

Srovnávací studie cementovaných a nitridovaných vzorků pomocí analýzy Barkhausenova šumu a RTG difrakce

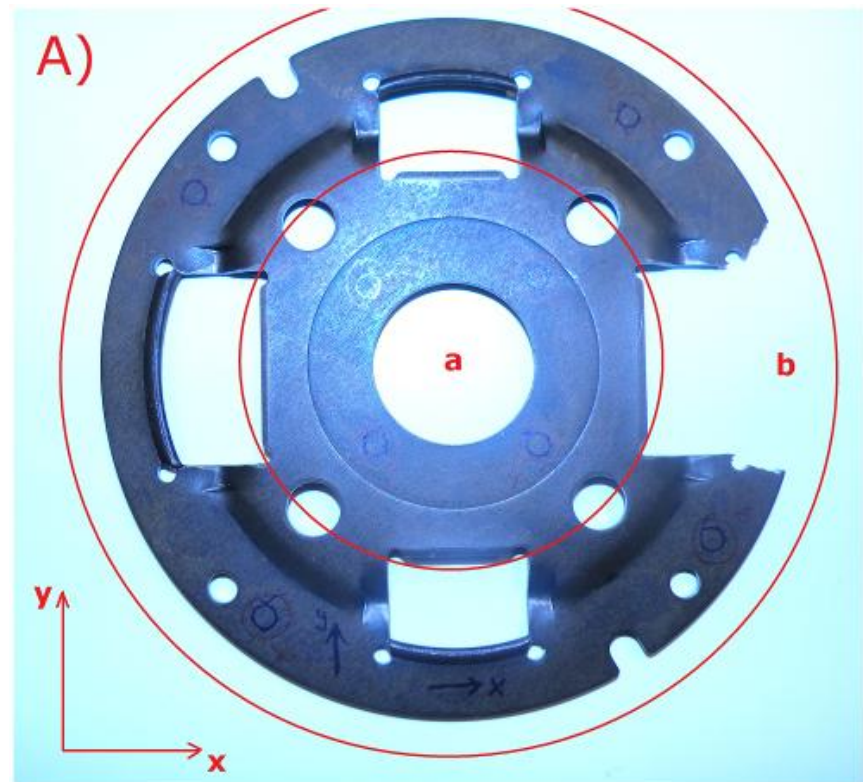
Ing. Lucie Vrkoslavová
Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Úvod

- Komponenty pro automobilový průmysl
- Cementování
 - vede k tvrdé povrchové vrstvě a měkkému jádru
 - zvyšuje odolnost proti opotřebení a mez únavy strojních součástí
- Nitridování
 - navíc přináší zvýšení odolnosti proti korozi a snížení součinitele tření

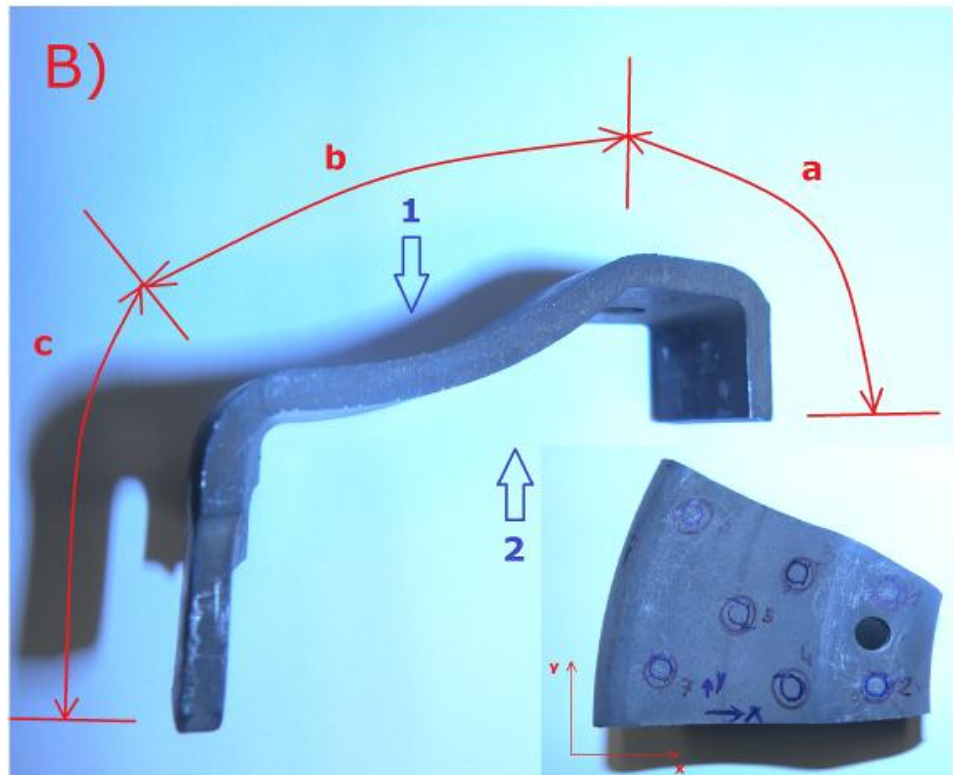
Cementované vzorky

- Hloubka cementované vrstvy od 0,15 mm do 0,225 mm
- 2 segmenty z obou stran



Nitridované vzorky

- Hloubka nitridované vrstvy od 0,012 mm do 0,014 mm
- 3 segmenty z obou stran



Průběh experimentu

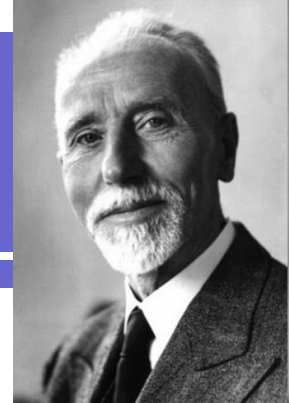
● Analýza Barkhausenova šumu

- Rollscan 300 (Stresstech Oy) se senzorem S1-1381
- MicroScan – určení hodnot RMS (střední kvadratická hodnota) = magnetoelastický parametr, FWHM (plná šířka v polovině maxima) BN
- ViewScan – měření přeběhu magnetizačního napětí (MVS) a přeběhu magnetizační frekvence (MFS)
- Magnetizační frekvence 125 Hz, magnetizační napětí 8 Vpp (napětí špička – špička), filter 70-200 kHz, počet „prasknutí“ byl 10.

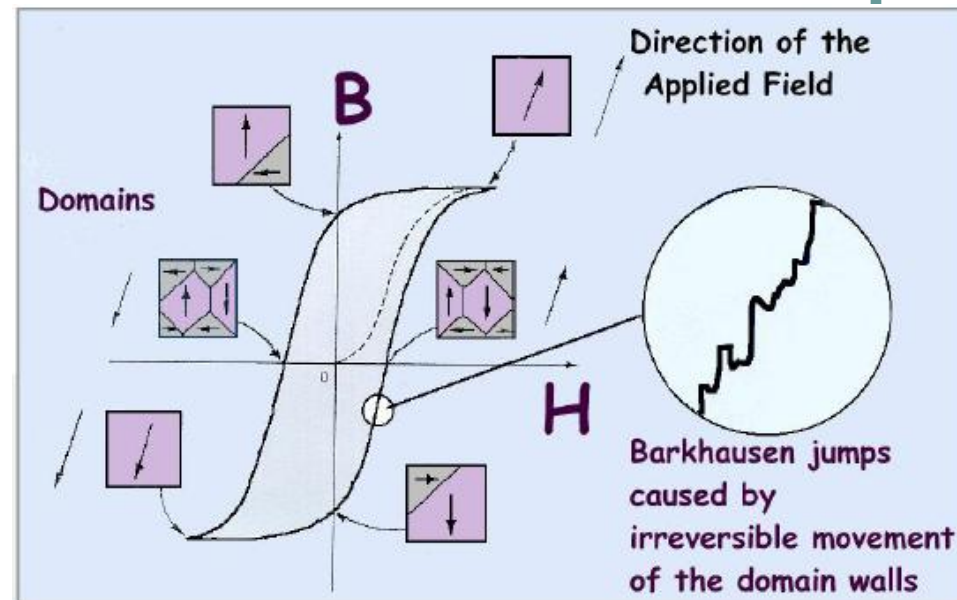
● Rentgenová difrakce

- Xstress 3000 (Stresstech Oy)
- Určení hodnot zbytkového napětí a FWHM

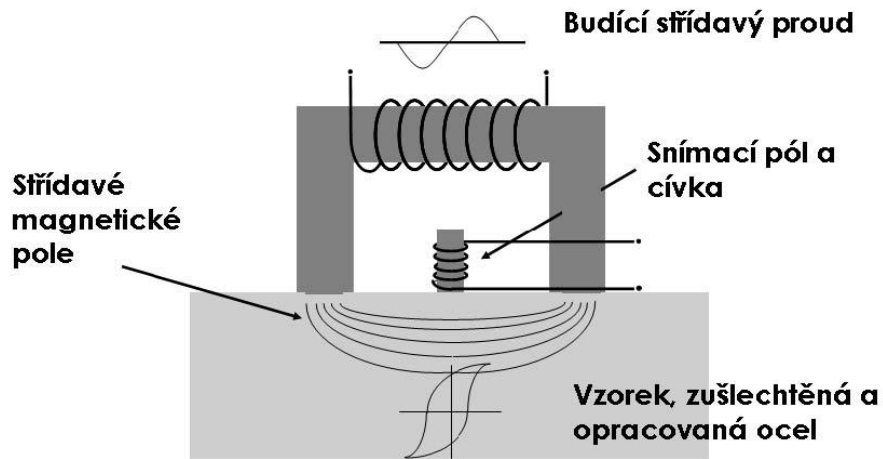
Princip analýzy Barkhausenova šumu



- **Feromagnetické materiály** ⇒ **domény** (malé magnetické oblasti připomínající jednotlivé tyčové magnety) ⇒ Každá doména je magnetizována podél určitého krystalografického směru snadné magnetizace.
- Hranice domén ⇒ **doménové stěny**. Magnetické pole způsobí pohyb doménových stěn tam a zpět. Výsledkem je **změna celkové magnetizace vzorku**.
 - ⇒ indukce elektrických pulsů v cívce
- Proces magnetizace je charakterizován hysterezní křivkou, není spojitý, ale skládá se z malých skoků. Shrnutím všech elektrických pulsů vzniká signál zvaný Barkhausenův šum.



Princip analýzy Barkhausenova šumu

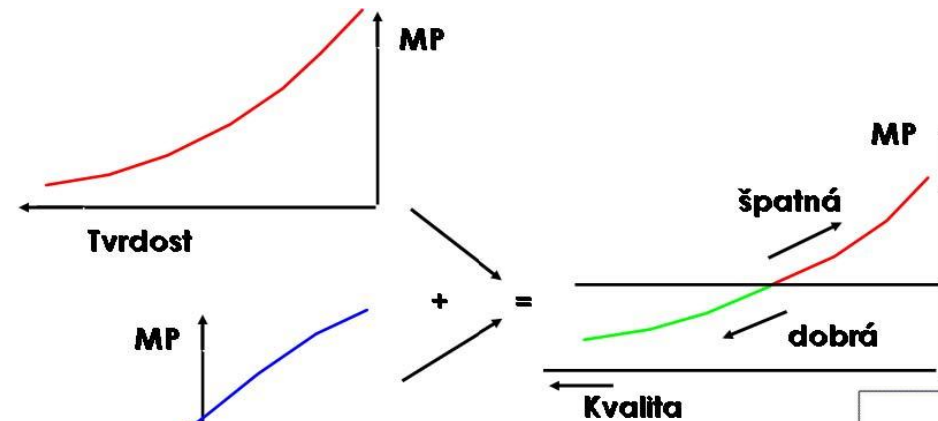


Konstrukce snímače

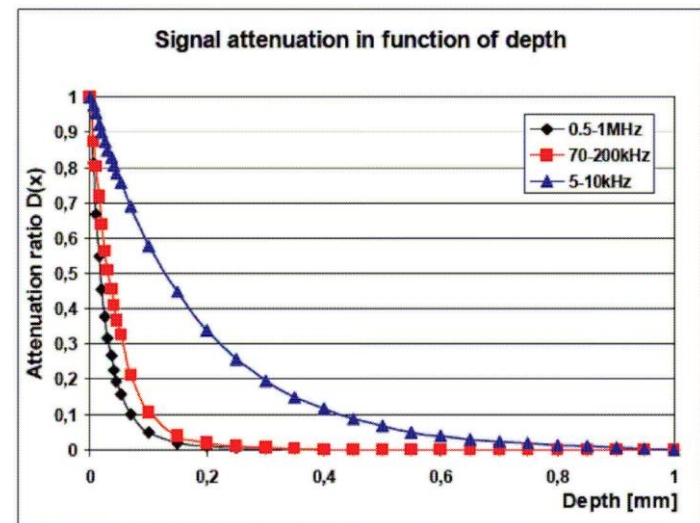


Princip analýzy Barkhausenova šumu

Vliv tvrdosti a zbytkového napětí na hodnotu MP



Útlum signálu



Výsledky → cementované vzorky

Sample K-526 CHD 0,10 mm	RMS average	BN FWHM avg	XRD FWHM avg [deg] x-direction	XRD FWHM avg [deg] y-direction	XRD RS avg x-direction [MPa]	XRD RS avg y-direction [MPa]
1a area	59	58	5,74	5,76	-13,4	22,2
1b area	62	57	5,76	5,74	5,2	16,3
2a area	59	56	5,72	5,75	7,0	18,1
2b area	62	55	5,72	5,74	-7,1	-5,0

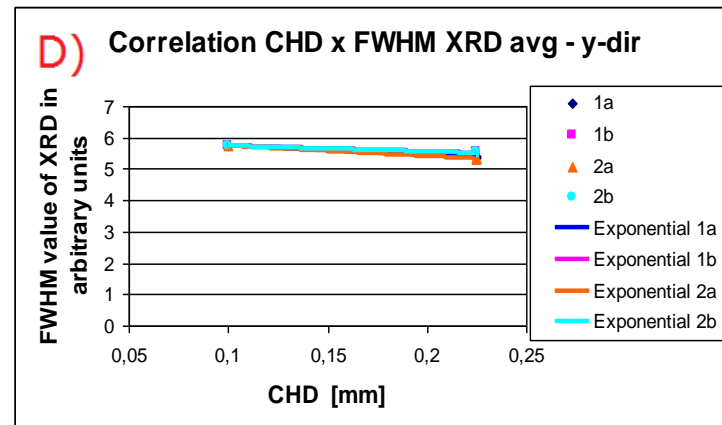
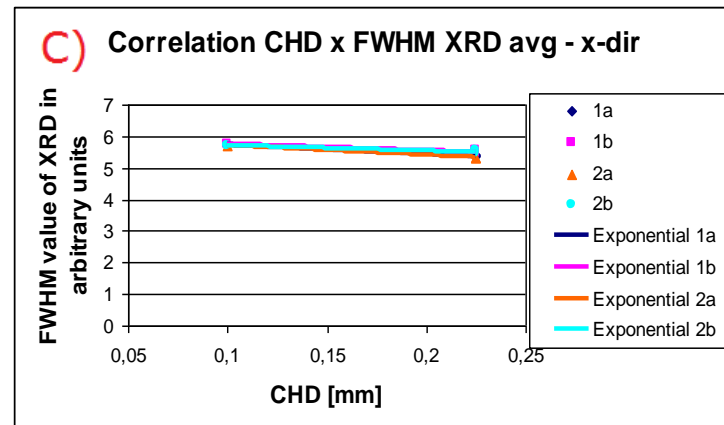
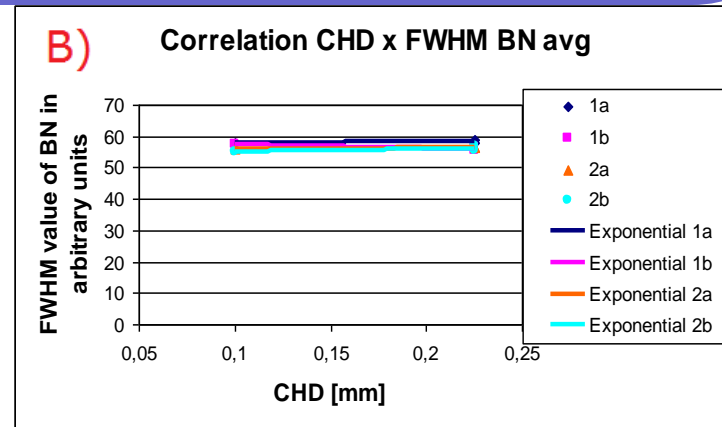
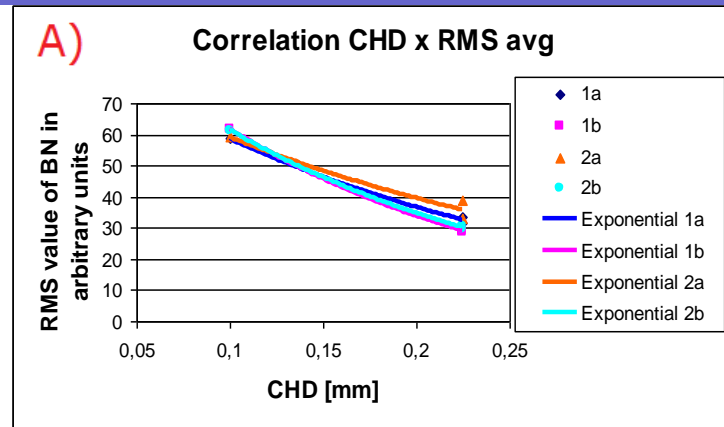
Výsledky → cementované vzorky

Sample 10614 CHD 0,225 mm	RMS average	BN FWHM avg	XRD FWHM avg [deg] x-direction	XRD FWHM avg [deg] y-direction	XRD RS avg x-direction [MPa]	XRD RS avg y-direction [MPa]
1a area	32	59	5,40	5,41	-27,4	-33,3
1b area	29	55	5,57	5,56	-31,1	-20,4
2a area	39	56	5,34	5,34	0,9	-2,1
2b area	31	56	5,56	5,56	-19,0	-20,3

Výsledky → cementované vzorky

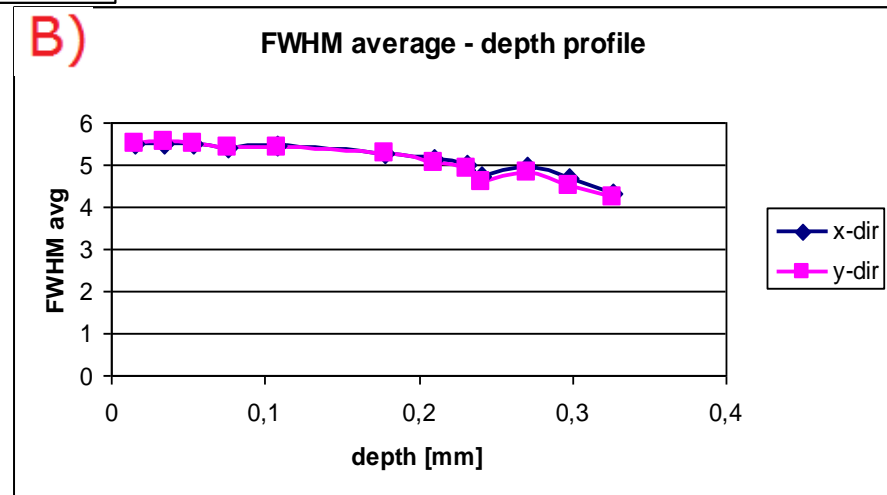
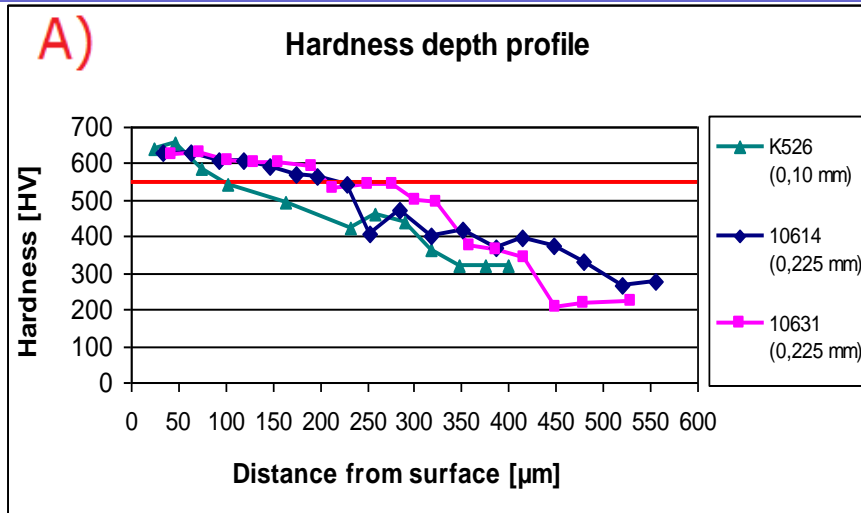
Sample 10631 CHD 0,225 mm	RMS average	BN FWHM avg	XRD FWHM avg [deg] x-direction	XRD FWHM avg [deg] y-direction	XRD RS avg x-direction [MPa]	XRD RS avg y-direction [MPa]
1a area	34	58	5,36	5,36	40,9	31,1
1b area	29	57	5,44	5,47	4,9	14,5
2a area	33	57	5,34	5,32	-47,5	-18,6
2b area	30	57	5,45	5,46	4,4	10,5

Korelace CHD s měřenými veličinami BN a RTG difrakce



Korelace hloubky cementované vrstvy s měřeními veličinami Barkhausenova šumu a RTG difrakce. Byl použit exponenciální trend pro ověření korelace.

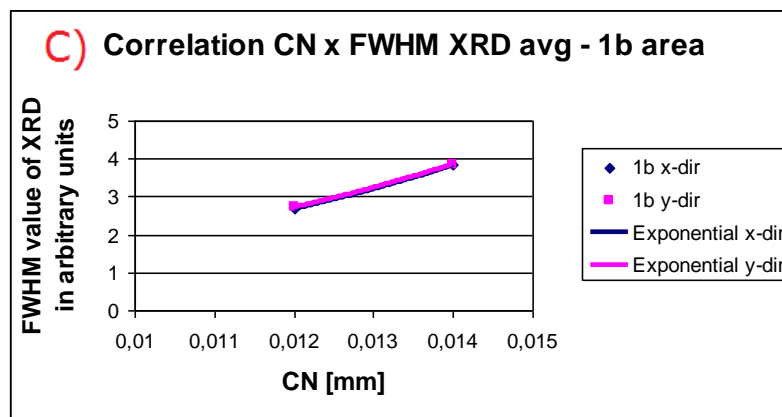
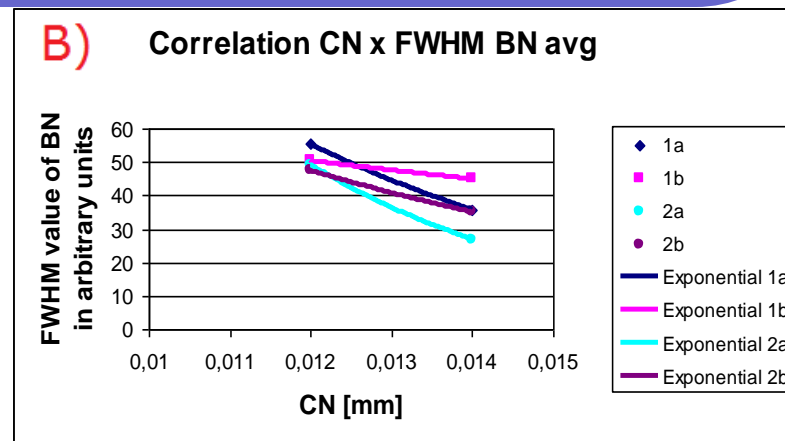
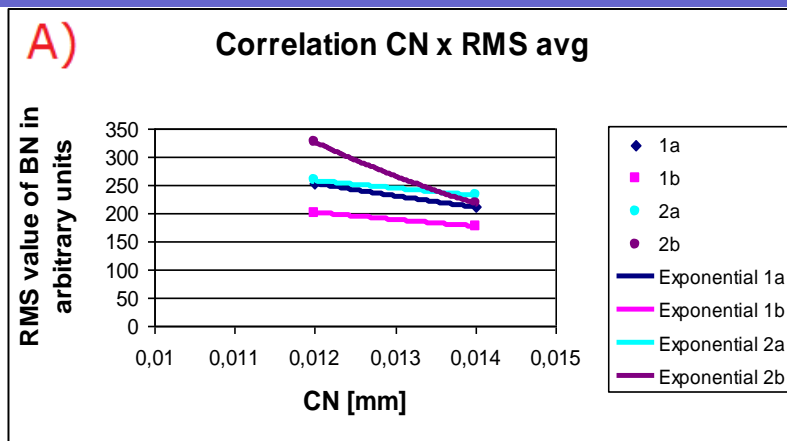
Hloubkový profil tvrdosti (A) a rentgenový hloubkový profil (B)



Výsledky → nitridované vzorky

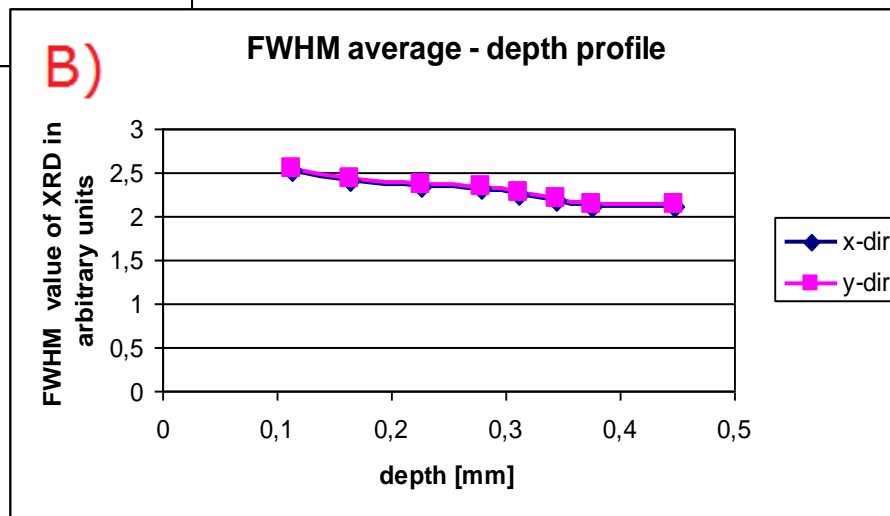
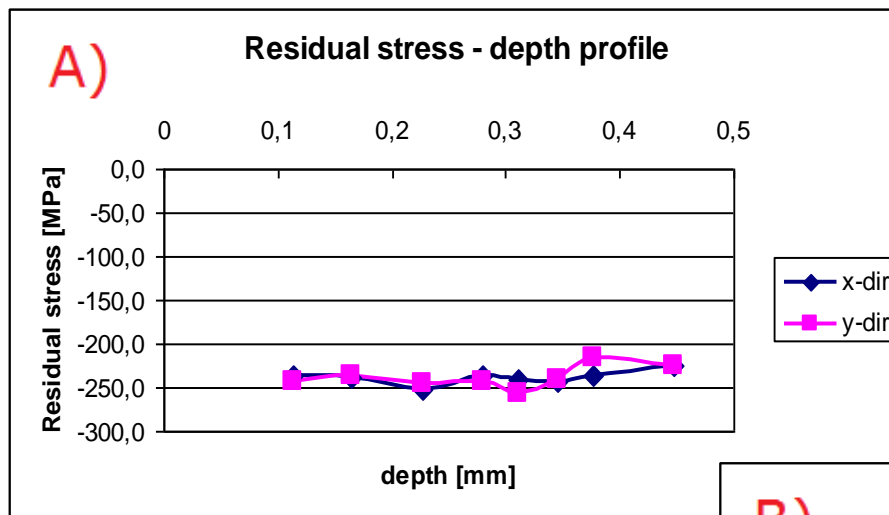
Sample 11051 CN 0,012 mm	RMS average	BN FWHM avg	XRD FWHM avg [deg] x-direction	XRD FWHM avg [deg] y-direction	XRD RS avg x-direction [MPa]	XRD RS avg y-direction [MPa]
1a area	253	55				
1b area	201	50	2,68	2,72	-123,9	-86,5
1c area	290	54				
2a area	258	49				
2b area	326	48				
2c area	273	53				
Sample 11157 CN 0,014 mm	RMS average	BN FWHM avg	XRD FWHM avg [deg] x-direction	XRD FWHM avg [deg] y-direction	XRD RS avg x-direction [MPa]	XRD RS avg y-direction [MPa]
1a area	210	36				
1b area	177	45	3,83	3,86	393,5	269,7
1c area						
2a area	231	27				
2b area	217	35				
2c area						

Výsledky → nitridované vzorky



Korelace hloubky nitridované vrstvy s měřeními veličinami Barkhausenova šumu a RTG difrakce. Byl použit exponenciální trend pro ověření korelace.

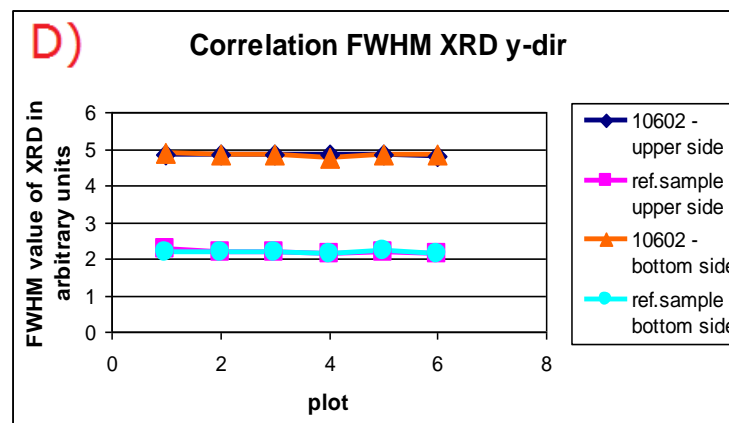
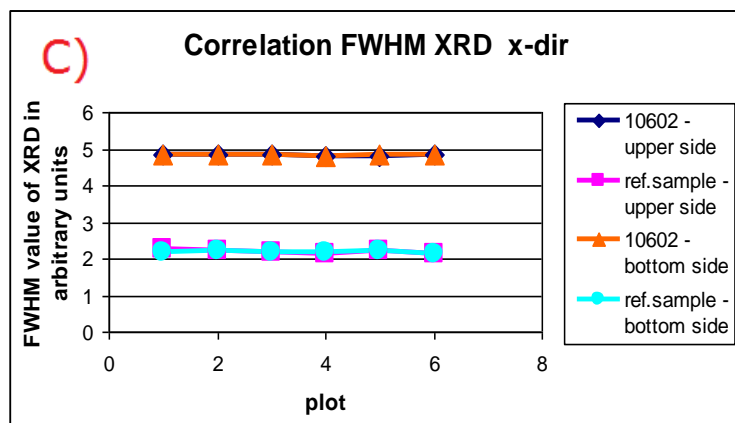
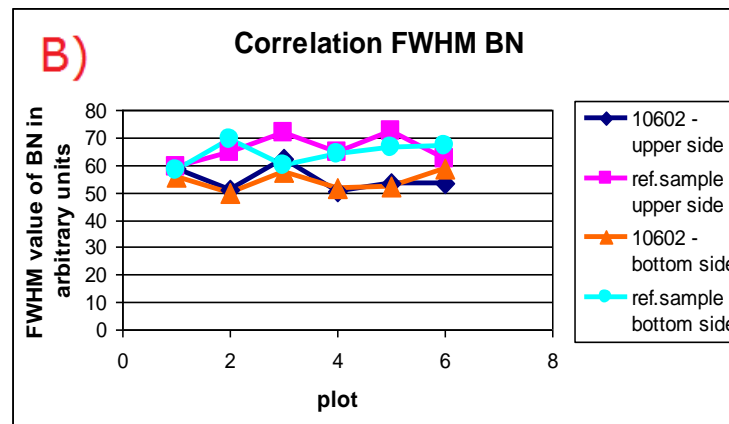
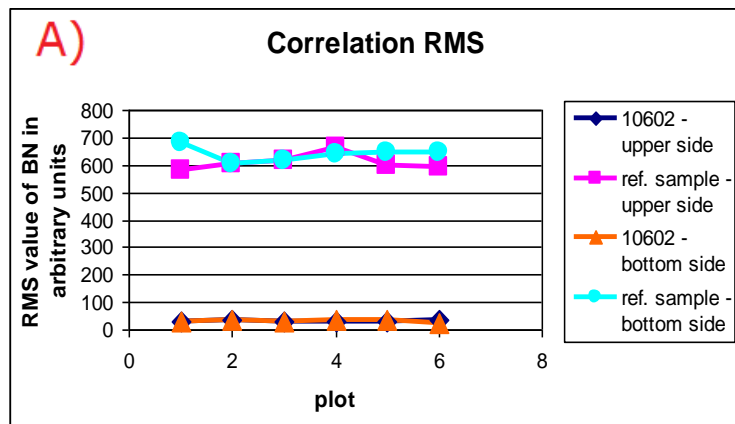
Výsledky → nitridované vzorky



Referenční vzorek

- Měření BN a RTG difrakce byla také provedena pro referenční vzorek a tyto hodnoty byly porovnány s cementovaným vzorkem stejného tvaru s hloubkou cementované vrstvy 0,15 mm.

Výsledky → referenční vzorek



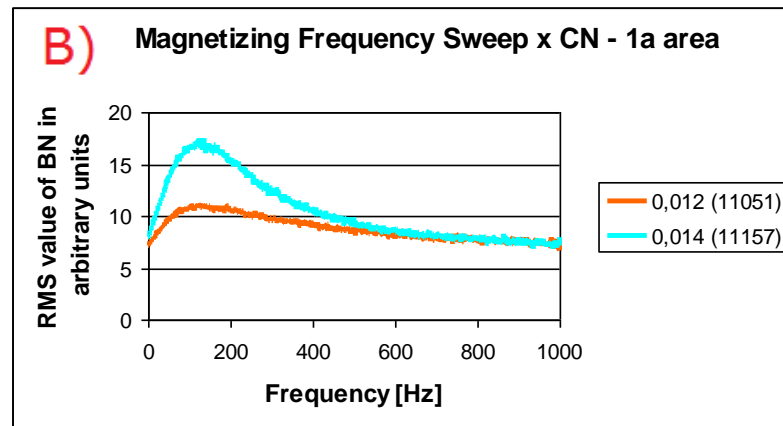
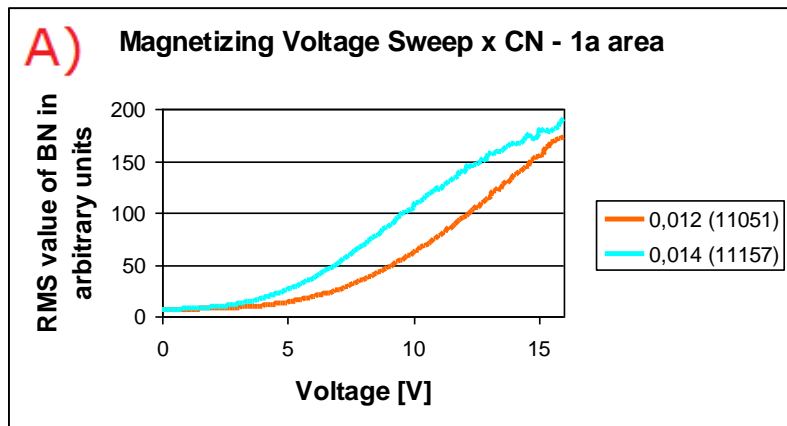
Grafy ukazují porovnání mezi referenčním vzorkem (bez tepelného zpracování) a cementovaným vzorkem (s $CHD = 0,15$ mm) stejného tvaru.

Závěry

- Výsledky ukazují, že existují určité korelace mezi hloubkou cementované vrstvy a hloubkou nitridované vrstvy a měřenými veličinami.
- V povrchové vrstvě cementovaných vzorků můžeme pozorovat, že s rostoucí CHD klesají hodnoty RMS a FWHM (z RTG difrakce) v obou směrech (osy x a y).
- V povrchové vrstvě nitridovaných vzorků lze sledovat s rostoucí hloubkou nitridované vrstvy klesající hodnoty RMS a FWHM BN.
- Metoda Barkhausenova šumu se zdá být slibná pro kontrolu vzorků za pomoci použití přeběhu magnetizačního napětí či přeběhu magnetizační frekvence.

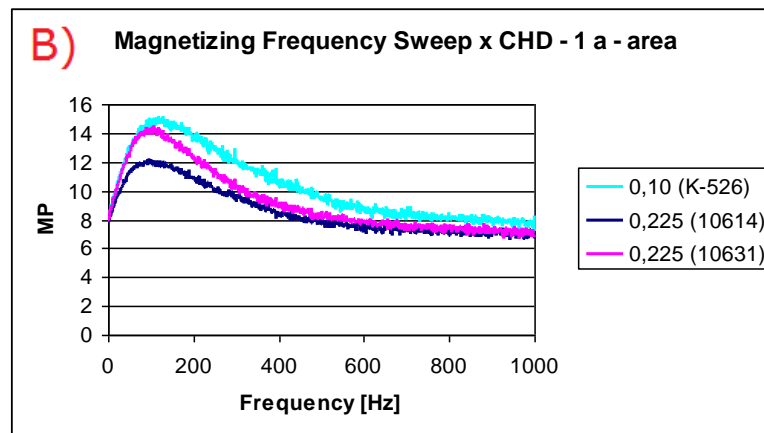
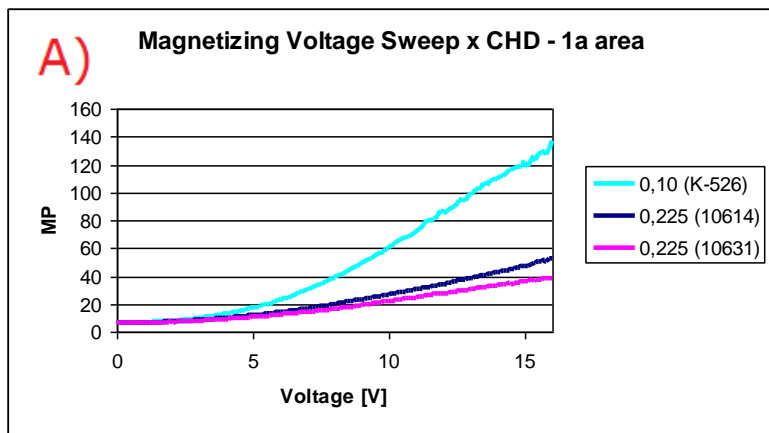
Závěry

Nitridované vzorky – hodnoty přeběhu magnetizačního napětí a hodnoty přeběhu magnetizační frekvence vzrůstají s rostoucí hloubkou nitridované vrstvy.



Závěry

Cementované vzorky – hodnoty přeběhu magnetizačního napětí klesají s rostoucí hloubkou cementované vrstvy, u studie hodnot přeběhu magnetizační frekvence nebyla nalezena žádná závislost s hloubkou cementované vrstvy.



Děkuji za pozornost!