



НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р. Е. Алексева

Выпускная квалификационная работа

На тему: «Проектирование технологии изготовления и термической обработки обсадных труб из стали 22ГФ»

Дудина К.А

Нижний Новгород

2019

Актуальность темы

Технологическое назначение обсадных труб – укрепление скважины, предотвращения осыпания земли, сползания грунта и в итоге прекращения функционирования добывающего участка.

Обсадная труба должна хорошо справляться со своими задачами:

- **Сохранение стенок скважины в исходном состоянии,**
- **Гарантия водонепроницаемости системы и долговечность.**



Выбор марки стали для электросварных обсадных труб

Таблица 1 – Механические характеристики

Марка стали	Термообработка		$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	
	Операция	t , °C				
20ГС	Закалка	890	245	470	22	48
	Отпуск	550			19	39
22ГФ	Закалка	910	465	560	24	56.8
	Отпуск	580			20	78.4

Таблица 2 – Технологические свойства

Технологические свойства	22ГФ
Свариваемость	Без ограничений
Флокеночувствительность	Не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	Малосклонна



Выбор марки стали для электросварных обсадных труб

Конструкционную сталь 22ГФ отвечает технологии изготовления электросварных прямошовных обсадных труб диаметром от 10 до 530 мм с обеспечением требуемых механических свойств.

Размеры обсадной трубы составляют:

- наружный диаметр равен 245мм;
- толщина стенки составляет 7,9 мм;
- длина трубы 11700 мм.

Таблица 3 - Химический состав стали 22ГФ

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	V	Cu
0,21-0,25	0,17-0,37	1,2-1,4	≤0,03	≤0,03	≤0,3	≤0,3	0,11-0,15	≤0,35

Технологический цикл

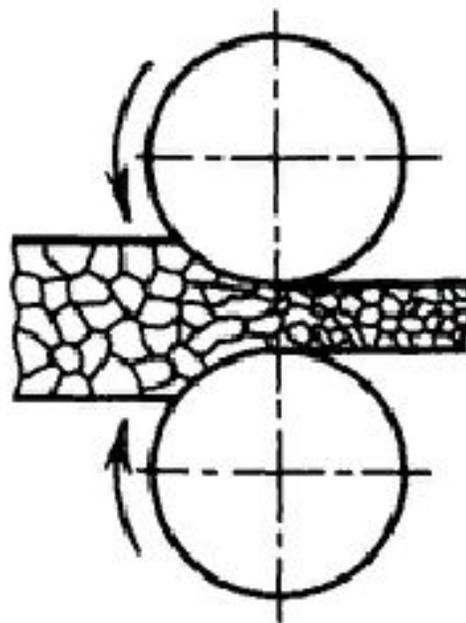
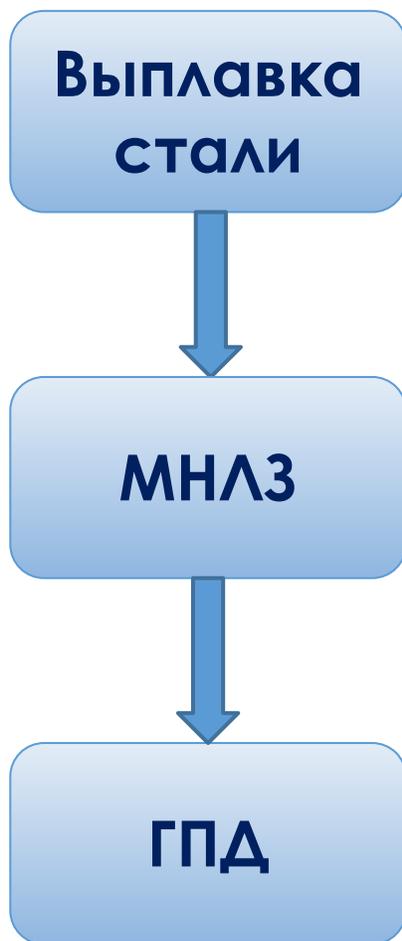
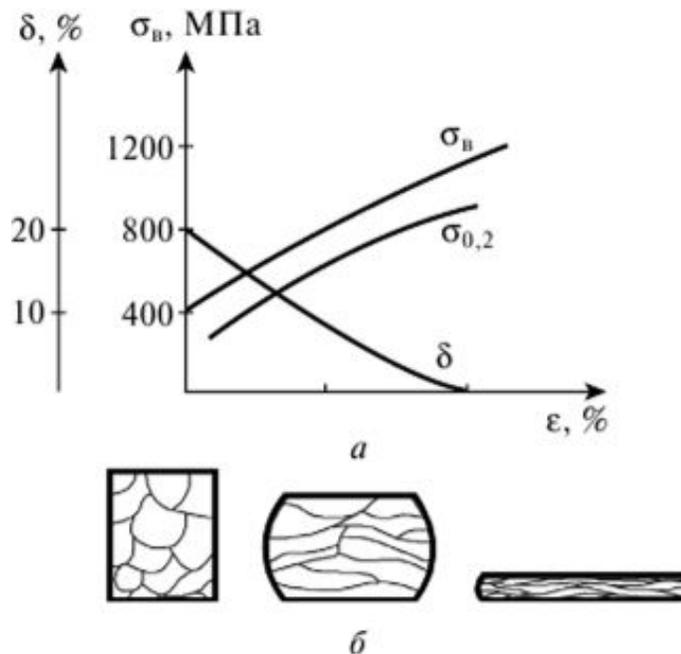


Схема изменения микроструктуры металла при горячей деформации



Технологический цикл



- При холодной пластической деформации повышается:
- ✓ Твердость
 - ✓ Прочность
 - ✓ снижается пластичность — происходит наклеп.

Изменение свойств стали при холодной пластической деформации
а – свойства б-структура

Технологический цикл

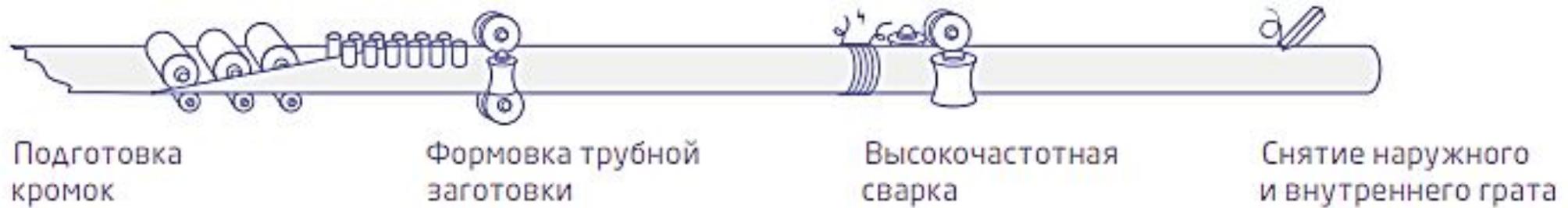


Рисунок 1 – Схема формообразования трубы

Технологический цикл

Объемная термообработка обсадной трубы:

Главная цель ОТО – повысить прочностные характеристики изделия.

Для обсадных электросварных труб в большинстве случаев используют улучшение (закалка+отпуск)

- Нагрев стали до $T = A_{c3} + 30 - 50^{\circ}\text{C}$ (для стали 22ГФ $A_{c3} = 860^{\circ}\text{C}$)
- Охлаждение в воде в спрейерной установке со скоростью выше критической
- Высокий отпуск ($T = 560^{\circ}\text{C}$), охлаждение на воздухе.

Структура стали до закалки: феррит+перлит.

После закалки: мартенсит закалки;

После высокого отпуска – сорбит отпуска – обеспечивает максимальное сочетание свойств прочности и вязкости стали.

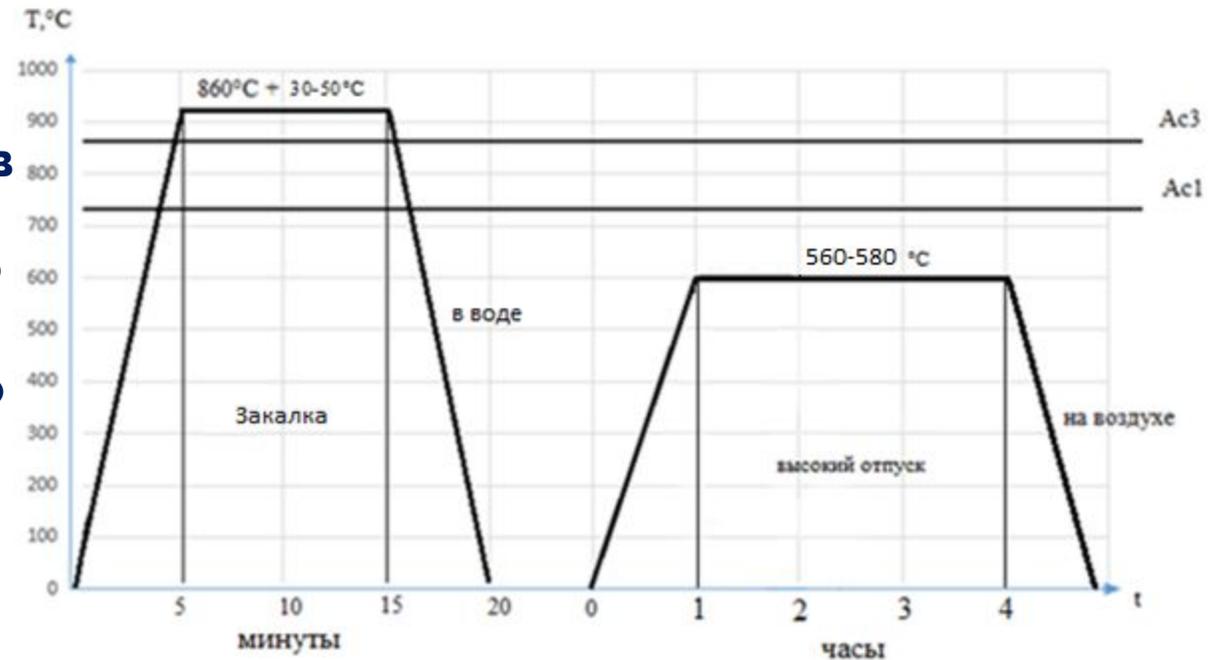
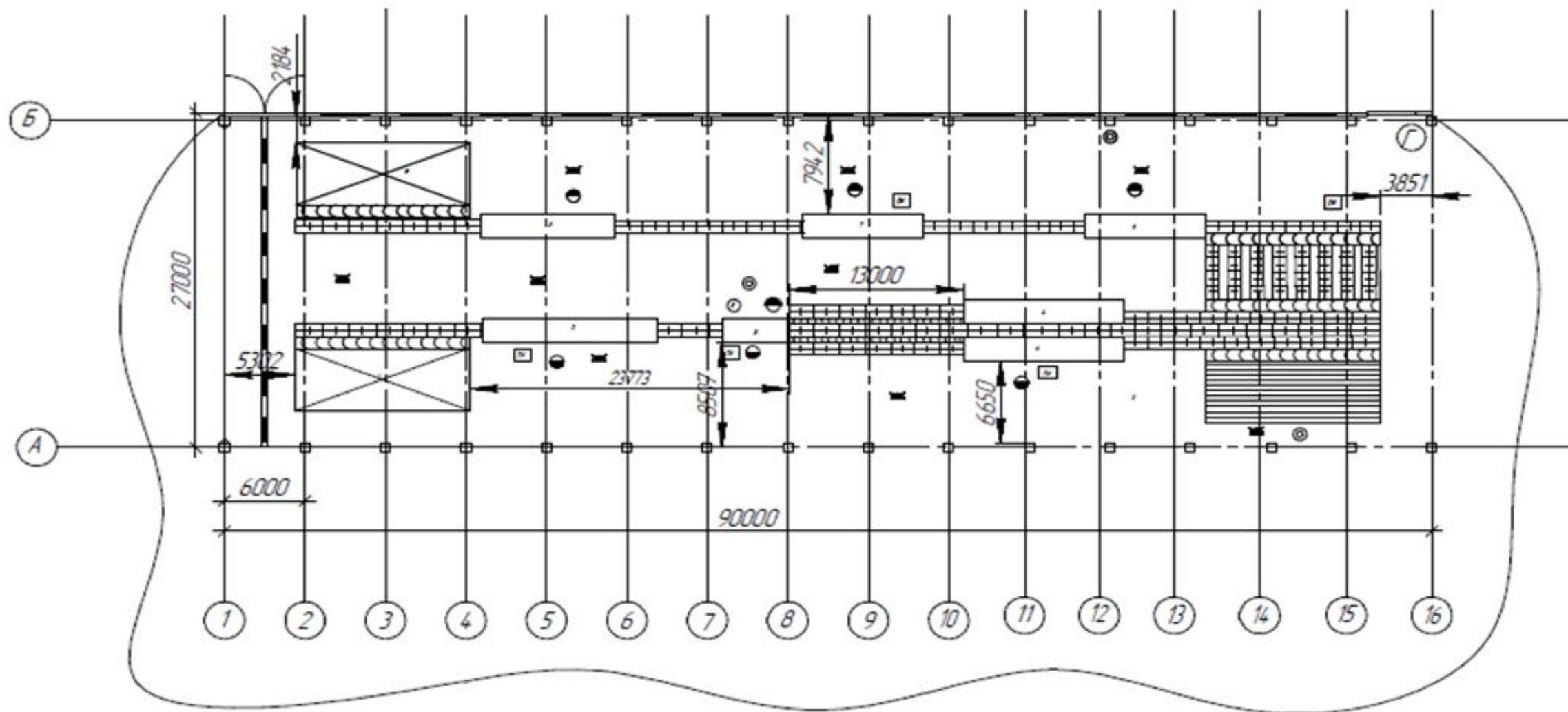


Рисунок 5 - схема закалки и отпуска

Планировка термического участка



Выбор основного и дополнительного оборудования

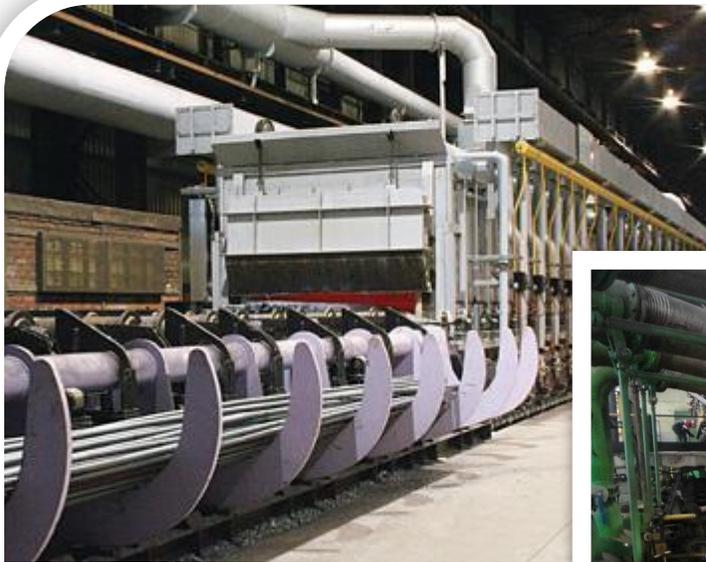


Рисунок 2 – Роликовая печь



Рисунок 3 – Спрейерный охладитель



Рисунок 4 – Правильный стан

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Цель работы: Изучение влияния закалки и высокого отпуска на механические свойства стали 22ГФ.

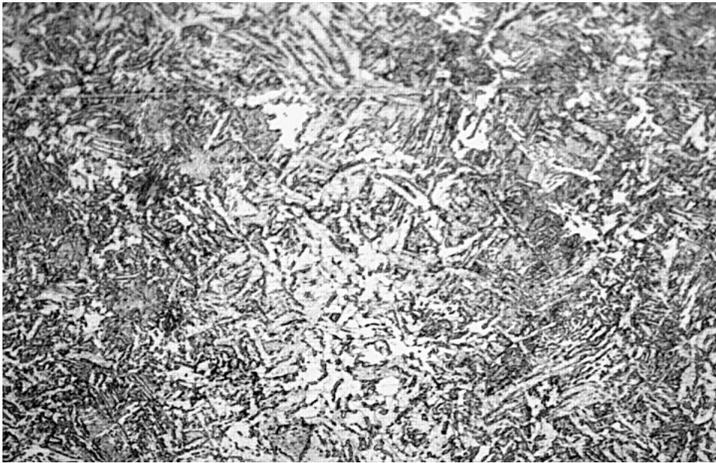
Задача: оценить возможность проведения технологического цикла изготовления обсадной электросварной трубы без операции - локальной термообработки сварного шва.

Актуальность: упрощение технологического цикла изготовления обсадной электросварной трубы и экономии производственных затрат.

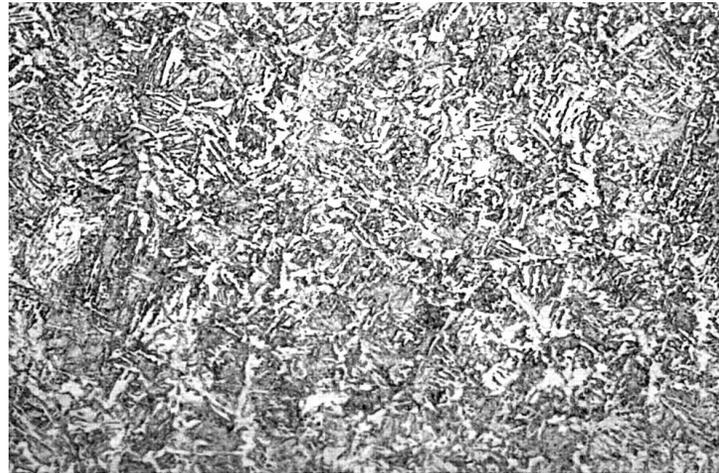
План исследования:

- 1) приготовление микрошлифов и изучение микроструктуры образцов из стали 22ГФ после индукционного нагрева;
- 2) подготовка образцов к испытаниям на растяжения и ударную вязкость;
- 3) проведение испытания на растяжение и ударную вязкость;
- 4) анализ полученных результатов.

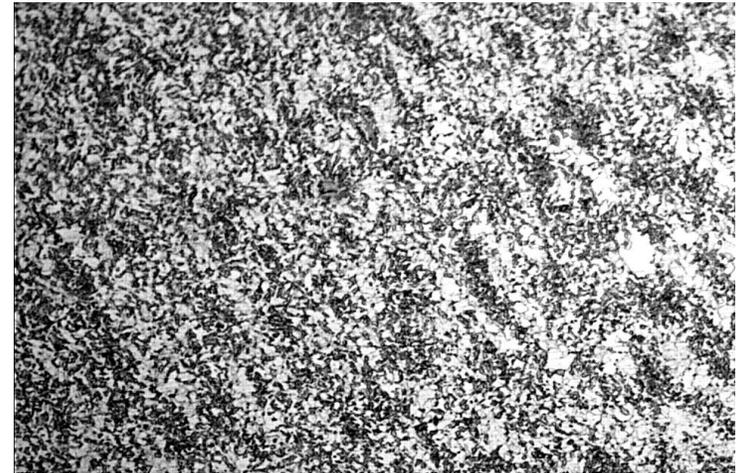
Исследование микроструктуры



а



б



в

Рисунок 6 - Микроструктура сварного соединения трубы из стали 22ГФ в зонах: а - сварного шва; б - термического влияния; в – переходной. x500

Испытания механических свойств стали 22ГФ.

Размеры образца составляли: L=55 мм, B=10 мм, H=8 мм.

Ударную вязкость определяли по формуле:

$$KCV = W/F_0,$$

где $W = E_n - E_k$ – работа разрушения образца, Дж (0,1 кгс*м);

E_n и E_k – потенциальная энергия подъема маятника до и после испытания, Дж;

F_0 – исходная площадь поперечного сечения образца, см².

$$KCV = \frac{136}{0,8} = 170 \text{ Дж/ см}^2.$$

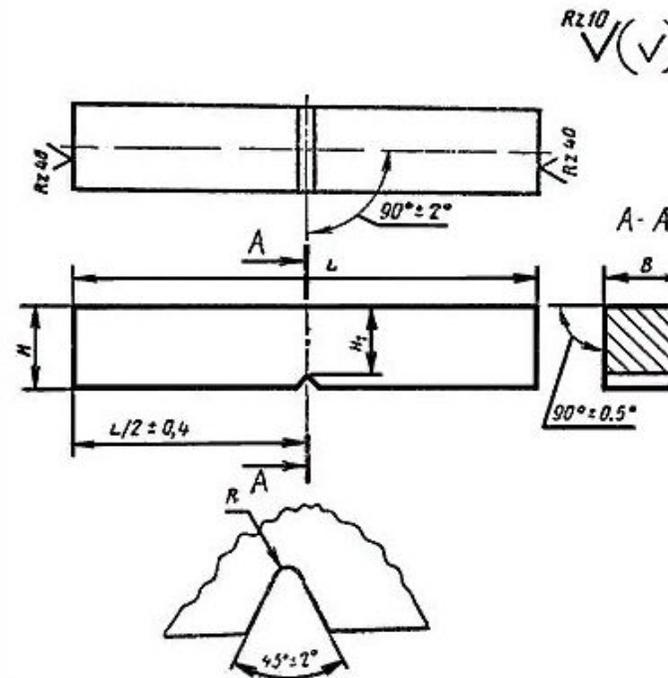


Рисунок 7 - Образец с концентратором вида V

Испытания механических свойств стали 22ГФ.

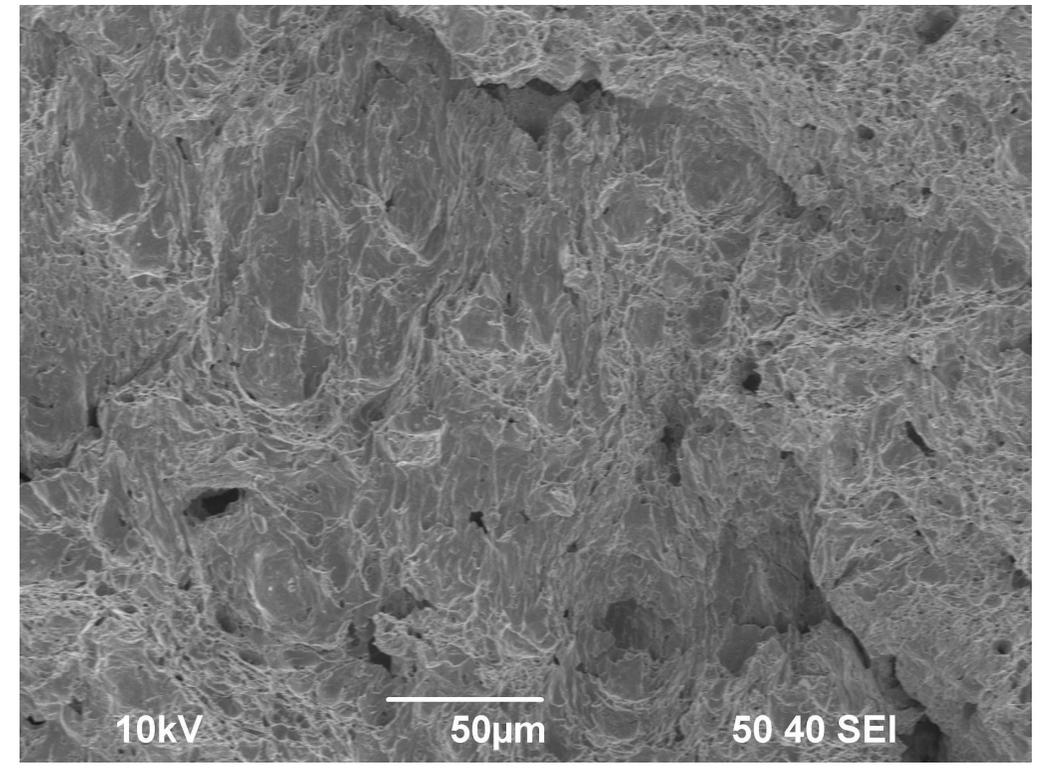
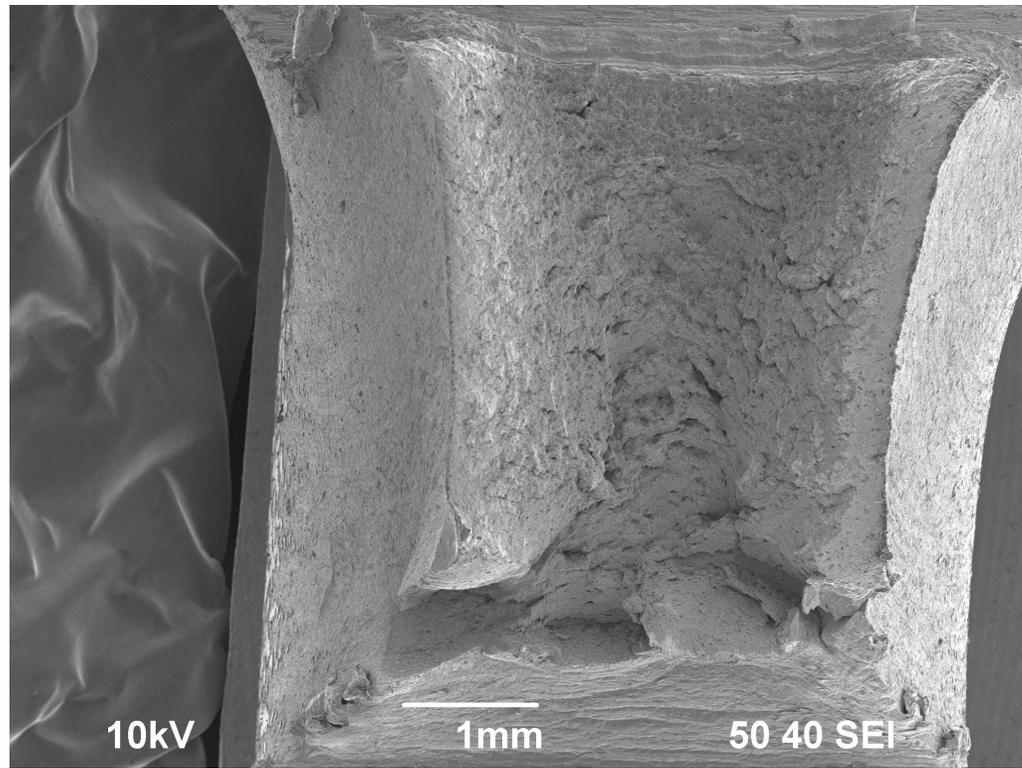


Рисунок 8 – фрактограмма стали 22ГФ а- образец после испытания на ударную вязкость; б- средняя часть образца.

Испытания механических свойств стали 22ГФ.

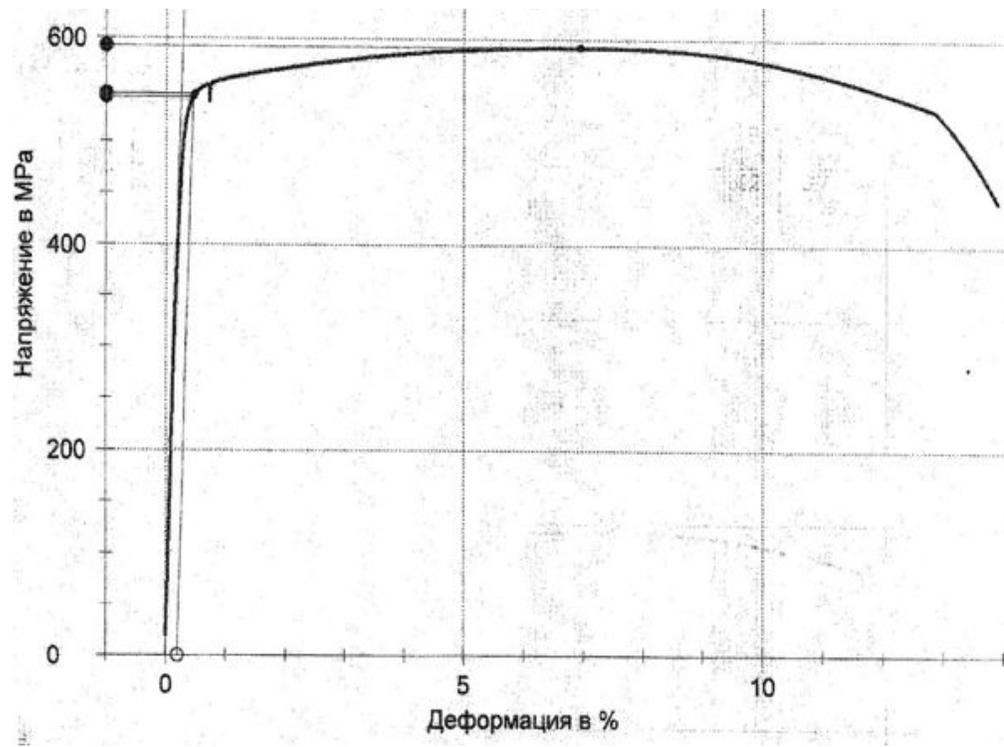


Рисунок 9 - Диаграмма растяжения стали 22ГФ

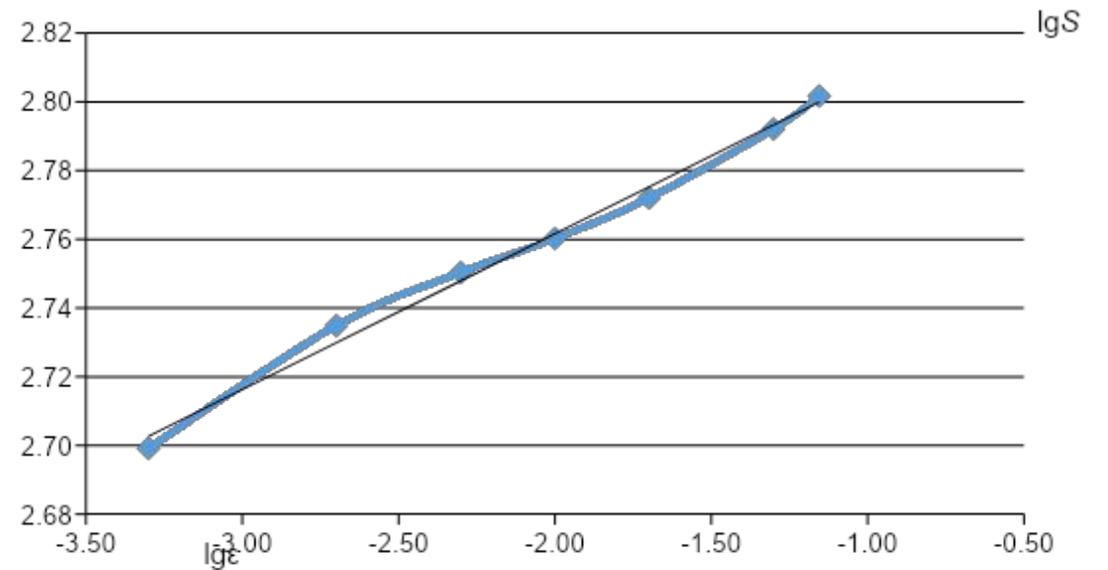


Рисунок 10 - Кривая деформационного
упрочнения при растяжении стали 22ГФ

Испытания механических свойств стали 22ГФ.

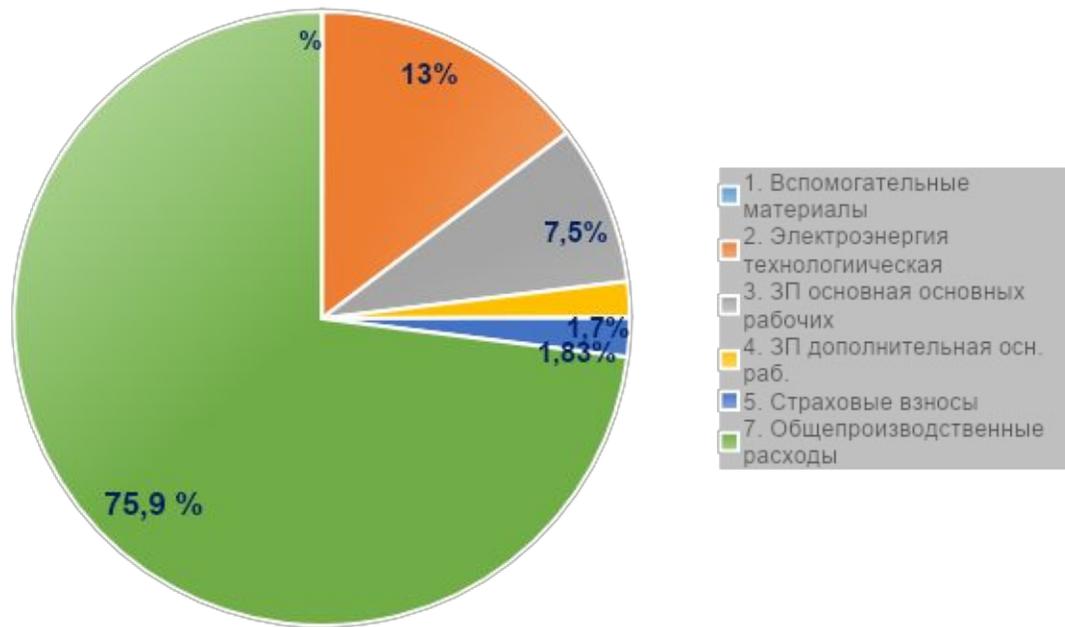
Таблица 3 - Механические свойства стали 22 ГФ после термообработки

Марка стали	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	KCV Дж/см ²
22ГФ	245	7,9	542	598	20	170

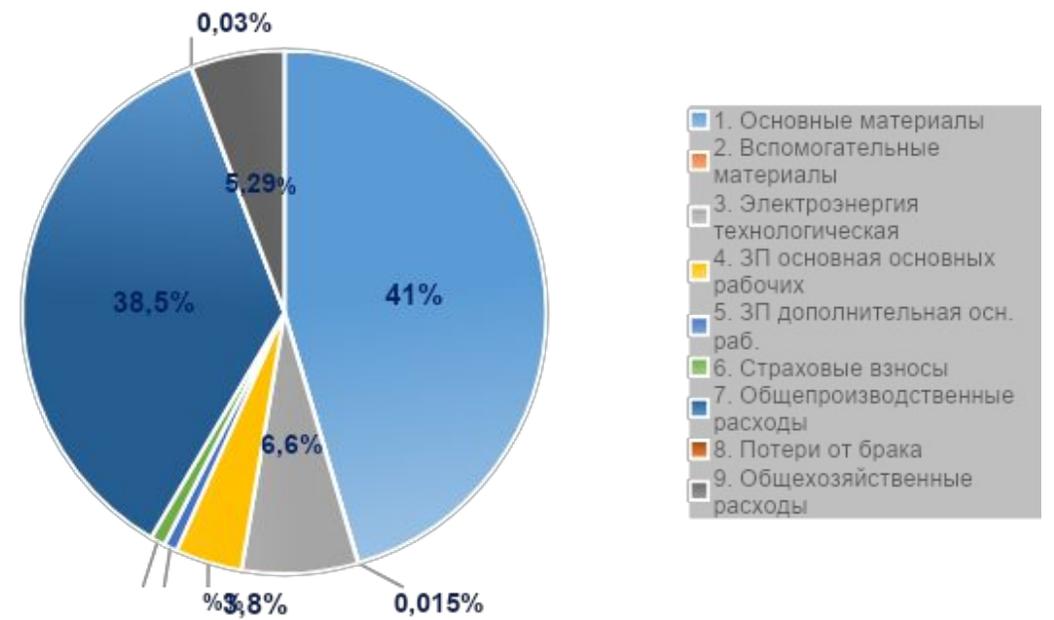
Вывод:

Применение такой термообработки как улучшение, без предварительной локальной термической обработки, обеспечивает получение благоприятно структуры и высоких механических свойств стали 22ГФ, применяемой для изготовления обсадных труб.

Экономическая часть



Структура себестоимости термообработки



Структура себестоимости детали

Экономическая часть

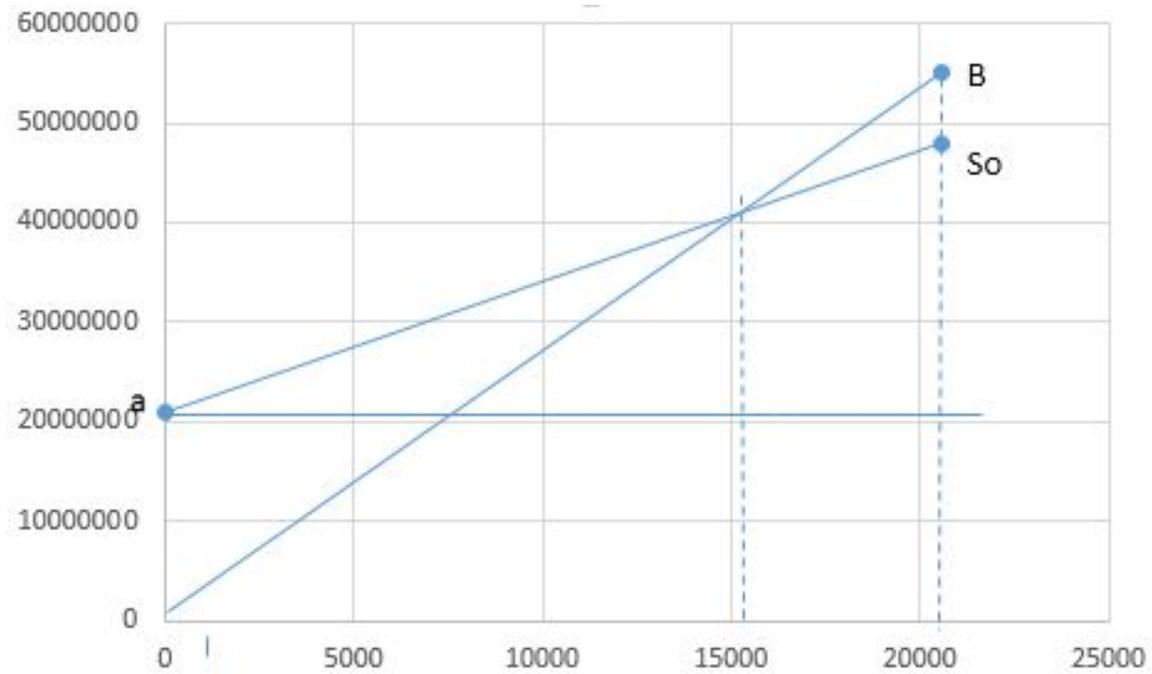


График зависимости финансовых результатов от объема производства и реализации продукции

ВЫВОД

В ходе данной работы:

1. Составлена технология изготовления и обработки изделия обсадной электросварной трубы.
2. Спроектирован термический участок с соблюдением требований производственной безопасности.
3. Составлена структура себестоимости термической обработки на данном участке.
4. Изучено влияния улучшения на механические свойства стали 22ГФ.
5. Выяснилось, что без локальной термообработки в производственном цикле изготовления обсадной электросварной трубы возможно получение удовлетворительных и повышенных механических характеристик.



Спасибо за внимание!