

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Studium kvality odmašťování ocelového povrchu

Study of Quality Degreasing of Metal Surface

Student:

Martin Holinka

Vedoucí práce:

doc. Ing Jitka Podjuklová, Csc.

OSTRAVA 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Holinka**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Studium kvality odmašťování ocelového povrchu**
Study of Quality Degreasing of Metal Surface
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozbor současného stavu používaných odmašťovacích prostředků.
2. Prostudujte vlastnosti odmašťovacích prostředků a jejich vliv na čistotu kovového substrátu.
3. Prostudujte metodiku zkoušení čistoty povrchu kovového substrátu.
4. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
5. Proveďte experimentální práce a zpracujte technickou zprávu.

Seznam doporučené odborné literatury:

BURAKOWSKI, T., WIERZCHOŃ, T.: *Surface Engineering of Materials*. CRC Press LLC, 1999. 592 s. ISBN 0-8493-8225-4.

PODJUKLOVÁ, J.: *Speciální technologie povrchových úprav I*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 1994. 1. vydání. 71 s. ISBN 80-7078-235-8.

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě..... 15. 5. 2017

.....


podpis studenta

OSTRAVA 2017

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevydělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15.5.2017



.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Martin Holinka

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Zahradní 762; Bludov 789 61

OSTRAVA 2017

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Jitce Podjuklové, CSc., za vedení a konzultace spojené s tvorbou této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Renému Siostrzonkovi, Ph.D. za cenné rady a za vedení při měření experimentální části této bakalářské práce. Také bych rád poděkoval za poskytnutí vzorků a možnosti využívat školní laboratoře.

OSTRAVA 2017

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

HOLINKA, M. *Studium kvality odmašťování ocelového povrchu: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2017, 64 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc.

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem koncentrace odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme na čistotu kovového materiálu.

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na seznámení se s možnostmi povrchových úprav kovů. Jedná se především o mechanické povrchové úpravy a chemické povrchové úpravy.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na seznámení se s pracovním postupem při měření kvality odmašťování a popisem jednotlivých použitých zařízení. Experimentální část bakalářské práce se především zabývá měřením a vyhodnocováním kvality čistoty povrchu, která se vyhodnocovala pomocí hmotnostní metody. Nejefektivnějšího odmaštění ocelového povrchu bylo docíleno u Simple Green Extreme 1:10 v čase 5 minut.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

HOLINKA, M. *Study of quality degreasing of metal surface: Bachelor Thesis.* Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2017, 64 p. Thesis head: doc. Ing. Jitka Podjuklová, Csc.

This bachelor's thesis deals with concentration of degreasing substance Simple Green Extreme on purity of metal materials.

The theoretical part of this bachelor's thesis is focused on acquainting with the possibilities of surface treatment of metals. Primarily mechanical surface treatment and chemical surface treatment.

The practical part of this bachelor's thesis is oriented on acquainting with the work procedure in quality measurement of degreasing and describing every single used piece of equipment. The experimental part of this bachelor's thesis is first of all dealing with measurement and evaluation of surface purity, which was examined using mass method. The most effective degreasing of the steel surface was achieved at Simple Green Extreme 1:10 at 5 minutes.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	- 10 -
Úvod.....	- 11 -
1. Povrchové úpravy.....	- 12 -
2. Rozdělení povrchových úprav.....	- 12 -
2.1 Mechanické povrchové úpravy.....	- 12 -
2.1.1 Broušení.....	- 13 -
2.1.1 Otryskávání.....	- 14 -
2.1.2 Omílání.....	- 15 -
2.1.3 Kartáčování.....	- 16 -
2.1.4 Leštění.....	- 17 -
2.2 Chemické povrchové úpravy.....	- 18 -
3. Odmašťování.....	- 19 -
3.1 Odmašťování v emulzních roztocích.....	- 19 -
3.2 Odmašťování v neutrálních roztocích.....	- 20 -
3.3 Odmašťování v organických rozpouštědlech.....	- 20 -
3.4 Odmašťování v alkalických roztocích.....	- 21 -
3.4.1 Tenzidy.....	- 23 -
3.5 Elektrolytické odmašťování.....	- 24 -
3.6 Zařízení používané pro odmašťování.....	- 25 -
3.6.1 Vanová odmašťovací zařízení.....	- 25 -
3.6.2 Postřiková odmašťovací zařízení.....	- 26 -
3.6.3 Komorový odmašťovací stroj – KOS.....	- 26 -
3.6.4 Bubnová odmašťovací zařízení.....	- 27 -
3.7 Vysokotlaké kapalinné odmašťování.....	- 27 -
3.8 Odmašťování opalem.....	- 28 -
3.9 Odmašťování ultrazvukem.....	- 28 -

4.	Moření	- 29 -
4.1	Moření v kyselině sírové	- 29 -
4.2	Moření v kyselině solné	- 30 -
4.3	Moření v kyselině fosforečné.....	- 30 -
4.4	Zařízení na moření	- 31 -
5.	Experimentální část.....	- 32 -
6.	Použité vzorky a odmašťovadlo	- 32 -
6.1	Kovové vzorky z oceli 11 321	- 32 -
6.2	Odmašťovadlo Simple Green Extreme.....	- 33 -
6.2.1	Vlastnosti pracovní směsi.....	- 33 -
6.2.2	Možné způsoby použití	- 33 -
6.2.3	Doporučené ředění	- 33 -
6.2.4	Všeobecné informace o složení	- 34 -
7.	Použité přístroje a zařízení	- 35 -
7.1	Mitutoyo SJ-301	- 35 -
7.2	OHAUS Pioneer PA214C.....	- 36 -
7.3	EUTECH pH 5+	- 37 -
7.4	Horkovzdušná pec.....	- 38 -
8.	Metodika experimentální práce.....	- 39 -
9.	Postup experimentálního měření.....	- 40 -
9.1	Mechanická povrchová úprava a měření zkušebních vzorků	- 40 -
9.2	Vážení vzorků před zamaštěním	- 42 -
9.3	Měření drsnosti před zamaštěním.....	- 43 -
9.4	Zamaštění zkušebních vzorků	- 44 -
9.5	Vážení zamaštěných vzorků	- 44 -
9.6	Odmašťování v roztoku Simple Green Extreme.....	- 45 -
9.7	Oplach	- 46 -
9.8	Sušení	- 47 -
9.9	Vážení vzorků po odmaštění	- 47 -

9.10	Měření drsnosti po odmaštění.....	- 48 -
10.	Výsledky experimentálního měření.....	- 48 -
10.1	Hmotnostní úbytek v závislosti na čase	- 49 -
10.1.1	Simple Green Extreme 100 %.....	- 49 -
10.1.2	Simple Green Extreme 1:10	- 50 -
10.1.3	Simple Green Extreme 1:20	- 51 -
10.1.4	Simple Green Extreme 1:50	- 52 -
10.1.5	Simple Green Extreme 1:100	- 53 -
10.1.6	Simple Green Extreme 1:150	- 54 -
10.2	Srovnání výsledných hodnot hmotnostních úbytků	- 55 -
10.3	Změna drsnosti Ra a Rz v závislosti na čase	- 56 -
10.3.1	Střední aritmetická odchylka profilu - Ra.....	- 56 -
10.3.2	Největší výška profilu - Rz	- 57 -
10.4	Naměřené hodnoty pH odmašťovací lázně a oplachu	- 58 -
10.5	Porovnání cen koncentrací Simple Green Extreme	- 59 -
11.	Závěr.....	- 60 -
12.	Seznam použité literatury	- 61 -
13.	Seznam obrázků.....	- 63 -
14.	Seznam tabulek.....	- 64 -
15.	Seznam Grafů	- 64 -

Seznam použitých značek a symbolů

Znak	Veličina	Jednotka
ČSN	Česká státní norma	[-]
EN	Evropská norma	[-]
ISO	Mezinárodní norma	[-]
DIN	Německá norma	[-]
ANSI	Americká norma	[-]
SGE	Simple Green Extreme	[-]
pH	Vodíkový expomnent	[-]
l _r	Délka měřeného úseku diamantovým hrotem	[mm]
λ _c	Filtr profilu	[mm]
R _a	Střední aritmetická odchylka profilu	[μm]
R _z	Maximální výška profilu	[μm]
T	Teplota	[°C]
t	Čas	[min]
m_0	Původní hmotnost vzorku	[g]
m_T	Hmotnost zamaštěného vzorku	[g]
m_i	Hmotnost odmaštěného vzorku	[g]
S	Plocha	[m ²]
Δm	Hmotnostní úbytek	[g]
Δm	Hmotnostní úbytek na m ²	[g · m ⁻²]
∅ Δm	Průměrný hmotnostní úbytek na m ²	[g · m ⁻²]

Úvod

Tématem této bakalářské práce je studium kvality odmašťování ocelového povrchu.

Pod pojmem odmašťování se skrývá čištění veškerých nečistot ulpělých na povrchu materiálu, je to z toho důvodu, že hlavním pojícím prvkem nečistot jsou látky mastného charakteru. Proto si nelze představit pod pojmem odmašťování jen odstraňování mastných nečistot, ale je to proces, při kterém se odstraňují jak mastné nečistoty, tak i zbytky brusiva, prachu a organických nečistot atd.

Oblast využití odmašťovacích prostředků je velmi různorodá a každá tato oblast klade jiný důraz na kvalitu a čistotu povrchu materiálu. Odmašťování se neuplatňuje jen ve strojírenském průmyslu, ale i v potravinářství, zemědělství a při nejrůznějších opravách. Ve strojírenství se odmašťování využívá hlavně tam, kde se na základní materiál nanáší nejrůznější nátěrové hmoty nebo povlaky.

Bakalářská práce není zaměřena jen na technologii odmašťování, ale i na další technologie povrchových úprav, které se dále dělí na mechanické povrchové úpravy a chemické povrchové úpravy. Z mechanických povrchových úprav se zabývá technologiemi broušení, tryskání, omílání, kartáčování a leštění. Z chemických povrchových úprav to je odmašťování a moření.

Tato bakalářská práce zkoumá vliv koncentrace odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme na čistotu kovového materiálu metodou odmašťování ponorem.

Cílem experimentální práce bude pomocí metody hmotnostního úbytku najít co nejefektivnější koncentraci Simple Green Extreme na čištění povrchu kovového materiálu.

1. Povrchové úpravy

Povrchovými úpravami docílujeme zlepšení jakosti povrchu kovových i nekovových materiálů na stanovenou kvalitu. Hlavními důvody pro použití povrchových úprav je zvýšení jakosti povrchu, korozivzdornost, otěruvzdornost, zlepšení třecích, elektrických a tepelně vodivých vlastností. [1]

Úpravami povrchu dosahujeme:

- úpravu povrchu materiálu
- úpravu mikrogeometrie povrchu materiálu
- umělé vytvoření nových povrchových vrstev na původní materiál [1]

2. Rozdělení povrchových úprav

Úpravy povrchu lze dělit:

- I. mechanické úpravy
- II. chemické a elektrochemické úpravy

2.1 Mechanické povrchové úpravy

Mechanickými úpravami se odstraňují nečistoty jako jsou okraje, rez apod., které vznikly po chemické přeměně povrchových vrstev kovu. Těmito úpravami se dosahuje určité vhodné mikrostruktury a mikrogeometrie povrchu. Mezi mechanické úpravy patří: omílání, otryskávání, broušení, leštění, kartáčování a povrchové zpevňování. [1] [2]

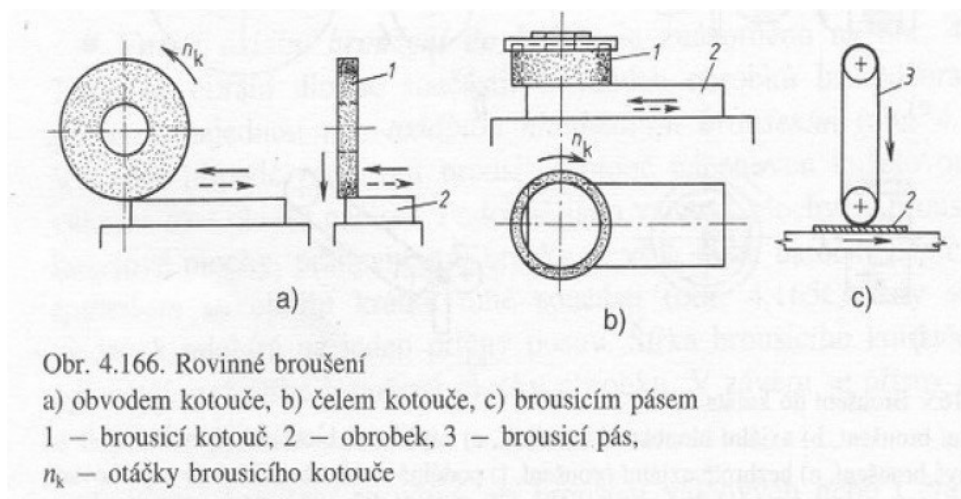
Mechanické povrchové úpravy se provádí za účelem:

- Zlepšení mechanických vlastností (pevnost, mez únavy)

- Očistění povrchu materiálu (odstranění okují, očištění odlitků)
- Vytvoření vhodných podmínek pro přichycení vrstvy povlaku
- Vytvoření vhodných podmínek pro zvýšení korozní ochrany
- Vytvoření požadovaného vzhledu [1]

2.1.1 Broušení

Broušení je jednou z nejvyužívanějších metod mechanických povrchových úprav. Broušením se většinou připravuje základní povrch pro leštění, kartáčování nebo před nanesením povlaku. Nejčastěji se používá pro odstranění zbytků rzi, okují nebo na sjednocení povrchu, kdy se broušení provádí postupným úběrem materiálu z povrchu obrobku. Jako pracovní nástroje se využívají brusné kotouče nebo brusné pásy, které mají po celém svém povrchu nalepená brusná zrna. Při vybrušování se jako první volí brusivo s hrubší zrnitostí a postupně se mění za brusivo s jemnější zrnitostí, až do dosažení požadovaného stupně jakosti povrchu materiálu. [1] [2]



Obr. 1 Schéma broušení povrchu [1]

2.1.1 Otryskávání

Otryskávání patří mezi metody mechanického upravování kovového povrchu, kdy dochází k vrhání tryskacího materiálu vysokou rychlostí na povrch základního materiálu.

Hlavním záměrem je odstranění korozní nečistoty jako je písek, grafit, apod. a zpevnění materiálu. Částice tryskacího materiálu vytváří na povrchu kovového základního materiálu plastickou deformaci, při níž dochází k zvýšení povrchového napětí a tím pádem dochází ke zpevňování základního materiálu. Před otryskáváním je nutné základní materiál očistit od nečistot a odmastit. Po otryskání je povrch drsný a je pokryt množstvím malých důlků. Druh otryskávacího materiálu se vybírá podle upravovaného povrchu, stupně znečištění, materiálu a tloušťky stěn předmětu. Jako materiál pro otryskávání se používá křemičitý písek, litinová drť, brusiva (např. karbid křemíku, umělý korund), sekaný drát, balotina (skleněné kuličky), speciální materiály (např. drť z pecek a plastických hmot). Obvykle se otryskaný povrch ještě chrání proti korozi ochranným povlakem (např. fosfátováním, chromatováním). [1] [2]

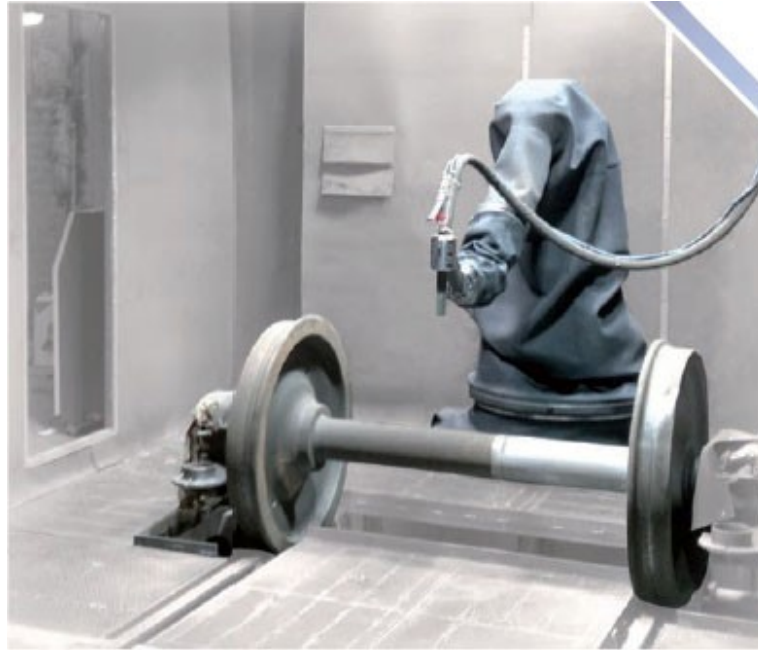
Otryskání se rozděluje na:

- pneumatické - jako nosné prostředí zrn je využíván vzduch
- mechanické – pohyb uděluje zrnům metací lopatkové kolo
- hydraulické – jako nosné prostředí zrn je využívána kapalina (např. voda)

[1] [2]

Výkon otryskávání je ovlivněn:

- druhem otryskávaného materiálu
- tvarem a velikostí tryskacích zrn
- tlakem
- úhlem a vzdáleností tryskání
- velikost trysky [1] [2]



Obr. 2 Robotický tryskací box [3]

2.1.2 Omílání

Omílání je mechanický způsob úpravy povrchu vhodný především pro obrábění velkých sérií menších předmětů zhruba do váhy 1 kg, tato metoda spočívá ve vzájemném odírání obráběných předmětů, brusiva a kapaliny v otáčejícím se horizontálním omílacím bubnu nebo zvonu. Důsledkem je úběr materiálu a vyhlazení tělesa obrobku za působení omílací kapaliny s chemickými prostředky. Pro omílání větších předmětů je nutné předměty v omílacím zařízení připevnit. Používá se k vyhlazování povrchu, zaoblení hran, odstranění ostřin a okují, odstranění zbytku tavidel po svařování, odstranění zbytků korozních zplodin i ke zpevnění povrchu. [1] [2]

Omílání ovlivňuje:

- průměr bubnu a jeho otáčky
- doba omílání
- tvar a velikost součástí
- druh a velikost omílacích těles
- poměr množství součástí a omílacích těles
- druh a množství omílací kapaliny



Obr. 3 Kruhový omílací stroj [4]

2.1.3 Kartáčování

Kartáčování se využívá buď k odstranění hrubých nečistot jako je rez, starý nátěr nebo pro zjemnění upraveného povrchu před dalšími mechanickými povrchovými úpravami jako je leštění a pro dosažení stejnoměrného vzhledu povrchu. Na odstranění hrubých nečistot se používají kartáče s ocelovými dráty. Na zjemnění povrchu a dosažení stejnoměrnosti povrchu se používají kartáče s umělými nebo přírodními vlákny jako je silon, žíně a fibr, které jsou mazány brusnými pastami.

Ruční kartáčování, broušení a leštění je fyzicky velmi namáhavé, neekonomické a nehygienické, z těchto důvodů je zapotřebí tyto ruční operace v co největší míře zmechanizovat. [1] [2]

Stroje pro mechanické kartáčování, broušení a leštění:

- univerzální brousící a leštící stroje
- stroje pro broušení a leštění rotačních součástí
- stroje pro leštění a broušení plochých součástí



Obr. 4 Kartáčování [5]

2.1.4 Leštění

Leštění se většinou používá jako poslední dokončovací operace základního materiálu, kdy se dosáhne konečné požadované jakosti povrchu a vysokého lesku, za úběru minimálního množství materiálu v porovnání s technologií broušení. Ve většině případů leštění předchází operace broušení. Leštění se také využívá u galvanických povlaků, kdy je zapotřebí dosáhnout určitého lesku povlaku v mezioperacích na vrstvách Cu, Mg, Ni. Používají se buď plstěné nebo látkové kotouče, na které se nanese leštící prostředek ve formě pasty, která obsahuje homogenizované tuky, korund, vápno, jemnou křemelinu, atd. Při leštění se v první fázi využívá tvrdších látkových kotoučů s mastnější a ostřejší brusnou pastou za použití větších obvodových rychlostí (při použití leštící zeleně se užívá obvodová rychlost 46 – 48 m/s). Pro operaci doleštění se využívá měkčích látkových kotoučů se sušší a jemnější brusnou pastou za použití menších obvodových rychlostí (zhruba 30 m/s). [1] [2]



Obr. 5 Sada na leštění kovů [6]

2.2 Chemické povrchové úpravy

Při chemických úpravách reagují chemická činidla s nečistotami na povrchu základního materiálu. Mezi technologie chemických úprav povrchu se řadí technologie odmašťování, moření a leštění. Po těchto chemických úpravách povrchu většinou následuje nanesení povlaků nebo nátěrů. Každý druh povlaku si vyžaduje jinou čistotu základního povrchu materiálu. [1]

Nečistoty můžeme dělit podle způsobu jakým se dostaly na povrch materiálu:

Ulpělé nečistoty - jsou takové nečistoty jako je prach, kovové třísky, zbytky brusných a leštících past, které jsou zachyceny na povrchu materiálu mastnými látkami. Takto vzniklé nečistoty mohou být tak malé tlušťky, že budou pouhým okem nespátřitelné nebo naopak mohou být i velmi silné, a to až v řádu několika milimetrů. Ulpělé nečistoty na povrchu materiálu se odstraňují různými metodami odmašťování. [1]

Chemicky vázané nečistoty – se nejčastěji projevují vznikem koroze, rzi nebo okují. Chemicky vázané nečistoty se z povrchu materiálu odstraňují buď chemickým mořením nebo mechanickým obráběním. [1]

3. Odmašťování

Odmašťování je souhrnný název pro odstraňování všech druhů ulpělých nečistot z povrchu materiálu, které jsou vázány k povrchu materiálu fyzikálními silami nebo adhezními silami. Odmašťováním se uvolní všechny ulpělé nečistoty z povrchu materiálu, přesunou se do roztoku odmašťovadla nebo emulze a zabránění znovu ulpění na povrchu materiálu. [1]

Způsoby odmašťování:

- odmašťování v alkalických roztocích
- odmašťování v organických rozpouštědlech
- elektrolytické odmašťování
- odmašťování v neutrálních roztocích
- odmašťování v emulzních roztocích
- odmašťování opalem
- odmašťování ultrazvukem
- vysokotlaké kapalinné odmašťování

3.1 Odmašťování v emulzních roztocích

Emulzní odmašťování se využívá na likvidaci hrubých vrstev mastnoty s nečistotami z povrchu materiálu a k dekonzervaci starých mastnot s nečistotami. Emulze jsou tvořeny směsí organických rozpouštědel s emulgátory, smáčedly, alkáliemi, inhibitory a vodou. Celé to funguje tak, že organická rozpouštědla rozpustí mastnoty, které zemulgují a umožní tak jejich vyplavení vodou. Odmašťovadla se nanášejí na povrch materiálu natíráním, postříkem a namáčením. Používané přípravky na odmašťování jsou Dekarbon, Slovasol a Arva. U tohoto způsobu odmašťování je nutné provádět důkladné, a tedy i nákladné čištění odpadních vod. [1]

3.2 Odmašťování v neutrálních roztocích

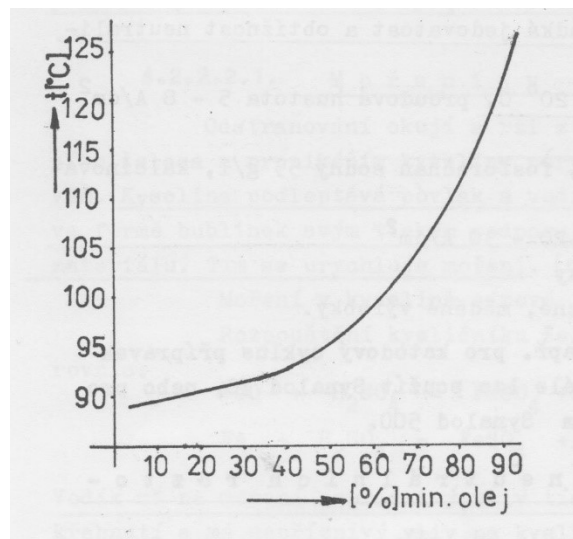
Odmašťování v neutrálních roztocích se provádí v roztoku vody a saponátu (např. dubaryl), ten se využívá na čištění velkorozměrných předmětů, které lze čistit ručně. Roztoky vody a saponátu se moc neprovádí ponorem nebo postřikem, protože mají vysokou pěnivost. [1]

3.3 Odmašťování v organických rozpouštědlech

Odmašťování v organických rozpouštědlech je velice rozšířenou a používanou metodou odmašťování, využívá se hlavně pro odmašťování těch materiálů, které nelze odmašťovat v alkalických roztocích (např. barevné kovy). Výhodou těchto rozpouštědel je, že ve většině případech nezpůsobují korozi a dokáží rozpustit i silné usazeniny mastných nečistot.

Organická rozpouštědla rozpustí mastné látky na povrchu materiálu a ve stejnou dobu uvolní i další nečistoty z povrchu materiálu. Jako organická rozpouštědla se využívají látky ropného původu, a to buď nafta nebo petrolej. Po použití těchto rozpouštědel je nutné povrch ještě odmastit v benzínu nebo chlorovaných uhlovodících (např. trichloretylén, tetrachloretylén). Nejvíce používaným odmašťovadlem je trichloretylén, který je nehořlavý, dobře rozpouští mastné látky a na přímém slunci se rozkládá.

V ideálním případě by rozpouštědlo nemělo být hořlavé, jedovaté, mělo by rozpouštět všechny druhy nečistot, být stálé a mělo by být lehce regenerovatelné. Tomuto ideálu, ale bohužel momentálně nejvíce využívaná rozpouštědla vyhovují jen v malé míře. [1]



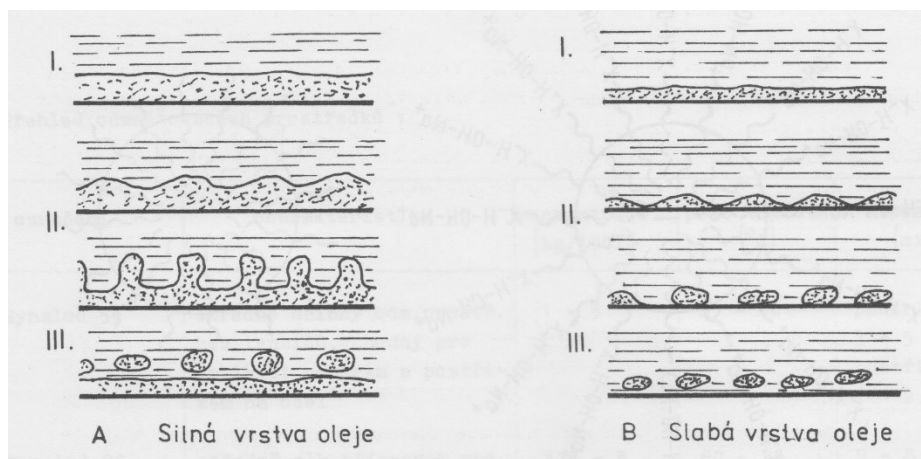
Obr. 6 Bod varu trichloretylénu [1]

3.4 Odmašťování v alkalických roztocích

Odmašťování v alkalických roztocích je momentálně nejvíce využívanou metodou čištění povrchu materiálu. Alkalické odmašťování spočívá v chemických pochodech, a to v emulgaci a dispergaci nečistot. Mastnoty se zneutralizují a stanou se z nich rozpustná mýdla. Aktivní mýdla snižují napětí mezi roztokem a mastnotou na povrchu.

U mastnot jako jsou rostlinné nebo živočišné tuky se mastnoty zneutralizují a přejdou do odmašťovací lázně jako rozpustná mýdla. Kdy povrchově aktivní mýdla snižují povrchové napětí mezi odmašťovacím roztokem a mastnotou.

Minerálních mastnot jako jsou oleje, vazelíny, vosky se nezmýdelní. Proto je potřeba tyto mastnoty odmašťovat za vyšších teplot, kdy mastnoty emulgují ve formě malých kapiček do roztoku odmašťovadla. [1] [2]



Obr. 7 Schéma emulgace mastnoty na povrchu kovu odmašťovacím roztokem [1]

- I. souvislá vrstva mastnoty na povrchu kovu
- II. postupné rozpouštění souvislé vrstvy mastnoty roztokem
- III. emulgace a dispergace mastnoty, odmašťovací roztok vytlačuje částice mastnot z povrchu materiálu [1]

Alkalické odmašťovače obsahují prostředky jako je soda nebo louh, fosforečnany, uhličitany, povrchově aktivní látky (tenzidy) a emulgátory. Odmašťovací lázeň musí mít dostatečně vysokou alkalitu z důvodu, aby nedošlo k hydrolýze mýdla, pH musí být vyšší jak 10,2. Přičemž zvýšená alkalita může způsobit u lehkých a barevných kovů vznik koroze, čemuž se dá zabránit přidáním křemičitanů do odmašťovací lázně.

V dnešní době odmašťovací prostředky obsahují tenzidy, boritany a polyfosfáty. Povrchově aktivní látky jsou aniontové tenzidy (alkylarylsulfanového typu), neiontové tenzidy (alkylpolyglykoléter) a amfolytické tenzidy (betainové typy). [1]

Tab. 1 Tabulka odmašťovacích prostředků [1]

Označení	Charakteristika	Koncentrace [kg/100 l]	Pracovní teplota [C]	Expozice [min]
Synalod 55	Středně účinný odm. prostředek bez tenzidů, vhodný pro aplikace ponorem a postřikem	1-5	85-90	Ponor 3-5 Postřik 1-2
Synalod 80	Středně alk. přípravek pro ponorné odm. hliníku	5,5-5	80-90	5-8
Synalod 10	Radikální alk. Přípravek pro ponorné a elektrolitické odm. oceli a bar. Kovů	3,5	80-90	3-7
Synalod 20	Středně účinný alk. odm. prostředek pro ponor a postřik na ocel a barevné kovy	3,8	80-95	2-5
Synalod 30	Středně účinný pro ponorné odm. Oceli barevných kovů a zinku	3-4,5	65-80	2-5
Synalod 40	Univerzální prostředek pro ponor a postřik elektrolitické odm. pro ocel a bar. Kovy	Ocel 6-10 Bar. Kovy 4-5	80-50	2-8
Synalod 46	Téměř neutrální univerzální odmašťovač pro odstranění slabých vrstev mastnoty při nízkých teplotách	5-10	30-40	15-20
Synalod 3024	Vysoce účinný přípravek s obsahem tenzidů, vhodný pro postřik oceli a barevných kovů	1,2-2,5 0,2-1,2	60-80	3-6
Radalod	Radikální alk. odm. pro ponor	1-7	80-95	1-10

3.4.1 Tenzidy

Tenzidy jsou látky koncentrující se na fázovém rozhraní. Za pomocí tenzidů se snižuje napětí na povrchu a zvyšuje se smáčivost. Musí splňovat vysoké nároky na účinnost odmašťování, emulgaci a pění, musí být slučitelné s elektrolytem a stabilní, musí se správně absorbovat a desorbovat z a na povrchu a být biologicky rozložitelné a netoxické.

Anionaktivní tenzidy vynikají skvělou emulgační schopností, dobře na sebe navazují olej a dobře pění. Kombinují se s neionogenními tenzidy. Negativní působení na recyklačně čistící systémy. Mezi anionaktivní tenzidy se řadí karboxyláty, alkrylsulfonáty, arylsulfonáty a alkylsulfáty.

Neionogenní tenzidy mají velmi vysoký čistící účinek a malou emulgační schopnost. Dobře působí v běžném provozu a jsou snadno biologicky rozložitelné. Pozitivně působí na recyklační systémy. Mezi neionogenní tenzidy se řadí alkyletoxyláty a aryletoxyláty mastných kyselin.

Kationaktivní tenzidy se jen málo kdy používají. Vyznačují se silnými absorpčními a pěnicími schopnostmi. Mezi kationaktivní tenzidy patří kvarterní amonné sloučeniny. [7]

3.5 Elektrolytické odmašťování

Elektrolytickým odmašťováním se dosahuje nejvyšší kvality čistého povrchu, kterého je zapotřebí pro takovou povrchovou úpravu jako je galvanické pokovování. Z tohoto důvodu je tato metoda řazena až jako konečné čištění.

Metoda je založena na principu vylučování vodíku a alkalického kovu na katodě. Alkalický kov je nestálou látkou a slučuje se s vodou na alkalický hydroxid. Pakliže je předmět katoda, je odmašťování intenzivnější působením koncentrovaného hydroxidu a vzniklé bubliny vodíku lépe odtrhávají částice mastnoty. Pokud je předmět anoda, pak se začne rozpouštět kov a bude se vylučovat kyslík, ten zvyšuje mechanické vlastnosti odtrhujících se bublinek.

Nejvíce účinnou metodou elektrolytického odmašťování je katodicko-anodické odmašťování, při které se kombinovaně nejdříve odmašťuje na katodě po určitou dobu a pak

je předmět přemístěn na anodu kde je umístěn po kratší dobu, než kterou strávil na katodě.
[1]

3.6 Zařízení používané pro odmašťování

3.6.1 Vanová odmašťovací zařízení

Vany pro odmašťování a oplach se řadí do linek. Předměty se buď jednotlivě nebo hromadně v koších ponořují do odmašťovacích van. Odmašťovací vany jsou vyrobeny z oceli a mají zabudovaný topný registr, vzniklé nečistoty a mastnoty z procesu odmašťování, které se vyloučily na hladinu se odvádí odsávacím rámem s přepadem. [1]



Obr. 8 Vanový odmašťovací stroj [8]

3.6.2 Postřiková odmašťovací zařízení

Postřiková zařízení využívají účinku dopadající kapaliny na povrch předmětu k usnadnění odstranění mastnot a jejich emulgací, a tím i snížení pracovního času. Tyto zařízení mohou být řešena jak pro přetržitou práci nebo průběžnou práci. [1]

3.6.3 Komerový odmašťovací stroj – KOS

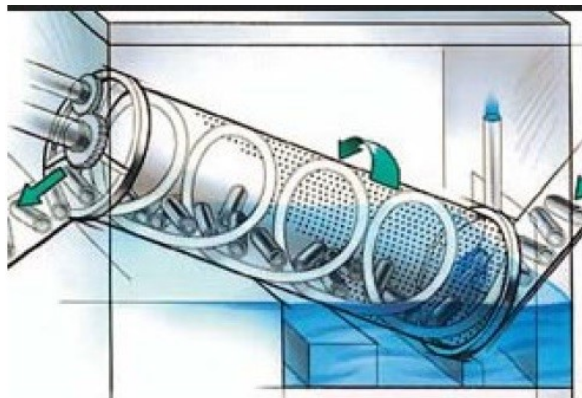
Komerový odmašťovací stroj se využívá na velice znečištěné předměty. Předměty se umístí na pohyblivý rošt, který se vsune do pracovní komory stroje a stroj se uzavře. Stroj vykonává postřik, pro důkladné odmaštění i tvarově složitých předmětů rošt provádí vratný pohyb. Na následný oplach se využívá téhož stroje. Vhodnými postřiky je Radalon a Synalod 90. [1]



Obr. 9 Odmašťovací a čistící stroj typ AS [9]

3.6.4 Bubnová odmašťovací zařízení

Bubnová odmašťovací zařízení jsou určena spíše pro menší výrobky. Buben se ponoří do odmašťovací lázně a pomocí otáčení bubnu se zajistí styk lázně se všemi částmi povrchu odmašťovaného předmětu. Díky tomu, že je buben vybaven šnekovým dopravníkem projdou odmašťované předměty jak odmašťováním, tak oplachem a sušením. [1]



Obr. 10 Schéma bubnového odmašťovacího stroje [10]

3.7 Vysokotlaké kapalinné odmašťování

Při vysokotlakém odmašťování působí na předmět vysoký tlak vody. Až několik set barů. Tento tlak vytváří speciální zařízení za pomoci čerpadel. Tyto speciální zařízení mohou pracovat buď se studenou nebo teplou vodou. Nejčastěji používaným čisticím médiem je voda, do které se občas přidávají inhibitory. Velkou výhodou je méně náročné čištění odpadních vod a vysoká účinnost odmašťování. Používá se na velkorozměrové součásti jako jsou vozidla, stroje nebo taky i na čištění budov. [1]

3.8 Odmašťování opalem

Odmašťování opalem se předmět zahřeje na vhodnou teplotu, která se pohybuje zhruba od 300 °C do 700 °C. Při opalu vznikne oxidická vrstva, která se odstraňuje mořením a také vzniknou plynné zplodiny, kysličník uhličitý a voda. [1]

3.9 Odmašťování ultrazvukem

Odmašťování ultrazvukem se uplatňuje při čištění tvarově složitých předmětů. Vzniká jev zvaný „kavitace“, při kterém se v čisticí kapalině vytvoří nespočet mikroskopických bublinek, které strhají nečistoty z povrchu čistěného předmětu. Jako čisticí kapalina se používají organická rozpouštědla. Odmašťování ultrazvukem je omezeno velikostí odmašťovacích van, do kterých se vejdou jen předměty s menšími rozměry. [17]



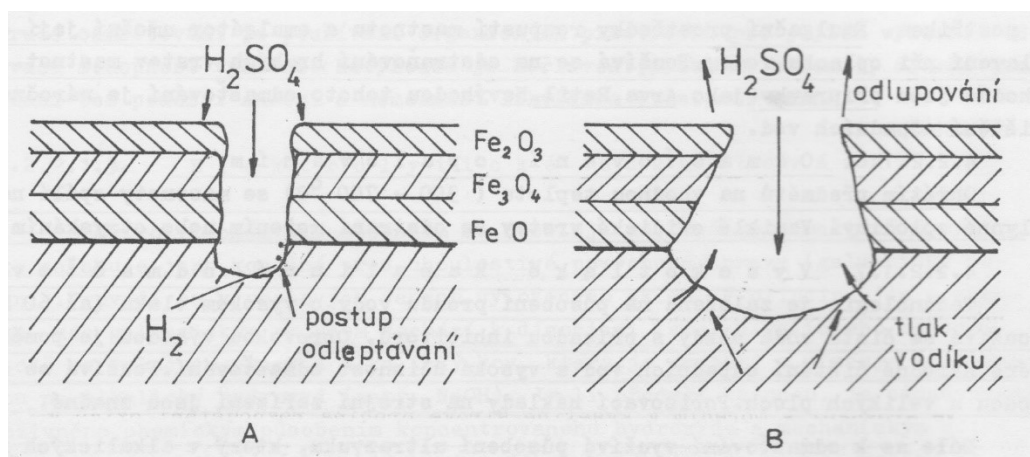
Obr. 11 Ultrazvuková vana s oplachem a automatickým zdvihem [11]

4. Moření

Mořením se odstraňují všechny oxidické vrstvy jako je rez nebo okuje z povrchu předmětu chemickými látkami. Tyto chemické látky, mezi které patří kyseliny a louhy přemění oxidy na rozpustné soli, kterých se z povrchu předmětu zbavíme po oplachu vodou. Mezi nejčastěji používané kyseliny určené k moření oceli patří kyselina sírová, kyselina chlorovodíková a kyselina fosforečná. [1]

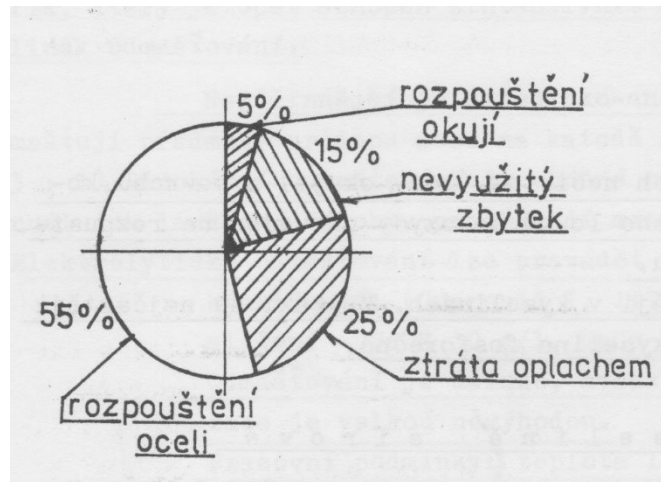
4.1 Moření v kyselině sírové

Moření v kyselině sírové se využívá na odstraňování rzi a okují. Kdy se rozpouští kysličník železa a kyselina vstupuje póry v oxidické vrstvě až na rozhraní vrstvy materiálu. Kyselina sírová podleptá povlak a vodík, který se uvolňuje ve formě bublinek při rozpouštění oceli a vzniklým tlakem odtrhuje oxidické vrstvy od základního materiálu. Přičemž vznikají ztráty na hmotnosti materiálu a to mezi 2 – 4 % a vyčerpá se více jak polovina kyseliny.



Obr. 12 Rozpouštění kovu v místě ponoru [1]

Pro zlepšení využitelnosti kyseliny a potlačení vzniku vodíkové křehkosti se využívají inhibitory. Ocel je mořena v kyselině sírové o koncentraci 5 – 20 %, přičemž teplota se pohybuje v rozmezí mezi 40 – 70 °C. [1]



Obr. 13 Využití kyseliny při moření [1]

4.2 Moření v kyselině solné

Moření v kyselině solné je výhodné pro některé povlaky a pokovování v taveninách, přičemž vytváří velmi čistý povrch za nízkých teplot. Při moření v kyselině solné vznikají velmi agresivní výpary a metoda je i na rozdíl od předešlé metody moření kyselinou sírovou dražší.

Rozpuštění oxidů je rychlejší a rovnoměrnější, než kyselinou sírovou a tím je docíleno i pomalejšího vývoje vodíku. Rychlost procesu moření je závislá na koncentraci kyseliny solné, teplotě a pohybu mořicí lázně. Při teplotě 20 °C se používá 10 – 20 % koncentrovaná kyselina solná. [1]

4.3 Moření v kyselině fosforečné

Moření v kyselině fosforečné funguje podobně jako při odstraňování oxidických vrstev kyselinou sírovou. Póry trhlin okují proniká kyselina fosforečná k základnímu materiálu, rozpouští wüstitovou vrstvu, a tak podkorodovává nad ní ležící vrstvy vyšších oxidických zplodin, které odpadávají a hromadí se na dně vany.

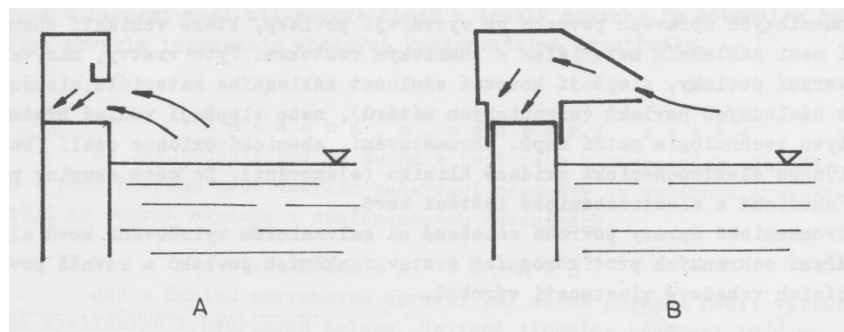
Kyselina fosforečná působí pomaleji při nižších teplotách než kyselina sírová. S narůstající teplotou se zvyšuje i účinek kyseliny fosforečné a nad teplotu 80 °C nastává silná koroze oceli. Používá se 7 – 15 % koncentrovaná kyselina fosforečná, při teplotách v rozmezí 60 – 80 °C. [1]

4.4 Zařízení na moření

K moření se nejčastěji používá ponorných van, které se vykládají odolným materiálem, který musí odolávat mořicím roztokům, používá se (např. novodur, olovo, faolit). Pokud je třeba lázeň zahřát, jsou vany vybaveny topným registrem a na odsávání škodlivých výparů se využívá tzv. štěrbinové odsávání. Po moření je nutný několikanásobný oplach a sušení. Vymořený povrch je šedé ocelové barvy a je nepatrně zdrsňený.

Pro zmechanizování procesu moření, kterým se zrychlí proces a zrovnoměrní, se většinou využívají otáčivé bubny. Do bubnů se mořené předměty nasypou, ty se ponoří do mořicí lázně a buben pohybuje předměty v něm umístěnými.

Používají se také mořicí automaty, ve kterých jsou předměty buď zavěšeny nebo umístěny na dopravník. Trysky postříkem dopravují mořicí kapalinu na pohybující se předměty. [1]



Obr. 14 Šěrbinové odsávání [1]

5. Experimentální část

Experimentální část této bakalářské práce se zabývá účinností odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme na odstranění mastných nečistot z povrchu kovu. A to v šesti různých koncentracích odmašťovadla Simple Green Extreme s vodou, přičemž u všech šesti koncentrací bylo použito odmašťování ponorem.

Experiment je založen na principu hmotnostního úbytku, kdy je měřena hmotnost součástí po namaštění a následně po odmaštění. Kromě hmotnosti byla měřena i drsnost povrchu součástí, ale ta byla měřena jen do té doby, dokud bylo odmašťování dostačující a nehrozilo poškození měřicího hrotu měřiče drsnosti.

6. Použité vzorky a odmašťovadlo

6.1 Kovové vzorky z oceli 11 321

Použité kovové vzorky pro experiment jsou čtvercové tvaru, rozměrů zhruba 40 x 40 x 2,5 mm z oceli 11 321 v počtu dvanácti kusů.

Ocel 11 321 je nelegovaná, jakostní, vhodná k tváření (válcování) za studena, ke středně hlubokému tažení, lakování, pokovování v tavenině, potisku a smaltování – jen u neuklidněné oceli. Svařitelnost zaručená v závislosti na rozměrech polotovaru. [12]

Tab. 2 Vlastnosti oceli 11 321

Značka ČSN	EN 10027-1		Chemické složení [%]				Mechanické vlastnosti		
	značka	číselné označení	C	Mn	P	S	Re [MPa]	Rm [MPa]	A [%]
11 321	DC01	1.033	0,10	0,45	0,035	0,035	235	280-380	29

6.2 Odmašťovadlo Simple Green Extreme

Průmyslový, vysoce účinný, vodou ředitelný, čisticí a odmašťovací přípravek určený ke všeobecnému čištění a odmašťování vysoce znečištěných povrchů, vyžadující splnění nejvyšších bezpečnostních kritérií. Je vhodný k čištění kovových, plastových i lakovaných povrchů pomocí postřikovacích strojů, k tlakovému a ultrazvukovému odmašťování ve strojírenství, letecké i pozemní dopravě, aniž by došlo k poškození čištěných povrchů. [13]

6.2.1 Vlastnosti pracovní směsi

Nehořlavá, neabrazivní, bez oplachová, bez barviv a parfému, neobsahuje teflon a silikon. Tato vysoce koncentrovaná směs je ředitelná studenou vodou až do poměru 1:200. Po zředění optimálně odmašťuje při běžné dílenské teplotě, je vysoce aktivní v teplotním rozmezí 10 – 60 °C, čímž dochází k velké úspoře energie. Směs je velmi dobře biologicky odbouratelná, 100 % po 28 dnech dle metody OECD 301-D. Simple Green Extreme již obsahuje inhibitory koroze. [13]

6.2.2 Možné způsoby použití

- Ruční mytí
- Tlakové čištění
- Mytí ponorem
- Mytí v ultrazvukových myčkách
- Náplň pro pojezdový mycí stroj [13]

6.2.3 Doporučené ředění

- 50 % (1:1) pro silně znečištěné: čištění náběžných hran letadel, rozstříkaného oleje na trupech, konzervačních vosků, těsnění tmelů a lepidel

- 25 % (1:3) pro čištění dílů, silně znečištěných podlah a přístupových cest, náradí
- 7 % (1:13) pro generální úklid letadel a automobilu, pravidelná údržba, čištění podlah, stěn, pultu atd.
- 3,2 % (1:30) pro tlakové mytí znečištěných letadel, vozidel nebo budov a ostatní lehká znečištění
- 0,5-0,8 % (1:125) pro mytí oken a velmi lehké čištění, leštění skla, zrcadel, chromu a plexiskla

6.2.4 Všeobecné informace o složení

- Směs tvoří vodný roztok tenzidů, neobsahuje hydroxidy ani soli
- Rozpustnost ve vodě: 100%
- Relativní hustota: 1,022 g/cm³
- pH 100 % koncentrát: 10,5 – 11,0
- pH 10 % roztok: 9,0 – 10,0
- pH 1 % pracovní roztok: 8,5 – 9,0 [13]



Obr. 15 Odmašťovací prostředek Simple Green Extreme

7. Použité přístroje a zařízení

7.1 Mitutoyo SJ-301

Je přístroj sloužící na měření drsnosti dle ČSN EN ISO 4287.

Mitutoyo SJ-301 je přenosný měřič drsnost s citlivým dotykovým displejem a integrovanou tiskárnou. Na displeji se odečítají naměřené hodnoty a vypočítané křivky. Má velká prachu odolná tlačítka pro snadné nastavení měřících funkcí. Je možné uložit do paměti až 5 různých podmínek měření, při použití paměťové karty je možné uložit až 20 různých podmínek měření. Přístroj odpovídá mezinárodním standardům DIN, ISO a ANSI. Výsledky měření je možno přenést do počítače nebo je vytisknout přímo tiskárnou měřiče drsnosti. [14]



Obr. 16 Měřič drsnosti Mitutoyo SJ-301

7.2 OHAUS Pioneer PA214C

OHAUS Pioneer PA214C je ze série analytických a přesných vah Pioneer je navržena pro základní, rutinní vážení a to v nejširším možném prostředí (laboratorní, industriální a edukační aplikace). [15]

Váha je vybavena skleněným ochranným krytem, který zamezuje působení venkovních rušivých vlivů a nerezovým dnem s nerezovou vážicí plošinkou. Je vybavena podsvícený LCD displej, který zabezpečuje lepší čitelnost naměřených výsledků i za špatné viditelnosti a tlačítka pro nastavení vážení. [15]

Mezi základní funkce váhy patří vážení, tárování, počítání kusů, procentní vážení, dynamické vážení a vážení pod váhou. Váha OHAUS Pioneer má maximální vážitelnost 210 g s přesností na 0,0001 g. Jednotky vážení jsou mg, g, ct a custom. Může měřit v teplotní rozsahu 10 °C až 30 °C a vlhkosti prostředí až 80 %. [15]



Obr. 17 Digitální analytické váhy OHAUS Pioneer PA214C

7.3 EUTECH pH 5+

EUTECH pH 5+ je snadno přenosný, použitelný pH metr a měřič teploty. Vyznačuje se jednoduchým ovládáním a snadné použití ho předurčuje pro rychlé kontroly pH v hydroponii, akvakultuře, zemědělství, bazénech a lázeňských zařízeních, v potravinářském průmyslu, průmyslu papíru a celulózy, v energetice (kotle, chladicí věže), pro kontrolu kvality vody a ekologické studie. [16]

Je vybaven velkým dobře čitelným LCD displejem. Teplotu a pH měří v teplotním rozsahu 0 °C až 100 °C s rozlišením 0,1°C a pH měří v rozsahu 0 až 14 pH s rozlišením 0,01 pH.



Obr. 18 Měřič pH a teploty EUTECH pH 5+

7.4 Horkovzdušná pec

Horkovzdušná pec s regulátorem teploty je využívána na VŠB pro sušení testovacích vzorků. Byla vyrobena v roce 1973 národním podnikem Závody elektrotepelných zařízení (ZEZ). Mezi technické parametry patří topný příkon 3 kW a provozní teplota až 200°C.



Obr. 19 Horkovzdušná pec (ZEZ)

8. Metodika experimentální práce

Experimentální práce bude mít následující sled činností:

- 1) Výběr, příprava a značení 12 zkušebních vzorků
- 2) Měření zkušebních vzorků před zamaštěním
 - a) Měření rozměrů vzorků digitálním posuvným měřidlem
 - b) Vážení vzorků na váze OHAUS Pioneer PA214C
 - c) Měření drsnosti Mitutoyo SJ-301
- 3) Zamaštění vzorků olejem
- 4) Vážení vzorků na váze OHAUS Pioneer PA214C
- 5) Odmaštění v lázni Simple Green Extreme
 - a) V koncentracích SGE 100 %, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:150
 - b) Časy odmašťování pro každou koncentraci 5, 10, 15, 20 minut
 - c) Měření pH před začátkem odmašťování a po uplynutí 5, 10, 15, 20 minut
pH metrem EUTECH pH 5+
- 6) Oplach v H_2O po dobu 1 minuty
- 7) Sušení v horkovzdušné peci při teplotě 100 °C po dobu 5 minut
- 8) Měření vzorků po odmaštění
 - a) Vážení vzorků na váze OHAUS Pioneer PA214C
 - b) Měření drsnosti Mitutoyo SJ-301
- 9) Vyhodnocení výsledků měření
 - a) Hmotnostní metoda
 - b) Drsnost
 - c) pH

9. Postup experimentálního měření

9.1 Mechanická povrchová úprava a měření zkušebních vzorků

Zkušební vzorky jsem dostal k zapůjčení od VŠB, které zbyly po studentovi z předešlých let, který na nich prováděl zkoušky na svoji diplomovou práci. Jedná se o vzorky z oceli 11 321 o rozměrech zhruba 40 x 40 x 2,5 mm s otvorem o průměru 3 mm.

První operací, kterou jsem provedl hned po obdržení vzorků, bylo odstranění zbytků koroze, a to broušením středně hrubým smirkovým papírem. Pak jsem si pro lepší orientaci při provádění experimentu za pomoci razníku, vyrazil do každého vzorku do pravého horního rohu pořadové číslo od 1 až po 12. Jako poslední před zahájením odmašťování jsem digitálním posuvným měřidlem naměřil rozměry jednotlivých zkušebních vzorků.



Obr. 20 Vzorek č. 2 z oceli 11 321

Tab. 3 Základní naměřené hodnoty vzorků

číslo vzorku	Drsnost-		m_0 [g]	Rozměry [mm]			S [m ²]
	příčně	podélně		Délka	Výška	Tloušťka	
	Ra [μm]	Ra [μm]					
	Rz [μm]	Rz [μm]					
1.	1,18	1,21	30,8145	39,97	39,94	2,49	0,0035907554
	7,84	7,28					
2.	1,00	1,01	30,5304	39,93	40,02	2,48	0,0035925492
	6,75	5,95					
3.	0,90	0,85	30,5740	39,86	39,92	2,47	0,0035765356
	6,27	4,61					
4.	0,84	0,96	30,7711	40,01	39,80	2,49	0,0035822498
	5,48	5,90					
5.	0,88	0,76	30,5841	39,95	39,93	2,47	0,0035850142
	5,07	5,87					
6.	0,60	0,71	30,5972	39,99	39,92	2,48	0,0035891552
	3,83	4,76					
7.	1,44	1,11	30,6791	39,90	40,05	2,48	0,0035925420
	8,61	6,21					
8.	0,82	0,76	30,6504	39,87	40,02	2,47	0,0035858514
	5,29	4,74					
9.	0,90	1,02	30,3989	39,91	39,94	2,46	0,0035808728
	5,32	5,77					
10.	0,86	0,93	30,5878	39,97	40,08	2,48	0,0036010432
	5,76	3,68					
11.	0,59	0,79	30,6374	39,90	39,94	2,47	0,0035816216
	3,57	5,00					
12.	1,31	0,88	30,8799	39,94	40,01	2,49	0,0035941498
	6,71	4,87					

9.2 Vážení vzorků před zamaštěním

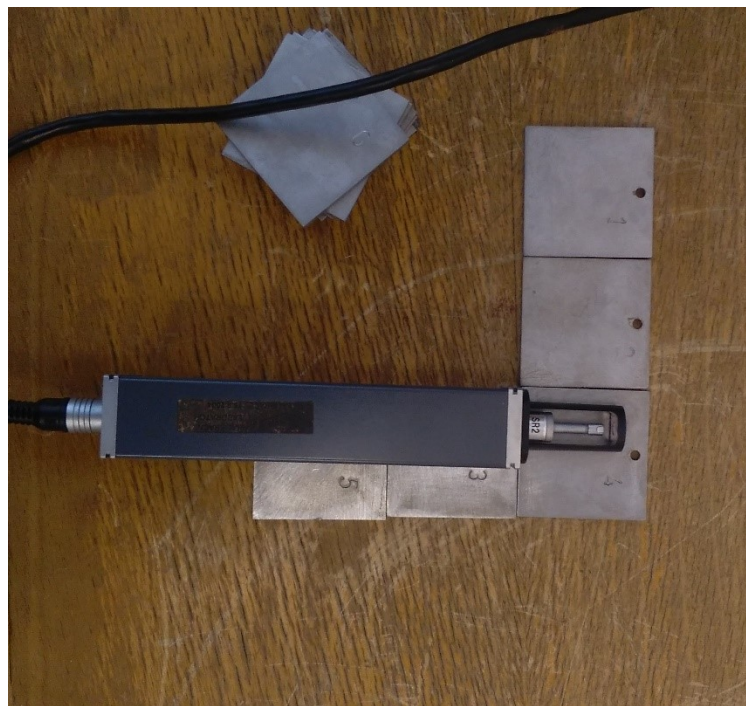
Před nanesením vrstvy oleje jsem provedl první vážení. Veškeré vzorky jsem vážil digitální analytickou váhou Ohaus Pioneer PA214C. Zkušební vzorek jsem vložil na plošinku váhy a zavřel skleněný kryt, který zabraňuje vzniku nepřesností měření, způsobených externími vlivy. Chvilí jsem počkal až se naměřená hodnota s přesností na 0,0001 g ustálí na jedné hodnotě a výslednou hodnotu jsem zapsal do předem připravených tabulek.



Obr. 21 Váha Ohaus Pioneer PA214C

9.3 Měření drsnosti před zamaštěním

První měření drsnosti před nanesením vrstvy oleje jsem měřil na měřiči drsnosti Mitutoyo SJ-30, na kterém jsem nastavil parametry $\lambda c = 0,8$ a $l = 4$ mm. Měřil jsem hodnoty Ra a Rz. Pro přesné měření jsem musel mít měřicí zařízení v rovině s měřeným vzorkem, aby měřicí hrot jezdil přesně po měřeném úseku a nevyjel například nad zkoušený vzorek ven z měření. K tomu jsem využil ostatních zkušebních vzorků a měřicí zařízení jsem jimi podložil. Každé měření jsem opakoval třikrát jak ve směru příčném, tak ve směru podélném, vždy na prvním vzorku z daného časového úseku odmašťování 5, 10, 15 a 20 minut. Výsledky jsem zapsal do připravené tabulky.



Obr. 22 Měření drsnosti

9.4 Zamaštění zkušebních vzorků

Na každý z dvanácti zkušebních vzorků jsem nanesl z obou stran vatovým štětečkem vrstvu oleje neznámého původu, který byl v laboratořích VŠB dlouhodobě používán.



Obr. 23 Olej použitý pro experiment

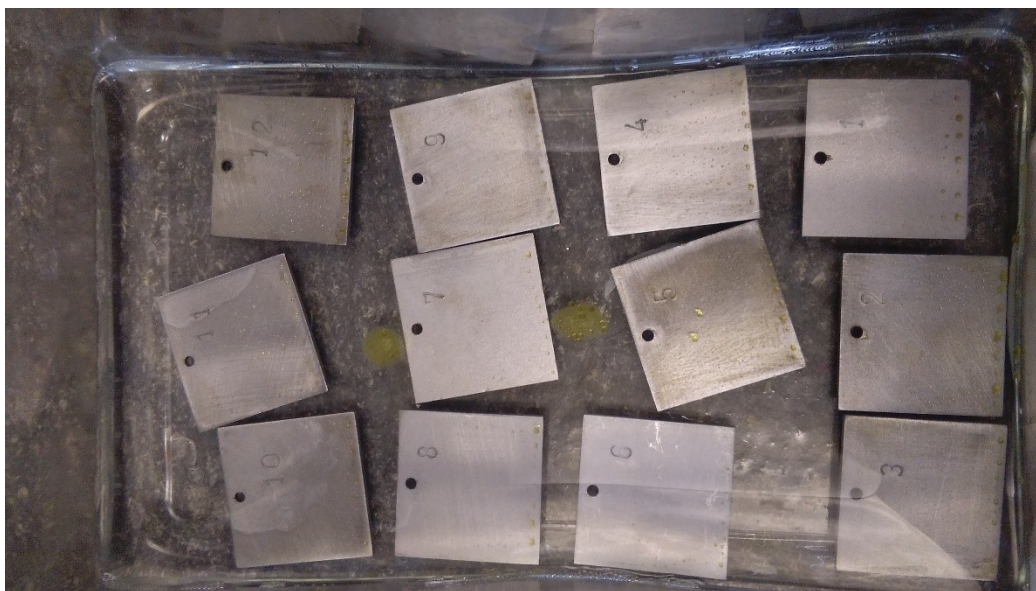
9.5 Vážení zamaštěných vzorků

Pro vážení zamaštěných vzorků jsem použil stejného postupu jako u vážení vzorků před zamaštěním s jedinou úpravou. Než jsem začal vážit zamaštěné vzorky, umístil jsem na vážící plošinku filtrační papír a na něj dva přibližně stejně dlouhé kousky špejlí, kombinací těchto dvou pomůcek jsem zabránil zamaštění vážící plošinky. Váha navázila hmotnost filtračního papíru a špejlí, tuto váhu jsem vynuloval. Po vložení zkušební vzorku váha ukázala naváženou hodnotu bez hmotnosti filtračního papíru a špejlí. Hodnoty jsem opět zapsal do tabulky.

9.6 Odmašťování v roztoku Simple Green Extreme

Odmašťování probíhalo ve skleněné kádě při běžné pokojové teplotě 20 °C a teplotě vody 22,6 °C. Odmašťování bylo provedeno v šesti koncentracích vody a odmašťovadla Simple Green Extreme. Ve 100 % koncentraci odmašťovadla Simple Green Extreme a v koncentracích 1:10, 1:20, 1:50, 1:100 a 1:150 odmašťování bylo prováděno metodou ponorem.

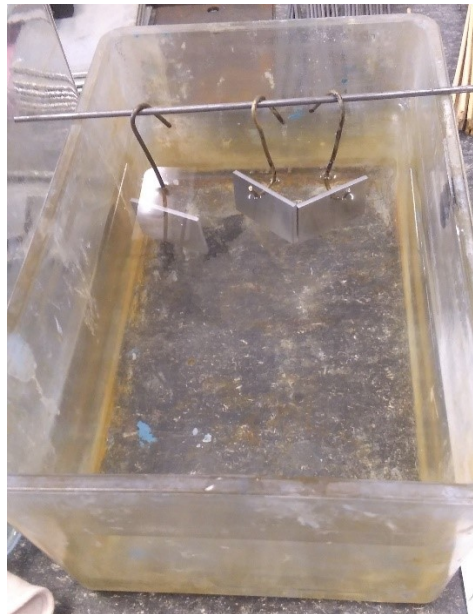
Do skleněné kádě jsem nalil koncentrát odmašťovadla a do něj jsem ponořil zamaštěné vzorky, kterými jsem v odmašťovací lázni pohyboval. Vzorky byly umístěny v lázni v intervalech 5, 10, 15 a 20 minut, po uplynutí jednoho každého času jsem z lázně odebral vždy tři vzorky. Po vytažení každého jednotlivého kusu následoval oplach. Před vložením vzorků do kádě s odmašťovadlem a po vyjmutí tří vzorků po uplynutí časů 5, 10, 15, 20 minut jsem vždy změřil pH a teplotu odmašťovací lázně pomocí pH metru EUTECH pH 5+.



Obr. 24 Odmašťovací lázeň Simple Green Extreme

9.7 Oplach

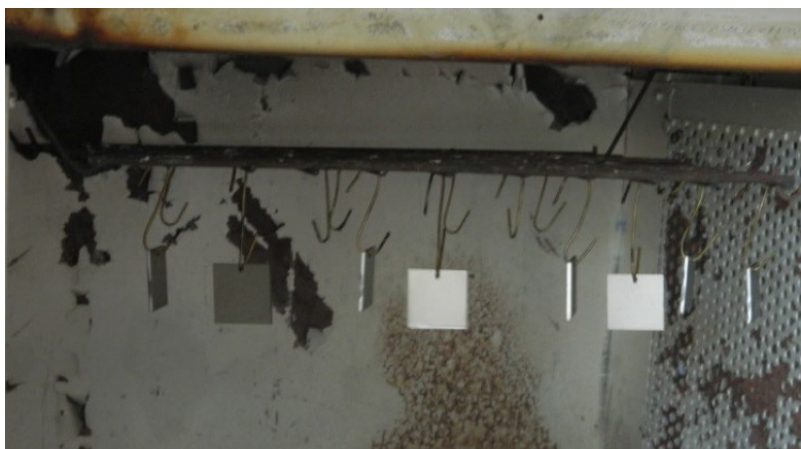
Oplach byl prováděn ve skleněné kádí s vodou o teplotě 23,6 °C. Po vytažení vzorků z odmašťovací lázně jsem vzorky navěsil pomocí háčků na kovou tyč, která byla umístěna nad kádí s oplachem. Vzorky byly umístěny v oplachu po dobu 1 minuty. Po celou tuto dobu jsem se vzorky v oplachu pohyboval. Stejně jako u odmašťovací lázně jsem i u oplachu měřil hodnotu pH a teplotu vody pomocí pH metru EUTECH pH 5+. Následně bylo provedeno sušení.



Obr. 25 Oplach v H₂O

9.8 Sušení

Sušení jsem prováděl v horkovzdušné peci. Po vyjmutí vzorků z oplachu jsem vzorky pomocí háčků navěsil na mřížku do pece, kde se zavěšené sušily po dobu 5 minut při teplotě 100 °C. Po vyjmutí vzorků z pece jsem je nejdříve musel nechat vychladnout, než mohlo následovat vážení a měření drsnosti.



Obr. 26 Sušení vzorků v peci

9.9 Vážení vzorků po odmaštění

Vážení vzorků po odmaštění probíhalo úplně stejně jako vážení zamaštěných vzorků s použitím filtračního papíru a špejlí. Protože vzorky po odmaštění zůstaly u většiny koncentrací stále mastné.

9.10 Měření drsnosti po odmaštění

Měření drsnosti po odmaštění probíhalo stejně jako měření drsnosti před zamaštěním. Ale z důvodu velké mastnoty vzorků jsem byl nucen už od třetího odmašťování při koncentraci odmašťovadla 1:20 v měření drsnosti už dále nepokračovat, abych nepoškodil měřící hrot měřiče drsnosti Mitutoyo SJ-301.



Obr.27 Mastný vzorek po odmaštění v koncentraci 1:150

10. Výsledky experimentálního měření

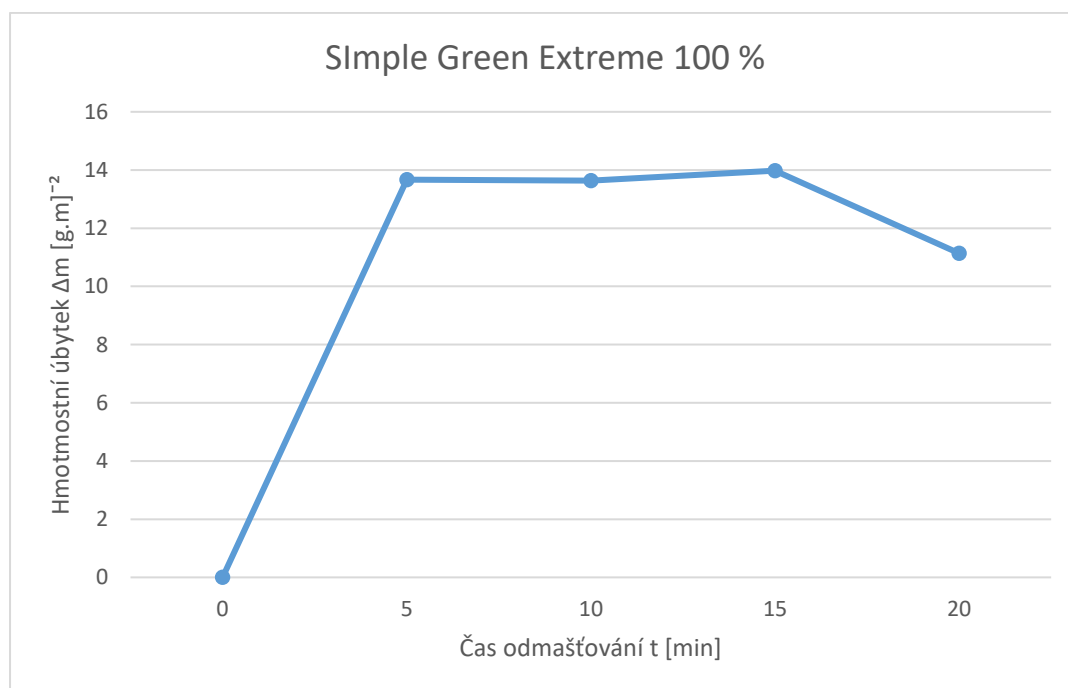
Výsledky měření jsem zapsal do tabulek a vyhodnotil pomocí grafů pro lepší názornost projevených změn.

10.1 Hmotnostní úbytek v závislosti na čase

10.1.1 Simple Green Extreme 100 %

Tab. 4 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 100 %

t [min]	m_0 [g]	m_T [g]	m_i [g]	Δm [g]	S [m ²]	Δm [g · m ⁻²]	$\bar{\Delta m}$ [g · m ⁻²]
5	30,8145	30,8597	30,8130	0,0467	0,0035907554	13,00561993	13,67192869
5	30,5304	30,5791	30,5296	0,0495	0,0035925492	13,77851694	
5	30,5740	30,6238	30,5729	0,0509	0,0035765356	14,2316492	
10	30,7711	30,8235	30,7704	0,0531	0,0035822498	14,82308688	13,63985761
10	30,5841	30,6380	30,5823	0,0557	0,0035850142	15,53689801	
10	30,5972	30,6338	30,5959	0,0379	0,0035891552	10,55958795	
15	30,6791	30,7320	30,6770	0,0550	0,0035925420	15,30949395	13,9773612
15	30,6504	30,6978	30,6489	0,0489	0,0035858514	13,63692874	
15	30,3989	30,4437	30,3972	0,0465	0,0035808728	12,98566093	
20	30,5878	30,6348	30,5846	0,0502	0,0036010432	13,94040482	11,14062098
20	30,6374	30,6687	30,6346	0,0341	0,0035816216	9,520827102	
20	30,8799	30,9122	30,8764	0,0358	0,0035941498	9,960631023	

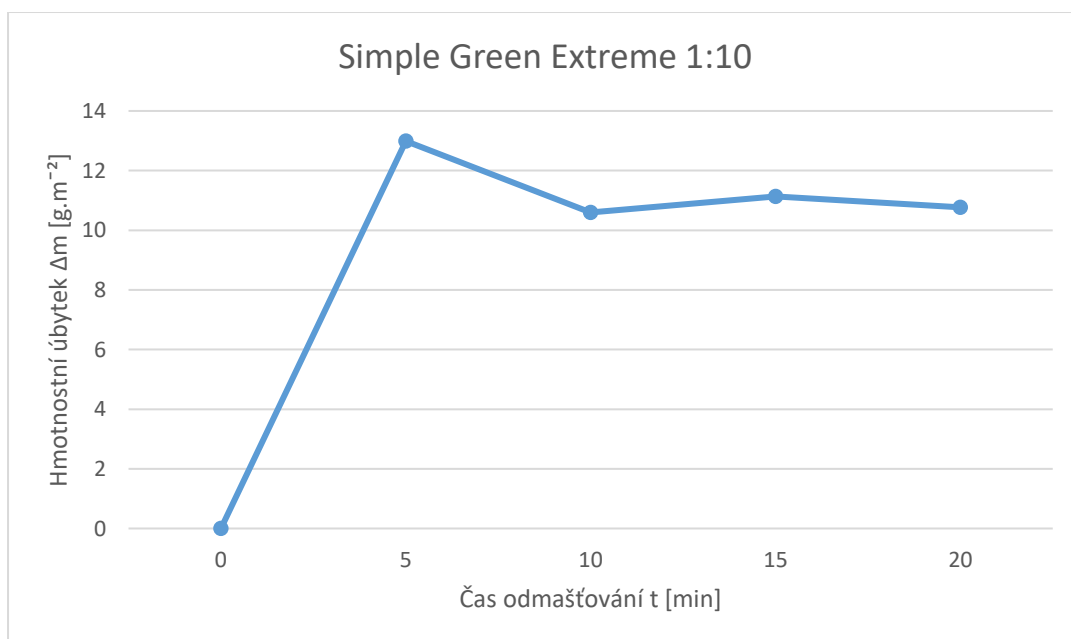


Graf 1 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 100%

10.1.2 Simple Green Extreme 1:10

Tab. 5 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:10

t [min]	m_0 [g]	m_T [g]	m_i [g]	Δm [g]	S [m ²]	Δm [g · m ⁻²]	$\emptyset \Delta m$ [g · m ⁻²]
5	30,8130	30,8748	30,8159	0,0589	0,0035907554	16,4032337	12,98947496
5	30,5296	30,5769	30,5332	0,0437	0,0035925492	12,16406445	
5	30,5729	30,6110	30,5738	0,0372	0,0035765356	10,40112672	
10	30,7704	30,8186	30,7703	0,0483	0,0035822498	13,48314682	10,60021606
10	30,5823	30,6216	30,5832	0,0384	0,0035850142	10,71125464	
10	30,5959	30,6232	30,5959	0,0273	0,0035891552	7,606246729	
15	30,6770	30,7210	30,6783	0,0427	0,0035925420	11,88573439	11,13394391
15	30,6489	30,6883	30,6497	0,0386	0,0035858514	10,76452861	
15	30,3972	30,4367	30,3982	0,0385	0,0035808728	10,75156872	
20	30,5846	30,6304	30,5897	0,0407	0,0036010432	11,30228041	10,7724049
20	30,6346	30,6732	30,6358	0,0374	0,0035816216	10,44219747	
20	30,8764	30,9177	30,8797	0,0380	0,0035941498	10,57273684	

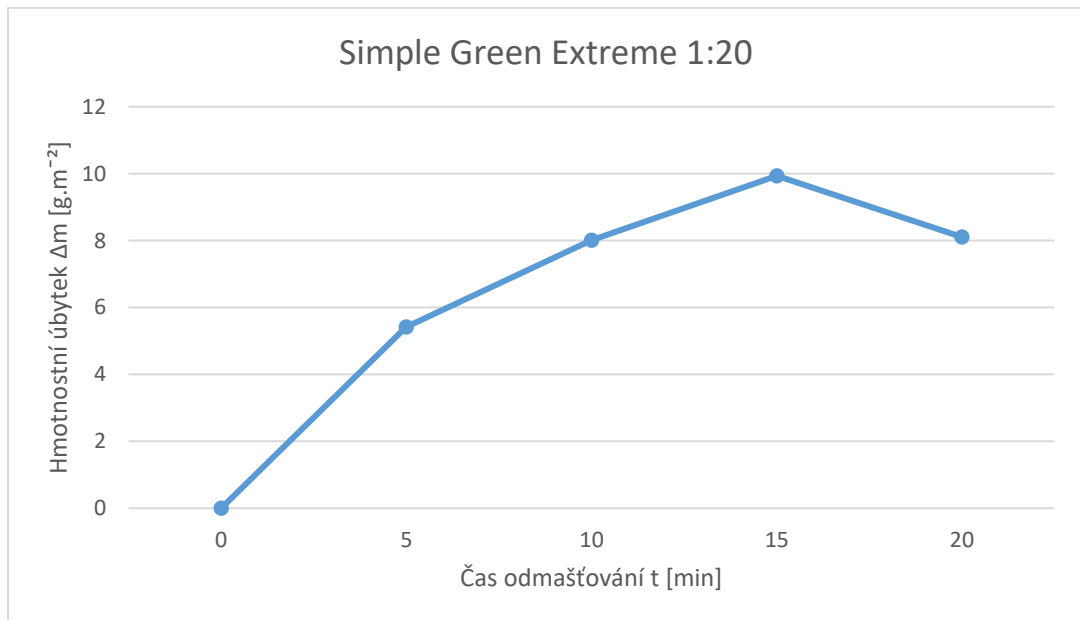


Graf 2 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:10

10.1.3 Simple Green Extreme 1:20

Tab. 6 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:20

t [min]	m_0 [g]	m_T [g]	m_i [g]	Δm [g]	S [m ²]	Δm [g · m ⁻²]	$\bar{\Delta m}$ [g · m ⁻²]
5	30,816	30,8503	30,8329	0,0174	0,0035907554	4,84577702	5,422904039
5	30,533	30,5618	30,5516	0,0102	0,0035925492	2,839209551	
5	30,574	30,6194	30,5887	0,0307	0,0035765356	8,583725547	
10	30,77	30,8170	30,7903	0,0267	0,0035822498	7,453416565	8,012974001
10	30,583	30,6272	30,603	0,0242	0,0035850142	6,750321937	
10	30,596	30,6378	30,6025	0,0353	0,0035891552	9,835183499	
15	30,678	30,7217	30,6826	0,0391	0,0035925420	10,88365842	9,935112555
15	30,65	30,6833	30,6517	0,0316	0,0035858514	8,812412026	
15	30,398	30,4357	30,3995	0,0362	0,0035808728	10,10926722	
20	30,59	30,6176	30,5891	0,0285	0,0036010432	7,914373257	8,11043736
20	30,636	30,6664	30,6364	0,0300	0,0035816216	8,376094225	
20	30,88	30,9146	30,8857	0,0289	0,0035941498	8,040844597	

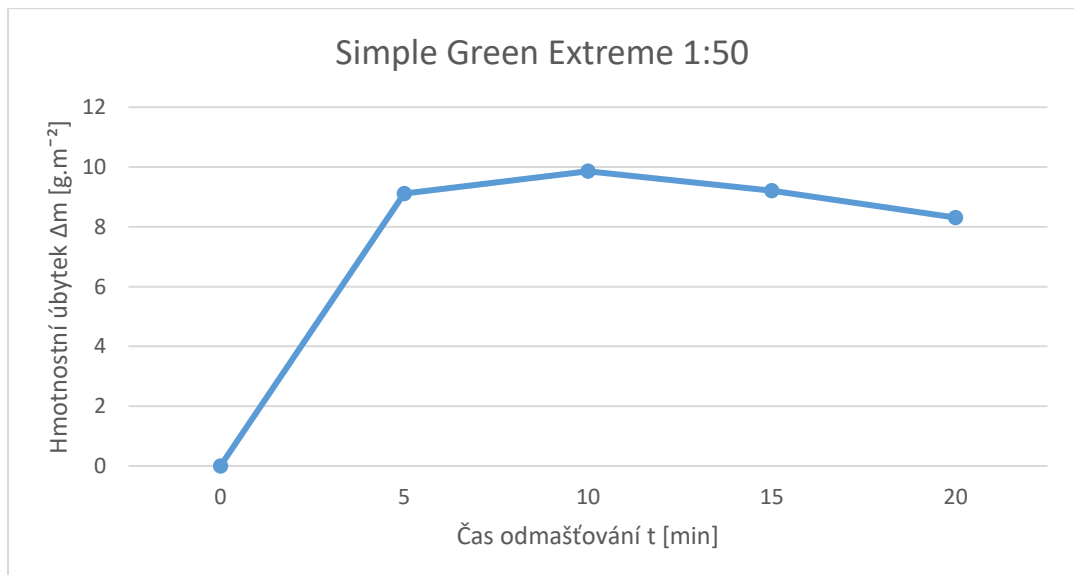


Graf 3 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:20

10.1.4 Simple Green Extreme 1:50

Tab. 7 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:50

t [min]	m_0 [g]	m_T [g]	m_i [g]	Δm [g]	S [m^2]	Δm [$g \cdot m^{-2}$]	$\bar{\Delta m}$ [$g \cdot m^{-2}$]
5	30,8329	30,8627	30,8353	0,0274	0,0035907554	7,630706341	9,106958744
5	30,5516	30,5887	30,5489	0,0398	0,0035925492	11,07848433	
5	30,5887	30,6194	30,5886	0,0308	0,0035765356	8,611685565	
10	30,7903	30,8259	30,7837	0,0422	0,0035822498	11,78030633	9,85537269
10	30,603	30,6259	30,5947	0,0312	0,0035850142	8,702894399	
10	30,6025	30,6419	30,6093	0,0326	0,0035891552	9,082917339	
15	30,6826	30,7224	30,6899	0,0325	0,0035925420	9,04651915	9,211351293
15	30,6517	30,6926	30,6635	0,0291	0,0035858514	8,11522753	
15	30,3995	30,4489	30,4114	0,0375	0,0035808728	10,4723072	
20	30,5891	30,6100	30,5889	0,0211	0,0036010432	5,859413183	8,306122782
20	30,6364	30,6692	30,6404	0,0288	0,0035816216	8,041050456	
20	30,8857	30,9330	30,8934	0,0396	0,0035941498	11,01790471	

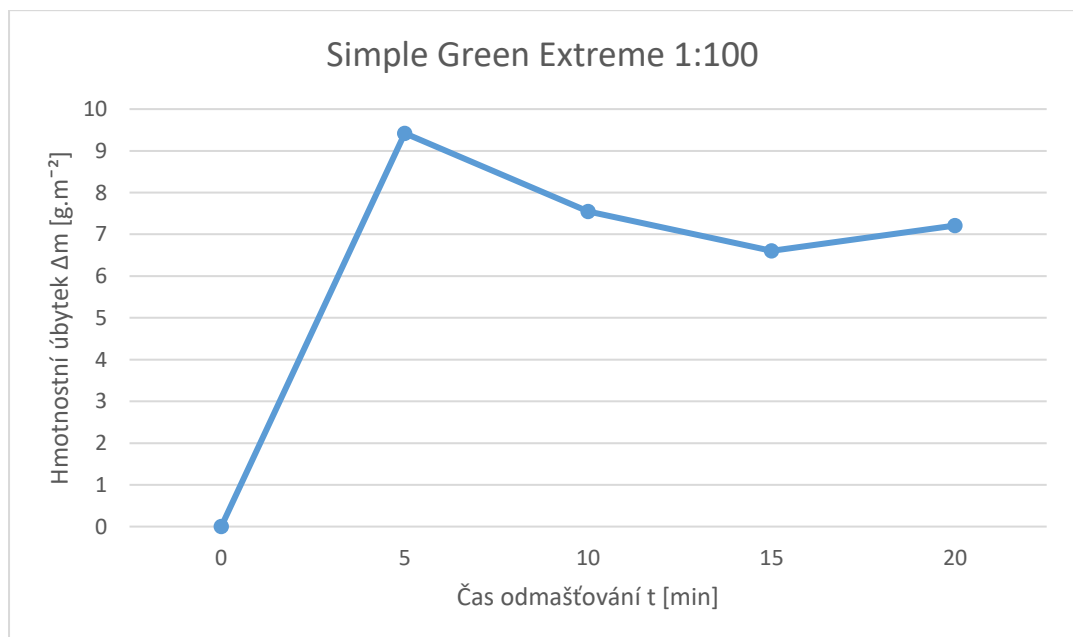


Graf 4 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:50

10.1.5 Simple Green Extreme 1:100

Tab. 8 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:100

t [min]	m_0 [g]	m_T [g]	m_i [g]	Δm [g]	S [m ²]	Δm [g · m ⁻²]	$\bar{\Delta m}$ [g · m ⁻²]
5	30,8353	30,8645	30,8360	0,0285	0,0035907554	7,937048566	9,420981895
5	30,5489	30,5886	30,5429	0,0457	0,0035925492	12,7207722	
5	30,5886	30,6123	30,5851	0,0272	0,0035765356	7,605124915	
10	30,7837	30,8167	30,7868	0,0299	0,0035822498	8,346709936	7,548938327
10	30,5947	30,6252	30,6033	0,0219	0,0035850142	6,108762414	
10	30,6093	30,6400	30,6106	0,0294	0,0035891552	8,191342631	
15	30,6899	30,7204	30,6939	0,0265	0,0035925420	7,376392538	6,608094539
15	30,6635	30,6868	30,6683	0,0185	0,0035858514	5,159165268	
15	30,4114	30,4356	30,4095	0,0261	0,0035808728	7,28872581	
20	30,5889	30,6256	30,5970	0,0286	0,0036010432	7,942142988	7,210420252
20	30,6404	30,6724	30,6436	0,0288	0,0035816216	8,041050456	
20	30,8934	30,9186	30,8983	0,0203	0,0035941498	5,648067312	

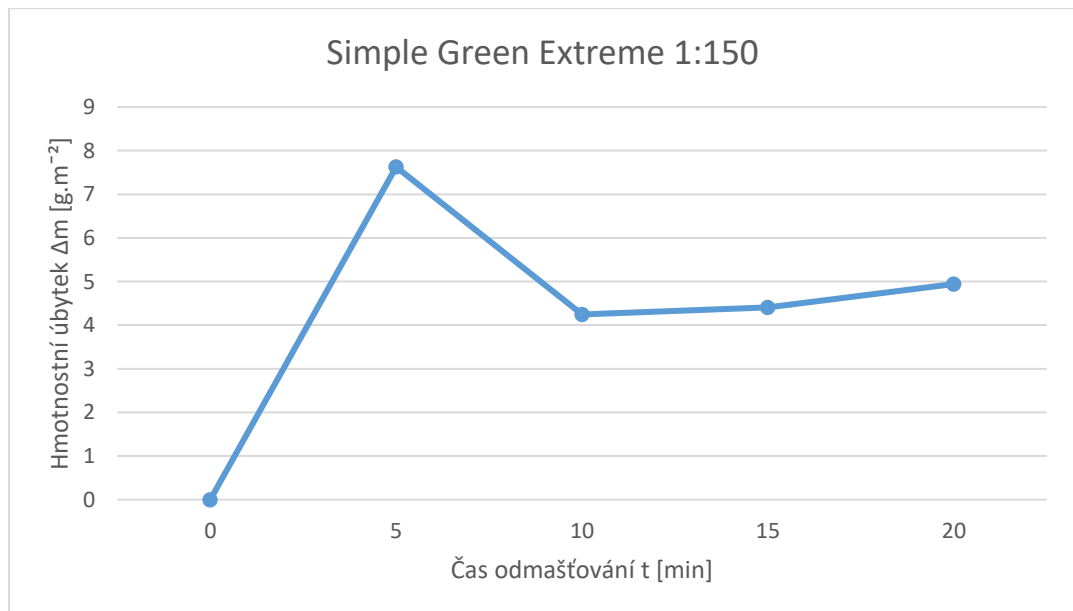


Graf 5 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:100

10.1.6 Simple Green Extreme 1:150

Tab. 9 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:150

t [min]	m_0 [g]	m_T [g]	m_i [g]	Δm [g]	S [m ²]	Δm [g · m ⁻²]	$\emptyset \Delta m$ [g · m ⁻²]
5	30,8360	30,8621	30,8276	0,0345	0,0035907554	9,608006159	7,628148749
5	30,5429	30,5682	30,5421	0,0261	0,0035925492	7,265036203	
5	30,5851	30,6156	30,5941	0,0215	0,0035765356	6,011403885	
10	30,7868	30,8139	30,7925	0,0214	0,0035822498	5,973899419	4,249289045
10	30,6033	30,6196	30,6085	0,0111	0,0035850142	3,096222046	
10	30,6106	30,6323	30,6191	0,0132	0,0035891552	3,677745671	
15	30,6939	30,7192	30,7014	0,0178	0,0035925420	4,95470895	4,404933852
15	30,6683	30,6837	30,6681	0,0156	0,0035858514	4,350431253	
15	30,4095	30,4311	30,4171	0,0140	0,0035808728	3,909661354	
20	30,5970	30,6266	30,6067	0,0199	0,0036010432	5,526176415	4,944518892
20	30,6436	30,6680	30,6531	0,0149	0,0035816216	4,160126798	
20	30,8983	30,9211	30,9026	0,0185	0,0035941498	5,147253462	

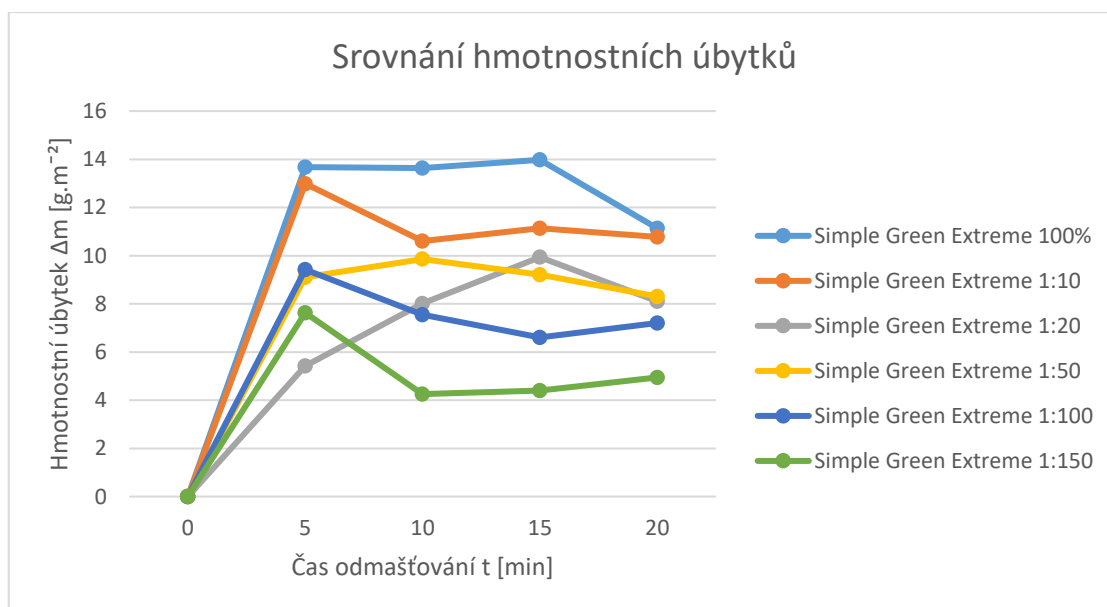


Graf 6 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:150

10.2 Srovnání výsledných hodnot hmotnostních úbytků

Tab. 10 Výsledné hodnoty hmotnostních úbytků

t [min]	Koncentrace Simple Green Extreme					
	100 %	1:10	1:20	1:50	1:100	1:150
0	0	0	0	0	0	0
5	13,67192869	12,98947496	5,42290439	9,106958744	9,420981895	7,628148749
10	13,63985761	10,60021606	8,012974001	9,85537269	7,548938327	4,249289045
15	13,97736120	11,13394391	9,935112555	9,211351293	6,608094539	4,404933852
20	11,14062098	10,7724049	8,11043736	8,306122782	7,210420252	4,944518892



Graf 7 Průběhy veškerých hmotnostních úbytků v závislosti na čase

Z grafu jsou patrné jednotlivé hmotnostní úbytky v závislosti na čase, který strávily vzorky ponorem v odmašťovací lázni. Je zde patrné, že k největšímu hmotnostnímu úbytku nečistot došlo u většiny koncentrací v časech 5 a 15 minut, ve zbylých časech hmotnostní úbytek většinou klesal. K nejlepšímu odmaštění došlo při Simple Green Extreme 100 % a koncentraci 1:10.

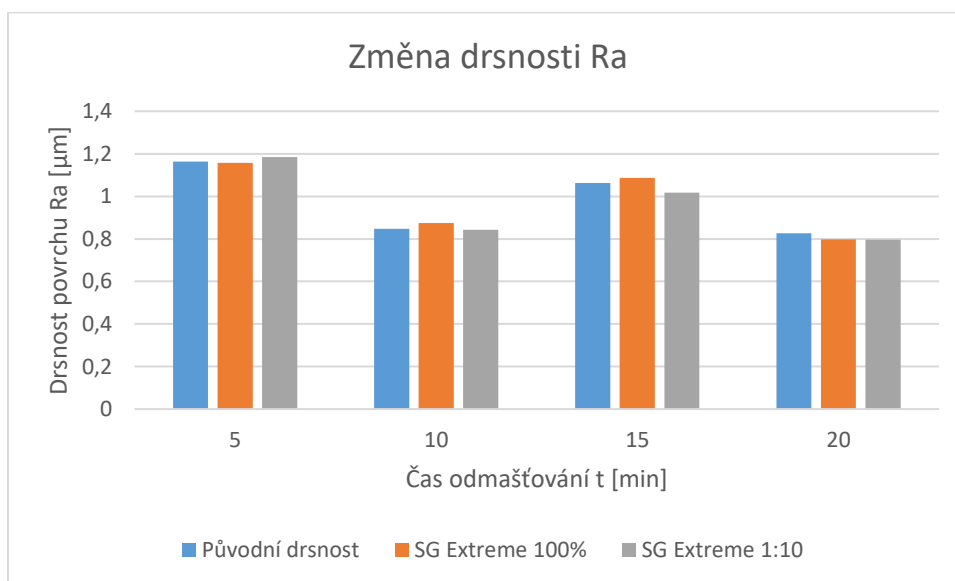
10.3 Změna drsnosti Ra a Rz v závislosti na čase

V grafu 8 a 9 je vidět změna drsnosti v závislosti na čase odmašťování a koncentraci odmašťovadla Simple Green Extreme. Z důvodu velké mastnoti vzorků nešlo od koncentrace 1:20 v měření drsnosti dále pokračovat, aby nedošlo k poškození měřícího hrotu měřiče drsnosti Mitutoyo SJ-301.

10.3.1 Střední aritmetická odchylka profilu - Ra

Tab. 11 Průměrné hodnoty drsnosti Ra

t [min]	Před odmašťováním	Simple Green Extreme 100 %	Simple Green Extreme 1:10
5	1,163	1,158	1,185
10	0,847	0,875	0,843
15	1,062	1,087	1,017
20	0,827	0,798	0,797

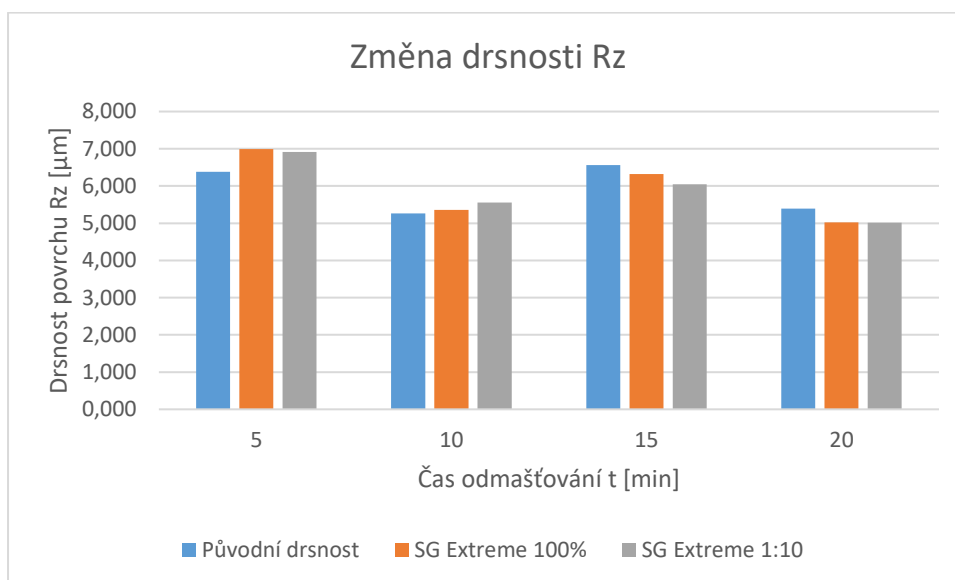


Graf 8 Změna drsnosti Ra v závislosti na čase odmašťování

10.3.2 Největší výška profilu - Rz

Tab. 12 Průměrné hodnoty drsnosti Rz

t [min]	Před odmašťováním	Simple Green Extreme 100 %	Simple Green Extreme 1:10
5	6,385	6,990	6,918
10	5,267	5,355	5,555
15	6,560	6,318	6,047
20	5,390	5,023	5,013



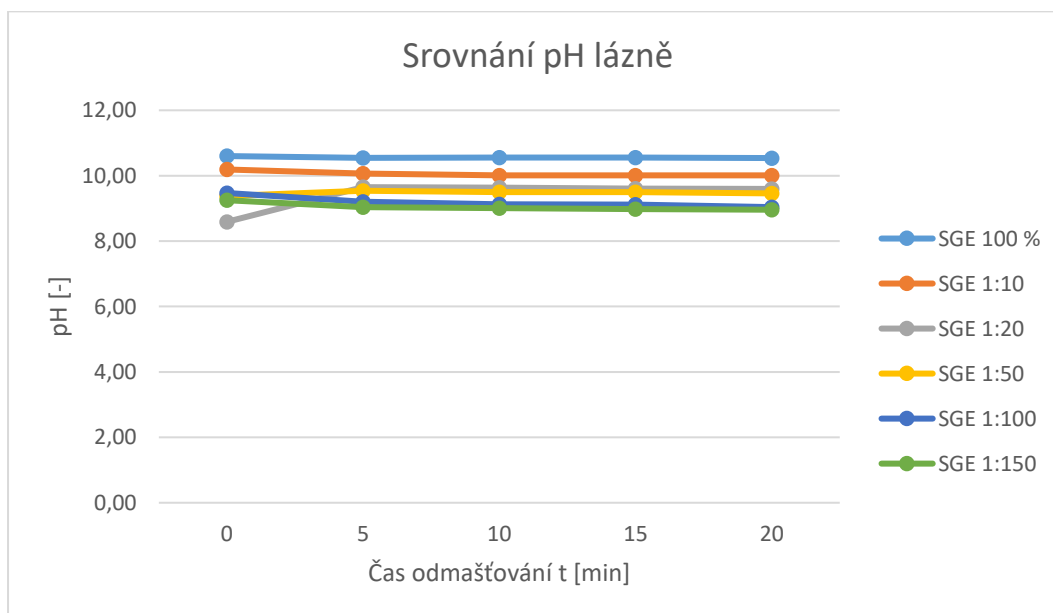
Graf 9 Změna drsnosti Rz v závislosti na čase odmašťování

10.4 Naměřené hodnoty pH odmašťovací lázně a oplachu

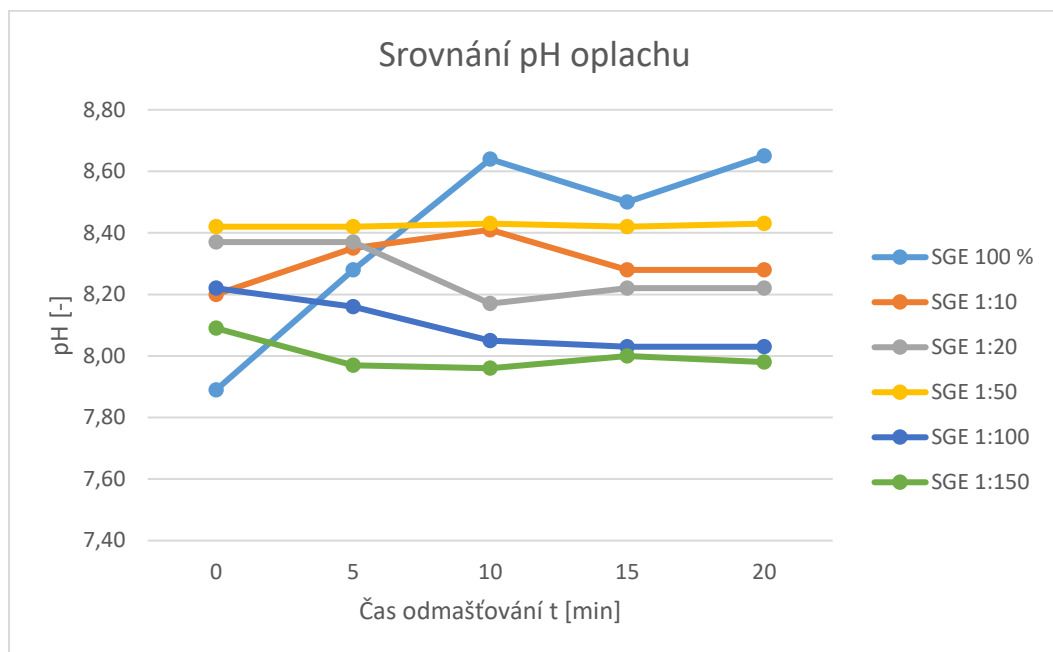
Tab. 13 Hodnoty pH lázně a oplachu v závislosti na čase odmašťování

t [min]	Simple Green Extreme 100 %		Simple Green Extreme 1:10		Simple Green Extreme 1:20	
	Lázeň	Oplach	Lázeň	Oplach	Lázeň	Oplach
0	10,60	7,89	10,19	8,20	8,59	8,37
5	10,55	8,28	10,07	8,35	9,65	8,37
10	10,56	8,64	10,01	8,41	9,64	8,17
15	10,56	8,50	10,01	8,28	9,61	8,22
20	10,54	8,65	10,01	8,28	9,60	8,22

t [min]	Simple Green Extreme 1:50		Simple Green Extreme 1:100		Simple Green Extreme 1:150	
	Lázeň	Oplach	Lázeň	Oplach	Lázeň	Oplach
0	9,38	8,42	9,47	8,22	9,25	8,09
5	9,54	8,42	9,20	8,16	9,04	7,97
10	9,50	8,43	9,13	8,05	9,01	7,96
15	9,50	8,42	9,12	8,03	8,98	8,00
20	9,46	8,43	9,04	8,03	8,96	7,98



Graf 10 Průběhy veškerých hodnot pH lázně v závislosti na čase



Graf 11 Průběhy veškerých hodnot pH oplachu v závislosti na čase

Z grafů jsou patrné jednotlivé změny pH odmašťovací lázně a oplachu v závislosti na čase. V grafu srovnání pH lázně je vidět, že pH všech odmašťovacích lázní se pohybovala okolo hodnoty pH 10. Hodnota pH lázně má s narůstajícím časem odmašťování v naprosté většině případů tendenci klesat. V grafu srovnání pH oplachu je vidět, že pH oplachů má ve většině případů s narůstajícím časem tendenci klesat a zároveň je dosti proměnlivé, až na pH oplachu se Simple Green Extreme 100 %, kdy má hodnota pH tendenci stoupat.

10.5 Porovnání cen koncentrací Simple Green Extreme

Cena 1 litru odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme je 254,10 Kč.

Tab. 14 Porovnání cen odmašťovadla na jednu lázeň

Koncentrace	Objem lázně [ml]	Objem odmašťovadla [ml]	Cena odmašťovadla [Kč]
100 %	250	250	63,52
1:10	250	25	6,35
1:20	250	12,5	3,18
1:50	250	5	1,27
1:100	250	2,5	0,64
1:150	250	1,6	0,41

11. Závěr

Tématem této bakalářské práce bylo Studium kvality odmašťování ocelového povrchu. Bakalářská práce byla zaměřena na porovnání účinnosti odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme v koncentracích 100 %, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100 a 1:150, ponorným způsobem odmašťování, přičemž vyhodnocení účinnosti proběhlo metodou hmotnostního úbytku.

Experimentální část této bakalářské práce probíhala ve školních laboratořích VŠB-TU Ostrava, která mi poskytla jak veškeré vybavení potřebné k experimentu, tak i vzorky a odmašťovací prostředek Simple Green Extreme. Práce v laboratořích probíhala následujícím způsobem, každý jeden vzorek byl z obou stran zamaštěn a následně zvážen. Poté se všechny vzorky vložily do připraveného roztoku odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme. Po uplynutí času odmašťování byly vzorky z lázně vyjmuty a byl proveden oplach, sušení, vážení odmaštěných vzorků a měření drsnosti. Tento postup byl opakován pro všechny koncentrace. Z hmotnostních rozdílů se dále spočítal hmotnostní úbytek každého jednoho vzorku. Výsledky měření byly zprůměrovány a zapsány do tabulek a následně graficky vyhodnoceny.

Z celkového srovnání účinnosti jednotlivých koncentrací odmašťovacího prostředku Simple Green Extreme vyšly jako nejlepší pro čištění ocelového povrchu koncentrace 100 % a 1:10, v časech 5 a 15 minut. U zbylých čtyř koncentrací sice došlo ke hmotnostnímu úbytku, ale kvalita odmaštění zde byla nevyhovující, jelikož již na první pohled nebyly vzorky zbaveny mastnoty, která tvořila na povrchu tenký lesklý film. Tudíž na nich nemohla být měřena drsnost. Pro tyto čtyři koncentrace by bylo výhodnější, dle mého názoru na místo metody odmašťování ponorem zvolit metodu odmašťování postřikem, ale pro ověření tohoto tvrzení by musely být provedeny další zkoušky.

Z hlediska největšího hmotnostního úbytku nečistot (viz. Graf 7) a množství použitého odmašťovacího prostředku (viz. Tab. 14). Je nejlepší kvality i ceny odmaštění ocelového povrchu ponorem docíleno použitím, Simple Green Extreme v koncentraci 1:10 a odmašťováním v lázni po dobu 5 minut.

12. Seznam použité literatury

- [1] MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. 3.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006 .156 s. ISBN 80-248-1217-7.
- [2] PODJUKLOVÁ, Jitka. *Speciální technologie povrchových úprav I*. 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1994. 76 s. ISBN 80-7078-235-8.
- [3] ARC-H, *Technologická zařízení pro zpracování kovů* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:< <https://www.arc-h.cz/robotizovane-boxy.html/>>.
- [4] MBR, *Zpracování plechu* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:<<http://www.mrb.cz/zpracovani-plechu/kruhovy-omilaci-stroj-a-kruhova-vibracni-suska/>>.
- [5] KPL TRADING, *Strojní kartáče* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:<<http://www.brusivo-nastroje.cz/>>.
- [6] DOVAVANIK, *Leštění-povrchové úpravy* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:< <http://www.dovavanik.cz/lesteni---povrchove-upravy.html?vyhledavani=&vsude=&list=2>>.
- [7] TRIBOTECHNIKA, *Odmašťování v galvanotechnice* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:<<http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-62014/odmasteni-v-galvanotechnice.html/>>.
- [8] DETAS, *Výroba strojů a zařízení* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:< <http://www.detas.cz/453/vyrobky/>>.
- [9] IPP PRAHA, *Odmašťovací zařízení* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:<<http://www.ipp-penc.cz/ipp-odmastovaci-zarizeni.php>>.
- [10] ZERO SYSTEMS, *Obráběcí technika* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:< <http://www.tools.cz/cs/stroje/rsa-cutting-systems/cisteni-a-odmastovani/>>.
- [11] IPP PRAHA, *Ultrazvuková čistící a odmašťovací zařízení* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:< <http://www.ipp-penc.cz/ipp-ultrazvukova-cistici-zarizeni.php>>.
- [12] FEROMAT, *Hutní a spojovací materiál* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:<http://www.feromat.cz/jakosti_oceli/>.
- [13] SIMPLE GREEN, *Odmašťovací prostředky* [online]. [cit. 2017-04-20]. URL:<<http://www.http://simplegreen.cz/blog/2016/04/09/simple-green-extreme-aviation/>>.

- [14] MaB CALIBR, *Měřidla drsnosti povrchu* [online]. [cit. 2017-04-20].
URL:<<http://www.mbcaltbr.cz/prodej-produkt-735-pristroj-na-mereni-drsnosti-povrchu-surftest-sj-301.html/>>.
- [15] GAPA VÁHY, *Laboratorní váhy* [online]. [cit. 2017-04-20].
URL:<<http://www.gapa-vahy.cz/produkty-analyticka-vaha-ohaus-pioneer-plus-pa214cm-2-detail-18328/>>.
- [16] VERKON, *Přístroje pro měření vzorků* [online]. [cit. 2017-04-20].
URL:<<http://www.verkon.cz/ph-metry-eutech/>>.
- [17] CHEDO, *Předúprava ocelových povrchů* [online]. [cit. 2017-04-20].
URL:<<http://www.chedo.cz/kat/Preduprava--ocelovych---povrchu-440/>>.

13. Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma broušení povrchu [1]	- 13 -
Obr. 2 Robotický tryskový box [3].....	- 15 -
Obr. 3 Kruhový omílací stroj [4].....	- 16 -
Obr. 4 Kartáčování [5]	- 17 -
Obr. 5 Sada na leštění kovů [6].....	- 18 -
Obr. 6 Bod varu trichloretylénu [1].....	- 21 -
Obr. 7 Schéma emulgace mastnoty na povrchu kovu odmašťovacím roztokem [1] -	22 -
Obr. 8 Vanový odmašťovací stroj [8]	- 25 -
Obr. 9 Odmašťovací a čistící stroj typ AS [9].....	- 26 -
Obr. 10 Schéma bubnového odmašťovacího stroje [10].....	- 27 -
Obr. 11 Ultrazvuková vana s oplachem a automatickým zdvihem [11]	- 28 -
Obr. 12 Rozpouštění kovu v místě ponoru [1].....	- 29 -
Obr. 13 Využití kyseliny při moření [1].....	- 30 -
Obr. 14 Štěrbinové odsávání [1]	- 31 -
Obr. 15 Odmašťovací prostředek Simple Green Extreme	- 34 -
Obr. 16 Měřič drsnosti Mitutoyo SJ-301	- 35 -
Obr. 17 Digitální analytické váhy OHAUS Pioneer PA214C	- 36 -
Obr. 18 Měřič pH a teploty EUTECH pH 5+	- 37 -
Obr. 19 Horkovzdušná pec (ZEZ).....	- 38 -
Obr. 20 Vzorek č. 2 z oceli 11 321.....	- 40 -
Obr. 21 Váha Ohaus Pioneer PA214C	- 42 -
Obr. 22 Měření drsnosti	- 43 -
Obr. 23 Olej použitý pro experiment	- 44 -
Obr. 24 Odmašťovací lázeň Simple Green Extreme.....	- 45 -
Obr. 25 Oplach v H_2O	- 46 -
Obr. 26 Sušení vzorků v peci	- 47 -
Obr.27 Mastný vzorek po odmaštění v koncentraci 1:150.....	- 48 -

14. Seznam tabulek

Tab. 1 Tabulka odmašťovacích prostředků [1]	- 23 -
Tab. 2 Vlastnosti oceli 11 321	- 32 -
Tab. 3 Základní naměřené hodnoty vzorků.....	- 41 -
Tab. 4 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 100 %	- 49 -
Tab. 5 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:10	- 50 -
Tab. 6 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:20	- 51 -
Tab. 7 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:50	- 52 -
Tab. 8 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:100	- 53 -
Tab. 9 Výsledné hodnoty pro Simple Green Extreme 1:150	- 54 -
Tab. 10 Výsledné hodnoty hmotnostních úbytků.....	- 55 -
Tab. 11 Průměrné hodnoty drsnosti Ra.....	- 56 -
Tab. 12 Průměrné hodnoty drsnosti Rz.....	- 57 -
Tab. 13 Hodnoty pH lázně a oplachu v závislosti na čase odmašťování	- 58 -
Tab. 14 Porovnání cen odmašťovadla na jednu lázeň.....	- 59 -

15. Seznam Grafů

Graf 1 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 100%	- 49 -
Graf 2 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:10.....	- 50 -
Graf 3 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:20.....	- 51 -
Graf 4 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:50.....	- 52 -
Graf 5 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:100.....	- 53 -
Graf 6 Průběh hmotnostního úbytku v závislosti na čase SGE 1:150.....	- 54 -
Graf 7 Průběhy veškerých hmotnostních úbytků v závislosti na čase	- 55 -
Graf 8 Změna drsnosti Ra v závislosti na čase odmašťování	- 56 -
Graf 9 Změna drsnosti Rz v závislosti na čase odmašťování	- 57 -
Graf 10 Průběhy veškerých hodnot pH lázně v závislosti na čase.....	- 58 -
Graf 11 Průběhy veškerých hodnot pH oplachu v závislosti na čase.....	- 59 -