ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

Полевая металлография, как неразрушающий метод оценки микроструктуры металлов

Докладчик:
Инженер ЛОиЭМ ООО «ИТ-Сервис»
Крюков Никита Алексеевич



ВВЕДЕНИЕ

- В процессе эксплуатации различного оборудования, подвергающегося воздействию высоких температур, нагрузок, коррозионных процессов, постоянно возникает необходимость оценить изменение микроструктуры, позволяющее предотвратить внештатные ситуации - аварии.

- Классическая металлография, предполагающая разрушение объектов, не всегда целесообразна по экономическим причинам.

- **При помощи полевой металлографии можно выявить образовавшиеся дефекты без разрушения.**





ПРИМЕНЕНИЕ

- Полевая металлография применима для оценки структур различных материалов и позволяет обнаруживать следующие микроструктурные изменения:

— ползучесть;
— обезуглероживание;
— наличия сигма фазы;
— оценка доли феррита в дуплексных сталях;
— графитизация;
— наличие горячих трещин;
— термическую усталость;
— старение металлов;
— водородное растрескивание;
— косвенная оценка механических свойств по размеру зерен структурной составляющей.

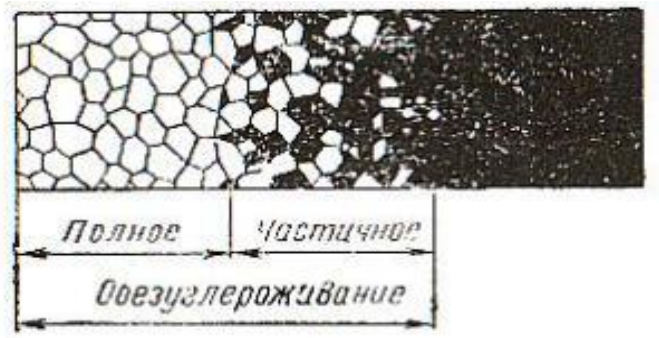


Рис. 1 – Обезуглероживание

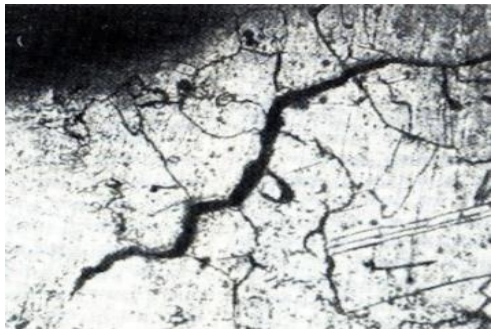


Рис. 2 – Горячая трещина

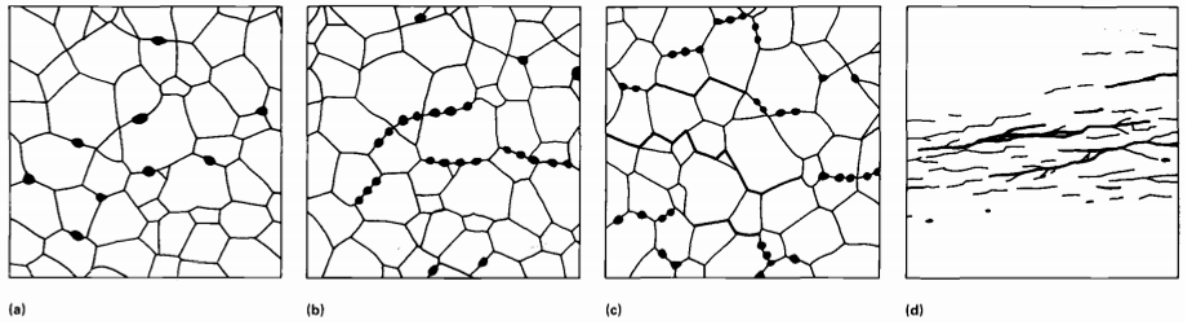


Рис. 3 – Ползучесть

Методика отбора проб

ПОЛЕВАЯ МЕТАЛЛОРГАФИЯ

Полевой микроскоп





Рис. 4 – Переносной микроскоп с фотокамерой

Репликация поверхности пластиковой пленкой

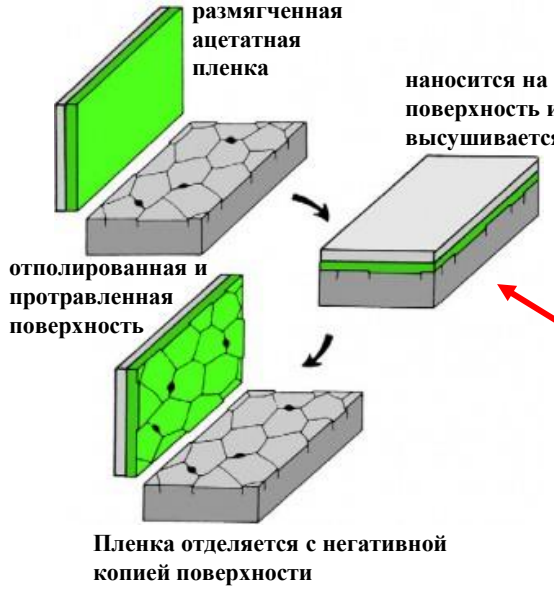
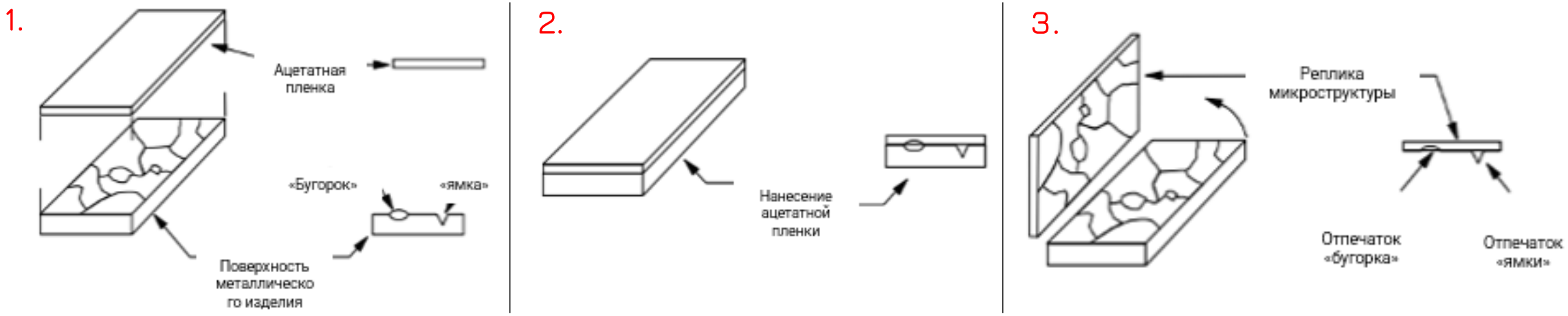




Рис. 5 – Иллюстрация принципа репликации

Преимущества метода репликации

- Материал реплики позволяет получать качественные оттиски с криволинейных поверхностей, включая углы под 90 градусов и узких «карманов»;
- Разрешающая способность реплик позволяет точно передать размеры и особенности структурной составляющей;
- Без доступа УФ, что легко осуществимо, реплика хранится неограниченно долгое время.



Недостатки метода репликации

- Требуется высокая квалификация персонала. Время работы по репликации ограничено, соответственно ошибки недопустимы;
- Материал/пленка для изготовления реплик многослойный. По этой причине высока вероятность образования складок (шиферный рисунок). Такая особенность затрудняет съемку на оптическом микроскопе (наведение на резкость анализируемого поля) не весь кадр в фокусе, но не мешает проводить оценку.

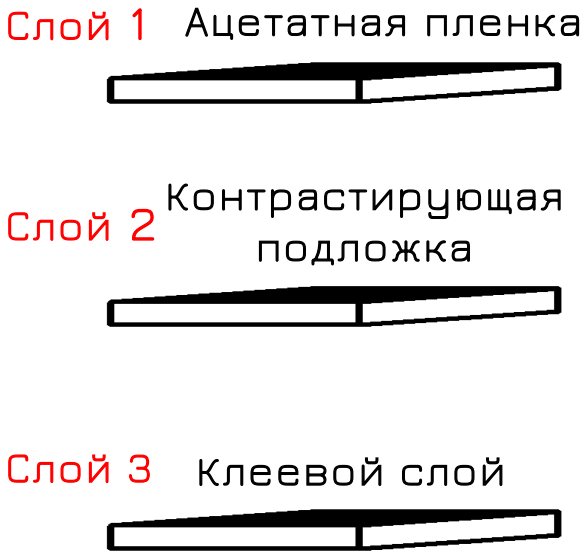
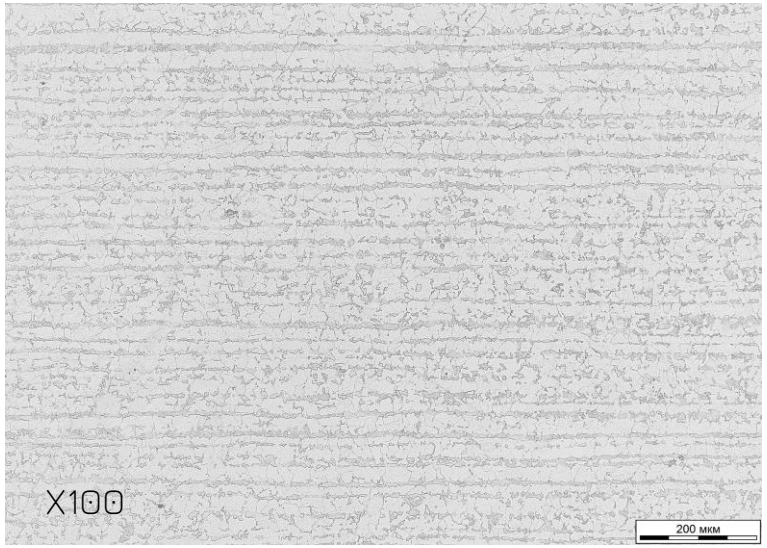


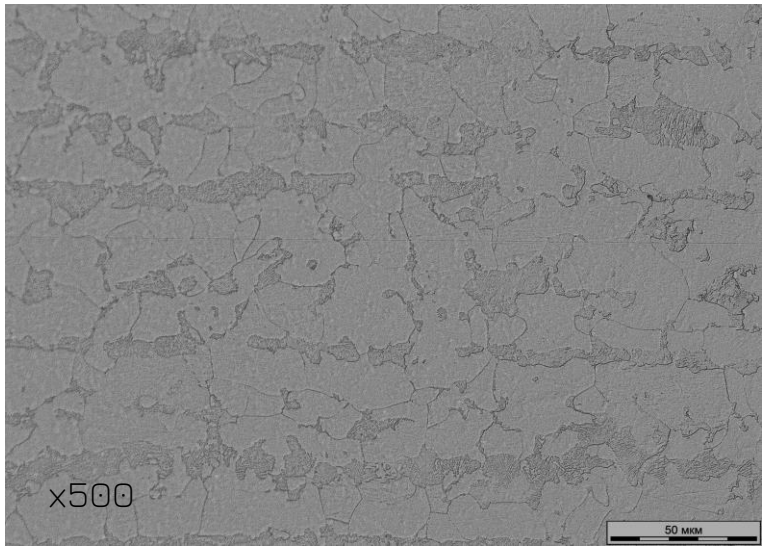
Рис. 6 – Материал для изготовления реплик

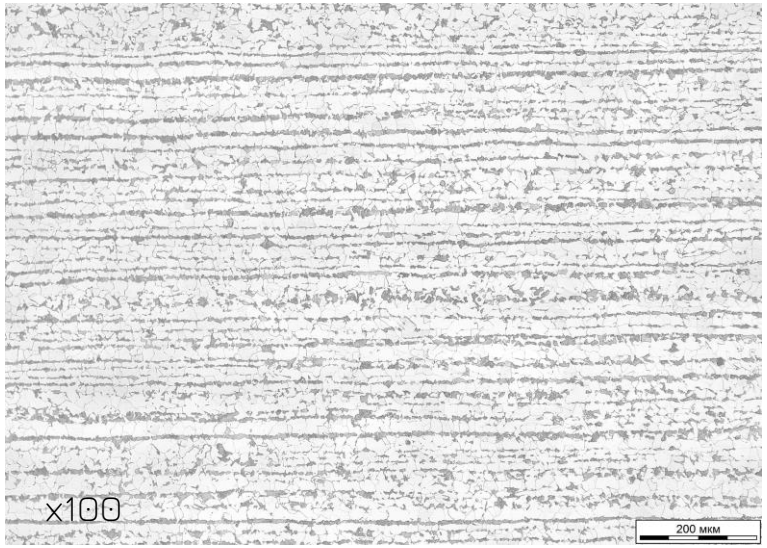
Сравнительный анализ полевой и лабораторной микроскопии ПРИМЕР №1

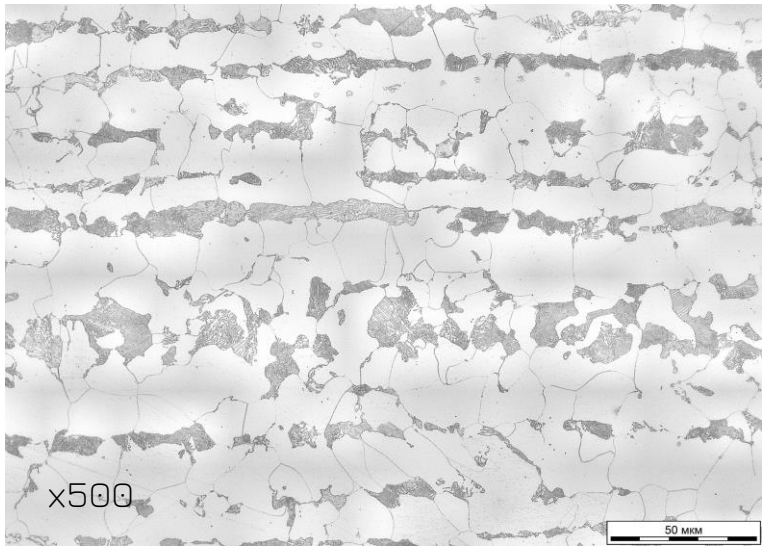
Сталь 20Ю4
Лист
проката

Реплика







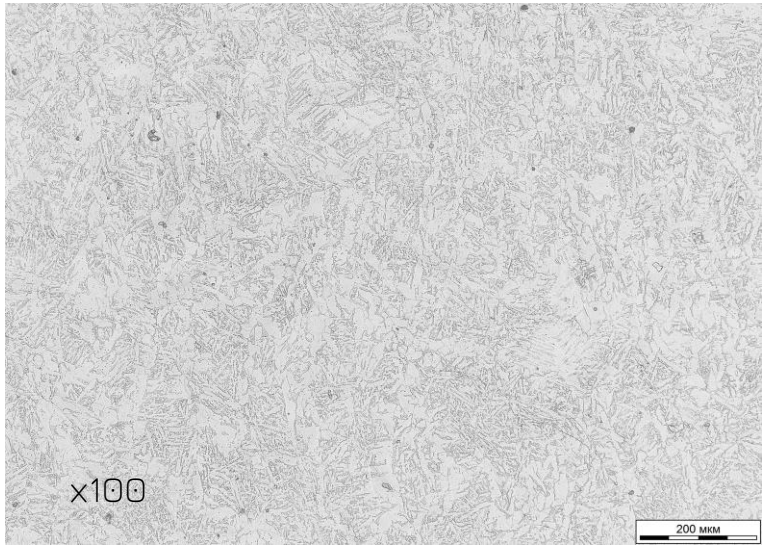


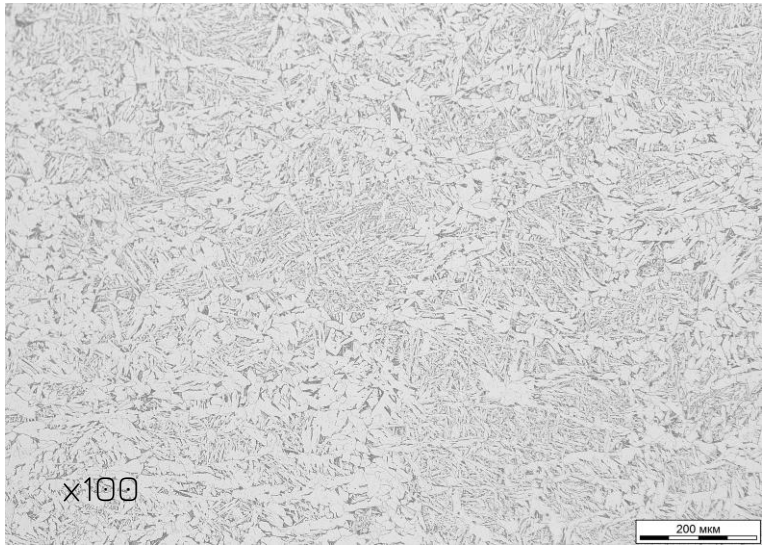
Металлогра-
фический
шлиф

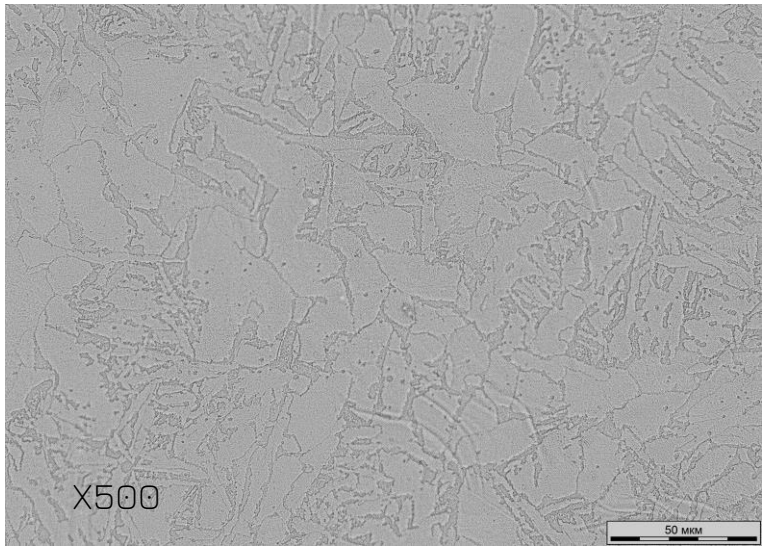
Сравнительный анализ полевой и лабораторной микроскопии ПРИМЕР №2

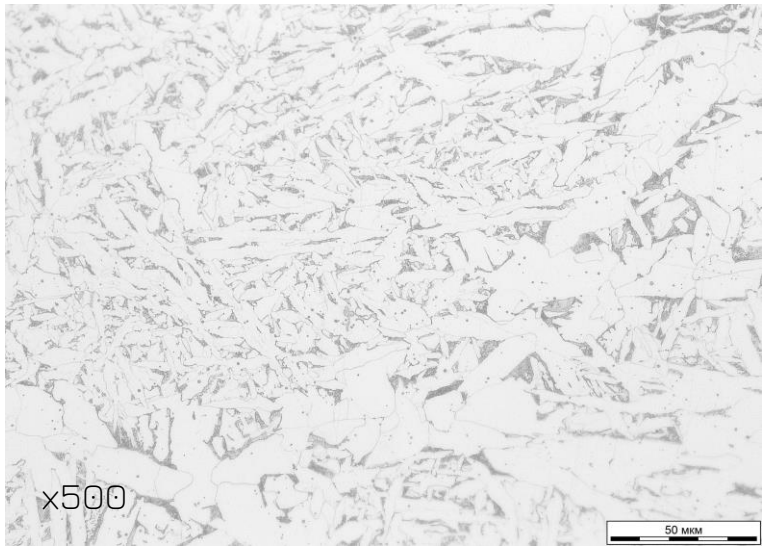
Сталь 20
Труба

Реплика







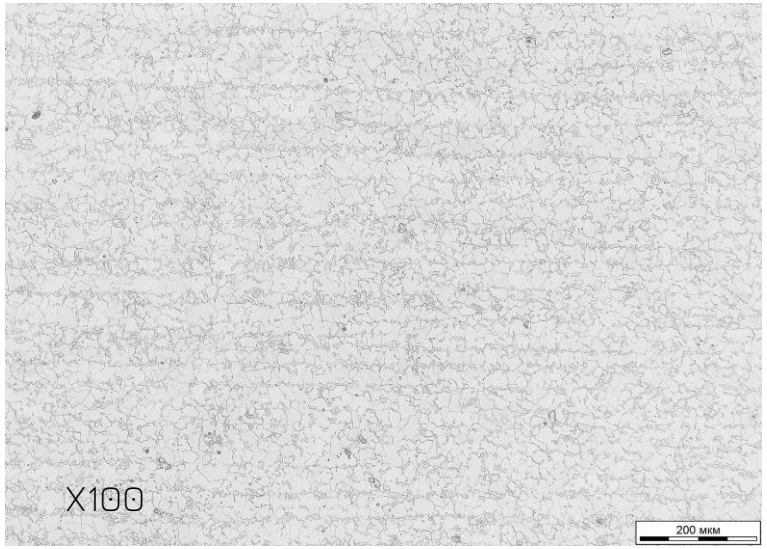


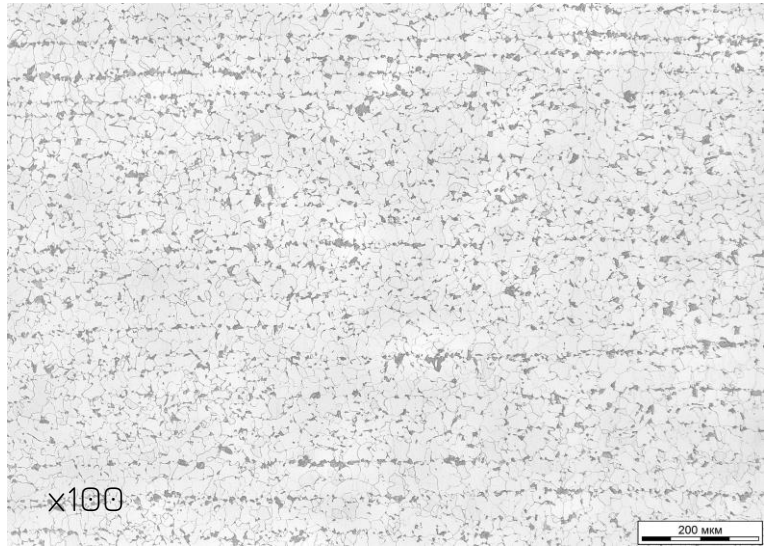
Металлографический шлиф

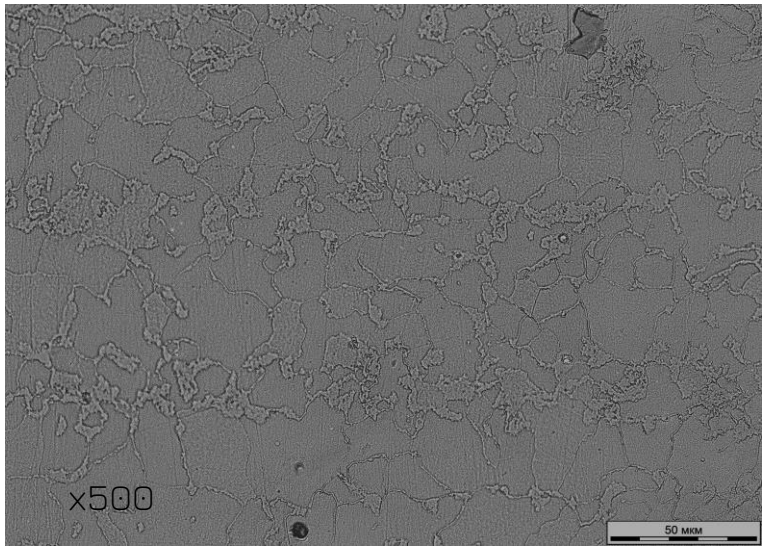
Сравнительный анализ полевой и лабораторной микроскопии ПРИМЕР №3

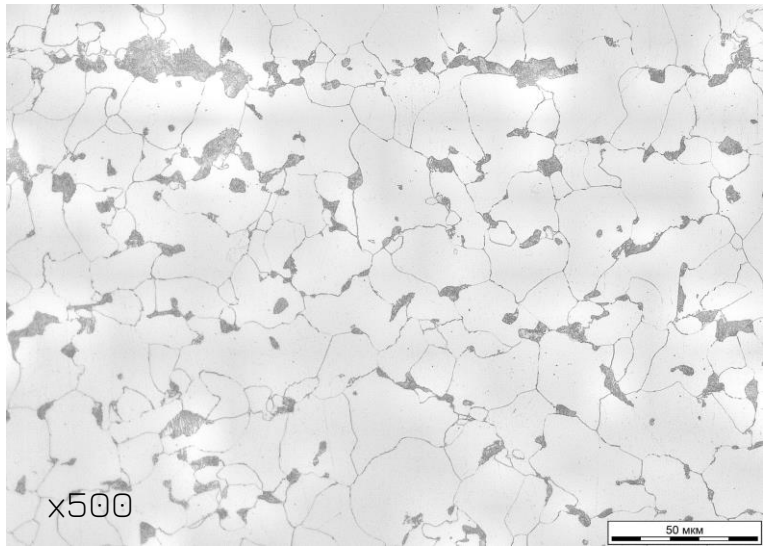
13ХФА
Заготовка

Реплика









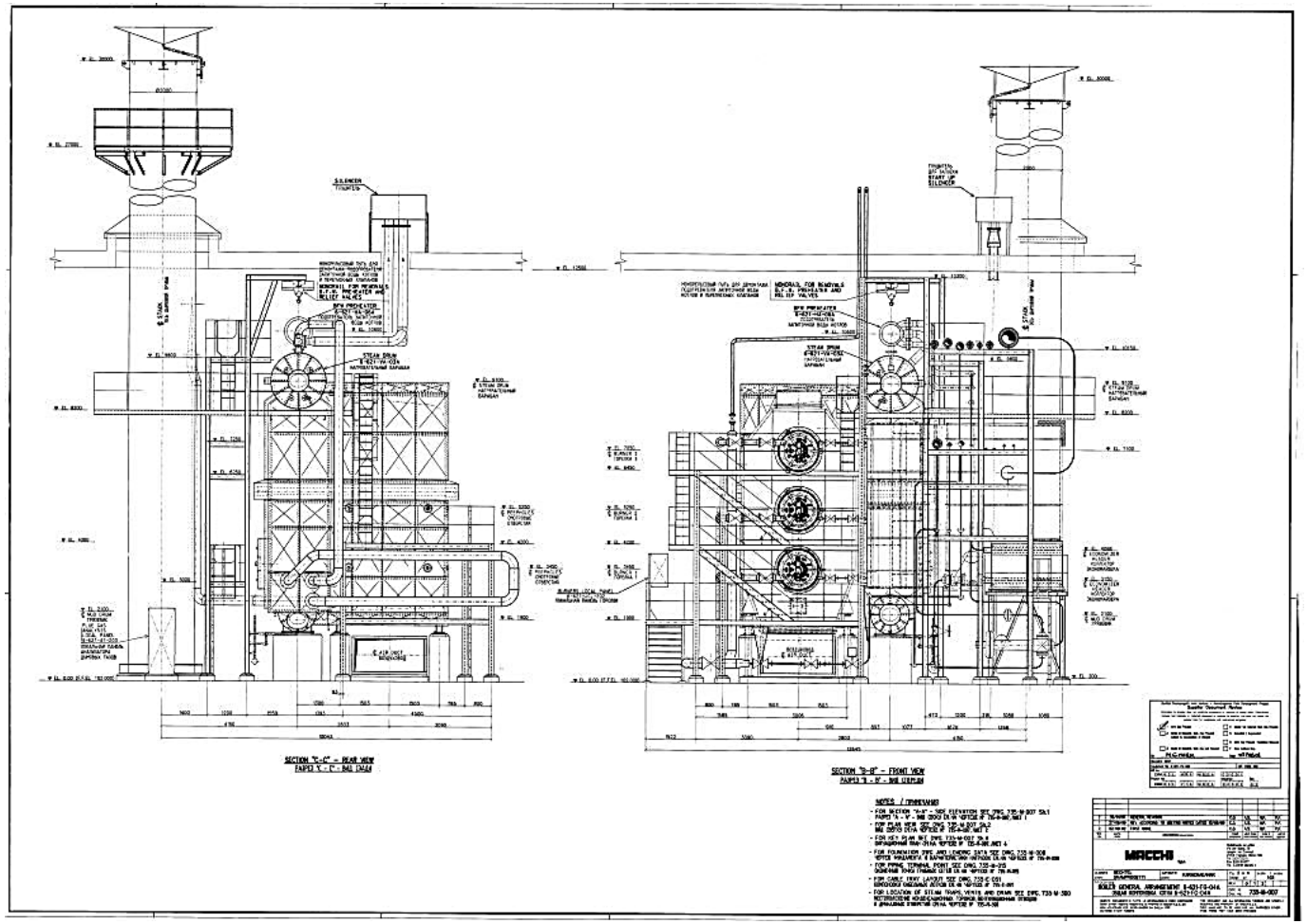
Металлографический шлиф

Анализ полевой микроскопии ПРИМЕР №4



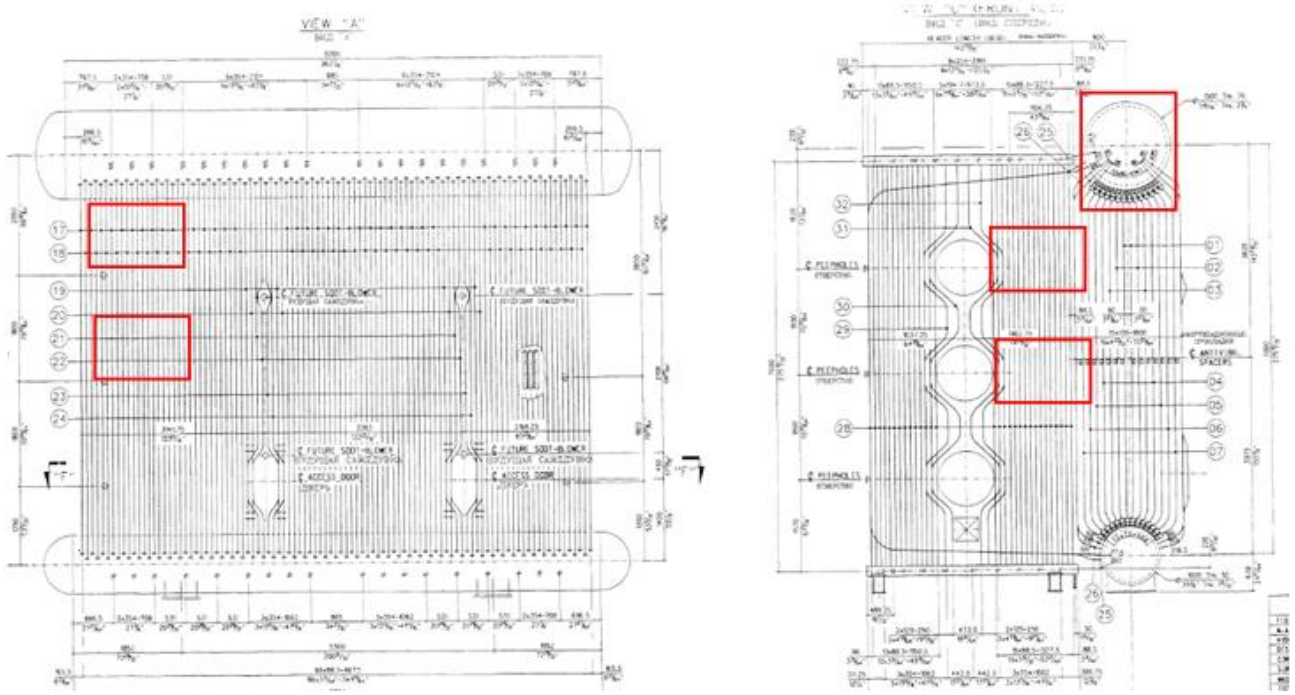
Растровая электронная микроскопия после напыления на реплику угля

Оценка структуры оборудования технологических установок



«Комплекс подготовки пара»

Оценка структуры оборудования технологических установок



Ползучесть — деформация материала при напряжениях, зависящая от времени и температуры.

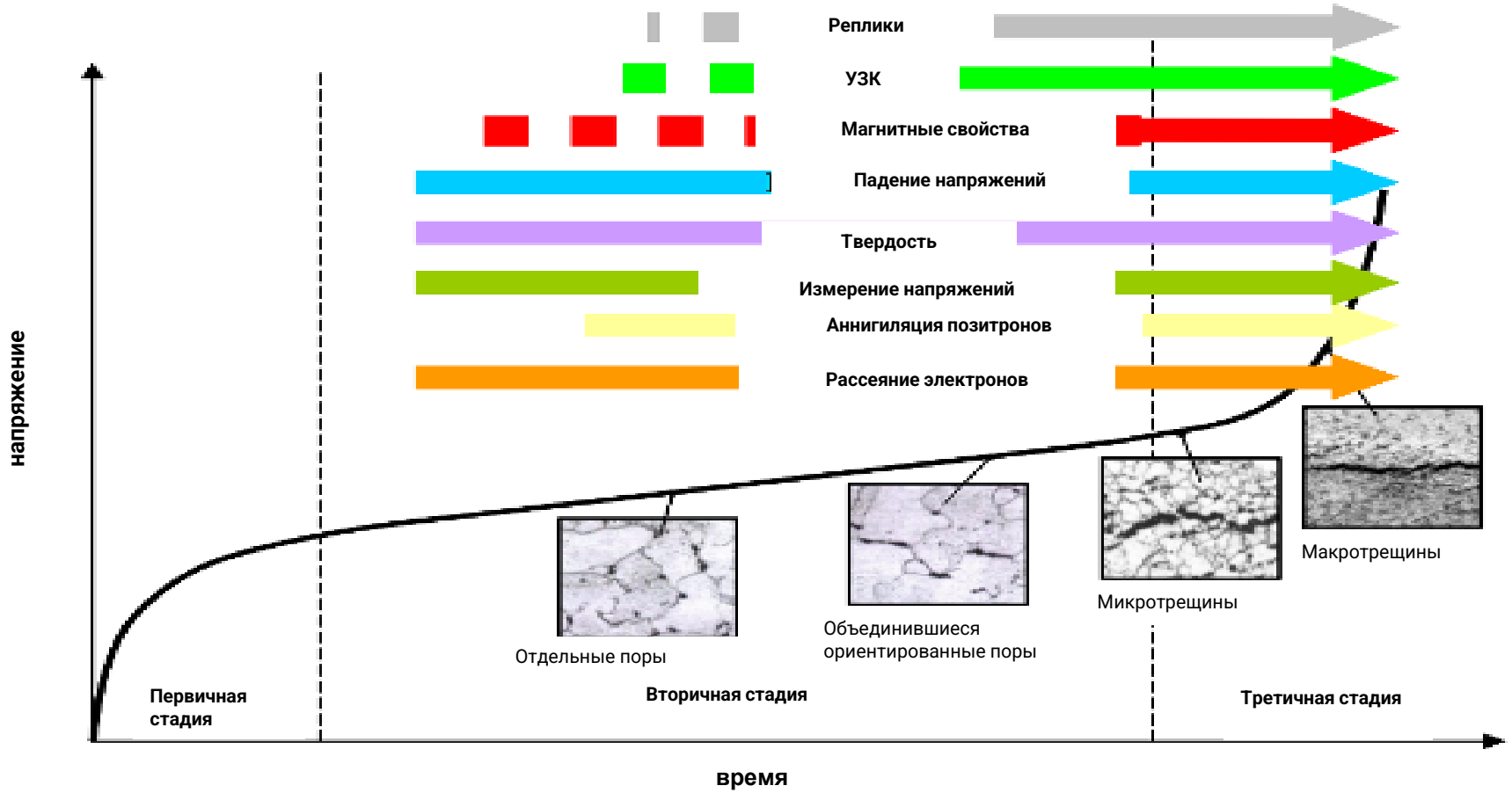
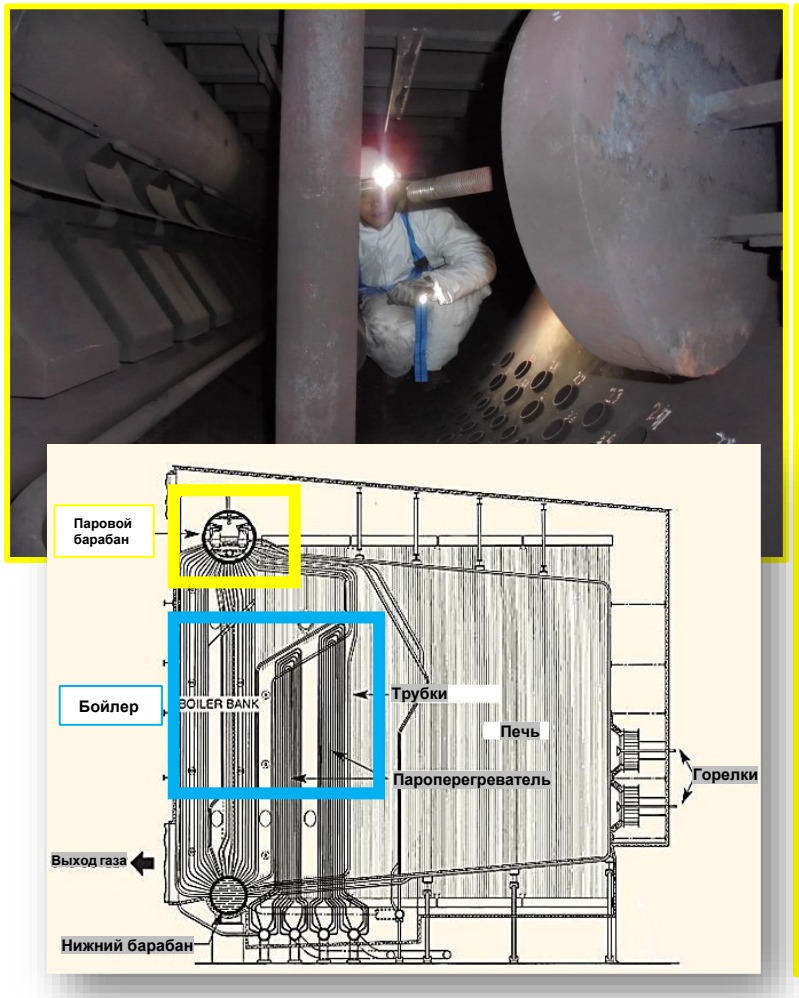
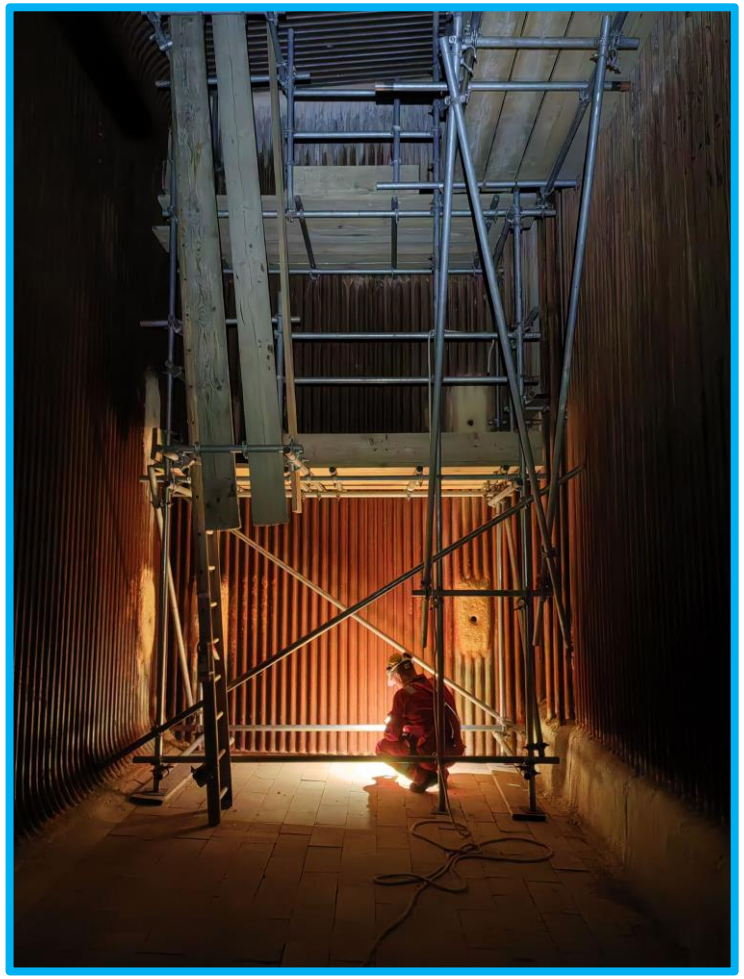


Рис. 7 – Типичная кривая ползучести, дополненная развитием микроструктурных повреждений

Оценка структуры оборудования технологических установок



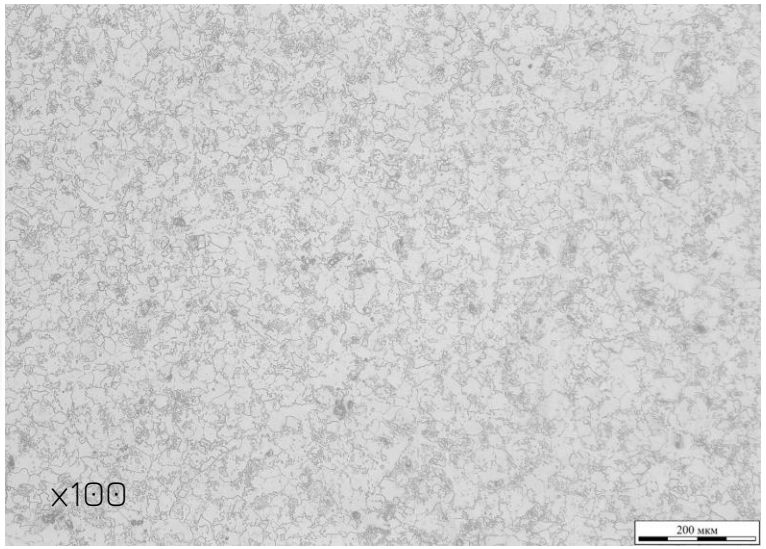


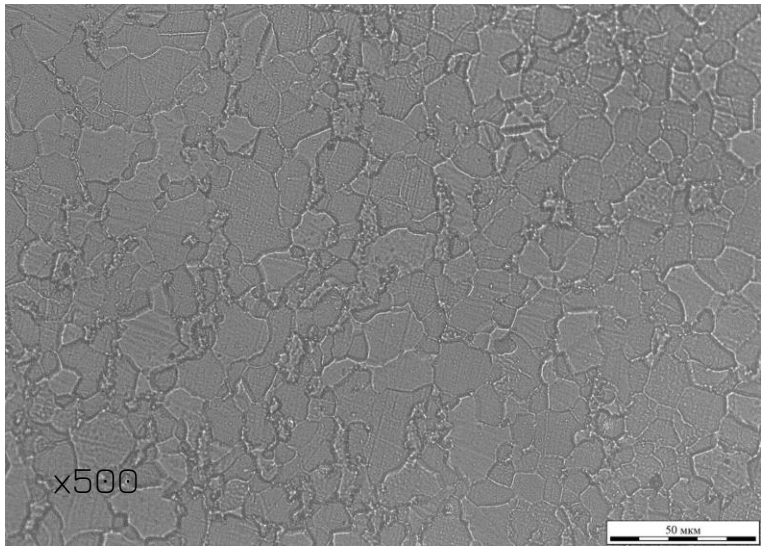


Оценка структуры оборудования технологических установок

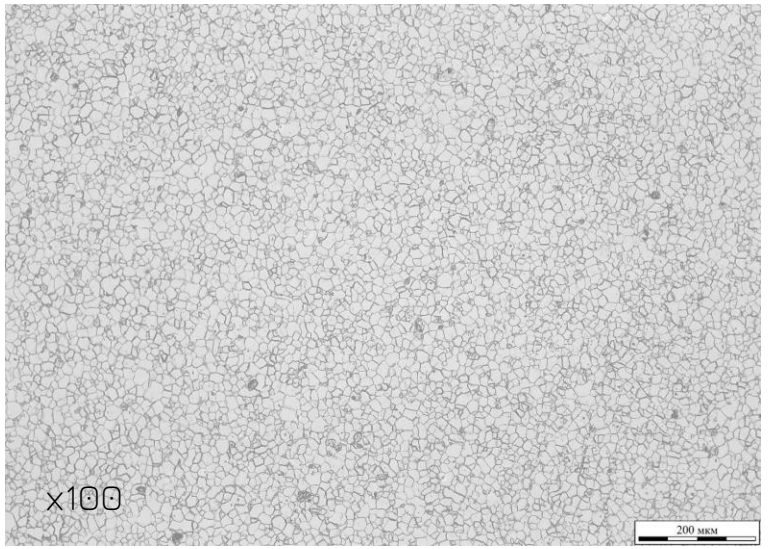


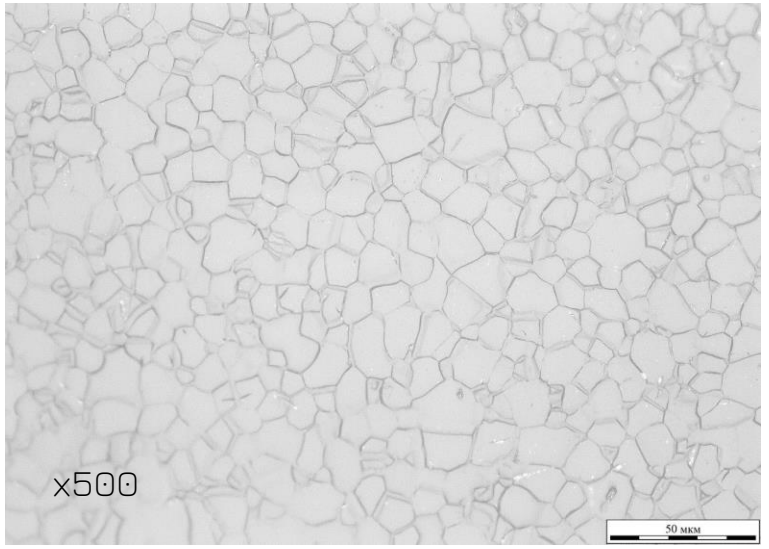
Паровой барабан





Сталь ASME SA516 Grade 70







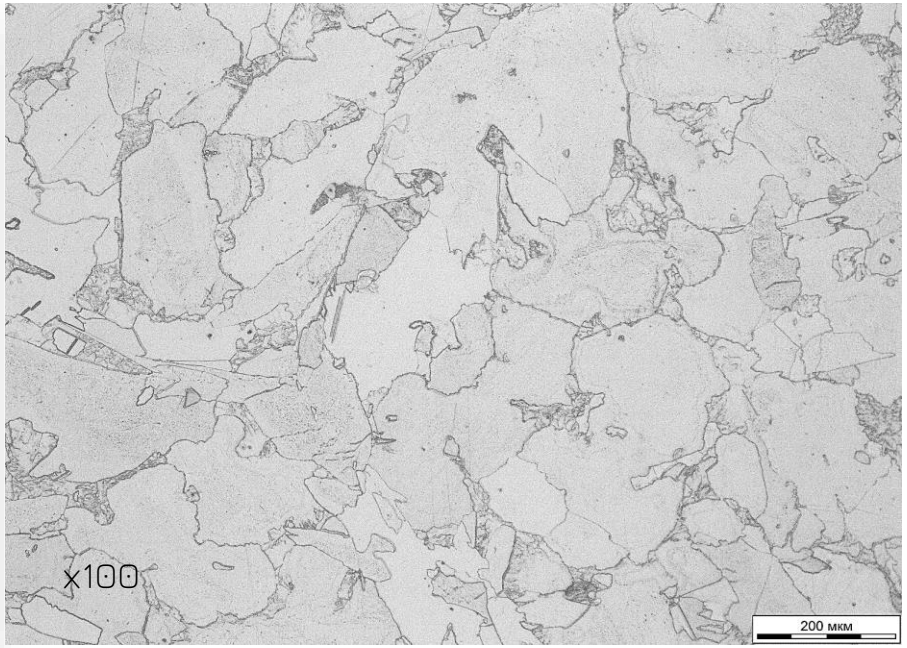
Труба паро-перегре-вателя

Сталь ASME SA 335 Grade P11

Оценка структуры ЗРА

Не соответствие заявленной ТО согласно ТД





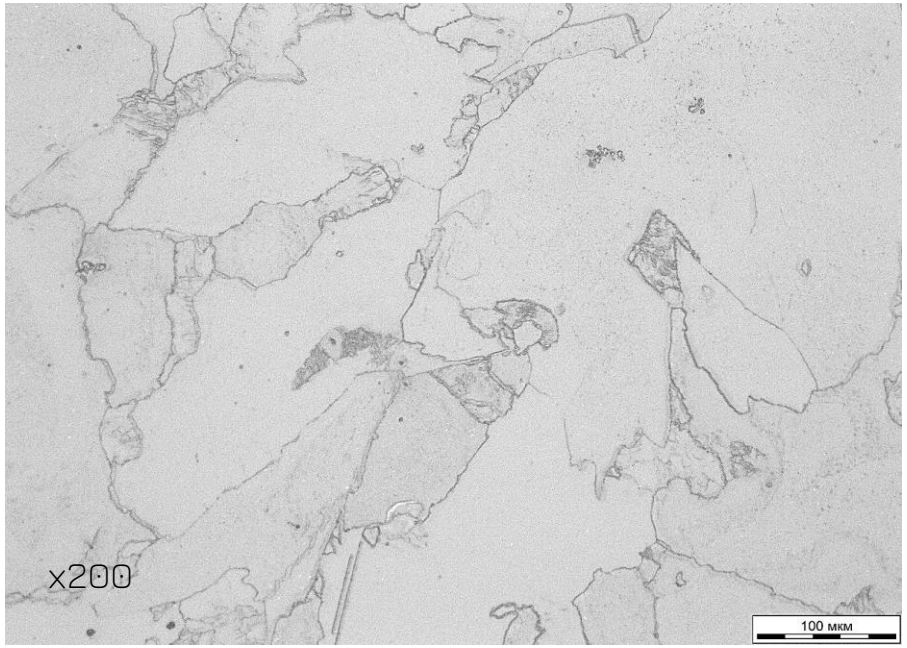
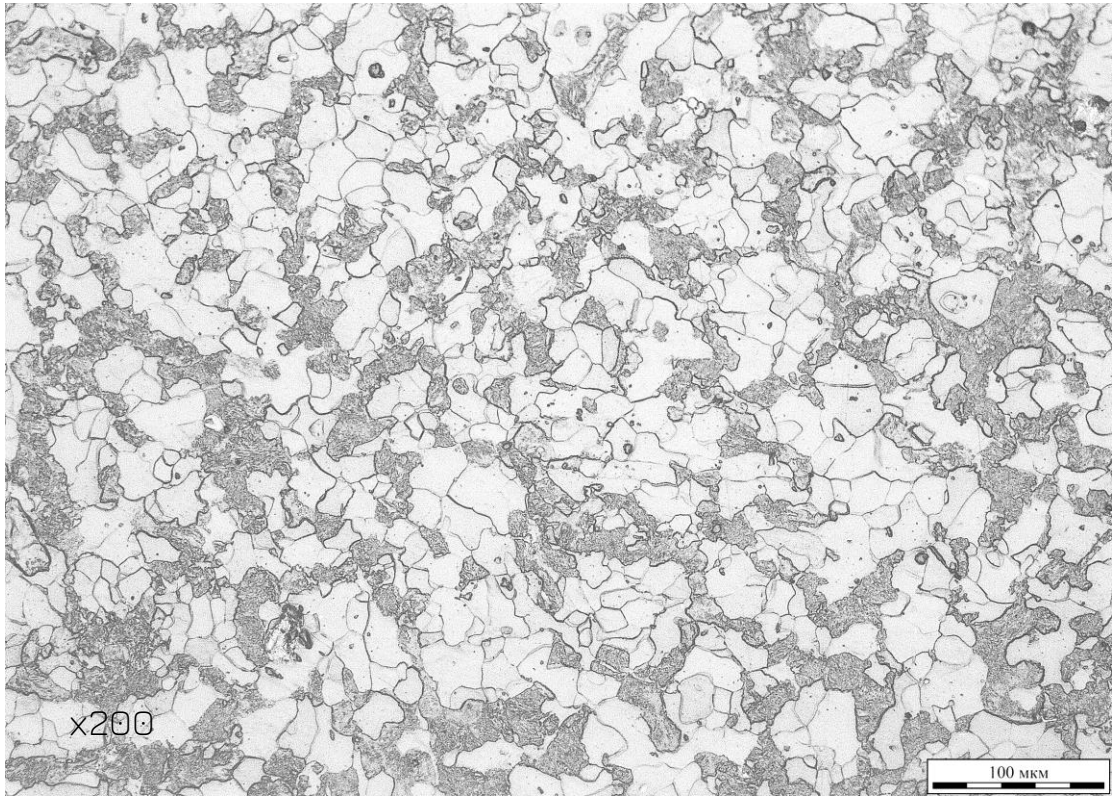
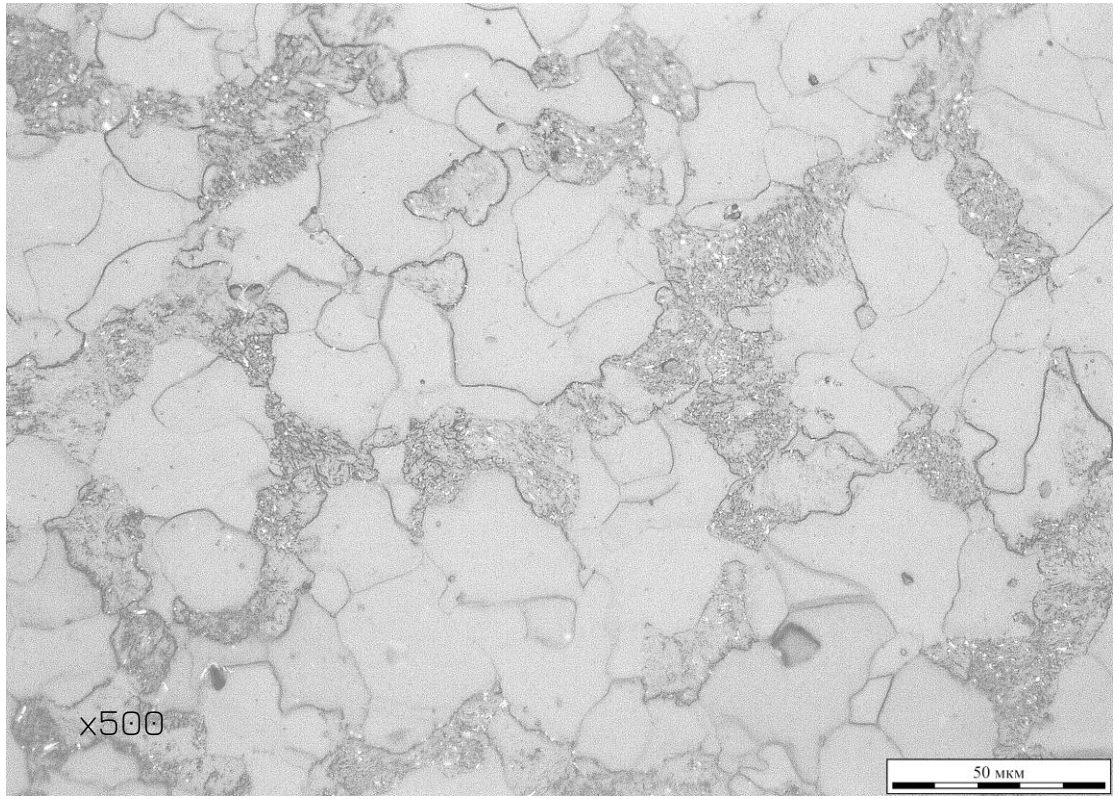


Рис. 9 – Задвижка. A352 Grade LCB

Термическая обработка: Закалка + Отпуск

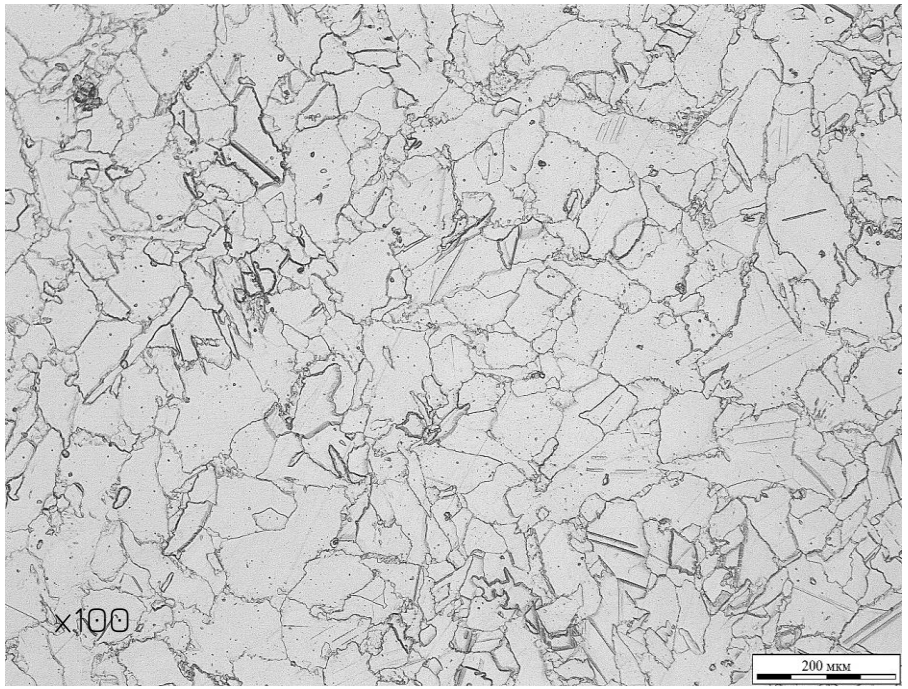




Оценка структуры ЗРА

Не соответствие заявленной ТО согласно ТД





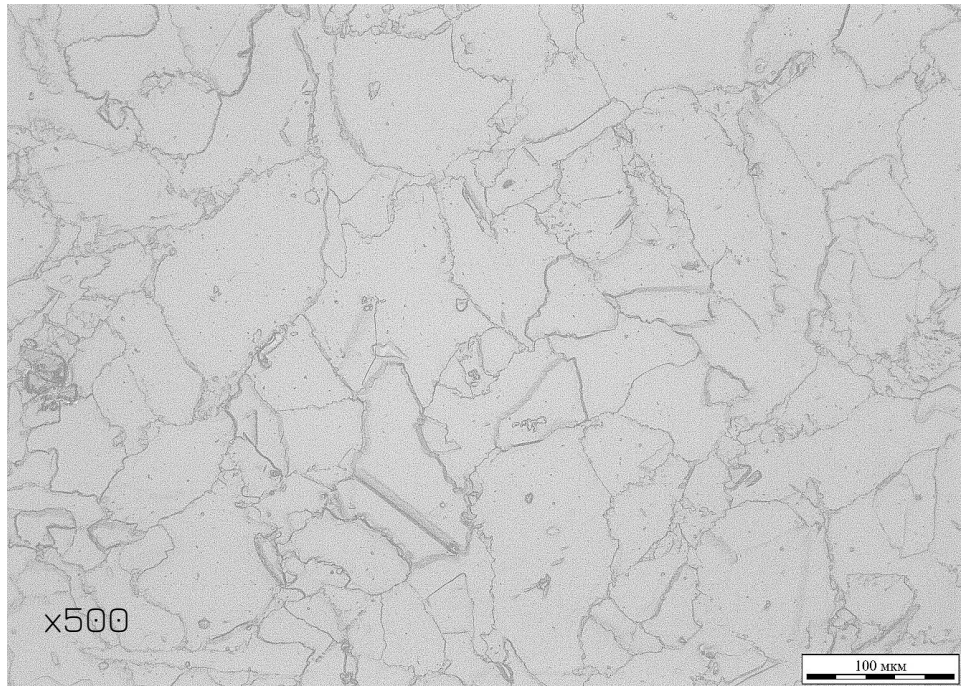
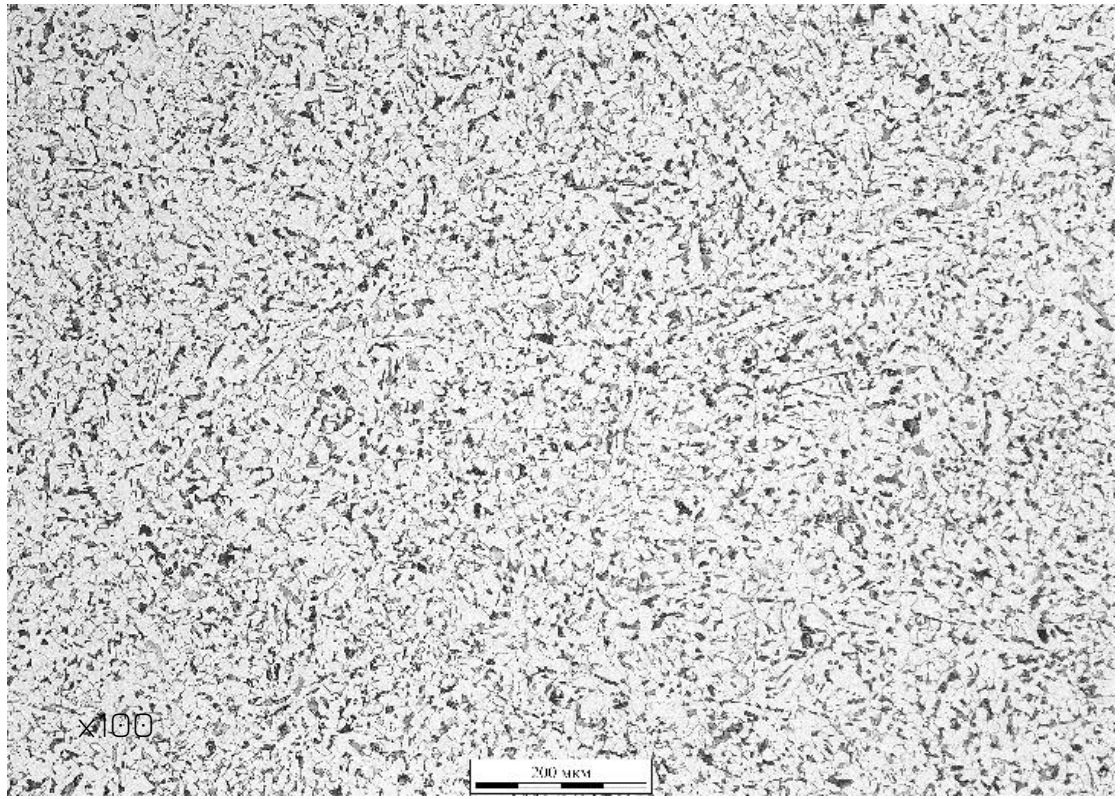
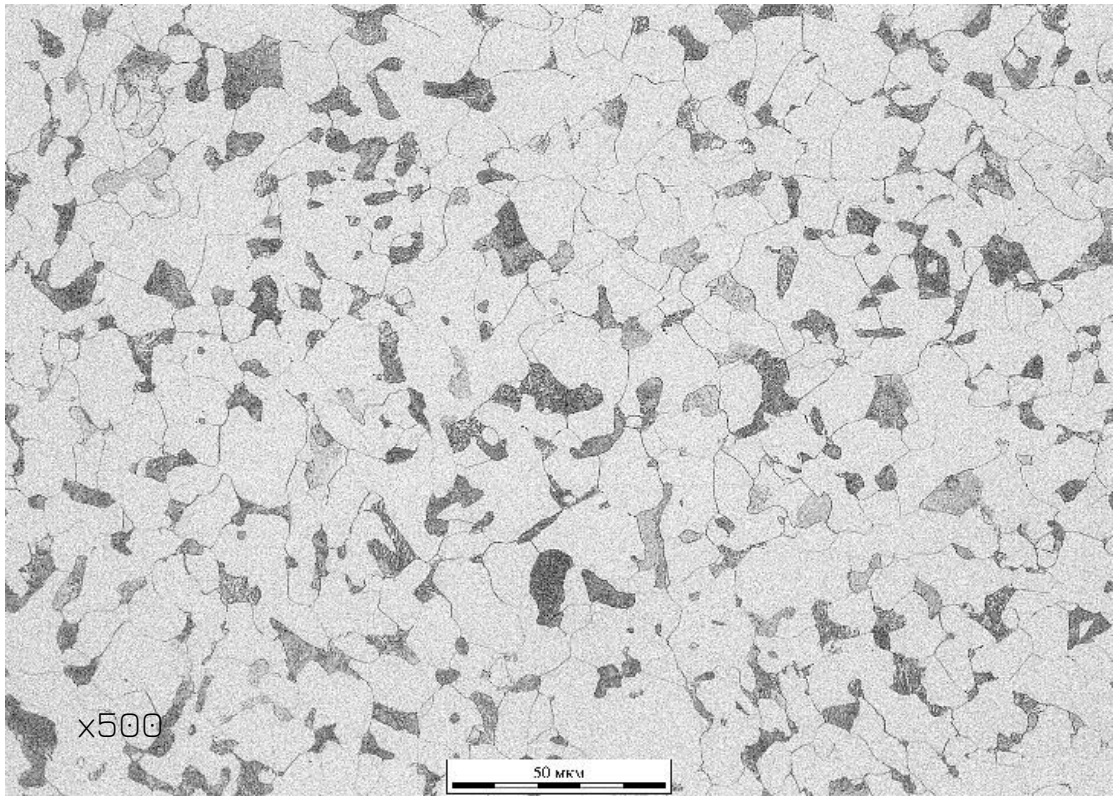


Рис. 10 – Задвижка DN 100 PN100

Оценка структуры ЗРА

Термическая обработка: Нормализация 900°С + Охлаждение на воздухе





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Из всего вышесказанного можно сделать общий вывод: полевая металлография экономически целесообразный инструмент неразрушающего контроля состояния металлов, позволяющий рачительно эксплуатировать оборудование.

Крюков
Никита
Алексеевич

+ 7 (987) 988-05-55
krukov@its-samara.com