



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

NÁVRH HYDRAULICKÉHO UPEVNĚNÍ HOŘÁKU

DESIGN HYDRAULIC MOUNTING BURNER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL PRINC

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ DVOŘÁČEK

BRNO 2013

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním řešením uchycení a řízení plynového hořáku. První část je věnována obecnému pojednání o výrobě umělého kameniva a jeho použití. Další části jsou věnovány možnostem hlídání hladiny vsázky, která má hned pod hořákem vysoké teploty okolo 900 - 1000 °C. V poslední části je proveden návrh mechanismu, který udržuje hořák v konstantní výšce nad hladinou.

KLÍČOVÁ SLOVA

Umělé kamenivo, popílek, aglomerační rošt, měření hladiny popílku

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with constructional solution of gas burner clamping and control. The first part is dedicated to the general treatise about artificial aggregate production and its usage. Following parts look into possibilities of guarding the level of charge, which has just under burner high temperatures around 900 - 1000 °C. Proposal of mechanism, which keeps burner in constant height above the level, is done in last part..

KEYWORDS

Artificial aggregate, flue ash, agglomerate grate, measurement of flue ash level

Bibliografická citace:

PRINC, P. *Návrh hydraulického upevnění hořáku..* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Dvořáček.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Návrh hydraulického upevnění hořáku* vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Jiřího Dvořáčka a uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

V Brně dne

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych zde poděkoval Ing. Jiřímu Dvořáčkovi za poskytnuté rady při vedení vypracování bakalářské práce. Dále pak firmě Svoboda a syn s.r.o. za poskytnutí možnosti zpracovat právě tohle téma, zvláště pak Ing. Michalovi Batelkovi za odborné rady ohledně spalování popílku na aglomeračních roštech a možnosti nahlédnout do problematiky.

OBSAH

ÚVOD	11
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	12
1.1 Použití a vlastnosti umělého kameniva	12
1.2 Postup výroby	12
1.3 karuselový způsob aglomeračních roštů	13
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	15
2.1 Vymezení cílů práce	16
2.1.1 Cíle bakalářské práce	16
2.2 Návrh metodického přístupu k řešení	17
3. VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ	18
3.1 Konstrukce zařízení	18
3.1.1 Varianta 1: Rám bez pohybu senzorů	18
3.1.2 Varianta 1: Rám s pohybem senzorů	18
3.2 Měření hladiny:	18
3.2.1 Varianta 1: Měření celé hladiny	18
3.2.2 Varianta 2: Měření jednotlivých bodů na hladině	19
3.3 Senzory pro měření hladiny	20
3.3.1 zdroj záření VEGA SOURCE 31	20
3.3.2 Varianta 1: Senzor FIBERTRAC 31	21
3.3.3 Varianta 2: Senzor MINITRAC 31	22
3.4 Pohybová část	23
3.4.1 Varianta 1 – Hydraulický válec	23
3.4.2 Varianta 2 - Lineárního akuátor	23
4 OPTIMÁLNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	25
4.1 Základní rám	25
4.2 – Pohyblivá část	25
4.3 Hlídání hladiny	26
5 DISKUZE	28
6 ZÁVĚR	29

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	30
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	31
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	32
SEZNAM PŘÍLOH	33

ÚVOD

Karuselová pec se používá pro vypalování popílku na aglomeračních roštích. Popílek byl v minulosti brán jako odpad z tepelných elektráren. Avšak v současnosti se z něj stává perspektivní materiál. Pomocí novodobých technologií, které se teprve ve světě vyvíjejí, můžeme vyrábět například umělé kamenivo. Výsledné kamenivo vyrobené vypalováním popílku dosahuje výhodných vlastností, především pro svoji nízkou hmotnost. Největší uplatnění nachází ve stavebním průmyslu, který ho používá jako přídatnou látku do směsi betonů. Při výrobě umělého kameniva však vznikají mnohé problémy, protože vypalování probíhá při vysokých teplotách okolo 900-1100 °C. Proto se hledají cesty, které by zvýšily efektivitu výroby, která je momentálně příliš drahá. Jednou z cest je pohyblivé uchopení hořáku, který dokáže v reálném čase reagovat na propady hladiny vsázky a udržovat tak stálou výšku hořáku. To nám přináší nejen ekonomickou úsporu, ale také to výrazně ovlivňuje kvalitu výsledného výpalku. Jelikož hořák pro hoření používá směs plynů, která se řadí mezi neobnovitelné a neekologické zdroje, tak snížením množství energie, potřebné pro zapálení vsázky šetříme i životní prostředí.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1.1

1.1 Použití a vlastnosti umělého kameniva

Umělé kamenivo se vyrábí z popílkového agloporitu, který je definován jako oblast pórovitého kameniva, vyráběného slinováním (krátkodobý samovýpal) na aglomeračních roštech. Produktem těchto roštů je tepelně upravený popílek, který se používá při výrobě betonu na ústředních betonárnách. Další možností, jak tepelně upravený popílek využít, je jako základní surovina při výrobě pórobetonu. V největší míře se ovšem využívá k výrobě umělého spékaného kameniva. Výhodou je, že není zapotřebí používat korekční palivo, protože lze použít směs popílku, která se skládá z tepelně upraveného a původního neupraveného popílku. Tato směs poté tvoří vstupní surovinu, která má optimální obsah spalitelných látek. To má posléze vliv i na snížení nákladů, které jsou spojené s provozem.

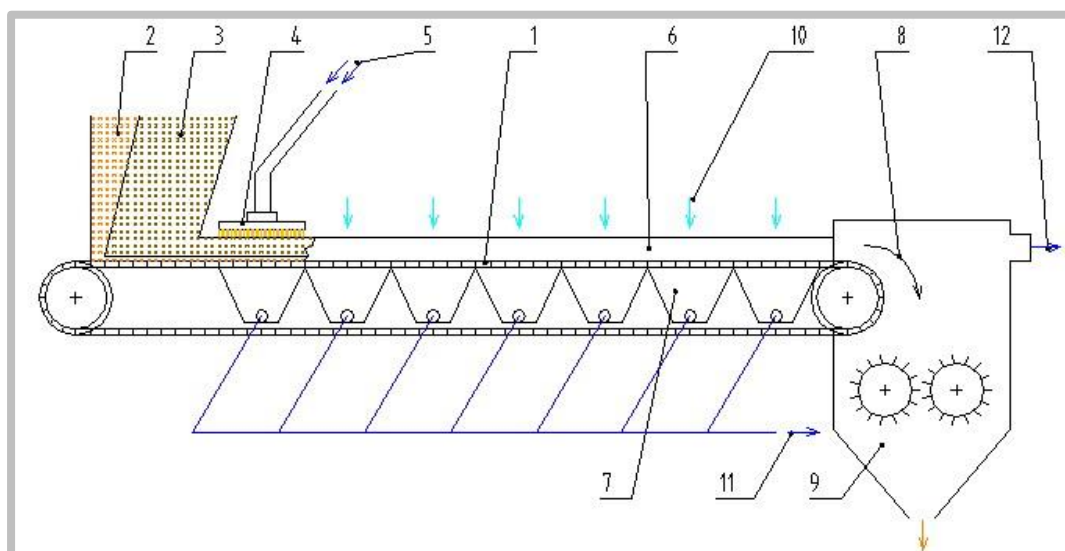
Vlastnosti umělého kameniva bývají dosti rozdílné, protože máme mnoho rozdílů v počátečních úpravách a také to z velké míry ovlivňuje závěrečné drcení. Drcením spečenců můžeme dosáhnout granulovitého tvaru s téměř uzavřeným povrchem až po kameninu připomínající svým vzhledem škváru. Agloporit bývá šedý, šedomodrý až šedočerný, přičemž na povrchu granulí bývá hnědočerný. Pórovitost zrn agloporitu bývá 40 až 65 %, zpravidla kolem 50 %, mezerovitost podle použitého způsobu drcení a třídění bývá 50 až 60 %. Objemová hmotnost u agloporitového písku bývá 600 až 1050 kg.m⁻³, u šterkových frakcí 400 až 700 kg.m⁻³, u netříděného, jen podrceného agloporitu potom 800 až 1350 kg.m⁻³. Nasákavost bývá též velmi rozdílná, zpravidla 8 až 30 % hmotnostních. Součinitel tepelné vodivosti volně sypaného agloporitu je 0,12 až 0,16 W.m⁻¹.K⁻¹. Pevnost ve válci u jakostnějších druhů agloporitu činí 2 až 8 N.mm⁻².

1.2

1.2 Postup výroby

Umělé kamenivo se vypaluje na aglomeračních roštech spékáním vsázky, která je zapálena seshora plynovým hořákem. Základní schéma celého systému je znázorněno na obr. č. 1. Zde se pohybuje pouze vlastní rošt, což je investičně nejméně náročná metoda. Nevýhodou tohoto řešení je odírání vsázky o pevné bočnice, tento jev nám způsobuje nežádoucí mezery po celé šířce vsázky. Proto je výhodnější využívat aglomeračních roštů, u kterých se pohybují i bočnice, které nevýhody minulé metody z velké části odstraňují. Tento způsob výpalu je investičně náročnější a částečně zvyšuje provozní náklady na údržbu stroje. Mezi další způsoby výpalu můžeme zařadit uspořádání karuselové.

Princip výpalu si popíšeme na nejjednodušším způsobu, kde se nám bočnice nepohybují. V případě složitějších variant zůstává princip stejný. Na začátku celého procesu je na aglomerační rošty, které mají šířku okolo 1m, vkládána ze zásobníku roštovina(2-3mm). Kontinuálně na ni se pokládá samotná vsázka. Roštovina slouží jako ochranná vrstva aglomeračního roštu. Poté se celá směs zapaluje plynovým hořákem, do kterého je vháněn spalovací vzduch. Teplota na zapalovací hlavě činí 1200 až 1300 °C. Ve spodních částech roštu je pomocí první odsávací komory tvořen podtlak okolo 13MPa, který způsobuje zapálení vrchní vrstvy vsázky. Druhá odsávací komora je umístěna po zbylé délce roštu. V této komoře je vytvořen podtlak okolo 65 kPa. Tento proces způsobuje přivádění dostatečného množství vzduchu, aby žárové pásmo



Obr. 1 Schéma klasického aglomeračního roštu

postupovalo do spodnějších vrstev. Nakonec se spečenec přivede do drtičky, která umělé kamenivo rozdrtí na požadovaný tvar a velikost.

Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 – Pohyblivý článkový rošt | 7 – Odtahové komory |
| 2 – Násypka roštoviny | 8 – Vyklápění spečenců |
| 3 – Násypka syrové vsázky | 9 – Kapotovaný drtič spečenců |
| 4 – Plynová zapalovací hlava | 10 – Nasávání spalovacího vzduchu |
| 5 – Přívod plynu a přídatného vzduchu | 11 – Odtah spalin |
| 6 – Pevné bočnice | 12 – Odprášení drtiče |

1.3 karuselový způsob aglomeračních roštů

1.3

Společnost Svoboda a syn s.r.o. vyvíjí karuselový způsob aglomeračních roštů, kde se aglomerační rošt pohybuje zároveň s bočnicemi. K hlavním výhodám karuselového uspořádání patří plynulý pohyb dokola, který umožňuje kontinuální vsypání vsázky, zapálení zápalné vrstvy, vypálení suroviny a následné vyklopení spečenců za kontinuálního provozu.

Celé zařízení se skládá ze dvou hlavních částí. První část je nepohyblivá a slouží jako vedení pro pohyblivou část. Je pevně připevněna k betonovému základu. Skládá se ze dvou kolejnic a středového panelu. Kolejnice jsou uloženy na nastavitelných nohách, pomocí kterých se dají vyrovnat do vodorovné polohy. Zároveň přenášejí největší část hmotnosti surovinové vsázky. Středový panel slouží hlavně pro vystředění celého zařízení a uchycení pohonu. Pohyblivá část karuselu je napojena na středový panel pomocí 12 ramen a pohybuje se po kolejnicích. Na ramena je namontován aglomerační rošt, na který se vsype vsázka. Bočnice jsou tvořeny ze žáruvzdorného betonu vystavována vysokým teplotám okolo 1000 °C.

Aglomerační rošt je široký 1300 mm o vnějším průměru 5600 mm.



Obr. 2 Karuselový spékací rošt společnosti Svoboda a syn s.r.o.

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Dosavadní konstrukce upevnění je zobrazena na obr 3. Jedná se o první prototyp společnosti Svoboda a syn s.r.o. pro řešení problému zapalování vsázky. Rám je vyhotoven jako jednoduchá svařovaná konstrukce, která je pouze položena na zem, bez jakéhokoliv uchycení či vyztužení pro lepší stabilitu. Zhruba uprostřed stožárů jsou udělané dva svary, které spojují stožár s pevnou konstrukcí. Na hlavní stožár je napojeno rameno, které je vyztuženo jednoduchým ramenem. Uchycení samotného hořáku je provedeno jednoduchým způsobem, kde se na konci ramene navařila deska.



Obr. 3 Stávající upevnění hořáku společnosti Svoboda a syn s.r.o.

Deska má obdélníkový půdorys a v každém rohu je vyvrtaná závitová díra M12. Na tyto díry jsou napojeny 4 závitové tyče, ke kterým je připojen hořák. Již na první pohled jde vidět, že řešení není úplně optimální, protože celé zařízení se obtížně nastavuje na optimální výšku hladiny. Celé nastavování se provádí ručně ještě před začátkem výpalu a zařízení není schopno reagovat na propady vsázky v průběhu zapálení. Navíc nelze hořák umístit do nakloněné polohy, což má za následek, že se vsázka na některých místech zapaluje nerovnoměrně a dokonce zůstávají i místa, kde se vsázka nestihne zapálit. Proto vznikl požadavek navrhnout a zkonstruovat nové zařízení, které by bylo schopné reagovat daleko lépe na pohyb vsázky během zapalování a odstranit nedostatky dosavadního řešení.



Obr. 4 Stávající rám držení hořáku od společnosti Svoboda a syn s.r.o

2.1

2.1 Vymezení cílů práce

Cílem bakalářské práce je navrhnout samostatné zařízení, které bude schopné reagovat na změnu hladiny v průběhu zapalování vsázky. Zařízení musí být vyrobitelné, funkční a použitelné pro stávající model karuselového spékacího roštu.

2.1.1

2.1.1 Cíle bakalářské práce

- **Konstrukce zařízení:** Cílem je vytvořit konstrukční návrh včetně všech výrobních výkresů tak, aby se daly použít pro výrobu větší části celého zařízení v zámečnické dílně.
- **Měření hladiny:** Je nutné vymyslet metodu měření hladiny, protože zařízení může dosahovat hned pod hořákem vysokých teplot.
- **Senzory pro měření hladiny:** Najít optimální senzory, které by dokázaly měřit hladinu, aniž by docházelo ke zničení senzorů vlivem vysokých teplot.
- **Pohybová část:** Navrhnout systém zvedání hořáku, aby se držel nad hladinou ve stejné výšce.

2.2 Návrh metodického přístupu k řešení

2.2

Upevnění hořáku na karuselový spékací rošt bude metodicky řešeno odbornou konzultací se společností Svoboda a syn s.r.o., která ujasní zadaný problém a požadavky na celé zařízení. Poté pro jednotlivé návrhy a následné konstrukční řešení problémů, které jsou popsány v kapitole 3.1, bude využito osobních zkušeností, získaných dlouhodobou spoluprací ve společnosti Svoboda a syn s.r.o. a studiem na Střední průmyslové škole a Vyšší odborné škole technické Brno, Sokolská 1 a na FSI VUT v Brně.

Návrh konstrukčního řešení je řešen jako samostatná část, která by měla být z větší části vyrobitelná v místní zámečnické dílně a nadále nenarušovat stávající model karuselového spékacího roštu. Bude brán zřetel na zkušenosti, který byly získány na prototypch a četných zkušebních výpalech přímo ve výzkumném centru společnosti. Bude se navazovat na již zhotovený model karuselu, který je pro uchování firemního tajemství zjednodušen, dále bude použit již odzkoušený hořák. Celé řešení bude navrhováno jako pohyblivé zařízení, schopné reagovat v reálném čase na stav hladiny. K tvorbě konstrukčního návrhu bude využita 3D modelace v programu Autodesk Inventor Profesional 2013 a Autocad 2013 studentská verze.

Výstupem bakalářské práce bude konstrukční zařízení pro měření hladiny, výrobní výkresy jednotlivých dílců a model. Výzkumné centrum společnosti Svoboda a syn s.r.o následně zhodnotí danou práci a v případě splnění požadavků použije konstrukční návrh pro výrobu zařízení.

3. VARIANTY KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

3.1

3.1 Konstrukce zařízení

Vzhledem ke konstrukci celého karuselu se musí celý rám umístit mimo. Takže celý rám bude umístěn pouze na jedné noze, která je zakotvená pouze na jednom místě do betonového základu. Na tento rám se umístí pohybové zařízení, které nám bude pohybovat hořákem. Pro větší stabilitu se celá noha připevní ke karuselu a to na místě, kde je pevné vedení pro pohyblivou část karuselu.

3.1.1

3.1.1 Varianta 1: Rám bez pohybu senzorů

Rám se skládá ze dvou částí. První slouží pro uchycení senzorů takovým způsobem, že pohybová čidla zaznamenají celou hladinu bez ohledu na pozici hořáku. Na druhé části rámu je umístěn hořák společně s písty, které vytvářejí potřebný pohyb pro hořák. Uchycením hořáku na zvláštní rám se dosáhne nezávislosti pohybu hořáku na měření hladiny. Toto nám umožňuje použít menší písty. Velkou nevýhodou je, že se musí měřit celá hladina. To zvyšuje nároky na analýzu dat z čidel a zároveň musíme znát přesnou polohu hořáku, aby nedošlo ke kontaktu hořáku s vsázkou, nebo k přílišnému oddálení.

3.1.2

3.1.2 Varianta 1: Rám s pohybem senzorů

Senzory se umístí na rám s upevněným hořákem. Takže jakmile senzory zaznamenají, že vsázka klesla, tak dají pokyn k pohybu pístu, aby se posunul směrem k vsázce. Tím se zároveň posouvají i senzory, a jakmile zaznamenají, že je hořák v dostatečné výšce nad hladinou, dají pokyn k vypnutí. Výhodou tohoto systému je jednoduchost měření hladiny, kde se nekladou příliš velké požadavky na pohyb pístu a zároveň ani pro analýzu výsledného systému. Senzor pouze vyhodnotí, zda zaznamená hladinu nebo ji nezaznamená. Nevýhodou je zvýšení hmotnosti o senzory. To zvyšuje nároky na sílu, kterou musí písty vyvinout.

3.2

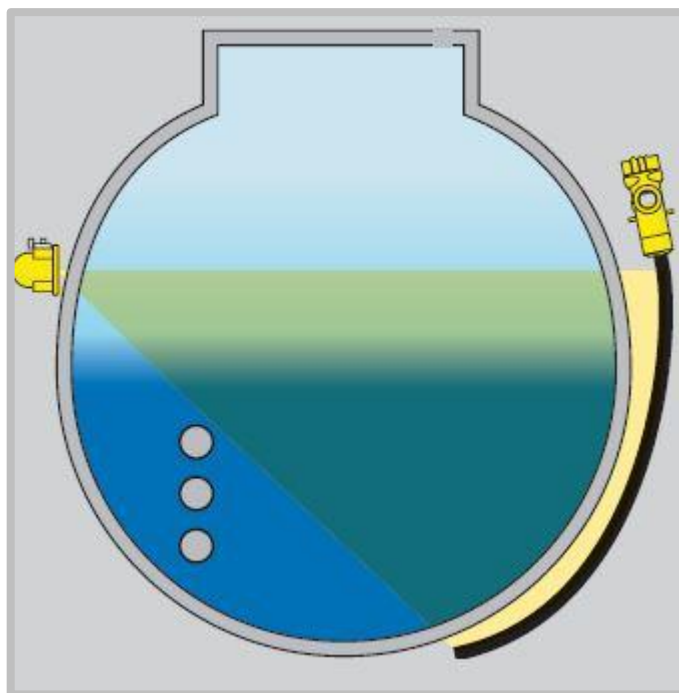
3.2 Měření hladiny:

3.1.2

3.2.1 Varianta 1: Měření celé hladiny

Radioizotopové snímače hladiny se skládají z radioaktivního zářiče a detektoru záření. Jako radioaktivní zářiče se používají zdroje záření gama, které velmi dobře pronikají materiálem. Snímač na protější straně nádrže přijímá záření z vysílače a měří jeho útlum.

Hladina je kontinuálně hlídána po celé jeho délce. To nám zajišťuje dokonalý přehled o celé hladině a zároveň umožňuje získat další poznatky o hladině. Instalace zařízení je ovšem komplikovaná a navíc, pokud by se do pole dostal již posunutý hořák, tak by nám to mohlo negativně ovlivnit výsledky naměřených hodnot. Zařízení pro zpracování signálu by v tomto případě bylo dražší a složitější na instalování.

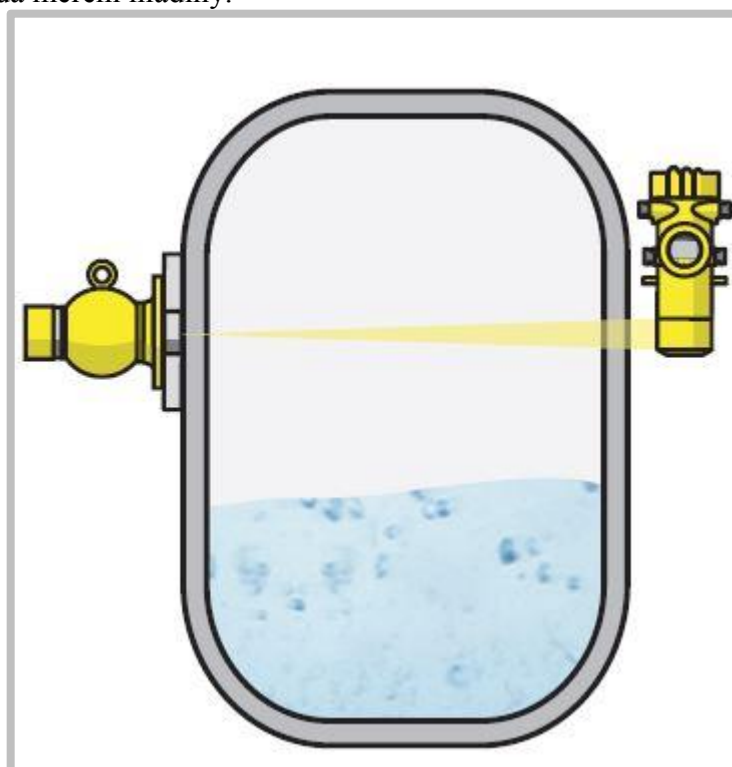


Obr. 5 Schéma kontinuálního měření celé hladiny

3.2.2 Varianta 2: Měření jednotlivých bodů na hladině

3.1.2

Měření probíhá na lokálním místě, kde vysílač vysílá pouze jemný paprsek a na druhé straně tento paprsek přijímá přijímač. Výhodou tohoto snímání je, že nemusíme složitě zaznamenávat velký objem dat, ale postačí jednodušší zařízení. Snímače se dají umístit na nějakou pohyblivou konstrukci a tím dosáhneme, že můžeme celkem jednoduše hlídat přírůstek a úbytek daného místa. Navíc nebude zavazet další zařízení. Proto je lepší tato metoda měření hladiny.



Obr. 6 Schéma kontinuálního měření bodů na hladině

3.3 3.3 Senzory pro měření hladiny

Pro měření hladiny je potřeba najít optimální senzory, které by byli schopny změřit výšku hladiny, popřípadě detekovat, zda je hořák v dostatečné vzdálenosti nad hladinou. Trh nabízí velké množství senzorů od měření pomocí tyče, která se vloží přímo do vsázky až po měření laserovým paprskem. Vzhledem k náročnosti požadavků na senzory, jako je třeba pohyblivá vsázka, vyšší teplota přímo na hladině a překážka v podobě hořáku nad hladinou, se nám výběr senzorů dost ztěžuje. Navíc je vsázka brána jako sypký materiál. Z těchto důvodů nemůže použít senzor v podobě tyče, který je ponořen do vázky, protože by vlivem pohybu došlo ke zlomení senzoru. Použití laserového paprsku také není možné, protože povrch na hladině má příliš vysokou teplotu a navíc je nad hladinou hořák, ani radarové zařízení opět z důvodu hořáku nad hladinou. Z těchto důvodů je jasné, že se musel najít senzor, který by dokázal měřit hladinu z boku a dokázal projít žárobetonovými bočnicemi. Jako optimální způsob měření je volit senzory, které pracují na principu radioizotopového snímače. Celý systém senzorů se skládá ze zařízení, které tento paprsek vyvolá a přijímače, který paprsek přijme a vyhodnotí ztrátu způsobenou překážkami.

3.3.1 3.3.1 zdroj záření VEGA SOURCE 31

VEGASOURCE 31 se používá jako zdroj záření pro degradaci na bázi mezní úroveň, úroveň a měření hustoty. Konstrukce VEGASOURCE 31 nabízí optimální stínění a chrání integrovaný gama chladič spolehlivě.

Výhody

Spolehlivé stínění umožňuje použití bez regulačních stupňů
Malé nároky na prostor a jednoduchá montáž
Spolehlivost díky pneumatickým spínačem-ON / OFF switc

Technické parametry zdroje

- verze: zdroj kontejner s blokováním
- Montáž: příruba DN 100 PN 16
- Konec úhlu: 5 °, 20 ° nebo 40 °
- materiály: ocel C22.8, 304, 316L
- hmotnost: 40 kg



Obr. 7 Zdroj záření VEGA SOURCE 31

3.3.2 Varianta 1: Senzor FIBERTRAC 31

3.3.2

Snímač FIBERTRAC 31 je flexibilní plastový detektor pro kontinuální měření hladiny a rozhraní v kulových nebo kuželových nádržích. Tento snímač je vhodný pro kapaliny, sypké materiály nebo kal.

Technické parametry senzoru

- Bezkontaktní měření
- Ideální pro extrémní provozní podmínky
- Přizpůsobitelný jakémukoliv tvaru nádrže
- Aplikace: kontinuální měření hladiny a rozhraní
- Verze: flexibilní plastový detektor
- Rozsah: 1000 ... 7000 mm
- Procesní připojení: z vnější strany nádrže
- Přesnost: +/- 0.5 %



Obr. 8 Senzor FIBERTRAC 31

3.3.3

3.3.3 Varianta 2: Senzor MINITRAC 31

Minitrac 31 je citlivý jaderný detektor, je ideální pro měření hustoty a hladiny. Jedná se o bezkontaktní aplikace, je vhodný pro kontinuální měření hustoty kapalin a sypkých materiálů v potrubí a nádržích. Poskytuje přesné měření. Je vhodný pro použití v hornictví, rafinérském, chemickém, potravinářském průmyslu, při výrobě mýdel a pracích prostředků a při výrobě celulózy a papíru.

Technické parametry senzoru

- Bezkontaktní měření
- Ideální pro extrémní provozní podmínky
- Snadná montáž
- Verze: Nal detektor, integrovaný v hlavici snímače
- Procesní připojení: z vnější strany nádrže
- Přesnost: $\pm 0.1 \%$
- Univerzální vstupní výkon: 90 - 250 VAC, 50-60 Hz; 20-60 VDC
- Váha : 6,8 kg



Obr. 9 Senzor MINITRAC 31

3.4 Pohybová část

3.4

3.4.1 Varianta 1 – Hydraulický válec

3.4.1

V rámci hydraulického řešení vybereme „Kompaktní hydraulický válec“ série 3L typ 3L - válec Ø 25,4 - 203,2 mm stylu C od společnosti SEALL v.o.s. Tento píst má robustní provedení se čtyřmi svorníky pro středně těžký provoz a je určen pro lineární vedení pohybu. Vydrží 70 barů, průměr pístu má 25,4 mm a maximální zdvih je 203,2 mm. Z katalogu můžeme vybrat různé typy uchycení a uvolit tak nejvhodnější variantu pro zadaný problém. Výhodou tohoto systému pohybu je jeho přesnost a síla, kterou dokážou písty vyvolat. Mezi nevýhody patří větší nároky na těsnění válců a celého potrubního systému při oběhu pracovní látky.

3.4.2 Varianta 2 - Lineárního akuátor

3.4.2

Pro pohon hořáku se použijí dva lineární akuátory od společnosti LINAK C&S s.r.o. Jedná se o typ LA23, který má zvykovou sílu až 2500 N a zdvih od 20 mm do 300 mm. Tento akuátor se prodává v kompaktním balení a nemusí se k němu zapojovat žádné další zařízení, jako třeba převodovka či přídavný motor. Jeho velkou výhodou je právě kompaktní provedení a velikost při dosažení velkých zvykových sil. Maximální rychlost akuátoru je 12,6 mm/s. Tato rychlost je dostatečná, protože vsázka nepadá rychle, ale jedná se spíš o pomalý plynulý proces.

Výhody elektrického lineárního pohonu LA23 :

- Kompaktní design

Varianty konstrukčního řešení

- Velká zdvihová síla
- Volitelné kabely
- Max. síla : 2500 N
- Max. rychlost : 12,6 mm/s



Obr. 10 Lineární akuátor

4 OPTIMÁLNÍ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

4

4.1 Základní rám

4.1

Základní rám je konstruován jako svařovaná konstrukce, kde je ve spodní části upevněna pomocí 4 šestihranných šroubů M12 pevně k zemi do betonového základu. K tomu je navařen hlavní stožár, který je tvořen z čtvercového průřezu 40x40x2. Celý stožár je zdvojen pro lepší stabilitu a tuhost. Na stožár je umístěno rameno stejného průřezu. Je připevněn pomocí dvou šestihranných šroubů M10 přídavek, který spojuje lineární akuátor s hlavním rámem.

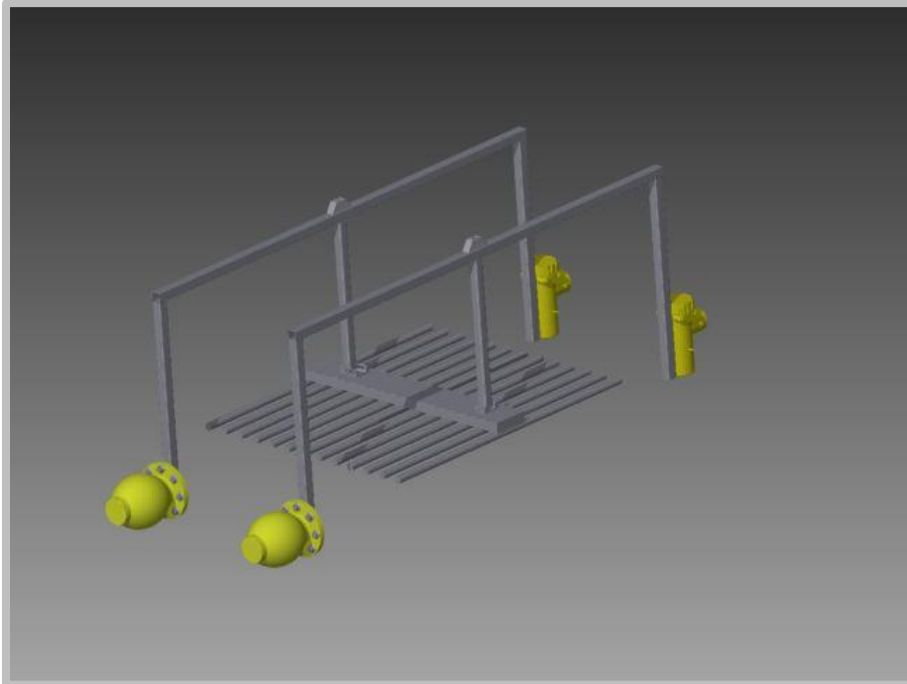


Obr. 11 Základní rám

4.2 – Pohyblivá část

4.2

Jedná se svařovanou konstrukci, tvořenou profilovými tyčemi čtvercového průřezu 40x40x2, kde na jednom konci je umístěn senzor MINITRAC 31 a na konci druhém zdroj záření VEGA SOURCE 31. Celá konstrukce je ještě vyztužena žebry pro lepší stabilitu. Při montáži je nutné dát pozor, aby byly senzor pro měření a zdroj záření naproti sobě.



Obr. 12 Pohyblivá část

4.3

4.3 Hlídání hladiny

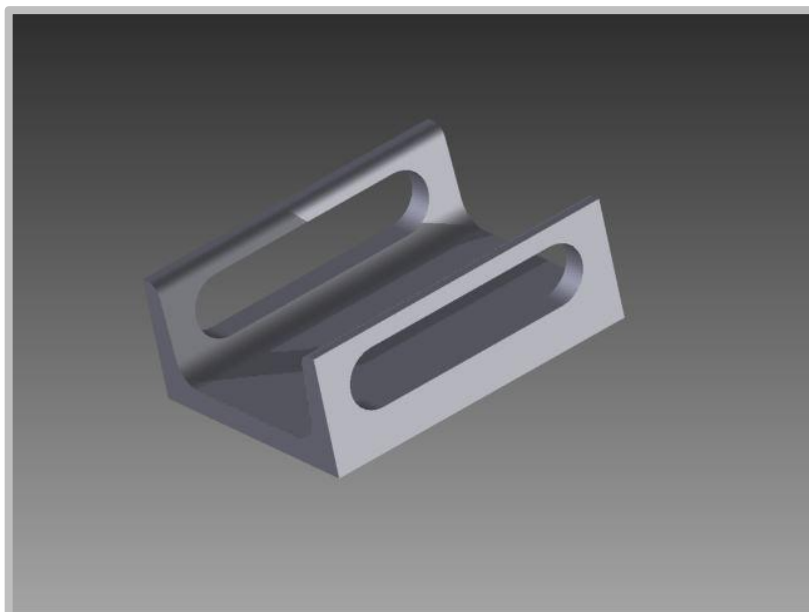
Pro hlídání hladiny se zvolil systém, popsáný v kapitole 3.2.2 kde senzory umístíme na pohyblivou část celého zařízení a senzory nám budou detekovat, zda signál prochází sázkou, či nikoliv. V první poloze budou senzory postaveny v nejvyšší hladině a potom budou spouštěny po krocích 5 mm postupně dolů pomocí lineárního akuátoru. Když senzor zaznamená hladinu, tak se zastaví akuátor a po 20 vteřinách půjde senzor opět nahoru, dokud nenarazí na volnou hladinu. Až senzor nalezne volnou hladinu, vykoná opět první fázi procesu směrem dolů a tak to bude opakovat pořád dokola. Tímto jednoduchým systémem měření docílíme, že hořák bude pořád 20 mm nad vsázkou a bude schopen reagovat na změny výšky hladiny.

Při experimentálních výpalech na karuselovém aglomeračním roštu se zjistilo, že propad vsázky není rovnoměrně dolů, takže kdyby hořák byl pořád umístěn v poloze vodorovné, tak by sice na začátku zapaloval v požadované výšce, ale na konci už dojde k vyššímu propadu a tím i k menší účinnosti zapalování. Proto se umístí pohyblivé části dvě, což nám umožní měřit hladinu jak na konci, tak na začátku stejným systémem a umožňuje hořák naklánět šikmo k hladině.

4.4

4.4 – Spojení hořáku s pohyblivou částí

K naklonění hořáku jsou použity dva díly ve tvaru U, kde se do jednoho z dílů vyvrtá díra průměru 15 mm a následně se do díry vloží hřídel. Na druhý díl se vyvrtá podélná drážka, která nám vymezení pohyb hořáku nahoru a dolů, aniž by došlo ke zničení hořáku. Tento systém uložení nám zaručí, že hořák se může naklánět v potřebném rozsahu a to podle toho, jak budou vysunuty písty akuátoru.



Obr. 13 Spojení hořáku s pohyblivou částí

4.5 – Pohyb pomocí lineárního akuátoru

4.5

Pro volbu pohonu jsme volili lineární akuátor, který má kompaktní provedení a je velmi jednoduchý pro instalaci, nevyžaduje další přídavná zařízení a má dostatečnou sílu i přesnost pro naši aplikaci. Při volbě akuátoru jsme si museli prvně vypočítat váhu jednotlivých dílů, které bude muset servomotor zvednout.

Váha jednotlivých dílů:

Zdroj VEGA SOURCE 31	$m_z = 40 \text{ kg}$
MINITRAC 31	$m_s = 6,8 \text{ kg}$
Rám pohyblivé části	$m_r = 11,1 \text{ kg}$
Hořák	$m_h = 63 \text{ kg}$

Výpočet hmotnosti na jeden akuátor:

$$M = m_z + m_s + m_r + \frac{m_h}{2} = 40 \text{ kg} + 6,8 \text{ kg} + 11,1 \text{ kg} + \frac{63 \text{ kg}}{2} = 89,4 \text{ kg}$$

Výpočet potřebné síly s bezpečností $k = 2$:

$$F = M * g * k = 89,4 \text{ kg} * 9,81 \text{ ms}^{-2} * 2 = 1\,759,392 \text{ N}$$

Jelikož hořák bude umístěn na dvou podporách, tak volíme váhu hořáku na jednu podpěru pouze poloviční. Vzhledem k naklonění hořáku sice tento údaj není úplně přesný, ale protože máme dostatečně velkou rezervu v síle, kterou dokáže unést lineární akuátor, tak tuto skutečnost zanedbáme. Potřebná síla pro jeden lineární akuátor nám vyšla 1 759,392 N. Z toho vyplývá, že můžeme použít námi zvolený akuátor v kapitole 3.4.2, protože maximální síla při zdvihu je 2 500 N.

5 DISKUZE

Pro konstrukční návrh upevnění hořáku se muselo řešit spoustu dalších věcí, než pouze samotné upevnění, jako je třeba hlídání hladiny, výběr senzorů a lineárního akuátoru. V zadání bakalářské práce je sice uvedeno řešení pomocí hydraulického systému, ale po analýze problému se vzhledem k cenovému rozdílu mezi variantami a nutnosti pořízení kompresoru pro kapalinu ukázalo, že řešení pomocí kompaktního lineárního akuátoru je mnohem efektnější a jednodušší možnost.

Při výběru měření hladiny se volil systém bezkontaktního gama záření, který nám umožní měřit sypkou hladinu a to i při vyšších teplotách. Měření se musí samozřejmě ještě po konstrukci celého systému kalibrovat a to hlavně v určení ztráty záření přes vsázku. Po kalibrování měření je potřeba vymyslet a naprogramovat řízení lineárního akuátoru, tak aby celé zařízení fungovalo. Jedná o programátorské řešení, které vyžaduje práci programátora a tak se tato bakalářská práce touto problematikou nezabývá.

Bakalářská práce se zabývá pouze částí řešení složitého zařízení pro výrobu kameniva na karuselovém aglomeračním roštu. Při řešení problému upevnění hořáku a měření hladiny byl vytvořen konstrukční návrh, který se musí ověřit v praxi a následně odstranit případné nedostatky, vzniklé při vývoji celého zařízení.

6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vyrobit funkční zařízení pro uchycení hořáku nad hladinou vsázky. Zařízení má být následně vyrobeno a instalováno jako jedna část na karuselovém aglomeračním roštu, který vyvíjí firma Svoboda a syn s.r.o. Vyvíjené zařízení se má používat pro zpracování popílku, což je odpad z tepelných elektráren. Popílek se na tomto zařízení vypálí do podoby umělého kameniva a následně použije v průmyslu jako surovina. Vyrobené kamenivo se úspěšně používá jako přísada do betonů.

Ke konstrukčnímu návrhu bylo potřeba vyřešit spoustu zajímavých úkolů jako například měření hladiny vsázky, kde se vše muselo udělat tak, aby zařízení fungovalo při kontinuálním provozu. V kapitole 1 je řešena obecná problematika zpracování popílku a následné rozebrání možnosti vypalování popílku na aglomeračních roštech za účelem výroby umělého kameniva. V kapitole 3 je rozebráno několik variant hlídání vsázky pomocí jaderného detektoru, který má výborné vlastnosti pro bezkontaktní měření v náročných podmínkách. Dále je řešeno naklánění hořáku tak, aby co nejlépe kopíroval hladinu vsázky a byl umístěn $20\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ nad hladinou, protože umístění hořáku je důležité pro zapálení vsázky a má vliv na následnou kvalitu kameniva. V poslední části bakalářské práce je zahrnuta technická dokumentace, nutná pro výrobu.

Konstrukční návrh se použije pro výrobu prototypu, který se následně aplikuje na karuselový aglomerační rošt. Další fází ve vývoji tohoto zařízení bude vývoj programu pro řízení a následné odzkoušení v praxi.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Karuselový spékací rošt*
URL: <<http://www.sasbrno.cz/vyzkum-cz>>
- [2] *Aglomerace*
URL:< <http://www.hornictvi.info/prirucka/zprac/aglomer/aglomer.htm>>
- [3] *Aglomerace*
URL:< <http://leccos.com/index.php/clanky/aglomerace>>
- [4] *Aglomerační zařízení*
URL:< <http://leccos.com/index.php/clanky/aglomeracni-zarizeni>>
- [5] Fečko, P. Popílek., Ostrava: VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA.
2003. 187 s. ISBN 80-248-0327-5
- [6] *Vybrané statě z technologie stavebních hmot*
URL:<http://thd.awebdesign.cz/soubory/files/bj56_vybrane_state/bj56_vybran%C3%A9_stat%C4%9B_z_tehcnologie_stavebn%C3%ADch_hmot_-_cvi%C4%8Den%C3%AD.pdf>
- [7] SVOBODA, P., KOVÁŘÍK, R., BRANDEJS, J. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 186 s. ISBN: 80-7204-212-2
- [8] SVOBODA, P. aj. *Základy konstruování*. Výběr z norem pro konstrukční cvičení. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001. 288 s. ISBN: 80-7204-214-9
- [9] SOBEK, E. aj. *Základy konstruování. Návod pro konstrukční cvičení*. 5. vydání, přepracované. Brno: VUTUM, 2002. 164 s. ISBN: 80-214-2090-1
- [10] *Hydraulické, pneumatické a těsnicí prvky – SEALL v.o.s.*
URL:< <http://www.seall.cz/prumyslove-hydraulicke-valce>>
- [11] Výrobce měřicích přístrojů– *LEVEL INSTRUMENTS CZ - LEVEL EXPERT s.r.o.*
URL:< <http://www.levelexpert.cz/>>
- [12] *Lineární akuátory – LINAK C&S s.r.o.*
URL:< <http://www.linak.cz/>>
- [13] *Senzory pro měření hladiny – VEGA Americas*
URL:< <http://www.ohmartvega.com>>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

m_z	[kg]	- hmotnost zdroje
m_s	[kg]	- hmotnost senzoru
m_h	[kg]	- hmotnost rámu
m_r	[kg]	- hmotnost hořáku
F	[N]	- síla pro motor
k	[-]	- koeficient bezpečnosti

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1 Schéma klasického aglomeračního roštu	13
Obr. 2 Karuselový spékací rošt společnosti Svoboda a syn s.r.o.	14
Obr. 3 Stávající upevnění hořáku společnosti Svoboda a syn s.r.o.....	15
Obr. 4 Stávající rám držení hořáku od společnosti Svoboda a syn s.r.o.....	16
Obr. 5 Schéma kontinuálního měření celé hladiny	19
Obr. 6 Schéma kontinuálního měření bodů na hladině.....	19
Obr. 7 Zdroj záření VEGA SOURCE 31	21
Obr. 8 Senzor FIBERTRAC 31.....	22
Obr. 9 Senzor MINITRAC 31.....	23
Obr. 10 Lineární akuátor	24
Obr. 11 Základní rám.....	25
Obr. 12 Pohyblivá část.....	26
Obr. 13 Spojení hořáku s pohyblivou částí	27

SEZNAM PŘÍLOH

- 1) Model upevnění hořáku
 - 3D model umístěná na příložením CD-ROM
- 2) Technická dokumentace upevnění hořáku
 - návrhová sestava včetně výrobních výkresů
- 3) CD ROM s bakalářskou prací včetně 3D modelu a technické dokumentace v elektronické podobě