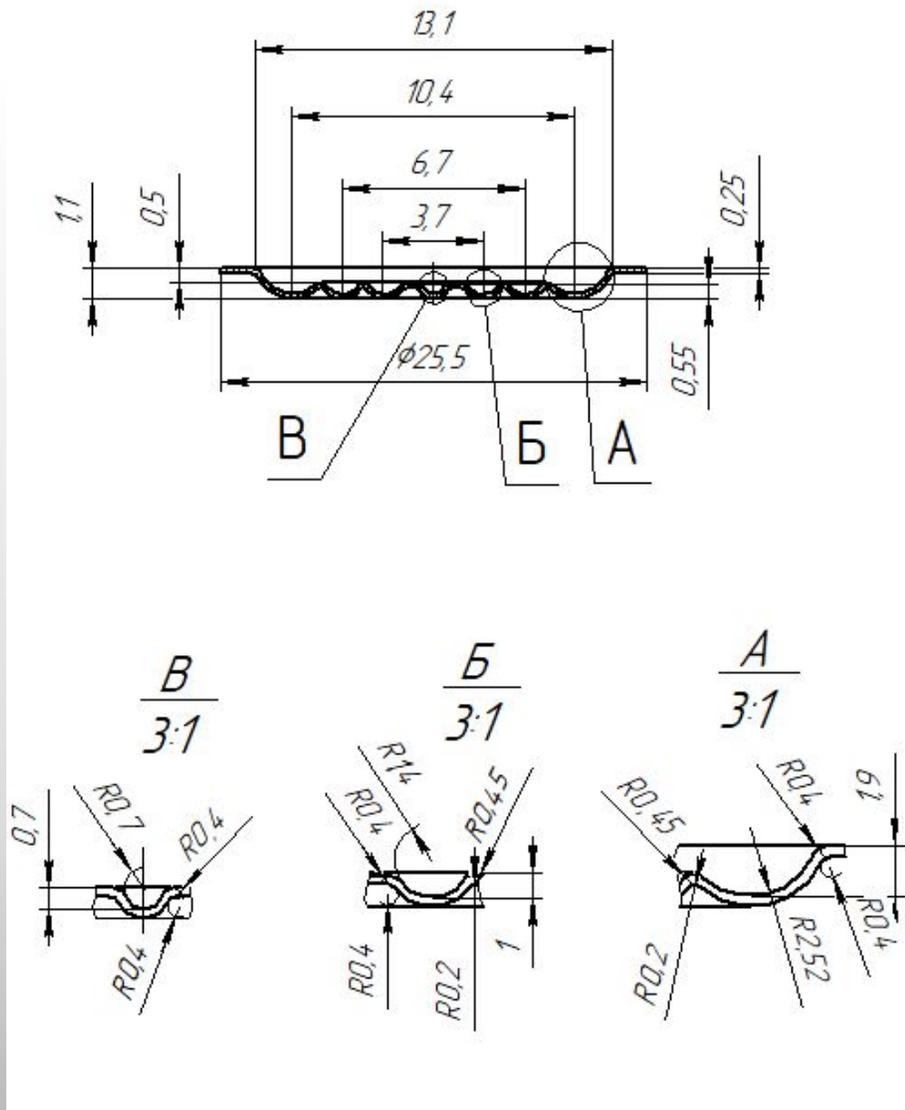


Рисунок 2-Чертеж детали типа «Мембрана»

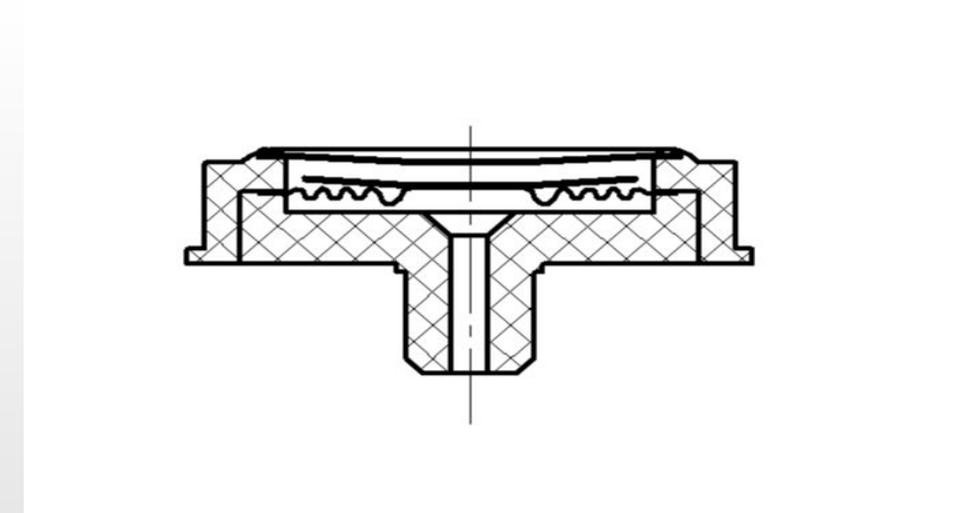


Рисунок 3- Общий вид емкостного преобразователя давления разрез

Режимы термической обработки стали 30Х13

Таблица 2 – Температурные режимы термической обработки стали 30Х13

№ режима	Температура закалки, °С	Время закалки, мин	Температура первичного отпуска, °С	Время отпуска, мин
Режим 1	800	60	600	60-120
Режим 2	950–1020	60	650	60-120

Микроструктура и открытая пористость стали 30Х13

Рисунок 4—
Общий вид
металлографиче-
ского
комплекса
АГПМ-6М

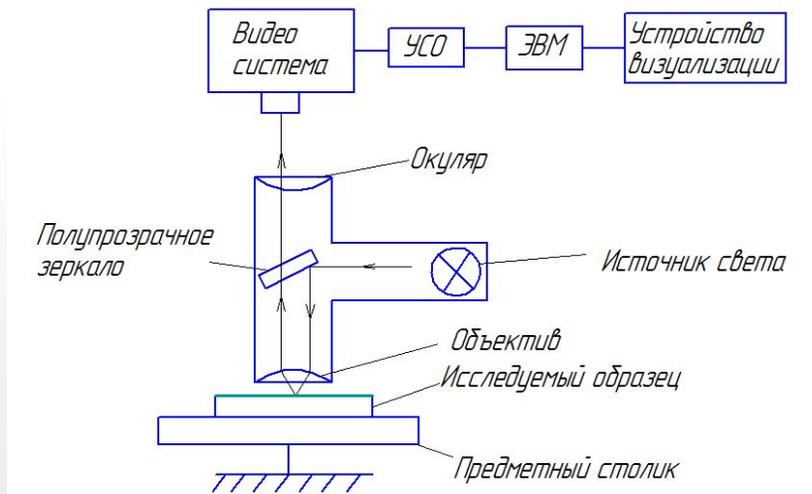


Рисунок 5 —
Структурно-
функциональная
схема
металлографиче-
ский
микроскоп
АГПМ-6М

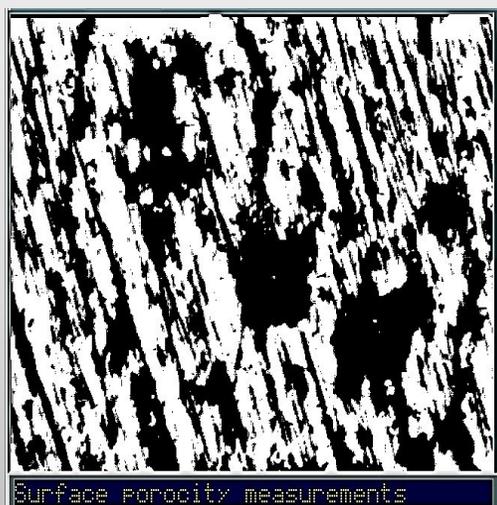
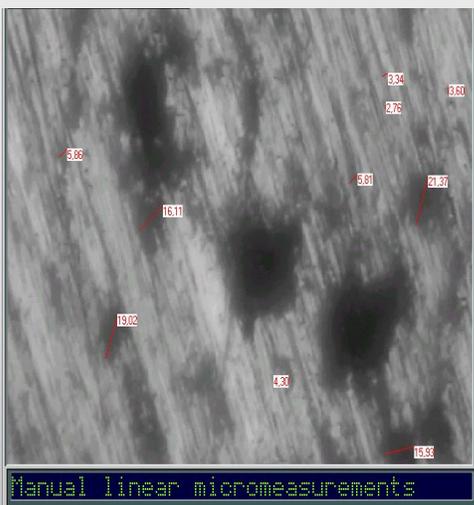


Рисунок 6 — Микроструктура поверхности стали 30Х13 до термической обработки, поле зрения 250 мкм

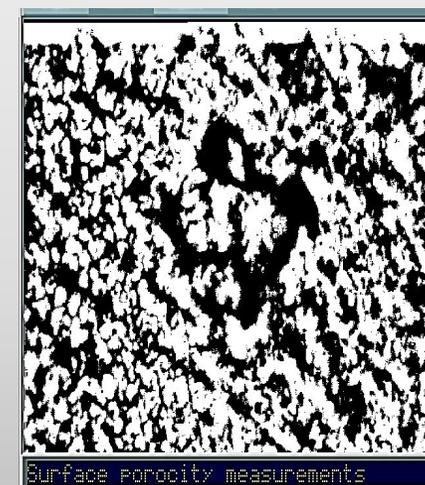


Рисунок 7 — Микроструктура стали 30Х13 после термической обработке при температуре 950 – 1050 °С, поле зрения 250 мкм

Микроструктура и пористость стали

Таблица 3 –Микроструктура и пористость стали

№ п/п	Открытая пористость П, %	Количество зерен	l ср, мкм	Дисперсия, D
Исходный	49	10	9,81	7,36
Базовый	58	10	6,70	1,98
Предлагаемый	45	10	4,53	4,66

Микротвердость закаленной стали 30Х13

Таблица 4– Микротвердость стали

№ образца	Температура закалки, °С	Значение микротвердости,		Прочностные характеристики	
		HV	НВ	σ_B , МПа	σ_T , МПа
Исходный		131	207	530-780	295
1	800	277	286	922,41	462,59
2	950–1050	311	331	1035,63	519,37



Рисунок 8 – Твердомер ПМТ-3

Исследование прочностных характеристик на растяжение

Таблица 5– Микротвердость стали

№ образца	Температура закали, °С	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %
Исходный		530-780	295	10-12	35-40
1	800	650	555	15,0	44,0
2	950–1050	1140	910	12,5	32,0



Рисунок 9-Общий вид разрывной машины

Исследование на разрушение

Таблица 6 – Результаты исследований ударной вязкости стали

№ образца	Режим термообработки, °С	Время закалки, мин	Температура отпуска, °С	Время отпуска, мин	КСУ, Дж/см ²
1	800	60	600	60-120	10
2	950–1050	60	650	60-120	12

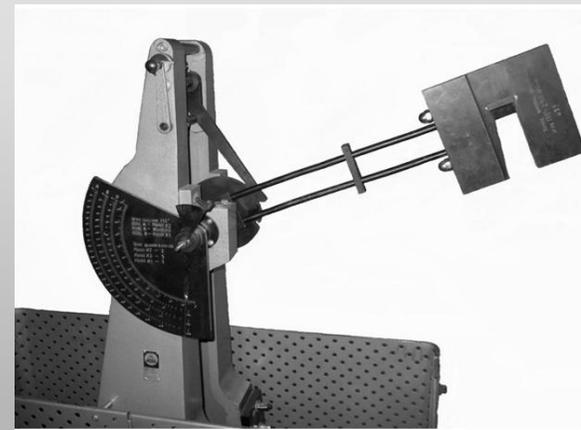


Рисунок 10 – Общий вид маятникового копра

Меры по снижению возможного опасного воздействия

Факторы опасности

Решение по снижению опасности травматизма

Работа с пожароопасными жидкими средами

При работе с пожароопасными жидкими средами, которые могут применяться при закалке и отпуске, необходимо соблюдать требования пожарной безопасности.
Нагретые в процессе термообработки изделия и детали нужно размещать в местах, которые оборудованы эффективной вытяжной вентиляцией или в специально оборудованных охлаждающих помещениях или устройствах.

Токсичные выделения

Концентрации веществ, имеющих вредные свойства, и уровни физических опасных и вредных производственных факторов не должны превышать значений, установленных санитарными нормами.
Температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений не должно превышать значений, установленных действующими санитарными нормами.

Поражение электрическим током

Соблюдение норм безопасности и индивидуальной защиты. Обучение персонала: лица, прошедшие обучение (инструктаж), позволяющее им осознавать риски и избегать опасностей, которые может создать электричество. Так же важным решением является защитное заземление: заземление точки или точек системы, или установки, или оборудования в цепях электробезопасности

Показатели экономической эффективности мероприятий выпускной квалификационной работы

№	Наименование показателей	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
1	Годовой выпуск изделий, шт.	12000	12000
2	Трудоемкость изготовления единицы изделия, н/час	0,8	0,7
3	Общая трудоемкость годового выпуска, н/час	9600	8400
4	Годовой фонд времени работы одного рабочего	1968	1968
5	Численность основных рабочих, чел	5	5
6	Часовая тарифная ставка, руб.	90	90
7	Годовой фонд оплаты труда основных рабочих, руб.	864000	756000
8	Дополнительный фонд оплаты труда, руб.	259200	226800
9	Отчисление на социальное страхование, руб.	336960	294840
10	Общепроизводственные (общецеховые) расходы, руб.	950400	831600
11	Общехозяйственные (общезаводские) расходы, руб.	1468800	288456
12	Стоимость сырья и основных материалов на программу, руб.	3408224,4	3408224,4
13	Стоимость электроэнергии, руб.	6379776	5701584
14	Производственная себестоимость товарного выпуска, руб.	185165,1	129176,35

Выводы

1. Разработана маршрутная карта термической обработки, которая позволяет определить правильную последовательность операций и задать определенные режимы обработки, которые можно будет проследить
2. Разработана структурно-функциональная схема АТК, которая позволяет частично автоматизировать процесс термообработки, тем самым снизить трудоемкость данного процесса и повысить производительность
3. Разработана конструкция печи для термической обработки с пневматической системой, позволяющая обезопасить процесс термической обработки для человека, так как прямого контакта операционист с ней не имеет
4. При определении микротвердости закаленной стали было выявлено увеличение температуры закалки до 1050 °С, с последующим медленным отпуском в масле, приводящему к увеличению микротвердости стали 30Х13 примерно на 16% по сравнению с более низкой температурой 800 °С.

При проведении исследований прочностных характеристик на растяжение было выявлено, что при втором режиме термообработки (таблица 5) предел прочности (σ_b , МПа) увеличивается в 1,75, раз, предел текучести (σ_t , МПа) в 1,64 раза, относительное удлинение (δ_5 , %) – 0,83 раза, а относительное сужение (ψ , %) – в 0,73 раза.

При проведении исследований на разрушение отмечено увеличение микротвердости и предела прочности материала, ударная вязкость тоже увеличивается в 1,2 раза .т.е. выбранный режим не приводит к снижению характеристик пластичности.

5. Исходя из проведенных исследований, был выбран следующий режим термической обработки: температура закалки- 950 -1050°С, время закалки 60 мин, температура отпуска 650 °С, время отпуска 60-120 мин.
6. Были проведены расчеты организационно-экономического, экологического характера и безопасности человека при работе с термическим оборудованием.