



XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «МЕХАНИКА, РЕСУРС И ДИАГНОСТИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ» памяти академика Эдуарда Степановича Горкунова

ВЛИЯНИЕ ПРИЛОЖЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ОДНООСНОГО РАСТЯЖЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ СТАЛЕЙ

Крючева Кристина Денисовна¹, Путилова Е.А.¹
¹ИМАШ УрО РАН, Екатеринбург, tuevaevgenya@mail.ru

Эксплуатация деталей и элементов металлических конструкций, работающих в особых условиях, предполагает оценку их текущего состояния и остаточного ресурса в процессе всего жизненного цикла. Осуществление оперативного и сплошного контроля разрушающими методами невозможно, т. к. нужно выводить объект из эксплуатации. В связи с этим развитие хорошо известных методов неразрушающего контроля, в частности магнитной структуроскопии, для решения конкретных задач диагностики текущего состояния на объектах, в том числе работающих под давлением является весьма актуальной задачей. Для решения поставленной задачи требуется изучение поведения магнитных характеристик в условиях действующих нагрузок, приложенных по различным схемам нагружения, с целью смоделировать напряженно-деформированное состояние, которое может возникать в реальных условиях эксплуатации. Установив поведение магнитных характеристик, информативные параметры и диапазон их применимости можно в дальнейшем использовать эти знания при разработке методик и приборов для осуществления контроля на реальных объектах. В данной работе исследовалось влияние приложенных напряжений одноосного растяжения на изменение магнитных характеристик конструкционных низколегированных сталей 13ХФА и 26ХМФА, используемых для изготовления конструкций, работающих под давлением.

ОБРАЗЦЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследования были вырезаны образцы из из нефтепромысловых трубных сталей 13ХФА и 26ХМФА. Магнитные измерения проводили в замкнутой магнитной цепи, по схеме пермеаметра, с помощью магнитоизмерительного комплекса REMAGRAPH С-500. Схема измерений в замкнутой магнитной цепи показана на рисунке 1. Испытательный стенд позволяет проводить измерения магнитных параметров материалов в условиях действия нормальных (σ) и касательных (τ) напряжений, внутреннего давления (P), а также их комбинации. С помощью комплекса REMAGRAPH С-500 определяли коэрцитивную силу H_c , остаточную индукцию B_r и максимальную магнитную проницаемость μ_{\max} образцов.

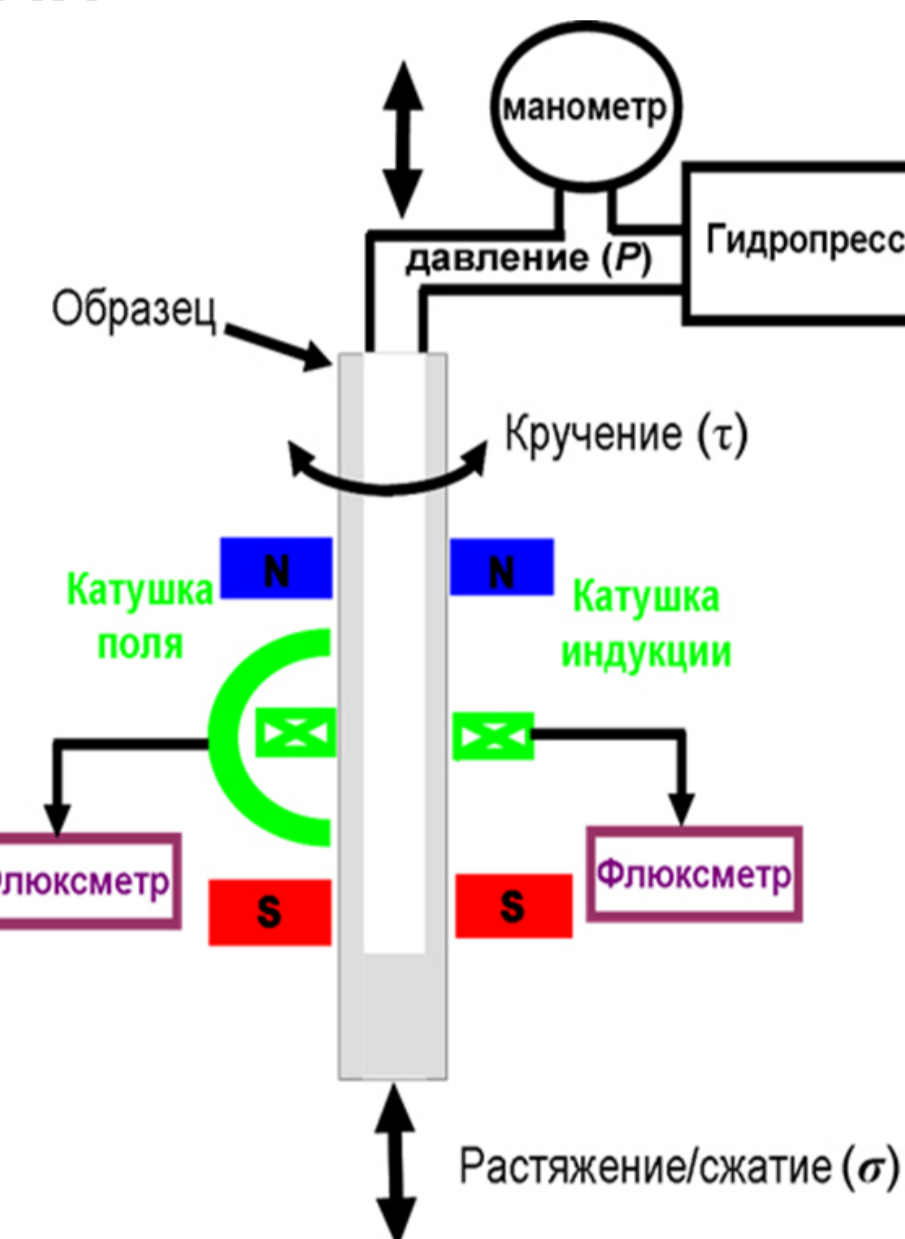


Рисунок 1. Схема установки для исследований влияния упругопластической деформации на магнитные характеристики материалов

Таблица 1 – Химический состав исследуемой стали, масс. %

Марка стали	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	V	P	S
13ХФА	0,04	0,31	0,65	0,56	0,09	0,01	0,15	0,06	0,006	0,002
26ХМФА	0,27	0,26	0,56	0,89	0,10	0,52	0,18	0,04	0,013	0,004

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Путем проведения испытаний на одноосное растяжение продольных образцов на испытательной машине Tinius Olsen SL-60 определены механические характеристики исследуемых сталей. В исходном состоянии были измерены магнитные характеристики в замкнутой магнитной цепи.

Таблица 2 – Механические и магнитные свойства исследованных сталей

Марка стали	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	H_c , А/см	B_r , Тл	μ_{\max}
13ХФА	495	55	21	4,4	1,32	1240
26ХМФА	805	840	14	9,9	1,56	714

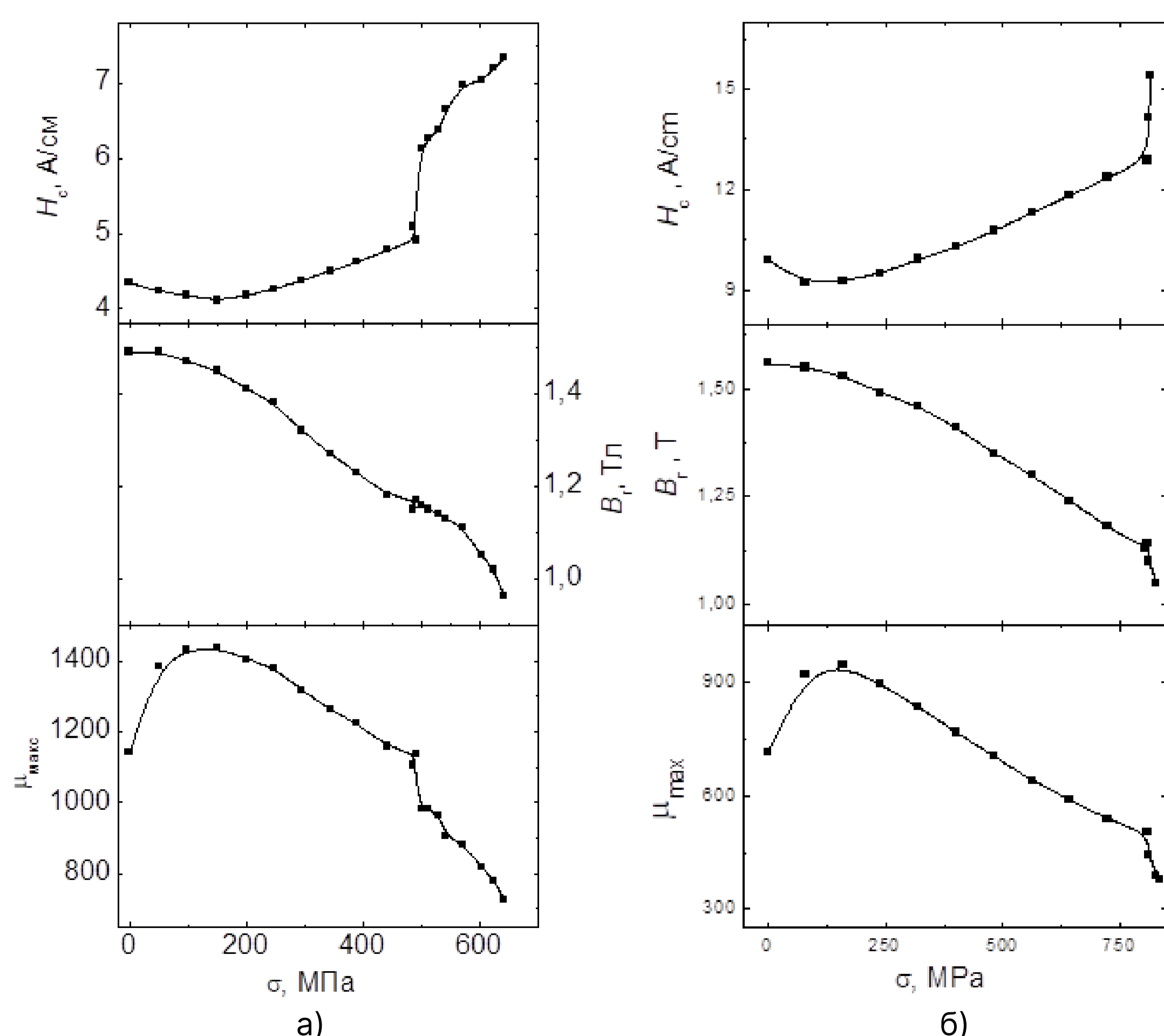


Рисунок 2. Зависимость магнитных характеристик от приложенных нормальных напряжений для образца из стали 13ХФА (а) и 26ХМФА (б)

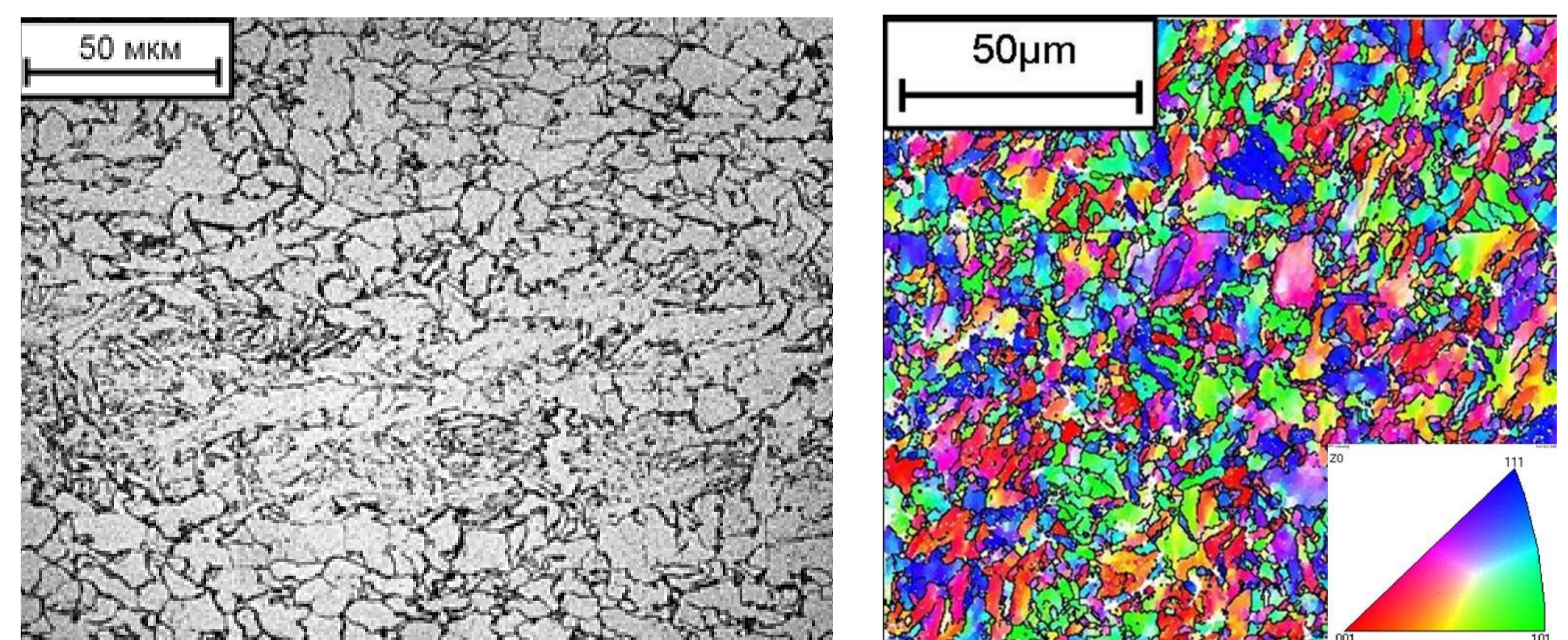


Рисунок 3. Микроструктура стали 13ХФА

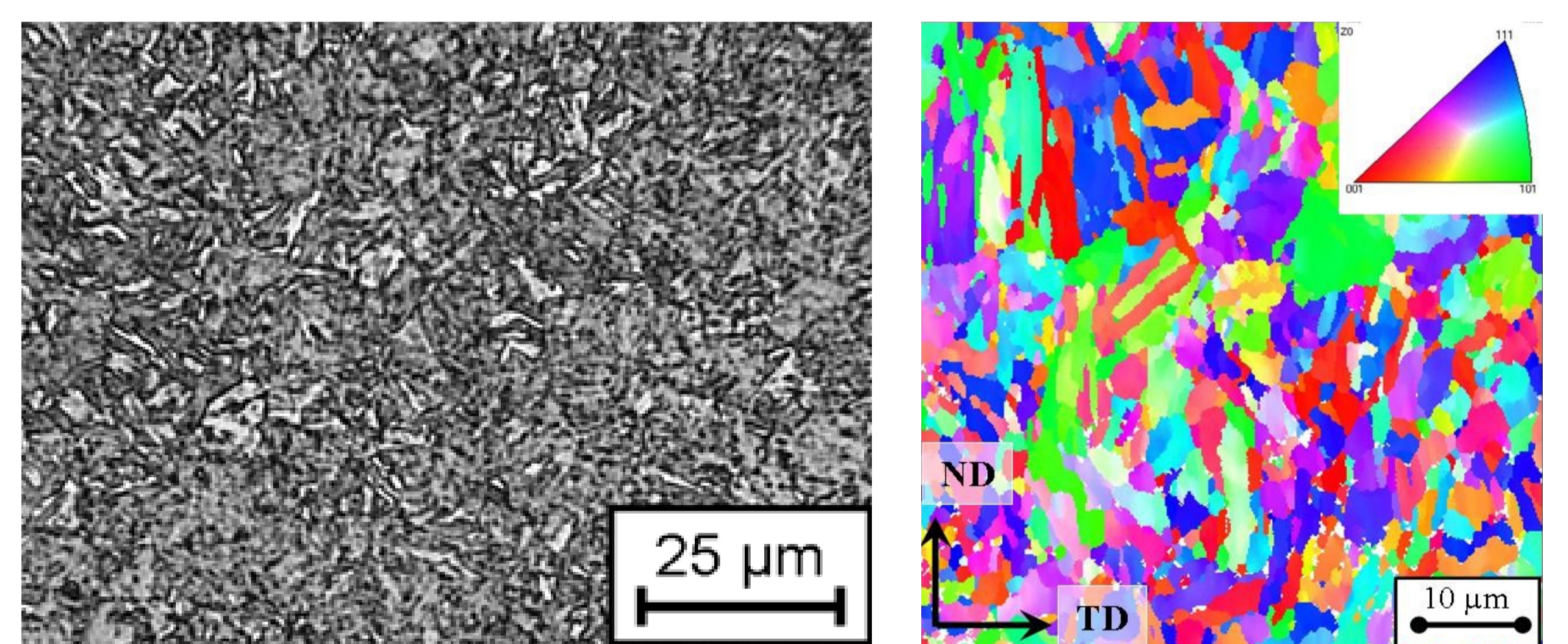


Рисунок 4. Микроструктура стали 26ХМФА

Сталь 13ХФА обладает феррито-перлитной структурой с небольшой долей игольчатого бейнита и размером зерен 8-15мкм. Было установлено, что при растяжении зерна остаются приближены к равноосной форме. Микроструктура стали 26ХМФА представляет собой мелкодисперсный сорбит с размером зерен около 5-10 мкм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сталь 13ХФА имеет минимальные прочностные свойства и низкий уровень остаточных напряжений в исходном состоянии. Сталь является наиболее прочной, причем упрочнение достигается за счет дисперсионного механизма. Уровень остаточных напряжений выше, преобладают сжимающие напряжения. Показано, что коэрцитивная сила и максимальная магнитная проницаемость исследуемых сталей при одноосном растяжении изменяются неоднозначно. Однако остаточная индукция этих двух сталей в зависимости от приложенных напряжений одноосного растяжения изменяется однозначно во всем диапазоне приложенных напряжений. Это позволяет говорить о том, что остаточная индукция, ввиду монотонности ее изменения, может являться наиболее предпочтительным информативным параметром для разработки методик контроля изменений напряженного состояния изделий из трубных сталей 13ХФА и 26ХМФА.