

10.1.3 Měření zbytkových napětí elektrolytického rozpouštění

Sumarizace průběhů pro vzorky B2 a B3

Lopatka	B2/N	B2/D	B3/N	B3/D					
hloubka H [mm]	skutečné ZN [N.mm-2]	skutečné ZN [N.mm-2]	skutečné ZN [N.mm-2]	skutečné ZN [N.mm-2]	<i>průměr</i> [N.mm-2]	<i>sx</i> [N.mm-2]	<i>v_σ</i> [%]	<i>MIN</i> [N.mm-2]	<i>MAX</i> [N.mm-2]
0,003	-213	-3	-62	-157	-109	94	87	-213	-3
0,005	-238	-85	-104	-204	-158	75	47	-238	-85
0,007	-269	-151	-142	-247	-202	65	32	-269	-142
0,010	-318	-225	-186	-306	-259	64	25	-318	-186
0,015	-391	-306	-244	-381	-331	69	21	-391	-244
0,020	-437	-348	-282	-436	-376	75	20	-437	-282
0,025	-459	-364	-305	-473	-400	80	20	-473	-305
0,030	-462	-366	-318	-498	-411	83	20	-498	-318
0,050	-422	-329	-320	-503	-393	86	22	-503	-320
0,070	-399	-301	-300	-453	-363	76	21	-453	-300
0,100	-364	-275	-276	-398	-328	63	19	-398	-275
0,150	-320	-229	-233	-384	-291	75	26	-384	-229
0,200	-291	-208	-206	-348	-263	69	26	-348	-206
0,250	-259	-190	-198	-317	-241	59	25	-317	-190
0,300	-247	-168	-173	-305	-215	77	36	-305	-168
0,350	-235	-145	-160	-271	-192	69	36	-271	-145
0,400	#N/A	-120	-110	-238					
0,500	#N/A	-84	#N/A	-163					
0,600	#N/A	-43	#N/A	#N/A					

B1/N - žíhaný, nahoře, těsně pod zápalom

Název m__ení: Laser-peen

Název vzorku: B1/N Vstupní hodnoty - šedé

l= 12,35 výška odleptané plochy [mm]

a= 204 délka m__ícího t__menu(rameno) [mm]

H= 0,265 celková odleptaná hloubka [mm]

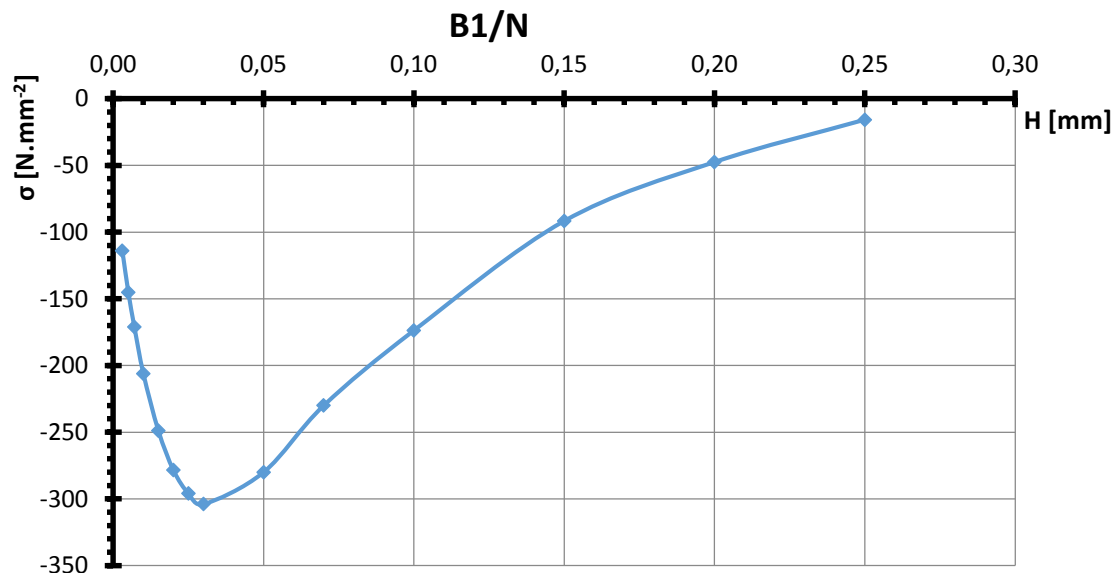
E= 113000 modul pružnosti [N.mm⁻²]

h= 7,16 tlouš__ka vzorku(p_vodní) [mm]

mx= 0,00013984 podíl odleptané hloubky ku délce zápisu

konstanta= 7,25569769

ze záznamu		přírůstky		výpočet				
poř. číslo odečtu	deformace [mm]	Δ deformace [mm]	Δ hloubky [mm]	hloubka H [mm]	ZN [N.mm ⁻²]	korekce [N.mm ⁻²]	suma korekcí [N.mm ⁻²]	skutečne ZN [N.mm ⁻²]
1.	0,0264	-0,00004	0,00014	0,003	-114,3	-0,009	-0,141	-114
2.	0,0256	-0,00005	0,00014	0,005	-145,5	-0,011	-0,292	-145
3.	0,0248	-0,00006	0,00014	0,007	-171,6	-0,013	-0,465	-171
4.	0,0232	-0,00008	0,00014	0,010	-207,0	-0,016	-0,790	-206
5.	0,0202	-0,00009	0,00014	0,015	-250,3	-0,020	-1,418	-249
6.	0,0166	-0,00011	0,00014	0,020	-280,6	-0,022	-2,169	-278
7.	0,0126	-0,00011	0,00014	0,025	-299,0	-0,023	-2,988	-296
8.	0,0084	-0,00012	0,00014	0,030	-307,8	-0,024	-3,846	-304
9.	-0,0080	-0,00011	0,00014	0,050	-287,2	-0,023	-7,247	-280
10.	-0,0224	-0,00009	0,00014	0,070	-240,2	-0,019	-10,220	-230
11.	-0,0399	-0,00007	0,00014	0,100	-187,6	-0,015	-13,806	-174
12.	-0,0607	-0,00004	0,00014	0,150	-109,8	-0,009	-18,076	-92
13.	-0,0723	-0,00003	0,00014	0,200	-68,0	-0,005	-20,434	-48
14.	-0,0797	-0,00002	0,00014	0,250	-37,8	-0,003	-21,925	-16
15.	#N/A	#N/A	#N/A	0,300	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
16.	#N/A	#N/A	#N/A	0,350	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
17.	#N/A	#N/A	#N/A	0,400	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
18.	#N/A	#N/A	#N/A	0,500	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
19.	#N/A	#N/A	#N/A	0,600	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A



Tlakové pnutí v těsné blízkosti povrchu v hloubce 0,005 mm dosahuje hodnot -145 MPa. V hloubce 0,03 mm pod povrchem vytváří tlakovou špičku napětí s maximálním tlakovým zbytkovým napětím -304 MPa. S rostoucí hloubkou tlakové zbytkové napětí klesá na hodnotu -16 MPa v hloubce 0,25 mm. Přechod do mírných vyrovnávacích tahových napětí lze očekávat v hloubce 0,28 mm pod povrchem.

B1/D - žíhaný, dole

Název m__ení: Laser-peen

Název vzorku: B1/D Vstupní hodnoty - šedé

l= 12,2 výška odleptané plochy [mm]

a= 202 délka m__ícího t__menu(rameno) [mm]

H= 0,255 celková odleptaná hloubka [mm]

E= 113000 modul pružnosti [N.mm⁻²]

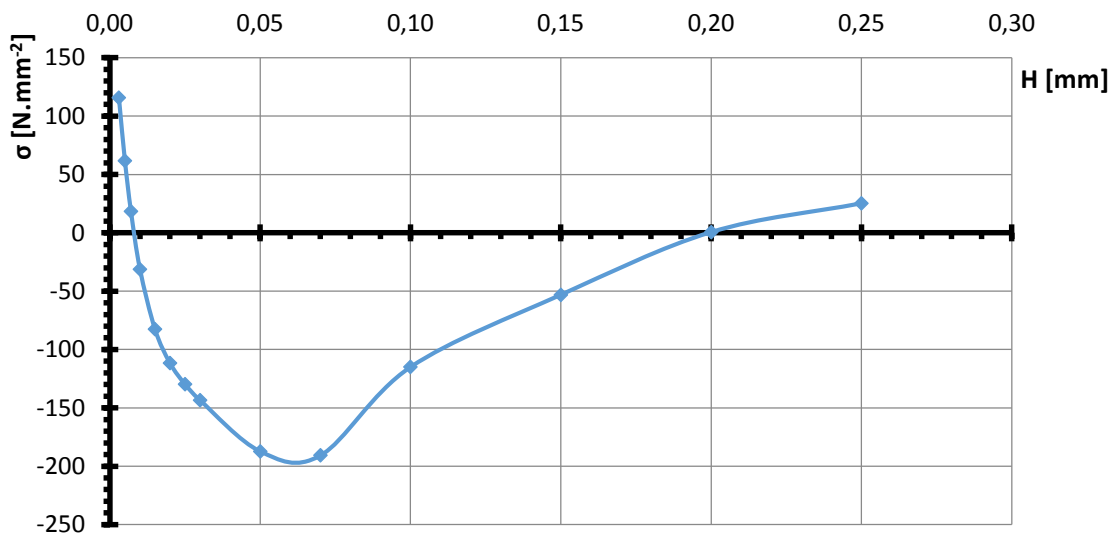
h= 7,17 tlouš__ka vzorku(p_vodní) [mm]

mx= 0,00011617 podíl odleptané hloubky ku délce zápisu

konstanta= 7,41814439

ze záznamu		přírůstky		výpočet				
poř. číslo odečtu	deformace [mm]	Δ deformace [mm]	Δ hloubky [mm]	hloubka H [mm]	ZN [N.mm ⁻²]	korekce [N.mm ⁻²]	suma korekcí [N.mm ⁻²]	skutečné ZN [N.mm ⁻²]
1.	0,0212	0,00004	0,00012	0,003	116,0	0,008	0,271	116
2.	0,0216	0,00002	0,00012	0,005	62,0	0,004	0,370	62
3.	0,0218	0,00001	0,00012	0,007	18,8	0,001	0,415	18
4.	0,0217	-0,00001	0,00012	0,010	-30,8	-0,002	0,404	-31
5.	0,0210	-0,00003	0,00012	0,015	-82,4	-0,005	0,241	-83
6.	0,0197	-0,00003	0,00012	0,020	-111,7	-0,007	-0,033	-112
7.	0,0181	-0,00004	0,00012	0,025	-130,2	-0,008	-0,372	-130
8.	0,0162	-0,00004	0,00012	0,030	-144,2	-0,009	-0,756	-143
9.	0,0073	-0,00006	0,00012	0,050	-189,9	-0,012	-2,643	-187
10.	-0,0033	-0,00006	0,00012	0,070	-195,7	-0,013	-4,880	-191
11.	-0,0164	-0,00004	0,00012	0,100	-122,6	-0,008	-7,633	-115
12.	-0,0277	-0,00002	0,00012	0,150	-63,2	-0,004	-10,011	-53
13.	-0,0325	0,00000	0,00012	0,200	-10,4	-0,001	-10,998	1
14.	-0,0332	0,00000	0,00012	0,250	14,1	0,001	-11,158	25
15.	#N/A	#N/A	#N/A	0,300	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
16.	#N/A	#N/A	#N/A	0,350	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
17.	#N/A	#N/A	#N/A	0,400	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
18.	#N/A	#N/A	#N/A	0,500	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
19.	#N/A	#N/A	#N/A	0,600	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

B1/D



Zbytkové napětí v těsné blízkosti povrchu je tahového charakteru a v hloubce 0,005 mm dosahuje hodnot +65 MPa. V hloubce 0,008 mm pod povrchem přechází do tlaku, který roste až na hodnoty -195 MPa v hloubce 0,06 mm pod povrchem. S rostoucí hloubkou tlakové zbytkové napětí klesá, v hloubce 0,2 mm přechází do nízkých hodnot vyrovnávacích tahových napětí.

B2/N

Název měření: Laser-peen

Název vzorku: B2/N Vstupní hodnoty - šedé

l= 10,8 výška odleptané plochy [mm]

a= 204 délka měřicího tělesa (rameno) [mm]

H= 0,373 celková odleptaná hloubka [mm]

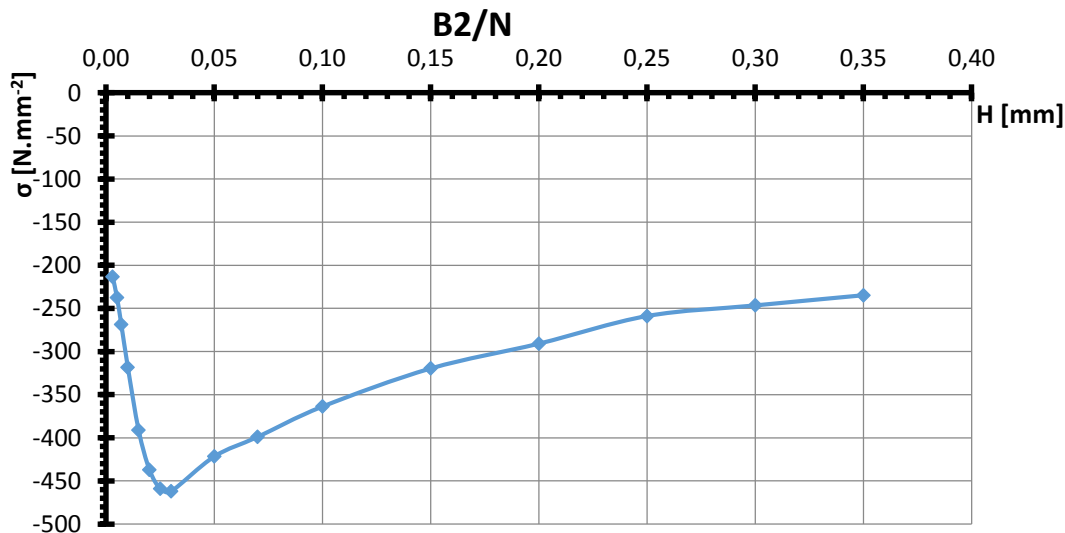
E= 113000 modul pružnosti [N.mm⁻²]

h= 7,14 tloušťka vzorku (povodní) [mm]

mx= 0,00015705 podíl odleptané hloubky ku délce zápisu

konstanta= 8,32773238

ze záznamu		přirůstky		výpočet				
poř. číslo odečtu	deformace [mm]	Δ deformace [mm]	Δ hloubky [mm]	hloubka H [mm]	ZN [N.mm ⁻²]	korekce [N.mm ⁻²]	suma korekcí [N.mm ⁻²]	skutečné ZN [N.mm ⁻²]
1.	0,0334	-0,00008	0,00016	0,003	-213,7	-0,019	-0,326	-213
2.	0,0323	-0,00009	0,00016	0,005	-238,2	-0,021	-0,582	-238
3.	0,0310	-0,00010	0,00016	0,007	-269,8	-0,024	-0,871	-269
4.	0,0290	-0,00012	0,00016	0,010	-319,7	-0,028	-1,362	-318
5.	0,0247	-0,00015	0,00016	0,015	-393,6	-0,035	-2,370	-391
6.	0,0198	-0,00016	0,00016	0,020	-440,7	-0,039	-3,515	-437
7.	0,0144	-0,00017	0,00016	0,025	-463,9	-0,041	-4,796	-459
8.	0,0089	-0,00017	0,00016	0,030	-468,2	-0,041	-6,117	-462
9.	-0,0126	-0,00016	0,00016	0,050	-433,0	-0,038	-11,192	-422
10.	-0,0330	-0,00016	0,00016	0,070	-415,1	-0,037	-15,996	-399
11.	-0,0620	-0,00015	0,00016	0,100	-386,7	-0,035	-22,821	-364
12.	-0,1073	-0,00014	0,00016	0,150	-353,2	-0,032	-33,414	-320
13.	-0,1487	-0,00013	0,00016	0,200	-334,0	-0,030	-43,016	-291
14.	-0,1904	-0,00012	0,00016	0,250	-311,6	-0,028	-52,621	-259
15.	-0,2298	-0,00012	0,00016	0,300	-308,3	-0,028	-61,632	-247
16.	-0,2671	-0,00012	0,00016	0,350	-305,0	-0,028	-70,114	-235
17.	#N/A	#N/A	#N/A	0,400	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
18.	#N/A	#N/A	#N/A	0,500	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
19.	#N/A	#N/A	#N/A	0,600	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A



Vzorek B2/N vykazuje výrazné zbytkové tlakové napětí již od povrchu vzorku, v hloubce 0,005 mm dosahuje hodnot -238 MPa. V hloubce 0,03 mm pod povrchem vytváří tlakovou špičku napětí s maximálním tlakovým zbytkovým napětím -462 MPa. S rostoucí hloubkou tlakové zbytkové napětí klesá. Hloubku přechod do vyrovnávacích tahů se nepodařilo stanovit. Poslední naměřená hodnota -235 MPa byla zjištěna v hloubce 0,35 mm pod povrchem.

B2/D

Název měření: Laser-peen**Název vzorku: B2/D** Vstupní hodnoty - šedé

l= 12,75 výška odleptané plochy [mm]

a= 207 délka měřícího ramena [mm]

H= 0,659 celková odleptaná hloubka [mm]

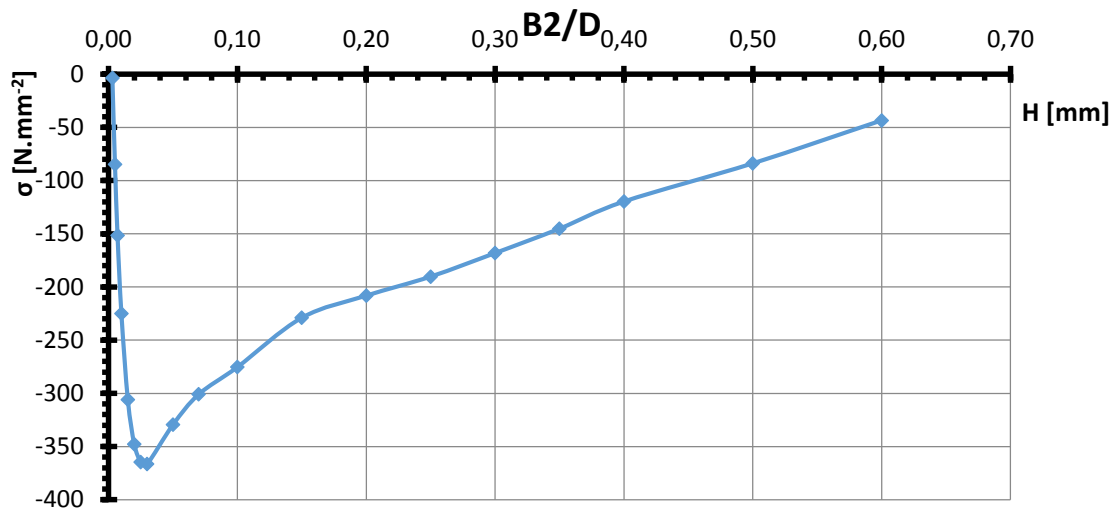
E= 113000 modul pružnosti [N.mm⁻²]

h= 7,14 tloušťka vzorku (p_vodní) [mm]

mx= 0,00017274 podíl odleptané hloubky ku délce zápisu

konstanta= 6,92266752

ze záznamu		přírůstky		výpočet				
poř. číslo odečtu	deformace [mm]	Δ deformace [mm]	Δ hloubky [mm]	hloubka H [mm]	ZN [N.mm ⁻²]	korekce [N.mm ⁻²]	suma korekcí [N.mm ⁻²]	skutečné ZN [N.mm ⁻²]
1.	0,0339	0,00000	0,00017	0,003	-3,2	0,000	0,102	-3
2.	0,0336	-0,00004	0,00017	0,005	-84,6	-0,008	0,054	-85
3.	0,0329	-0,00007	0,00017	0,007	-151,5	-0,014	-0,082	-151
4.	0,0313	-0,00011	0,00017	0,010	-225,3	-0,021	-0,391	-225
5.	0,0274	-0,00015	0,00017	0,015	-307,0	-0,030	-1,147	-306
6.	0,0227	-0,00017	0,00017	0,020	-349,7	-0,034	-2,076	-348
7.	0,0175	-0,00018	0,00017	0,025	-367,6	-0,036	-3,089	-364
8.	0,0122	-0,00018	0,00017	0,030	-370,5	-0,036	-4,131	-366
9.	-0,0080	-0,00017	0,00017	0,050	-337,6	-0,033	-8,116	-329
10.	-0,0267	-0,00016	0,00017	0,070	-312,6	-0,031	-11,779	-301
11.	-0,0531	-0,00015	0,00017	0,100	-292,2	-0,029	-16,934	-275
12.	-0,0929	-0,00013	0,00017	0,150	-253,6	-0,025	-24,678	-229
13.	-0,1294	-0,00012	0,00017	0,200	-239,8	-0,024	-31,726	-208
14.	-0,1649	-0,00012	0,00017	0,250	-228,7	-0,023	-38,513	-190
15.	-0,1988	-0,00011	0,00017	0,300	-213,0	-0,022	-44,960	-168
16.	-0,2306	-0,00011	0,00017	0,350	-196,1	-0,020	-50,967	-145
17.	-0,2600	-0,00010	0,00017	0,400	-176,1	-0,018	-56,477	-120
18.	-0,3124	-0,00008	0,00017	0,500	-150,0	-0,016	-66,191	-84
19.	-0,3577	-0,00007	0,00017	0,600	-117,9	-0,012	-74,454	-43



Vzorek B2/D vykazuje výrazný gradient zbytkového napětí v těsné blízkosti povrchu. Zbytkové napětí v hloubce 0,005 mm dosahuje hodnot -85 MPa. V hloubce 0,03 mm pod povrchem vytváří tlakovou špičku napětí s maximálním tlakovým napětím -366 MPa. S rostoucí hloubkou tlakové zbytkové napětí klesá. Hloubku přechod do vyrovnávacích tahů se nepodařilo stanovit, ale lze ho očekávat v hloubce 0,72 mm pod povrchem

B3/N**Název měření: Laser-peen**

Název vzorku: B3/N Vstupní hodnoty - šedé

l= 10,6 výška odleptané plochy [mm]

a= 205 délka m_íciho t_menu(rameno) [mm]

H= 0,4 celková odleptaná hloubka [mm]

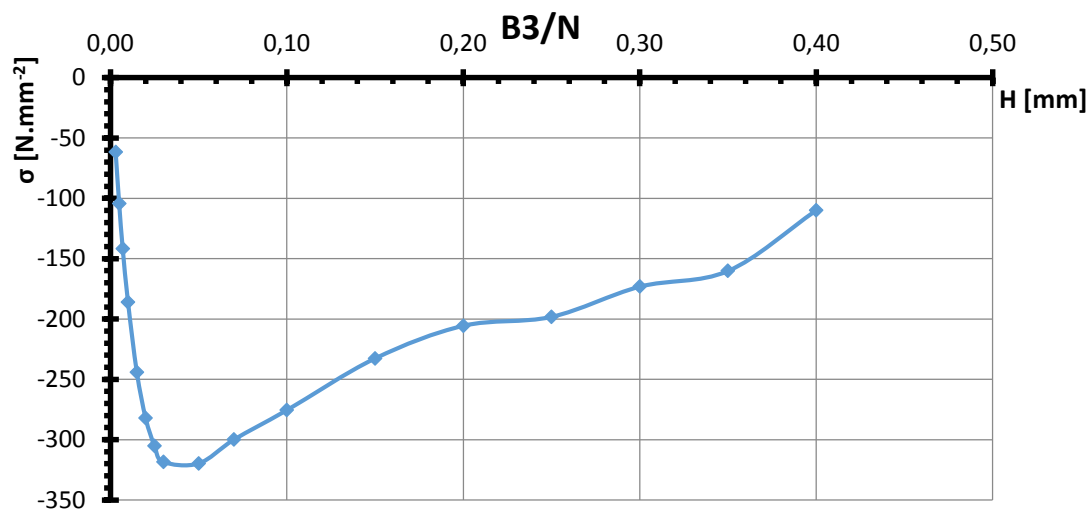
E= 113000 modul pružnosti [N.mm⁻²]

h= 7,1 tlouš_ka vzorku(p_vodní) [mm]

mx= 0,00016842 podíl odleptané hloubky ku délce zápisu

konstanta= 8,4485476

ze záznamu		přírůstky		výpočet				
poř. číslo odečtu	deformace [mm]	Δ deformace [mm]	Δ hloubky [mm]	hloubka H [mm]	ZN [N.mm ⁻²]	korekce [N.mm ⁻²]	suma korekcí [N.mm ⁻²]	skutečne ZN [N.mm ⁻²]
1.	0,0181	-0,00002	0,00017	0,003	-61,7	-0,005	-0,040	-62
2.	0,0177	-0,00004	0,00017	0,005	-104,5	-0,010	-0,133	-104
3.	0,0171	-0,00006	0,00017	0,007	-141,9	-0,013	-0,273	-142
4.	0,0160	-0,00007	0,00017	0,010	-186,4	-0,017	-0,537	-186
5.	0,0134	-0,00010	0,00017	0,015	-245,2	-0,023	-1,155	-244
6.	0,0102	-0,00011	0,00017	0,020	-284,0	-0,027	-1,912	-282
7.	0,0068	-0,00012	0,00017	0,025	-307,8	-0,029	-2,730	-305
8.	0,0030	-0,00013	0,00017	0,030	-322,0	-0,031	-3,632	-318
9.	-0,0126	-0,00013	0,00017	0,050	-327,0	-0,031	-7,365	-320
10.	-0,0279	-0,00013	0,00017	0,070	-311,0	-0,030	-11,000	-300
11.	-0,0496	-0,00012	0,00017	0,100	-291,7	-0,028	-16,144	-276
12.	-0,0830	-0,00011	0,00017	0,150	-256,6	-0,025	-24,026	-233
13.	-0,1131	-0,00010	0,00017	0,200	-236,6	-0,023	-31,073	-206
14.	-0,1427	-0,00010	0,00017	0,250	-236,1	-0,023	-37,938	-198
15.	-0,1717	-0,00009	0,00017	0,300	-217,7	-0,022	-44,631	-173
16.	-0,1990	-0,00009	0,00017	0,350	-211,0	-0,021	-50,886	-160
17.	-0,2252	-0,00007	0,00017	0,400	-166,7	-0,017	-56,847	-110
18.	#N/A	#N/A	#N/A	0,500	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
19.	#N/A	#N/A	#N/A	0,600	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A



Vzorek B3/N vykazuje výrazný gradient zbytkového napětí v těsné blízkosti povrchu. Zbytkové napětí v hloubce 0,005 mm dosahuje hodnot -104 MPa. V hloubce 0,036 mm pod povrchem vytváří tlakovou špičku napětí s maximálním tlakovým napětím -325 MPa. S rostoucí hloubkou tlakové zbytkové napětí klesá. Hloubku přechodu do vyrovnávacích tahů se nepodařilo stanovit. Poslední naměřená hodnota -110 MPa byla zjištěna v hloubce 0,4 mm pod povrchem.

B3/D

Název m_ení: Laser-peen

Název vzorku: B3/D Vstupní hodnoty - šedé

l= 11,2 výška odleptané plochy [mm]

a= 203 délka m_íciho t_menu(rameno) [mm]

H= 0,549 celková odleptaná hloubka [mm]

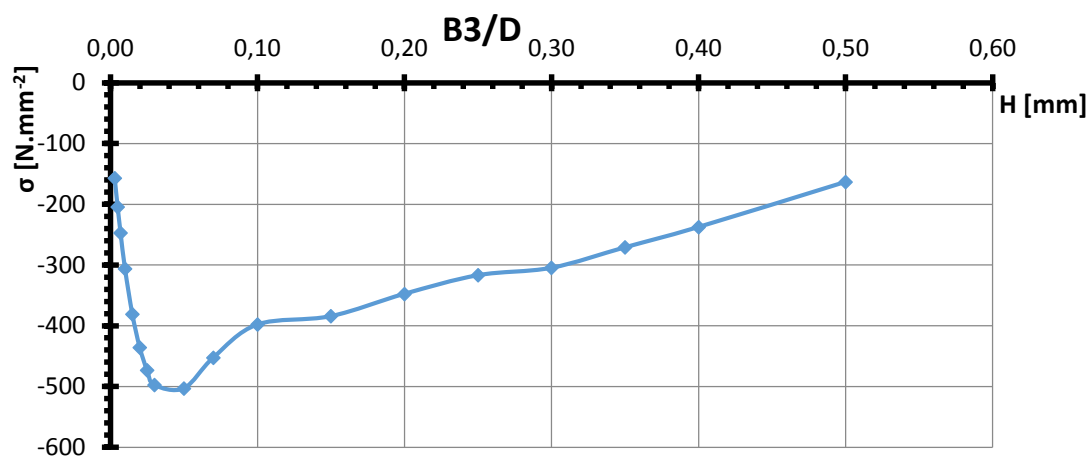
E= 113000 modul pružnosti [N.mm⁻²]

h= 7,13 tlouš_ka vzorku(p_vodní) [mm]

mx= 0,00014168 podíl odleptané hloubky ku délce zápisu

konstanta= 8,06111035

ze záznamu		přírůstky		výpočet				
poř. číslo odečtu	deformace [mm]	Δ deformace [mm]	Δ hloubky [mm]	hloubka H [mm]	ZN [N.mm ⁻²]	korekce [N.mm ⁻²]	suma korekci [N.mm ⁻²]	skutečně ZN [N.mm ⁻²]
1.	0,0399	-0,00005	0,00014	0,003	-157,1	-0,012	-0,188	-157
2.	0,0390	-0,00007	0,00014	0,005	-204,7	-0,016	-0,388	-204
3.	0,0379	-0,00009	0,00014	0,007	-247,9	-0,019	-0,638	-247
4.	0,0358	-0,00011	0,00014	0,010	-307,3	-0,024	-1,123	-306
5.	0,0315	-0,00013	0,00014	0,015	-383,1	-0,030	-2,087	-381
6.	0,0265	-0,00015	0,00014	0,020	-438,8	-0,035	-3,236	-436
7.	0,0209	-0,00017	0,00014	0,025	-477,8	-0,038	-4,517	-473
8.	0,0147	-0,00018	0,00014	0,030	-503,6	-0,040	-5,928	-498
9.	-0,0108	-0,00018	0,00014	0,050	-514,8	-0,041	-11,767	-503
10.	-0,0353	-0,00017	0,00014	0,070	-470,0	-0,038	-17,347	-453
11.	-0,0684	-0,00015	0,00014	0,100	-422,9	-0,034	-24,888	-398
12.	-0,1215	-0,00015	0,00014	0,150	-421,2	-0,034	-36,878	-384
13.	-0,1743	-0,00015	0,00014	0,200	-396,3	-0,032	-48,716	-348
14.	-0,2242	-0,00014	0,00014	0,250	-376,8	-0,031	-59,831	-317
15.	-0,2738	-0,00014	0,00014	0,300	-375,5	-0,031	-70,799	-305
16.	-0,3228	-0,00013	0,00014	0,350	-352,6	-0,029	-81,550	-271
17.	-0,3690	-0,00013	0,00014	0,400	-329,2	-0,028	-91,614	-238
18.	-0,4529	-0,00011	0,00014	0,500	-273,0	-0,023	-109,699	-163
19.	#N/A	#N/A	#N/A	0,600	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A



Vzorek B3/D vykazuje výrazný gradient zbytkového napětí v těsné blízkosti povrchu. Zbytkové napětí v hloubce 0,005 mm dosahuje hodnot -204 MPa. V hloubce 0,04 mm pod povrchem vytváří tlakovou špičku napětí s maximálním tlakovým napětím -514 MPa. S rostoucí hloubkou tlakové zbytkové napětí klesá. Hloubku přechodu do vyrovnávacích tahů se nepodařilo stanovit. S největší pravděpodobností by však byla v hloubce přibližně 0,7 mm pod povrchem. Poslední naměřená hodnota -163 MPa byla zjištěna v hloubce 0,5 mm pod povrchem.