

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ИОННОЕ АЗОТИРОВАНИЕ

Эффективность ионного азотирования, метода упрочнения материалов, напрямую связана с диффузией азота. Для демонстрации этого мы провели исследование двух образцов, полученных порошковой металлургией*

Таблица 1 – Химический состав порошкового материала

Образец № 1 – Легированный	Образец № 2
Железо Fe – основа Углерод C – 0,1...0,3 % Никель Ni – до 4 % Медь Cu – до 2 % Молибден Mo – 0,2...0,5 % плотность не менее 6,8 г/см ³	Железо Fe – основа Углерод C – до 0,3 % плотность не менее 6,8 г/см ³

При проведении травления реактивом легированного образца № 1 была выявлена модифицированная структура, характеризующаяся наличием азотированного слоя, распространяющегося с поверхности вглубь образца на расстояние до 150 мкм. При увеличении $\times 500$ наблюдается нитридный слой, в виде светлой полосы на рисунке 1. На рисунках 1 отчетливо видны нитриды в зернах структуры, что указывает на проведенное упрочнение материала. Для наглядности структурных различий представлен коллаж, демонстрирующий изменение структуры от поверхности вглубь образца (рис. 2). На изображении прослеживается отличия в структуре между поверхностным слоем и сердцевиной образца.

Показатели поверхностной твердости (таблица 2), полученные при нагрузке 100 г, демонстрируют увеличение микротвердости в 2,5 раза в сравнении с исходной твердостью образца.

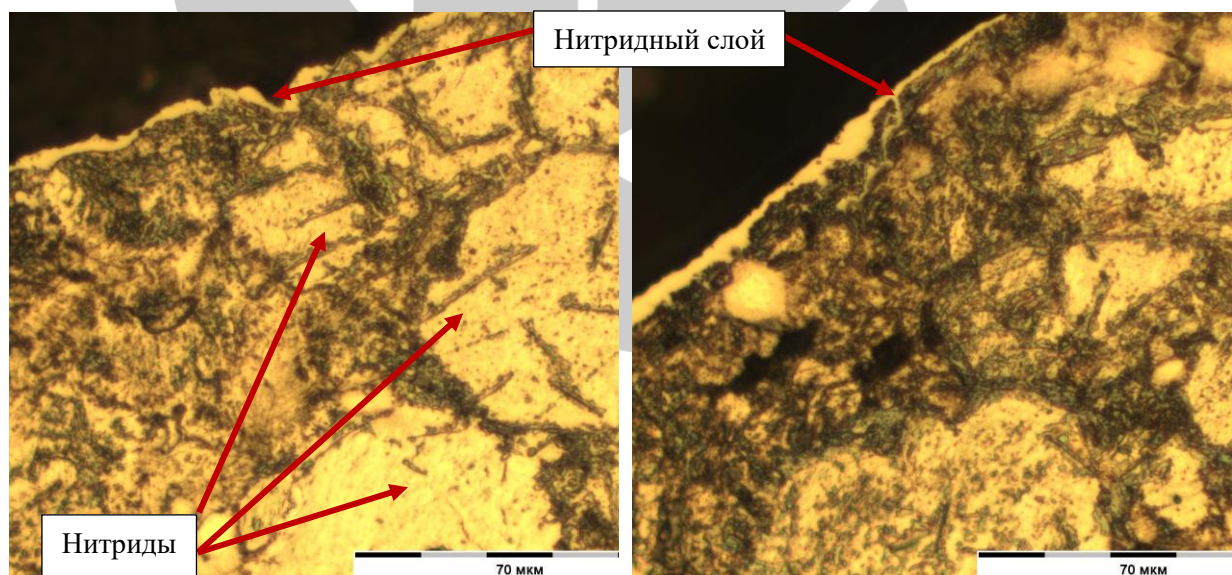


Рисунок 1 – Вид структуры легированного образца № 1, $\times 500$

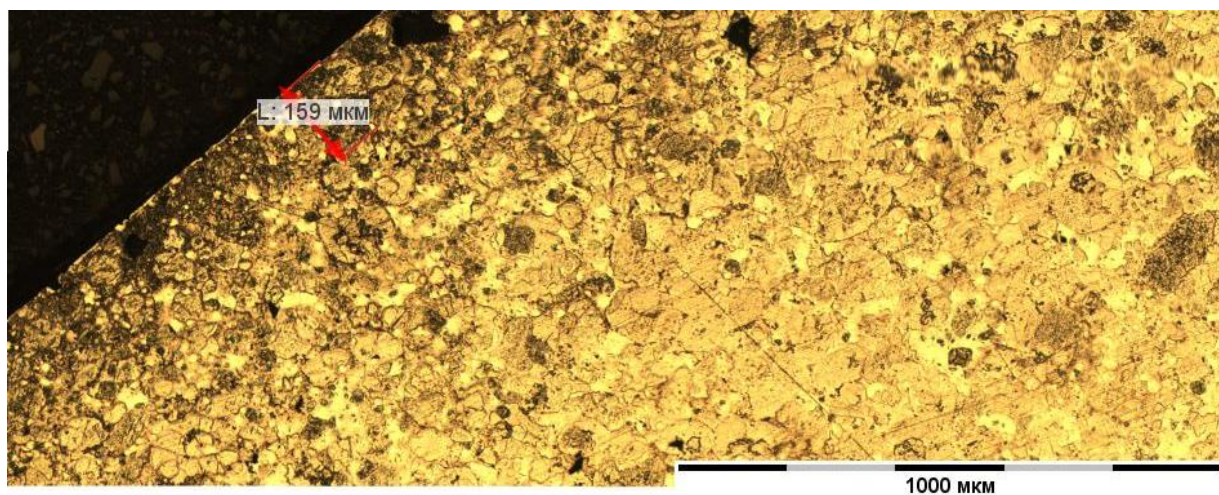


Рисунок 2 – Коллаж структуры с поверхности в глубь легированного образца № 1

При проведении травления реактивом образца № 2 была так же выявлена модифицированная структура, характеризующаяся наличием азотированного слоя глубиной до 430 мкм. Увеличенная глубина азотирования (в сравнении легированным образцом № 1) обусловлена отсутствием в материале легирующих элементов, которые обычно замедляют процесс диффузии. Твердость упрочненного слоя увеличилась в 1,8 раз (табл. 2), однако, ниже в сравнении с легированным образцом № 1, поскольку образование нитридов, повышающих твердость, требует наличия легирующих элементов. При увеличении $\times 500$ наблюдается нитридный слой на рисунке 3. На рисунках 3 отчетливо видны игольчатые нитриды в зернах структуры. Для наглядности структурных различий представлен коллаж, демонстрирующий изменение структуры от поверхности в глубь образца № 2 (рис. 4).

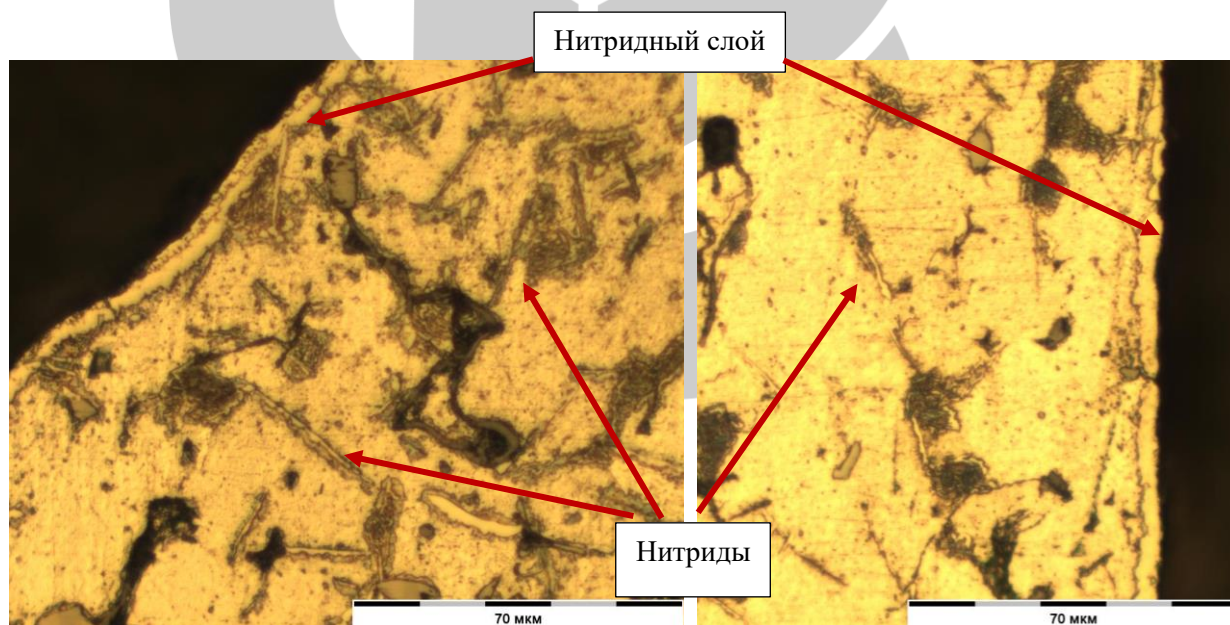


Рисунок 3 – Вид структуры образца № 2, $\times 500$

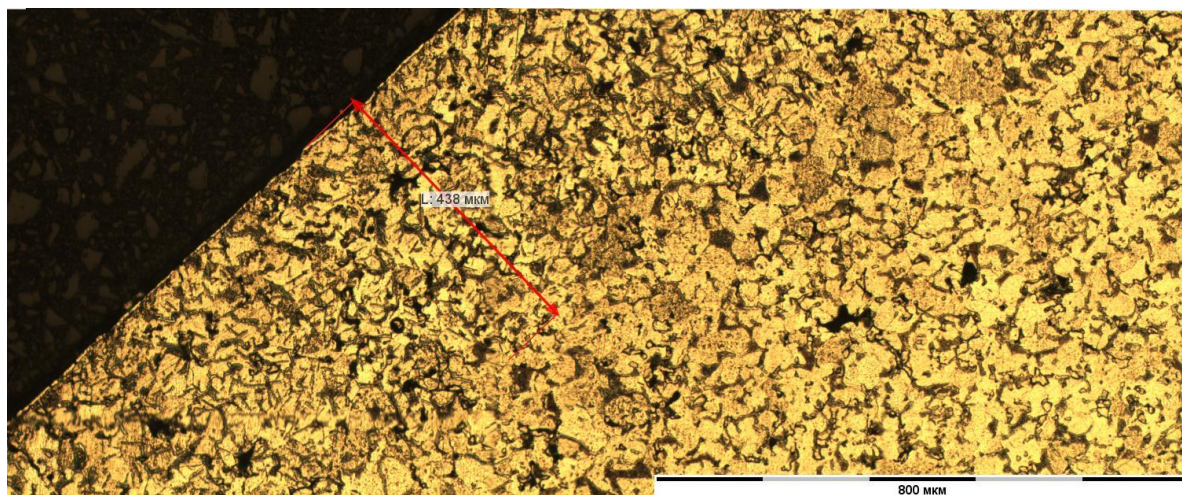


Рисунок 4 – Коллаж структуры с поверхности в глубь образца № 2

В таблице 2 представлены сводные данные по результатам.

Таблица 2 – Общая таблица характеристик азотированного слоя

Образец		№ 1	№ 2
Микровердость HV0.1, кгс/мм ²	ДО упрочнения	130 – 145	80 – 90
	ПОСЛЕ упрочнения	320 – 380	135 – 170
Глубина слоя по микроструктуре (h _c), мкм		150	430
Толщина нитридной зоны (h _{н.з}), мкм		2 – 6	3 – 6

*Работы выполнены для компании ООО «ЭВОРУС». Методом порошковой металлургии серийно выпускают изделия сложной формы с высокой степенью размерной точности. Продукция используется в различных сферах: автомобилестроении, машиностроении, приборостроении, энергоснабжении и других отраслях.