



Středoškolská technika 2012

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na
ČVUT**

Hydratační jednotka

Lukáš Plesník

Sřední průmyslová škola strojnická

tř. 17. listopadu 49, Olomouc

STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ, OLOMOUC,
TŘ. 17. LISTOPADU 49

Hydratační jednotka

Jméno a příjmení, třída: Lukáš Plesník, 4.C

Konzultant práce: Ing. Boris Šmárik

Olomouc 2012

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu.

Datum: 29.6.2012

Podpis

Děkuji Ing. B. Šmárikovi za odborné rady a konzultaci při konstruování 3D modelu. Dále Mgr. K. Neummanovi za podklady k práci a konzultaci. Poté ještě svému otci R. Plesníkovi za podporu a rady při čtení technické dokumentace. Poslední poděkování patří Mgr. R. Havelkové za odborné vedení při psaní práce a za cenné rady.

Obsah

Obsah	3
1 Úvod.....	5
2 Hydratační jednotka	6
3 Hašení vápna	7
3.1 Rozdělení vápna.....	7
3.2 Ekonomické využití vápna.....	8
3.3 Další využití vápna	8
3.3.1 Zpracování barevných kovů.....	8
3.3.2 Ocelářský průmysl	8
3.3.3 Dopravní a inženýrské stavby	9
3.3.4 Sklářský průmysl.....	9
3.3.5 Úprava komunálního a průmyslového odpadu	9
4 Obsah sestavy.....	10
4.1 Expandér	10
4.1.1 Plášť expandéru.....	10
4.1.2 Odpadní potrubí	11
4.1.3 Trysky na Expandéru	12
4.1.4 Kontrolní otvory.....	12
4.2 Předmíšecí (předmísicí) šnek.....	13
4.2.1 Konstrukce šneku	14
4.2.2 Víko předmíšecího šneku.....	16
4.2.3 Pohon předmíšecího šneku.....	16
4.3 Hydratační vana (Hydrátor)	17
4.3.1 Hydratační šnek.....	18
4.3.2 Těsnící ucpávka.....	19

4.3.3	Uložení hřídele	20
4.4	Ventilátor	21
4.4.1	Pohon	22
4.4.2	Oběžné kolo	23
4.4.3	Čistící tryska	23
4.4.4	Konzola ventilátoru.....	24
4.5	Vychlazovací šnek	25
5	Výpočty	26
6	Obrázky kompletní sestavy	28
7	Závěr.....	31
	Anotace	32
	Resume	33
	Seznam literatury a dalších zdrojů.....	34
	Seznam obrázků.....	35
	Cizojazyčný slovník.....	36
	Přílohy.....	37

1 Úvod

Tento projekt jsem si vybral začátkem školního roku 2011 z důvodu zájmu o tuto problematiku a také proto, abych zjistil, jak zařízení funguje. Celý model ve 3D budu vytvářet v programu Autocad Inventor 2011. Výpočty provedu za pomoci Design acceleratoru v programu Autocad Inventor. Obrázky 3D modelu budou vytvářeny za pomoci programu malování a Adobe photoshop. Písemnou část zpracuji v programu Microsoft Word 2007. Jako předlohu využiji výkresovou dokumentaci celého zařízení poskytnutou zaměstnancem konkrétní firmy. Firma si však nepřeje být zveřejněna v mé práci z důvodu výrobního tajemství.

Ročníkový projekt budu členit do několika kapitol a podkapitol. Budu se snažit zachytit detaily celého zařízení a popsat princip výroby hašeného vápna. Práci doplním obrazovou přílohou, kde budou zachyceny jednotlivé části strojů a zařízení a jejich technologická řešení a možný princip výroby. V práci si také zaměřím na problematiku zařízení, jako jsou převodovky, motory, apod.

Vápno se dnes používá takřka všude ve stavebnictví, ale nejen v tomto oboru, můžeme ho také nalézt v cukrovarském průmyslu, apod. Svou příměsí do sádry nebo malty zvyšuje jejich tvrdost. Jeho vlastnosti se také používání při ošetření kyselých půd a zpracování odpadků. Vápenný hydrát je hydroxid vápenatý (Ca(OH)_2). Vyrábí se smíšením páleného vápna s vodou. Tato problematika je tedy aktuální v různých odvětví technického průmyslu a ekologie.

2 Hydratační jednotka

Je to zařízení, ve kterém se pomocí různých zařízení přeměňuje pálené vápno na hašené. Celý proces se začíná ohříváním vody v expandéru. Tato voda odchází odpadním potrubím do předmísícího šneku, do které je k vodě přiváděno pálené vápno. Z důvodu lepšího promísení se zde používá dvojtého šneku, který dokonale promíchá vápno s vodou a posouvá tuto směs do hydrátoru tzn. hydratační vany. V tomto zařízení dochází k hašení vápna. Díky pomalu otáčejícímu se lopatkovému šneku se vápno provzdušní a mírně ochladí, protože při procesu hašení vzniká teplo a páry. Teplota vápna je bedlivě kontrolována pomocí tří teploměrů umístěných na plášti hydrátoru a jejich čidla jsou zasunuta dovnitř aktivního prostoru. Teplo, které je získáváno z tohoto procesu se odsává pomocí ventilátoru přes víko vany do expandéru. Tímto teplem je ohřívána voda, která je opět do předmísícího šneku. Vápno z hydrátoru přepadává do vychlazovacího šneku, kde dochází k dochlazení vápna. Tímto se dokončí proces hašení a hašené vápno přepadává buď na dopravníkový pás a nebo šachtou do zásobníků, ze kterých se pak může naložit na železniční vagóny a nebo na jiné transportní zařízení.

3 Hašení vápna

Při hašení vzdušných vápen teplo uvolněné při hydrataci způsobuje vzestup teploty až k určitému maximu, přičemž začne teplota pozvolna klesat. Dobu, kdy se teplota vyšplhala do maxima se označuje jako rychlost hašení a jako nejvyšší hodnota teploty se označuje teplota hašení, nebo také aktivita vápna.

3.1 Rozdělení vápna

Vápenec- Uhličitanová složka vápenců tvoří řadu vápenec dolomit, obsahující v různých poměrech kalcit CaCO_3 a dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Podle jejich vzájemnému poměru se tato řada dělí na : - vápenec

- dolomitický vápenec
- vápenitý dolomit
- dolomit

Vápno – Je to název pro oxid vápenatý o různé čistotě. Vyrábí se rozkladem přírodních vápenců při takové teplotě, aby produkt byl schopen dostatečně rychlé hydratace na hydroxid vápenatá ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). (1)

Vápenný hydrát – V podstatě je to hydroxid vápenatý v suchém stavu, získaný vyhašením vzdušného vápna takovým množstvím vody, aby vlhkost výrobku nepřestoupila normou povolenou hodnotu.

- Při výrobě vzniká vápenný hydrát :
- 1) čistý
 - 2) velmi čistý
 - 3) jemný
 - 4) velmi jemný
 - 5) objemově stálý
 - 6) obyčejný

3.2 Ekonomické využití vápna

Vápenný hydrát lze využít v mnoha oborech průmyslu. Díky jeho mnohostrannému využití se z něj stává jeden z nejvyužívanějších prvků v průmyslu. Velké využití se nachází k čištění kyselé půdy na skládkách odpadu a baterií, ale také k rafinaci glycerinových odpadních vod. Dále slouží například jako přísada do tvrdé pryže před vulkanizací. Největší využití je při úpravě pitné vody. Jeho úloha při čištění vody spočívá v neutralizaci volných kyselin a k měkčení tvrdé vody.

3.3 Další využití vápna

3.3.1 Zpracování barevných kovů

- součást procesu kyanidového louhování – zlato
- flotace – měď
- ve většině případů se používá ke zpracování hlinité rudy na oxid hlinitý (primární desilikace, digescie, kaustifikace.....) – hliník
- vápno se podílí na procesech separování a to hlavně při vyplavování rozličných solí kovů a nebo nečistot, ale také se používá na kontrolu pH v procese výroby a nebo jako tavidlo nečistot - Vápník, Zinek, Olovo, Stříbro, Nikl, Uranium

3.3.2 Ocelářský průmysl

- V aglomeracích se hrubě mletý vápenec s nízkým obsahem síry a alkálií spolu s vápnem používá na úpravu železné rudy nebo peletu.
- Ve vysoké peci se kusové vápenec používají na odstranění kovových nečistot během úpravy rudy na surové železo.
- V konvektorech nebo v elektrických obloukových pecích, kde se surové železo zpracovává na ocel se pálené vápno přidává jako struskotvorná přísada, která na sebe váže nečistoty jako křemík, fosfor a síru, které způsobují znehodnocení kvality kovu. Výsledkem reakce vápna a nečistot je struska, kterou je možné odstranit. Vápno používané v ocelářském průmyslu musí mít specifické chemické a fyzikální vlastnosti jako je vysoký podíl oxidu vápenatého, nízký obsah síry, křemíku a zbytkový podíl CO₂.

3.3.3 Dopravní a inženýrské stavby

Vápencové kamení a písek, přesně zrněný, se používá na velkých plochách při výstavbě násypů, zemních těles, výrobu betonu a asfaltu. Tyto produkty jsou se stoupající tendencí čím dál více standardizované.

Přidáváním vápna do jílových půd se tvoří vhodný základ pro výstavbu cest, kolejových tratí, parkovišť, letišť, atd.

3.3.4 Sklářský průmysl

Sklářský průmysl požaduje vápenec a dolomit, který má velmi nízký podíl chromatických částic, tak jako ocelářský průmysl a který je důkladně vytříděn z důvodu dosažení co největší efektivity při pálení

3.3.5 Úprava komunálního a průmyslového odpadu

Vápno sehrává velmi důležitou úlohu (odvodnění, fixaci těžkých kovů) při různých úpravách komunálního a průmyslového odpadu a kontaminované zeminy. Je to nejúčinnější, nejekonomičtější a nejbezpečnější prostředek využívaný na úpravu odpadů, zabraňující šíření zápachu, zbavující kontaminované vody hlodavců a ptáků. (1)

4 Obsah sestavy

4.1 Expandér

Samotné tělo expandéru je tvořeno jednotlivými částmi plechů.

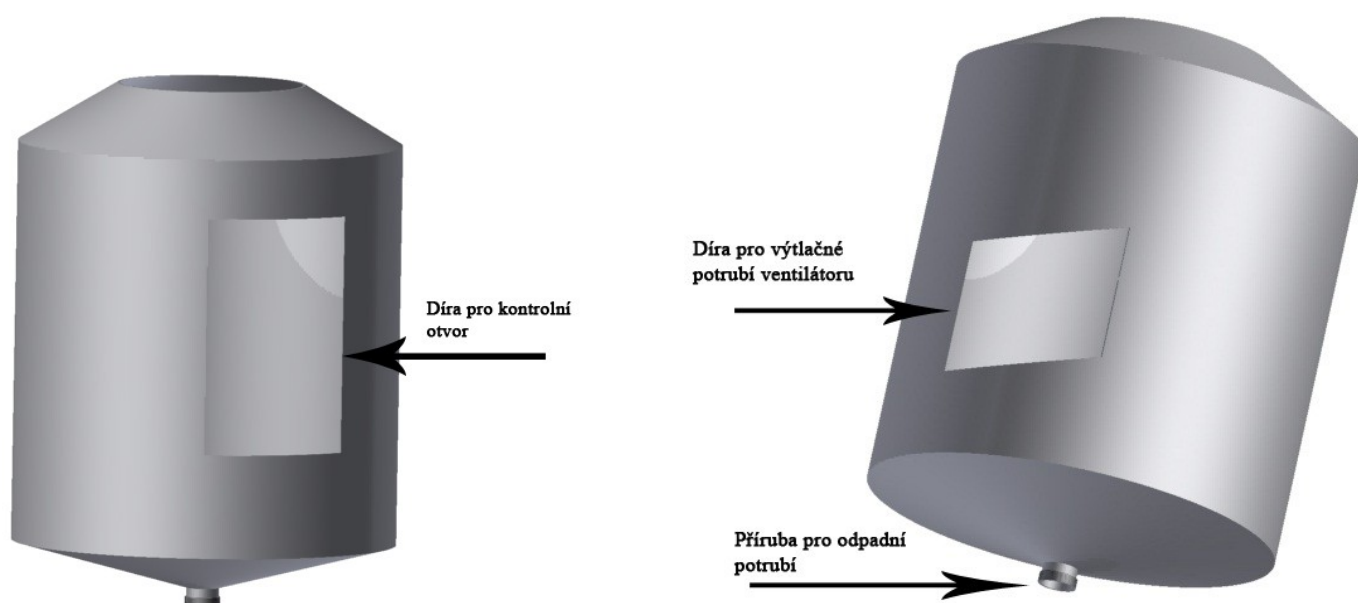
Do expandéru ústí 5 trysek a výtlačné potrubí z ventilátoru.



Obrázek 1 - Expandér

4.1.1 Plášť expandéru

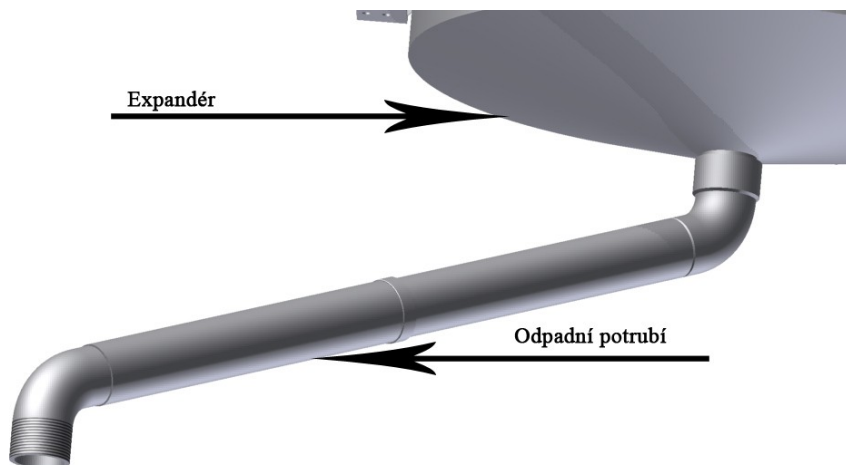
Představuje dutou konstrukci válce s dvěma kužely na horní a spodní straně. Tato část je vyrobena ohnutím a svařením plechů. Vnitřní část plechů musí být opatřena ochranným nátěrem proti korozi. Na spodním kuželu je přivařena závitová příruba na našroubování odpadního potrubí vedoucího do předmísícího šneku. Na válci pláště je vyřezaná díra na kontrolní otvor a díra pro výtlačné potrubí ventilátoru.



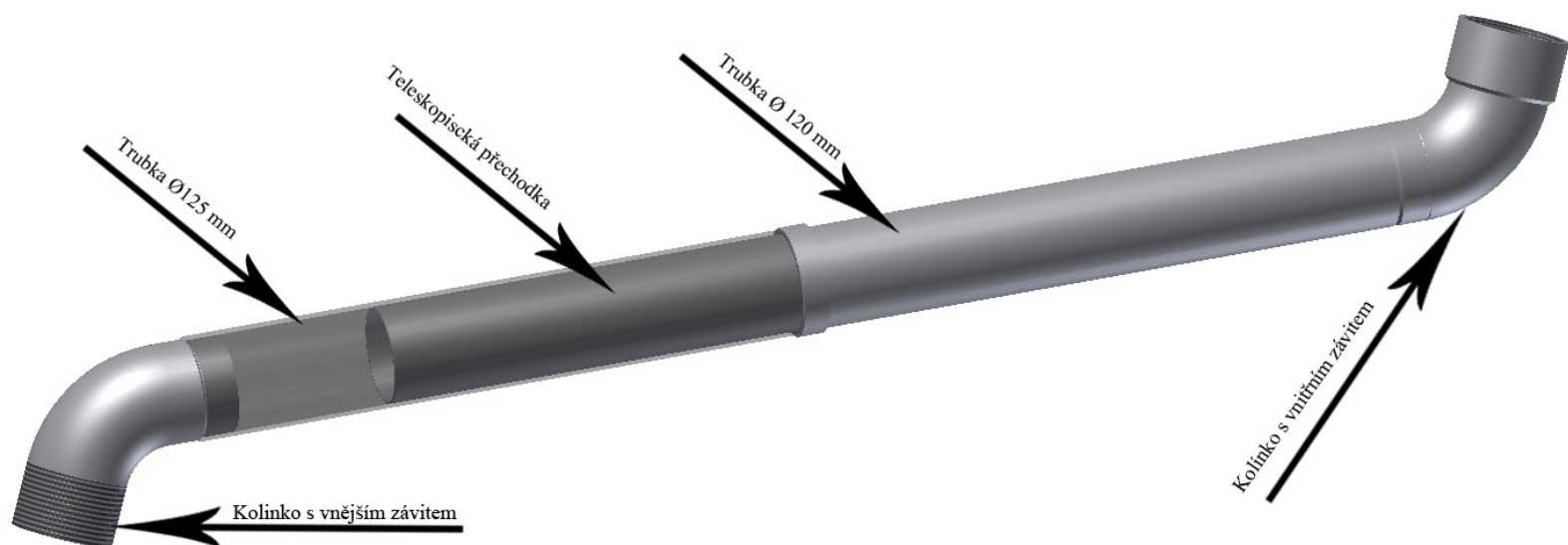
Obrázek 2 -Plášť expandéru 1,2

4.1.2 Odpadní potrubí

Odpadní potrubí umožňuje odcházení kapaliny z expandéru do předmísícího šneku. Toto potrubí je teleskopické z důvodu přenastavování 3 poloh na víku předmísícího šneku. Potrubí se skládá tedy ze dvou trubek průměru 120 mm a 125 mm. Spojeny jsou pomocí přechodky, která umožňuje posouvat s trubicou průměru 125 mm v přímočarém pohybu. Konce potrubí je zakončené kolínkem s vnějším závitem na konci a kolínkem s vnitřním závitem na začátku, tj. u expandéru.



Obrázek 3 - Odpadní potrubí 1

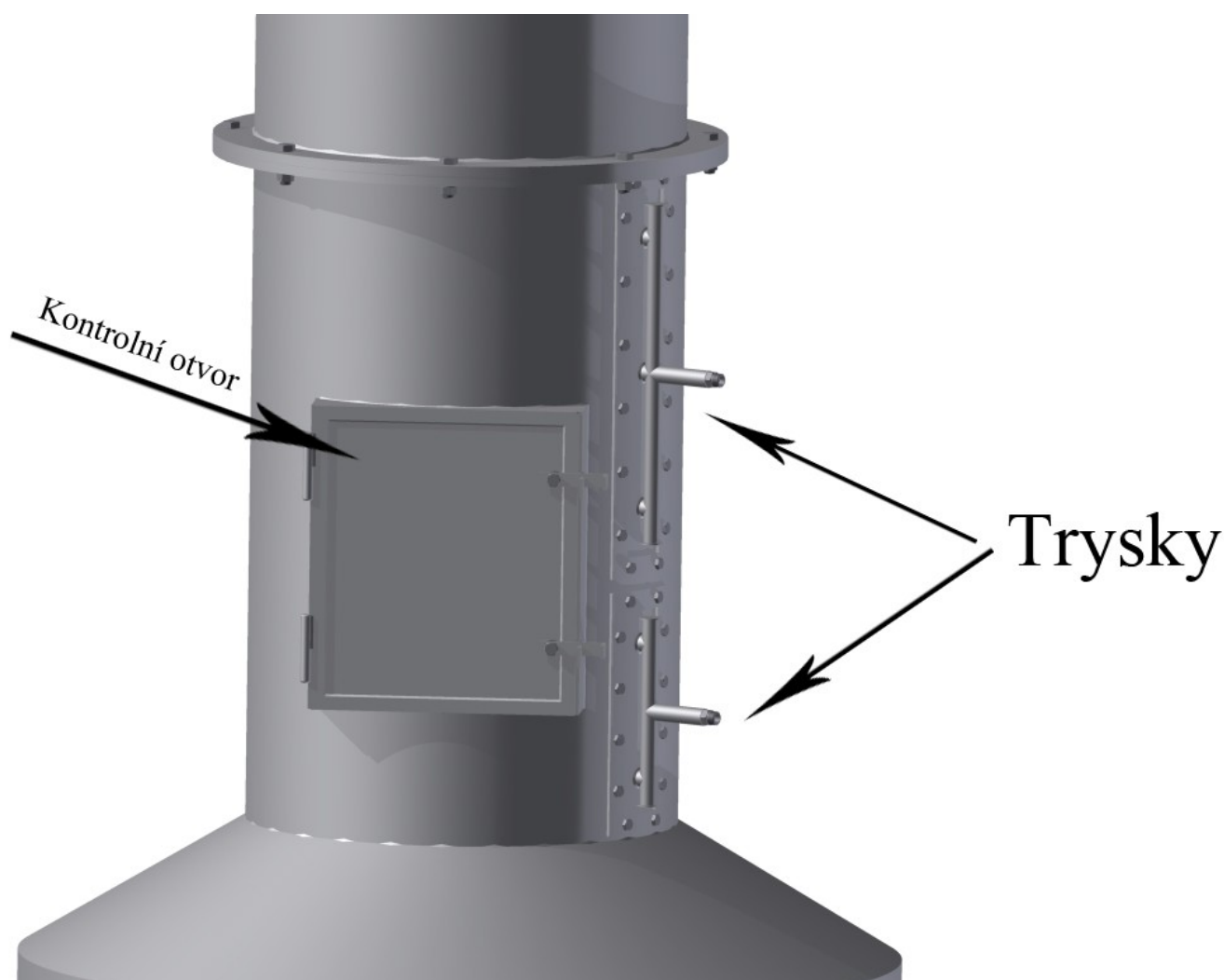


Obrázek 4 - Odpadní potrubí 2

Teleskopická přechodka je pouze rotační součást skládající se s vnější přírubou a prodloužené vnitřní trubky, která umožňuje prodloužení či zkrácení celého potrubí.

4.1.3 Trysky na Expandéru

Na komínu expandéru je celkem 5 trysek, které přivádí vodu do expandéru, kde se pomocí par z hydrátoru voda ohřívá. Jsou rozděleny po třech v jedné přírubě a po dvou v druhé. Trysky se skládají z hlavy trysky a z přívodního potrubí. Toto potrubí je přivařeno k přírubě, která je za pomoci šroubů přimontována ke komínu. Hlava trysky se skládá z trysky a z hlavy. Na trysku je našroubovaná matice, ve které je vyvrtaná díra, která zvětšuje rychlost kapaliny. Tryska se tvořena závitem pro našroubování matice, dále šikmými drážkami, které vytváří vír. Po obvodu u závitu jsou vyvrtané čtyři otvory.



4.1.4 Kontrolní otvory

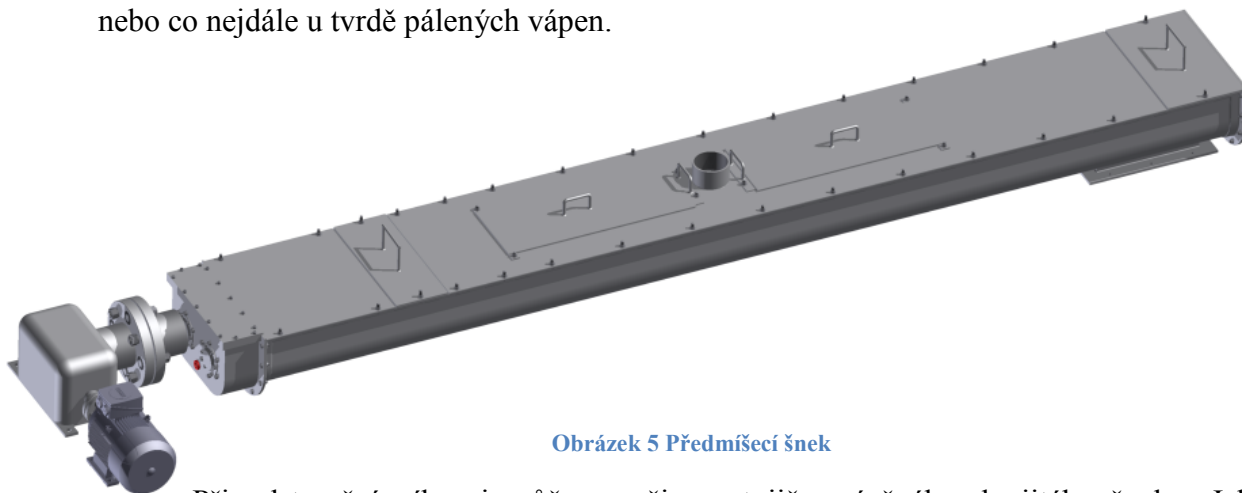
Kontrolní otvory na expandéru se nachází ve válci velkého průměru, tzn. v aktivní části ohřívání vody a přívodu par a druhý otvor se nachází na komínu, ze kterého lze kontrolovat trysky. Obě dvířka jsou zajištěna západkou a jsou pohyblivé na pantech.

4.2 Předmíšecí (předmísicí) šnek

Používá se Žlabových šneků. Žlabový šnek je stroj, určená pro vodorovnou dopravu sypkých neabrazivních materiálů. Při zachování parametrů výkonu je doporučený maximální sklon dopravníku do vodorovné roviny do 10°. Materiál je dopravován pomocí šnekové hřídele otáčející se ve šnekové skřini ve tvaru žlabu od výpadu k výpadu. Stroj je určen pro montáž do technologických celků pro přípravu krmných směsí pro zvířata a betonových směsí podobných průmyslových provozů, skládající se ze skladovacích zařízení materiálu a následných technologických zařízení pro zpracování sypkých hmot.

(1)

Vápno se musí v předmísicím šneku rychle smísit s vodou za intenzivního promísení, proto je příznivější řešení použití dvojitého šneku. Jemně předdrcené vápno se lépe a rychle provlhčí a promísí a to za 2-5 sekund. Počátek správné hydratace vápna musí nastat v jeho vstupu do hydrátoru. K tomuto lze využít korekce otáček šneků, nestačí-li toto opatření je nutno přednastavit přívod vody více k vaně u rychle hašených vápen a nebo co nejdále u tvrdě pálených vápen.



Obrázek 5 Předmíšecí šnek

Při odstranění víka si můžeme všimnout již zmíněného dvojitého šneku. Jeho lopatky končí těsně u výpadu, kde vápno přepadává do hydrátoru. Oba konce hřídelí jsou zavedeny do ložisek a těsněny guferem. Technologické řešení vany není obzvláště složité. Vana se skládá ze dvou cca čtyřmetrových ohnutých plechů, které jsou přivařeny k rámu z normalizovaných profilů L. Tři výstupy na spodu vany drží plechy na svém místě a zároveň slouží, jako dosedací plochy.



Obrázek 6 Předmíšecí šnek bez víka

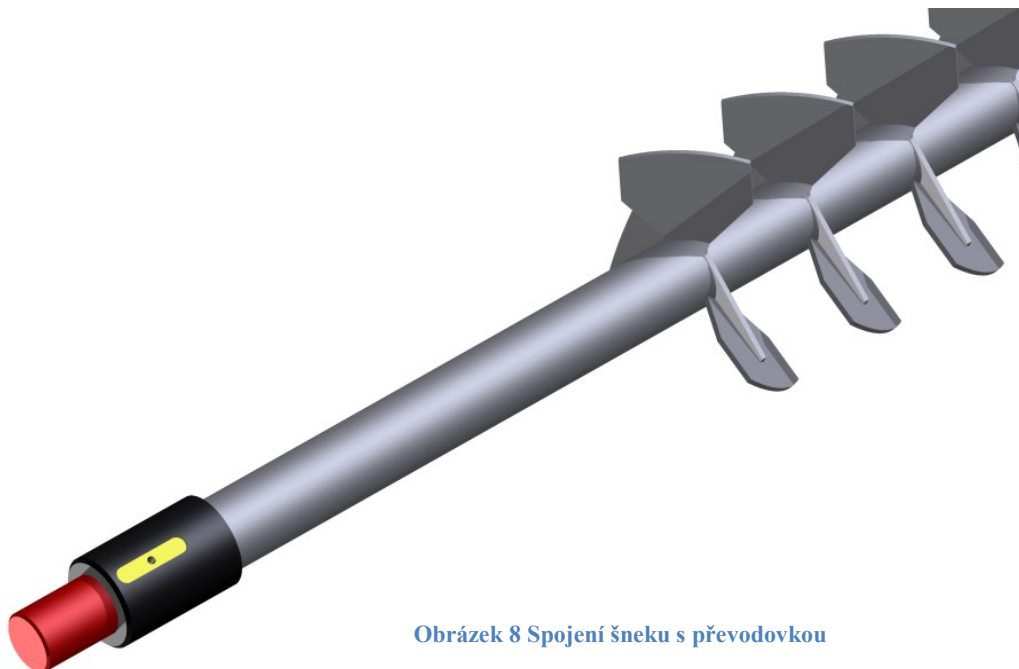
4.2.1 Konstrukce šneku

Šnek je tvořen dlouhou dutou hřídelí, na kterou jsou navařeny lopatky. Tento šnek je dělený. Samotná lopatka se skládá z výstupy, která je přivařena na hřídel a dosedací plocha lopatky je zkosená o 45° . Těleso lopatky (pádlo) je přivařeno k výztuži a k hřídeli.



Obrázek 7 Šnek lopatkový

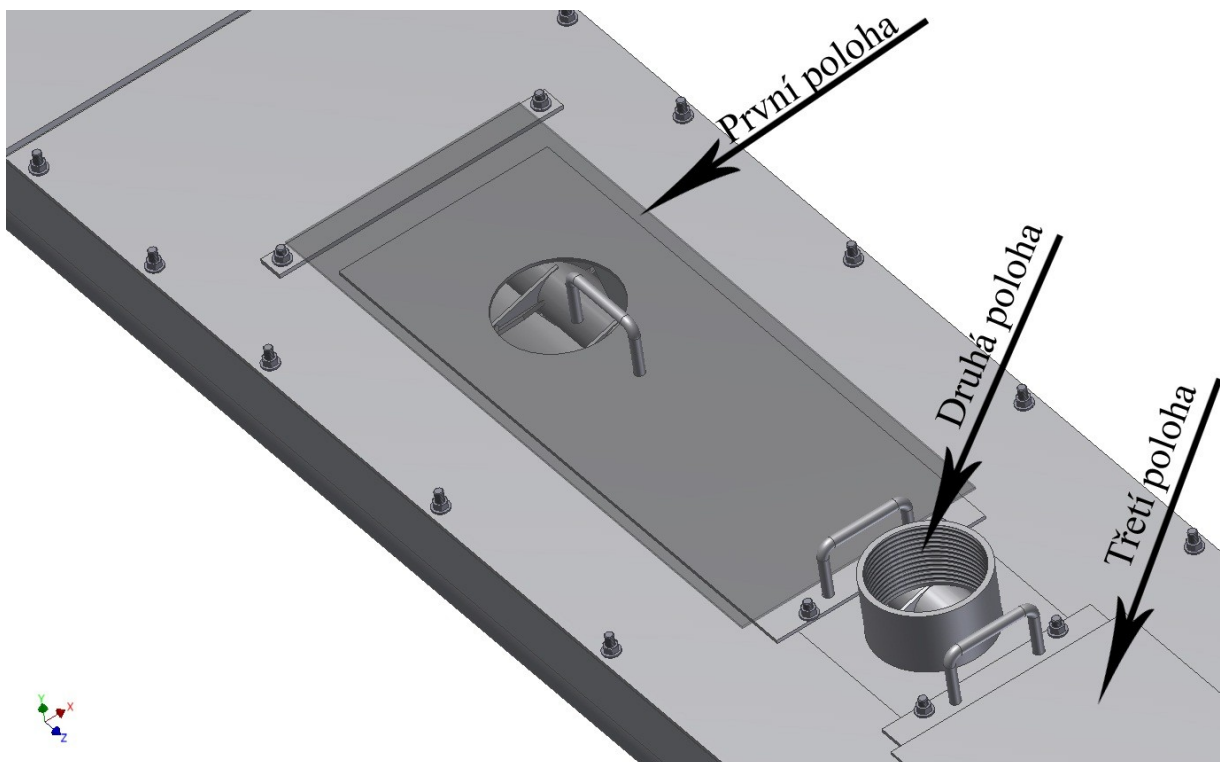
Na koncích hřídele je přivařený náboj, ve kterém je drážka pro pero. Tato drážka je průchozí. Pero je celé zasunuto v drážce, proto je v něm vyroben závit, pro demontování. Toto řešení spojení hřídele s nábojem zároveň omezuje pohyblivost šneku v axiálním směru a nadměrné opotřebení pera z důvodu otěru.



Obrázek 8 Spojení šneku s převodovkou

4.2.2 Víko předmíšecího šneku

Víko šneku je technologicky vytvořeno pro 3 polohy odpadní trubky vedoucí z expandéru. Vždy jedna používaná poloha a zbývající dvě zakryté přišroubovaným plechem. Tři polohy jsou zde z důvodu různých druhů vápna a různé hydratace. Ve víku jsou i kontrolní víka, kterými se kontroluje, stav zařízení a také dokonalost promíšení vápna s vodou. Na začátku je kryt, který má pouze jen provozní využití. Po sejmutí krytu se zde montuje přívod vápna.



Obrázek 9 Polohy přívodu vody

4.2.3 Pohon předmíšecího šneku

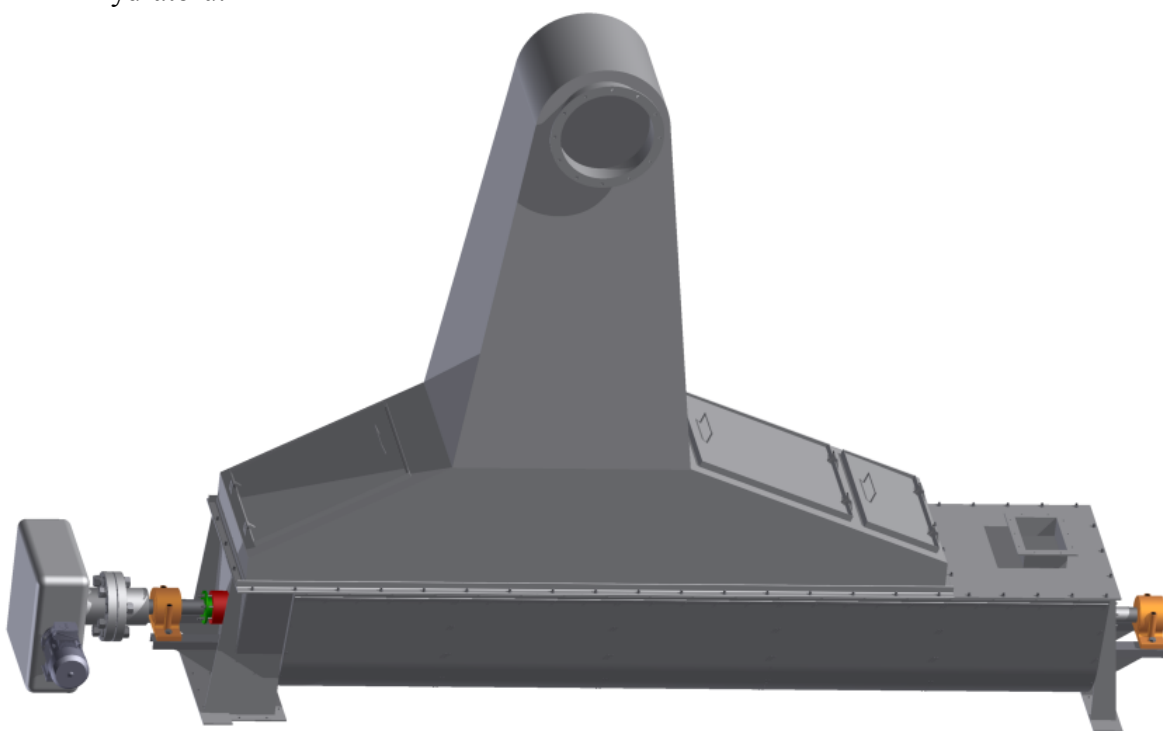
Oba šneky jsou poháněny elektromotorem přes převodovku. Jde o jednostupňovou převodovku TSA se stálým převodovým poměrem, který je 1. Šnek je vybaven ještě variátorem a elektromotorem typu AP 132.6 o výkonu 4 kW. Přenos kroutícího momentu obstarávají dvě BKN spojky a to průměru 315 a 125.

4.3 Hydratační vana (Hydrátor)

V předmíšecím šneku dochází k promíšení vápna s vodou. Zato v hydrátoru dochází k samotné hydrataci vápna, přičemž se musí hlídat teplota a musí zde být zajištěno odsávání par. Do hydrátoru vstupuje předmíšecí šnek a vápno přepadává do vychlazovacího šneku.

V tomto technologické zařízení je další pomalu se otáčející šnek. Hydrátor se skládá tedy ze šneku, dále samotné vany a krytu vany, ze kterého jsou pomocí ventilátoru odsávány páry. Měření teploty zajišťují tři různě rozmístěné teploměry po celé délce vany, která činí přibližně 5 metrů. Vana je vyrobena z 5 postupně složených plechů, které jsou zohnuty do tvaru U. Mezi nimi je izolační plst zabraňující tepelné ztrátě vápna. Vnitřní plech je přivařen k L profil a tento profil přivařen k dalšímu profilu většímu průměru zaoblení. V tomto profilu jsou vytvořeny závity, do kterých se zašroubují šrouby, které drží krycí plechy chránící izolaci před poškozením.

Výpad z hydrátoru je v tomto případě vyroben manuálně výsuvnou zarážkou. Zarážka je obyčejný plech s úchytem, který dosedá na hřídel a zabraňuje vápnu dostat se z hydrátoru.

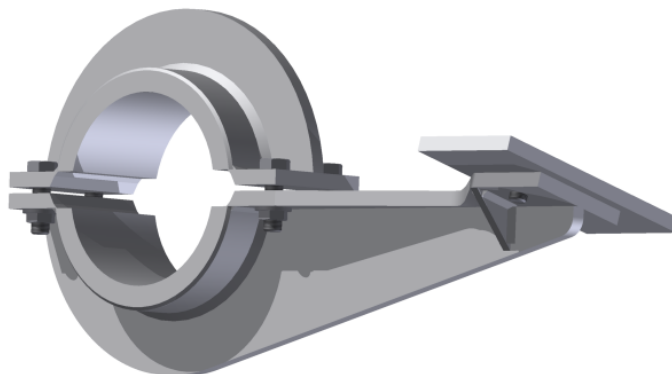


Obrázek 10 Hydratační vana

4.3.1 Hydratační šnek

Technologické řešení toho šneku, není nikterak složité, avšak je složitější než u předmíšecího šneku. Hřídel tvoří dutá trubka, na kterou jsou přišroubovaná ramena. Konec hřídele je zakončen menší hřídelí. Tyto hřídele jsou na jedné straně spojeny pomocí dvou dvoustřížných kolíků a na druhé straně pouze jedním. Dva kolíky z důvodu přenesení vyššího kroutícího momentu z převodovky. Na druhé straně nám postačí jeden, jelikož tato strana hřídele je pouze v ložiscích.

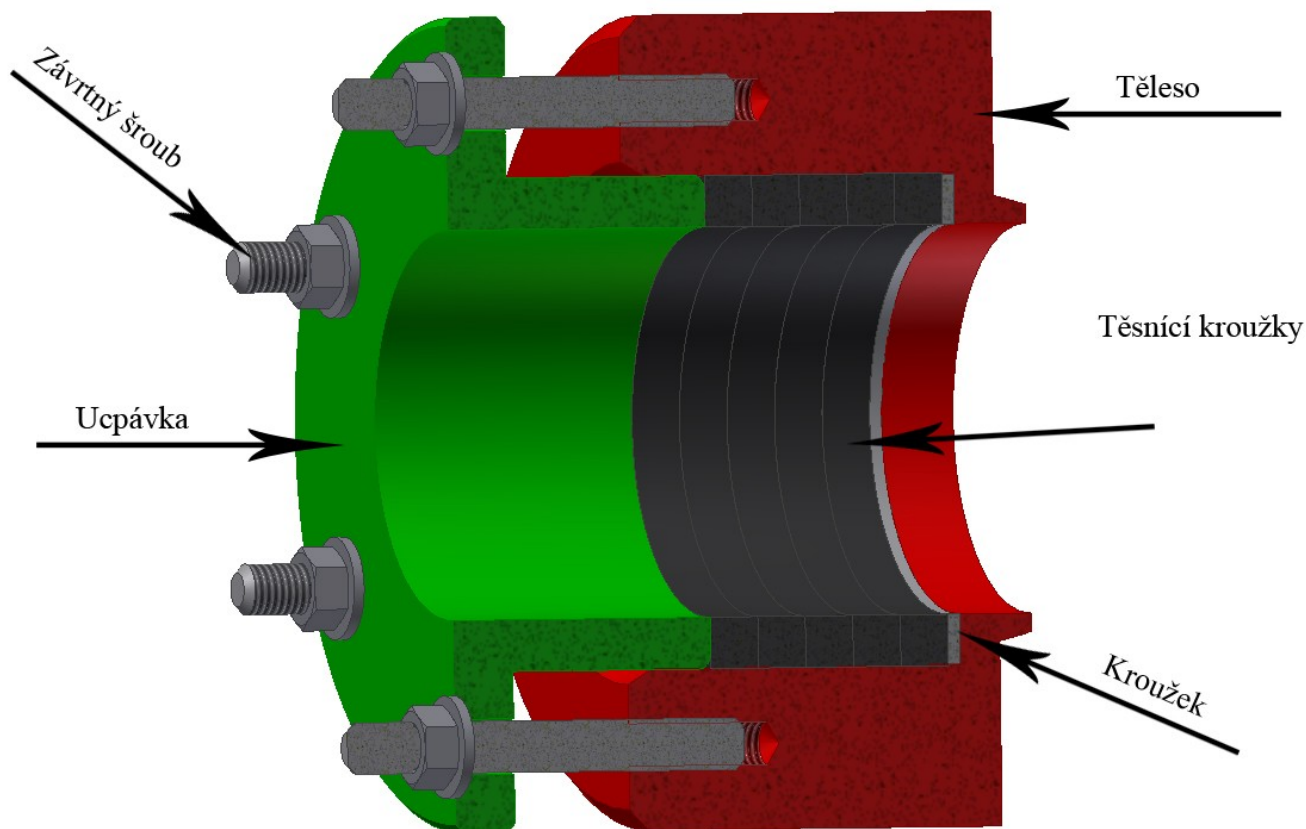
Ramena (lopatky šneku) se skládají z více součástí. Na hřídeli jsou dva drhy těchto ramen. Dohromady 33, z kterých jsou tři kratší než ostatní a to z důvodu umístění čidel teploměrů. Při stejné délce by mohlo dojít k poškození čidel teploměrů. Dvě hlavní části jsou k sobě přišroubovány a tvoří tzv. svěrný spoj, ve kterém vzniká tření a tímto třením drží rameno na hřídeli. Spodní část ramena tvoří rameno, které je zkrouceno o úhel 15° , kvůli tomu, aby se vápno posunovalo dále. Tento úhel je nadále udržován pomocí výstuh, které zaručí vždy úhel 15° i při zatížení. Na tuto zkroucenou plochu se šroubuje pomocí dvou šroubů lopatka. Konstrukce těchto lopatek se skládá pouze z plechů a krátké trubky.



Obrázek 11 Rameno hydratačního šneku

4.3.2 Těsnící ucpávka

Ucpávky zabráňují úniku vápna z hydrátoru. Princip těsnění je založený na vztahu $V_k=V_0$ čili tím, že každé těleso má konstantní objem. Podobný, nebo stejný typ těsnění se používá také u lopatkových čerpadel.



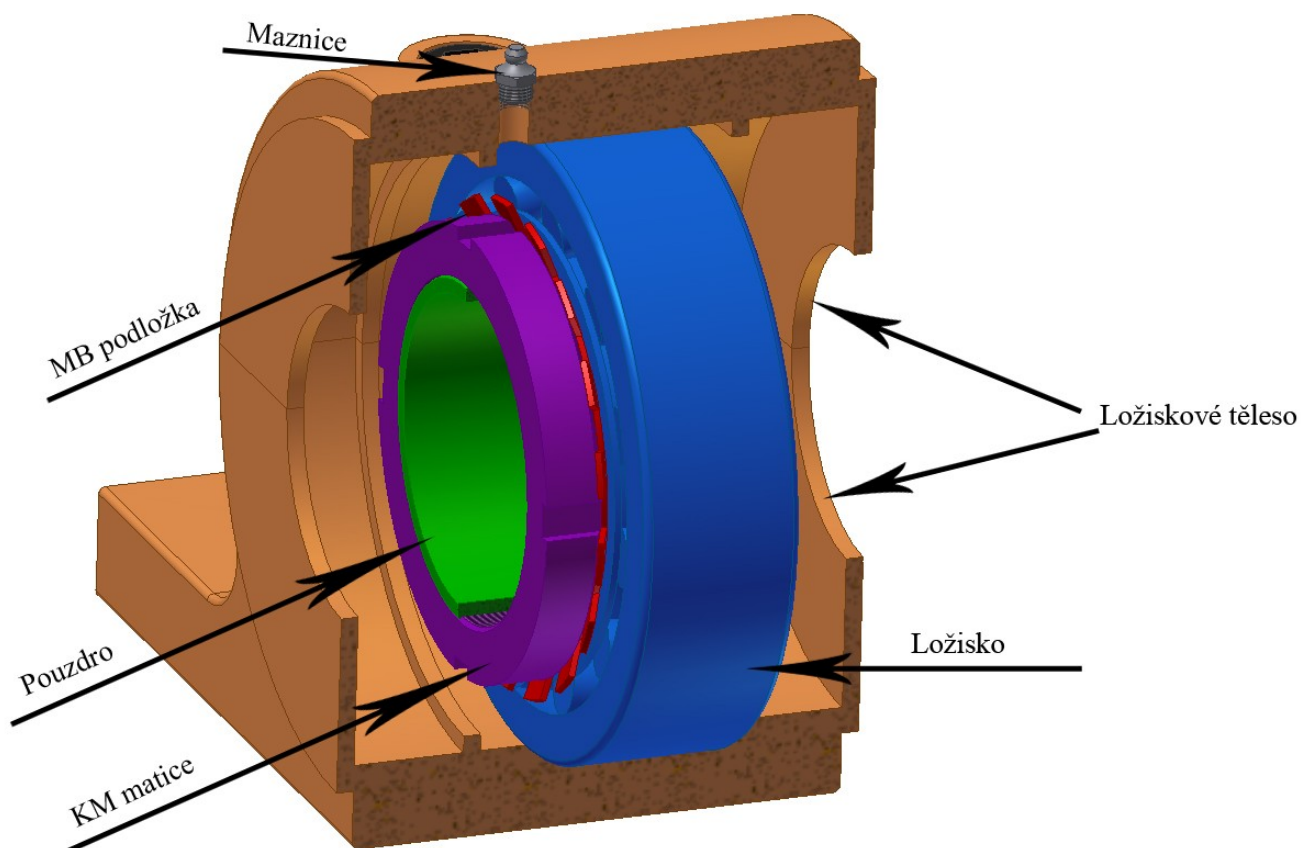
Obrázek 12 Těsnící ucpávka

Těleso se přivaří k čelu vany, tím dojde k pevnému spojení. Do tělesa se vloží první kroužek, který zabrání otlacení a poškození tělesa a za něj se naskládají těsnící kroužky. Přimontuje se ucpávka pomocí závrtných šroubů a matic. Při dotahování se kroužky smršťují v jejich šířce, ale díky zachování objemu, se zmenšuje jejich vnitřní průměr. Tím dochází k těsnícímu účinku mezi hřídelí a kroužky. Nevýhodou tohoto těsnění je, že zde dochází k velkému tření, které způsobuje nadměrné opotřebování kroužků i hřídele. Řešením je zakalení hřídele a pro zjištění netěsnosti opět přitáhnout ucpávku pomocí šroubů. Při úplném opotřebení se jednoduše vymění kroužky. Tohoto řešení je zde použito z důvodu pomalého otáčení hřídele a tím omezení opotřebení z důvodu vzniku tepla třením.

4.3.3 Uložení hřídele

Hřídel je uložena v soudečkových ložiskách CSN 02 4705 SKF, které jsou uloženy v ložiskových tělesech CSN 02 4811. (2)

Ložiskové těleso se skládá ze dvou dosedajících součástí s válcovým otvorem pro ložisko. Toto ložisko se může pohybovat v axiálním směru o vymezenou mezeru. Hřídel je upnuta na ložisko pomocí pouzdra, které má vnější kužel a je vybaven závitem. Při stahování pouzdra pomocí KM matice dochází ke zmenšení vnitřního válcového otvoru a dochází k sevření hřídele, tzn., dochází ke zvětšení tření. KM matice je jištěna pomocí MB podložky. Vůle mezi otvorem ložiskového tělesa a hřídele nám neumožňuje mazání ložiska, proto je těleso opatřeno dírou se závitem. Zde se zašroubuje maznice, pomocí které se bude přivádět tukové mazivo a to vždy pod tlakem, dokud nezačne vytíket právě vůlí mezi dírou tělesa a hřídelí.



Obrázek 13 Ložiskové těleso-řez

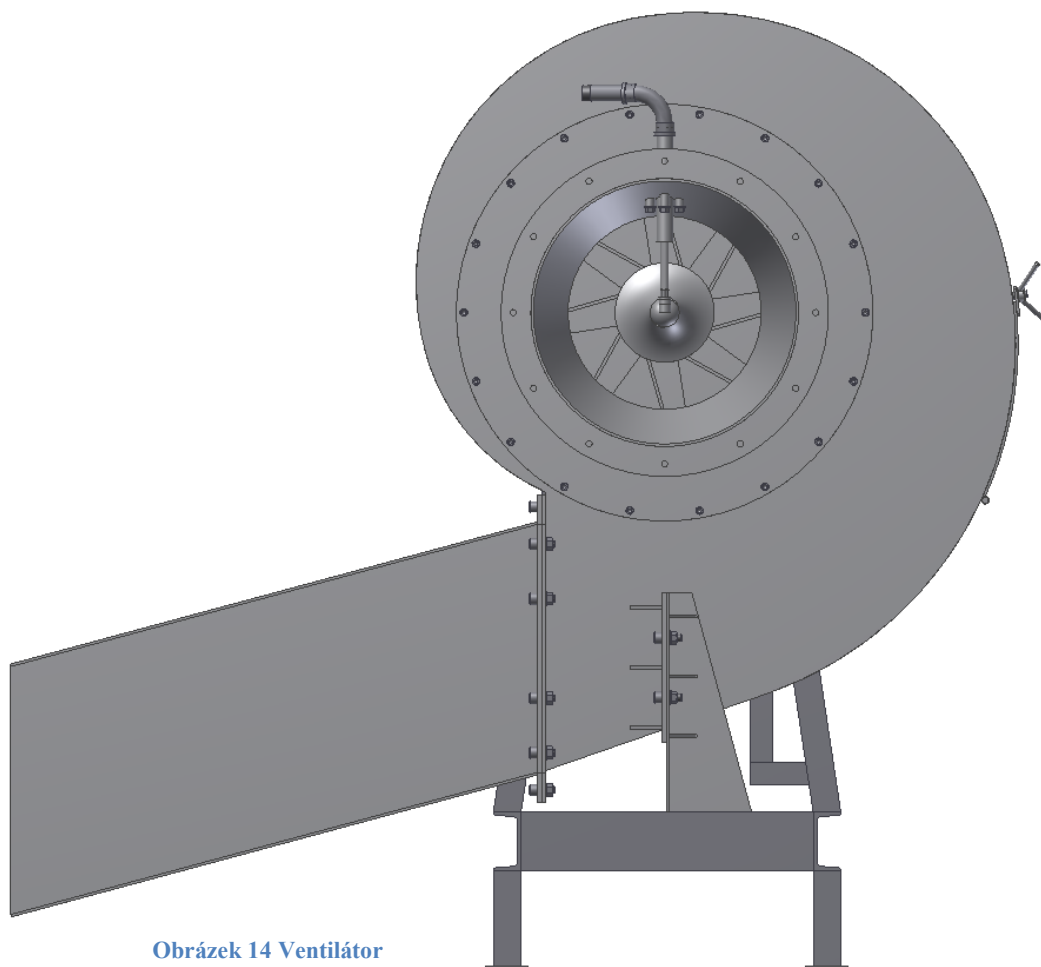
Na obrázku si můžeme vidět, že maznice není umístěná ve středu. Je to z důvodu lepšího přívodu maziva do prostoru ložiska. Kdyby byla díra ve středu, ložisko by tuto díru zacpalo svým vnějším kroužkem.

4.4 Ventilátor

Ventilátory jsou oběžné dynamické stroje, které zvyšují tlaku vzduchy, nebo jiného plynu. Každá část ostří vrtule ventilátoru uděluje puls energie a vytváří tak proudění vzduchu. Velikost, geometrie ostří a úhlové rychlosti rotoru určují frekvenci pulsu proudu vzduchu a vyprodukovaný hluk. Stejněměrná rychlost vnější špičky vrtule větráku je ovlivněna výběrem materiálu a návrhem rotační části. Požadovaný výkon ventilátoru je pro každou aplikaci jiný a závisí na tvaru lopatky oběžného kola, složitost, rozměry, konstrukční materiály, úhlová rychlost a uzavření. Ventilátory se využívají převážně pro vyčerpání vydýchaného nebo znečištěného vzduchy, nebo k přesunu vzduchu uvnitř prostor budov. Levné ventilátory tvoří listy ploché oceli. Ostří může být placaté, nebo mírně zakřivené.

Dražší ventilátory mají profil ostří příčného řezu a vysokotlakou spirální skříň. Mohou dosahovat velkých rychlostí a jsou použity u aplikací využívající velký tlak a proud vzduchu. (3)

Ventilátor, který se nachází v hydratační jednotce a je radiální. Vzduch proudí od středu otáčení ventilátoru a vystupuje na obvodu oběžného kola, čili v kolmém směru na osu rotace.



Obrázek 14 Ventilátor

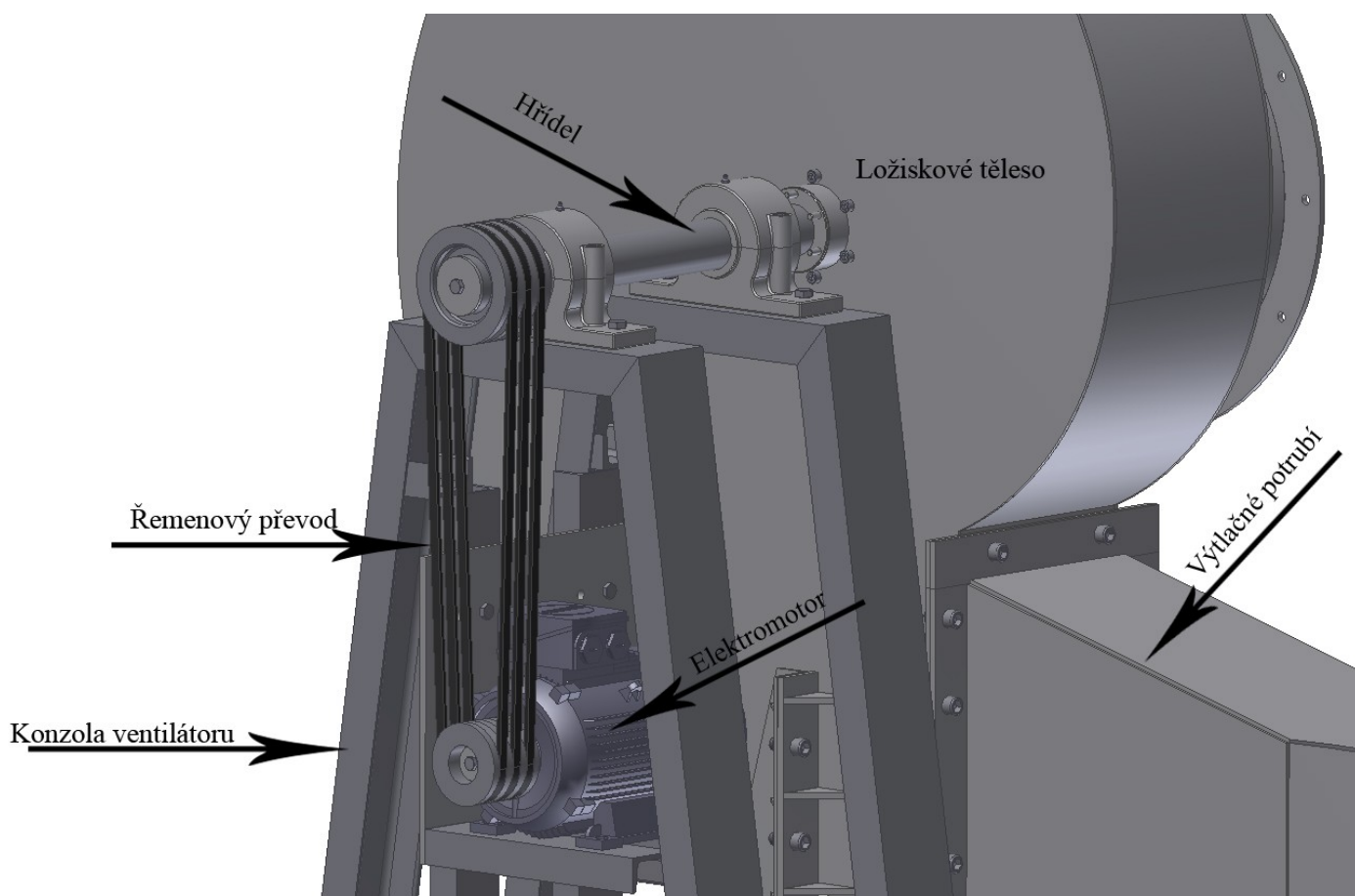
Ventilátor je připojen přírubou na hydratační vanu a výstup je přivařen na plášť expandéru. Jeho hlavním úkolem je odsávat teplý vzduch z hydratační vany a přesunout do expandéru, kde tento horký vzduch a pára ohřeje vodu.

Ventilátor se skládá z oběžného kola, spirální skříně, výtlačného potrubí a dalších komponentů, jako je třeba kontrolní otvor a čistící tryska.

Spirální skříň má po obvodě napravo kontrolní otvor, který je přimontován pomocí pantů a šroubem s vrtulovou maticí.

4.4.1 Pohon

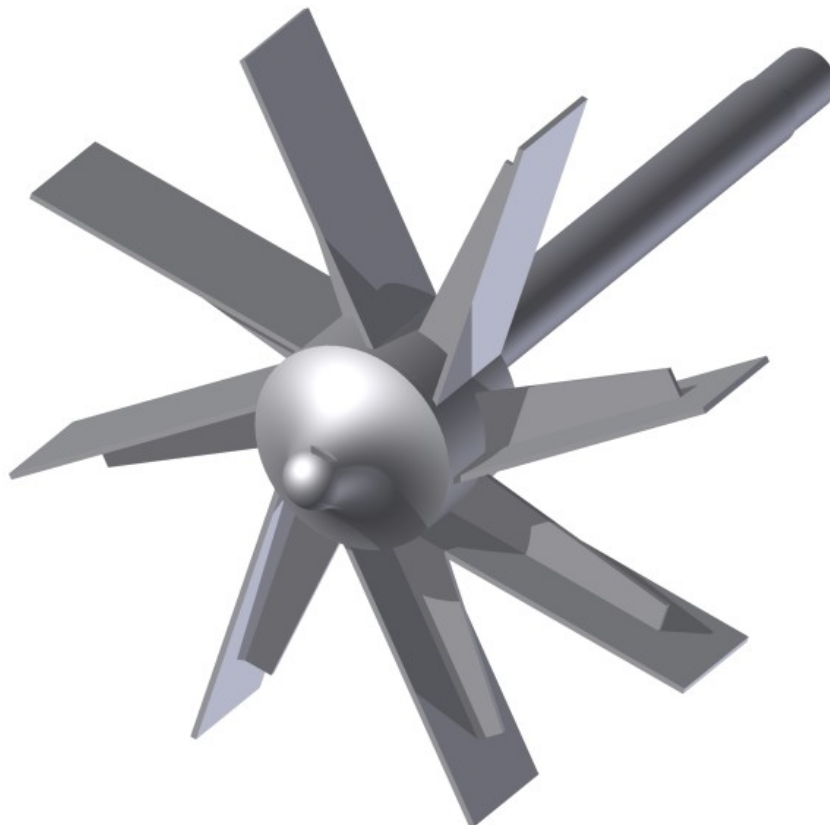
Pohon zajišťuje elektromotor, který je přes řemenový převod spojen s hřídelí oběžného kola. Motor je přišroubován na konstrukci, které je svařená ke konzole. Tato konstrukce je pohyblivá. Tím nám umožňuje přesnější nastavení motoru a při natažení řemenu ho znovu napnout, aby neprokluzoval.



Obrázek 15 Pohon ventilátoru

4.4.2 Oběžné kolo

Oběžné kolo je tvořeno hřídelí. Na ní je nasazen náboj, do kterého jsou vyrobeny drážky pro jednotlivé listy ventilátoru. Náboj je přišroubován pomocí zaoblené matice s vybráním pro utahovací klíč. Tyto listy jsou vsunuty do drážek a přivařeny společně s výztuhami.



Obrázek 16 Oběžné kolo

4.4.3 Čistící tryska

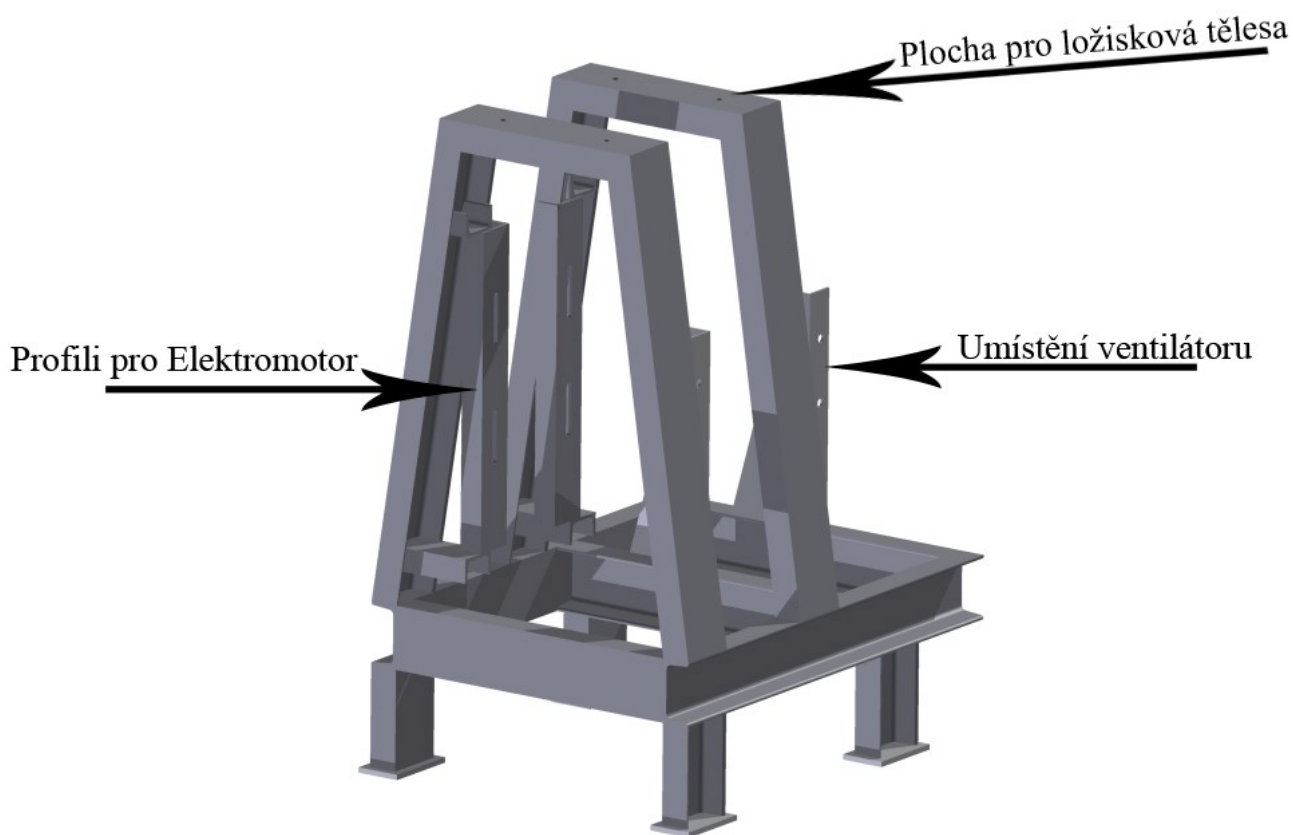
Tato tryska je shodná s tryskami umístěnými v expandéru. Umístění trysky je přesně na střed osy otáčení. Technologie upevnění je jednoduchá. Pouze jsou přidělány dosedací plochy šroubů a matic s podložkami a to z toho důvodu, že povrch není rovný, ale je to vlastně kužel.

4.4.4 Konzola ventilátoru

Konzola je tvořena normalizovanými profily, převážně tvarem U. Uchytení ventilátoru je realizováno za pomoci šroubů na vyztužené ocelové destičky, které jsou přivařeny k rámu.

Profily svařené do velkého písmene A, jsou nosnou částí hřídele oběžného kola. Na nich se nachází stejná ložisková tělesa jako u hydratační vany s tím rozdílem, že jsou menších rozměrů.

Na profily do písmene A je přivařena konstrukce držící elektromotor. Opět je to svařenec z U profilů, přičemž do svislých profilů jsou vyfrézovány drážky pro možnost přesného nastavení elektromotoru a správné napnutí klínových řemenů.



Obrázek 17 Konzola ventilátoru

4.5 Vychlazovací šnek

Tento šnek je naprosto shodný s předmísicím šnekem. Rozdíl je akorát ve směru otáčení šnekových hřídelů. V předmísicím šneku se pálené vápno míchalo s vodou, v tomto šneku dochází už ke chlazení vápna. Tato operace hašení vápna je konečná. Zchlazené vápno vypadává přepadem na konci šneku. Hašené vápno může padat přímo na dopravníkový pás, nebo pomocí různých potrubí do skladovacích prostor. Teplota se zde hlídá až na konci, kde je umístěn teploměr.

5 Výpočty

Výpočty řemenového převodu jsem provedl v závislosti na daném výkonu elektromotoru a jeho otáčkách.

Typ výpočtu
Navrhnete počet řemenů

Zatížení
Výkon, otáčky --> moment

Výkon P 4 kW
Svěrný moment T 53,423 N m
Otáčky n 715 rpm
Provozní součinitel c_2 1,200 ul

Součinitelé
 Uživatelské
Součinitel úhlu opásání c_1 0,990 ul
Součinitel počtu řemenů c_4 1,0 ul
Součinitel počtu řemenic c_5 1,000 ul

Vlastnosti řemenu
 Uživatelské
Základní jmenovitý výkon P_{RB} 2 kW
Součinitel délky řemenu c_3 0,930 ul

Napínání řemenu
Součinitel předpětí k_1 1,3 ul

Výsledky

z	3,000 ul
z_{er}	2,606 ul
v	3,744 mps
f_b	4,680 Hz
F_p	1068,453 N
F_c	4,205 N
F_t	297,231 N
F_{tmax}	475,306 N
η	0,958 ul
s	0,023 ul
c_{PR}	1,382 ul
Klínový řemen	
P_{RB}	2,000 kW
D_{wmin}	90,000 mm
v_{max}	40,000 mps
f_{max}	100,000 Hz
m	0,100 kg/m
Řemenice 1	
P_x	1,000 ul
P	4,000 kW
T	53,423 N m
n	715,000 rpm
D_p	100,000 mm
β	175,75 deg
F_1	1425,919 N
F_2	357,466 N

Obrázek 18 Výpočet řemenového převodu 11

Návrh
Výpočet

Typ výpočtu

Navrhnete počet řemenů

Zatížení

Výkon, otáčky --> moment

Výkon P 4 kW

Svěrný moment T 53,423 N m

Otáčky n 715 rpm

Provozní součinitel c_2 1,200 ul

Součinitelé

Uživatelské

Součinitel úhlu opásání c_1 0,990 ul

Součinitel počtu řemenů c_4 1,0 ul

Součinitel počtu řemenic c_5 1,000 ul

Vlastnosti řemenu

Uživatelské

Základní jmenovitý výkon P_{RB} 2 kW

Součinitel délky řemenu c_3 0,930 ul

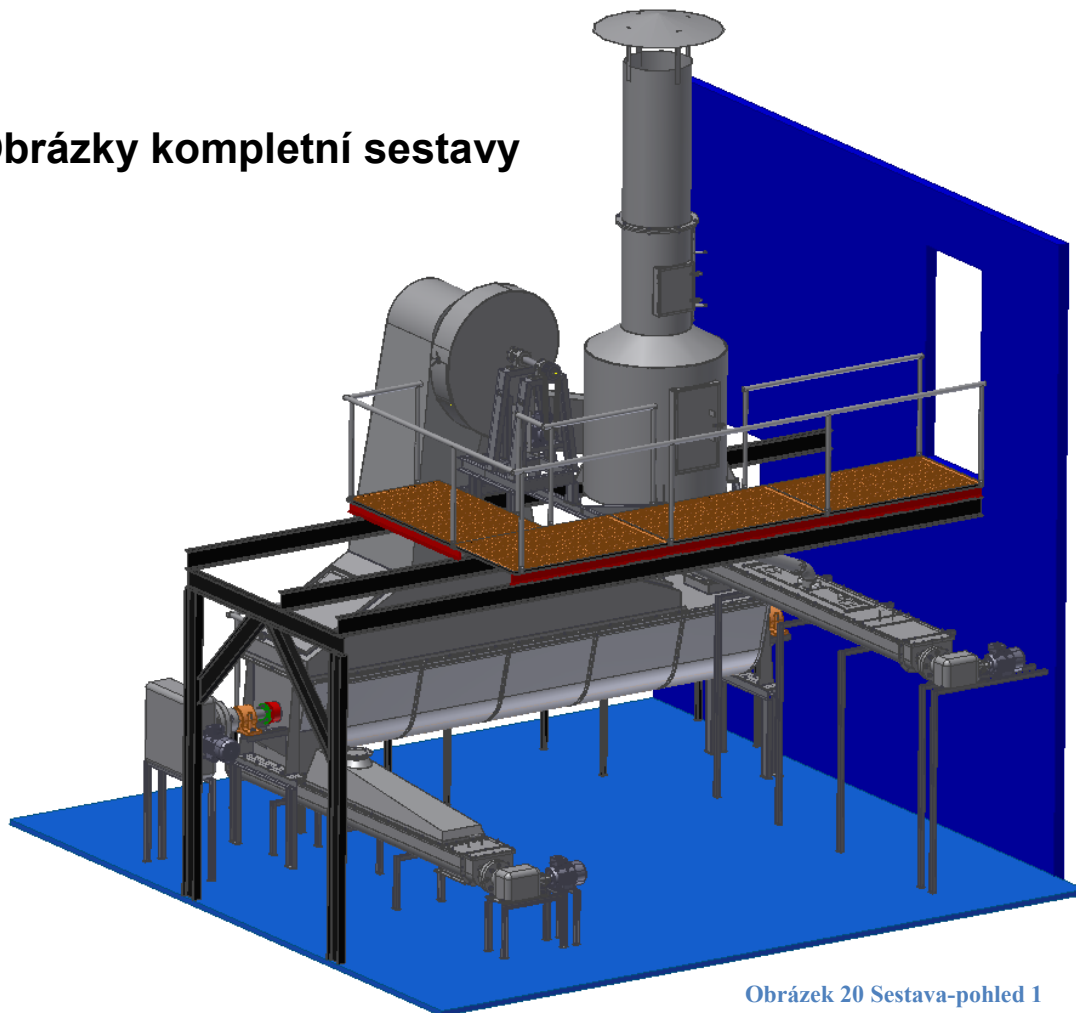
Napínání řemenu

Součinitel předpětí k_1 1,3 ul

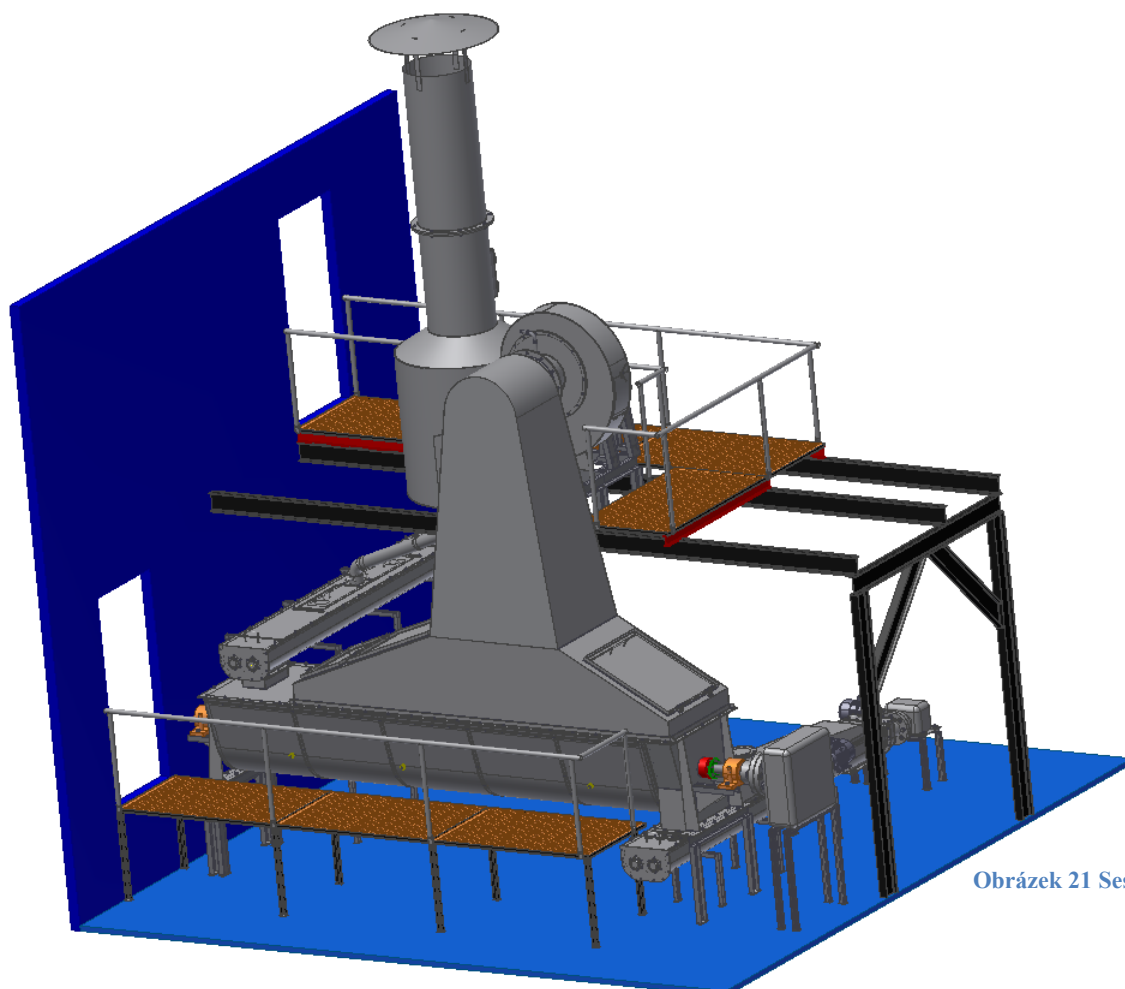
f_{max}	100,000 Hz
m	0,100 kg/m
Řemenice 1	
P_x	1,000 ul
P	4,000 kW
T	53,423 N m
n	715,000 rpm
D_p	100,000 mm
β	175,75 deg
F_1	1425,919 N
F_2	357,466 N
F_r	1782,600 N
F_v	1782,160 N
L_f	606,743 mm
Řemenice 2	
P_x	1,000 ul
P	3,830 kW
T	75,914 N m
n	481,832 rpm
i	1,484 ul
D_p	145,000 mm
β	184,25 deg
F_1	357,466 N
F_2	1425,919 N
F_r	1782,600 N
F_v	1782,160 N
L_f	606,743 mm

Obrázek 19 Výpočet řemenového převodu 2

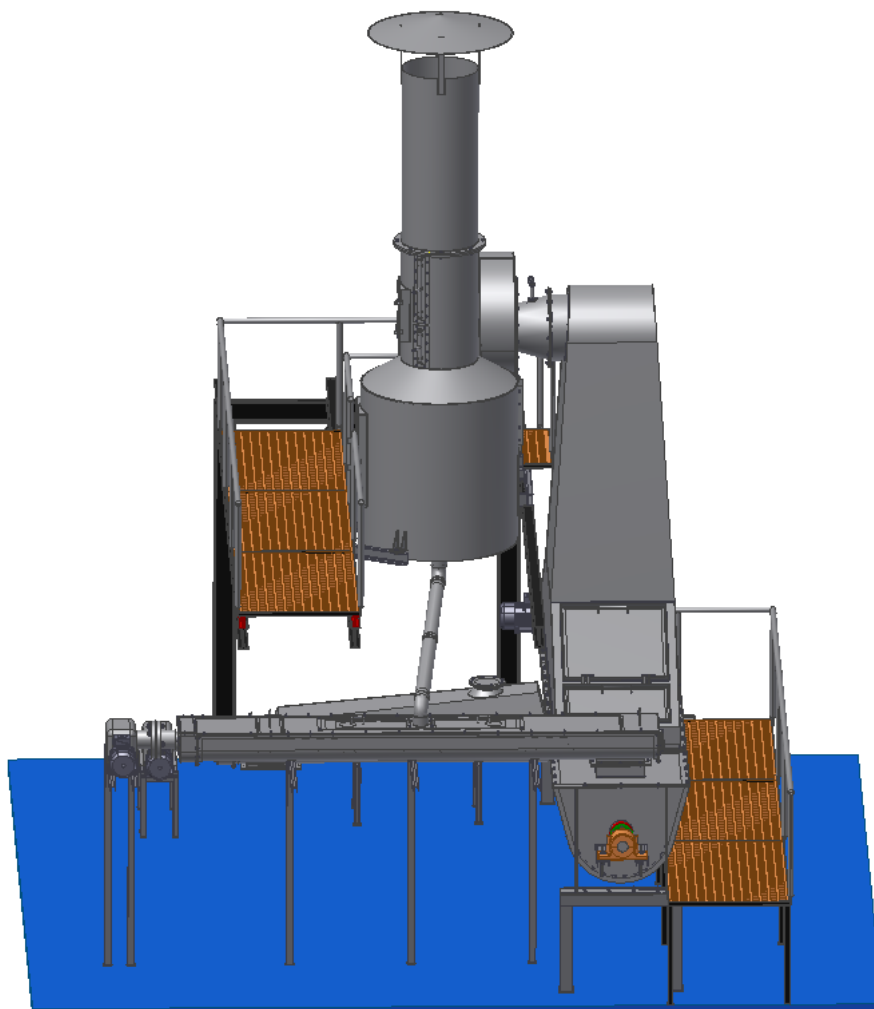
6 Obrázky kompletní sestavy



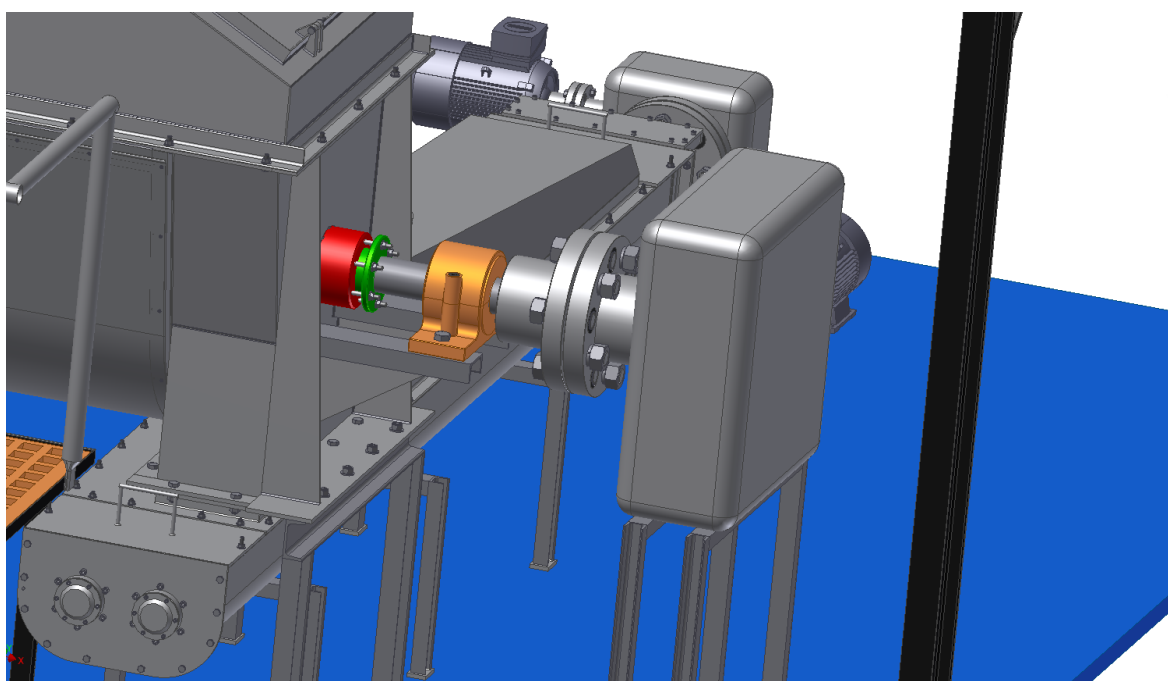
Obrázek 20 Sestava-pohled 1



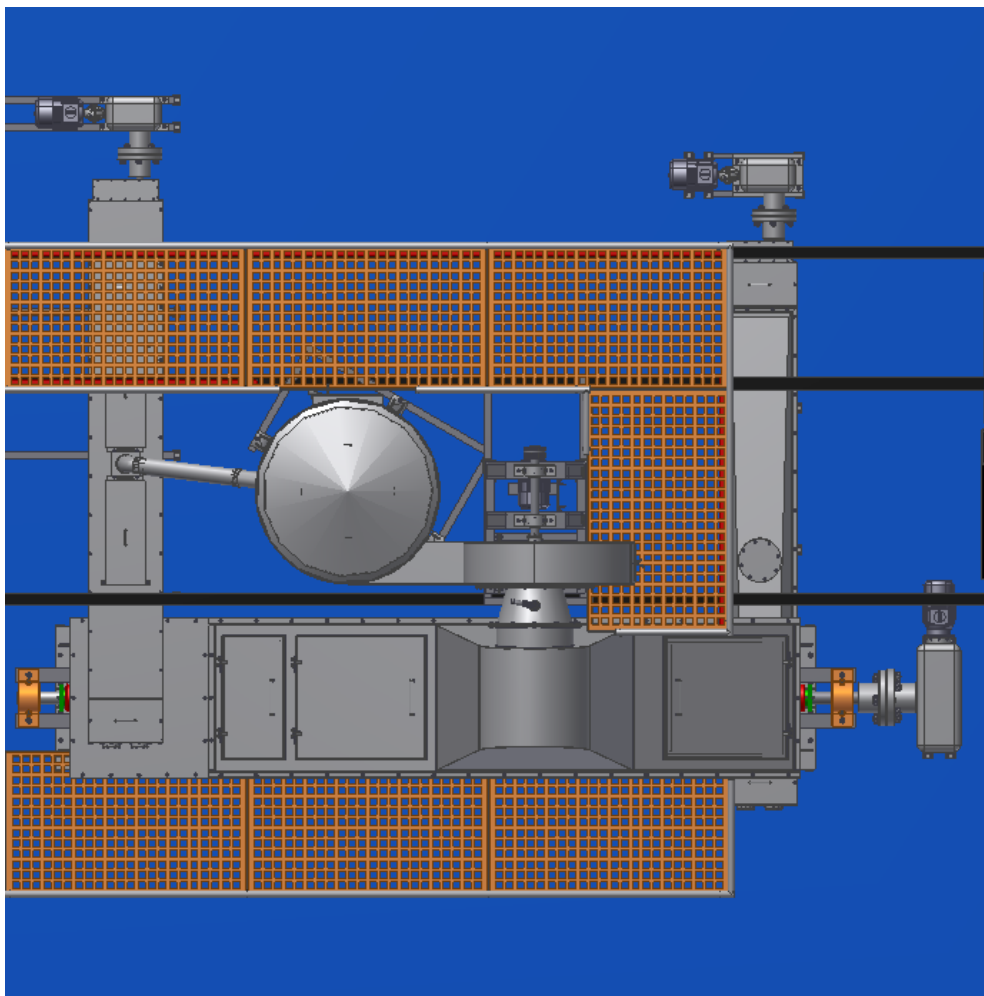
Obrázek 21 Sestava-pohled 2



Obrázek 22 Sestava-pohled 3



Obrázek 23 Sestava-pohled 4



Obrázek 24 Sestava-pohled 5

7 Závěr

V této práci jsem se zabýval výrobou a využitím hašeného vápna v praxi. Rozdělil jsem ji na dvě části, teoretickou a praktickou.

V teoretické části této práce jsem se zabýval různými druhy vápen a jejich využitím v běžné praxi. Dále jsem popsal proces výroby - a to od páleného vápna až po vápenný hydrát.

V praktické části jsem vytvořil konstrukci stroje pro výrobu hašeného vápna. Jednotlivé součásti a zařízení jsou na obrázcích. Celková sestava je vyobrazena v mnoha pohledech. Při tvorbě modelu jsem řešil problém návaznosti některých kót ve výkresové dokumentaci. Musel jsem pozměnit některé kóty tak, aby bylo možné součást sestojit. Při konstrukci jsem také musel změnit některé rozměry a tvar součástí, abych dosáhl optimálního řešení. Při výpočtu řemenového převodu jsem se setkal s problémem prokluzu řemenu. Bylo to způsobeno nevhodným zvolením součinitele přepětí řemenu. Protože bylo několik součástí upraveno tak, aby do sebe zapadaly, musel jsem tomu přizpůsobit i konečnou sestavu. Další z problémů, který mě při modelování tohoto projektu potkal, bylo vymodelování zkroucené lopatky hydratačního šneku pod úhlem 15° . Nenašel jsem způsob, jak kus plechu zkroutit do tohoto úhlu. Vyřešil jsem to nakonec vymodelováním dvou kusů proti sobě a poté šablonováním vytvořil profil zkroucení.

Poslední část této práce bylo vytvoření programu pro obrábění na CNC stroji a vytvoření výkresu sestavy, které dokládám v příloze.

Anotace

Jméno a příjmení:	Lukáš Plesník
Škola:	Střední průmyslová škola strojnická, Olomouc, tř. 17. listopadu 49
Název práce:	Hydratační jednotka
Vedoucí práce:	Ing. Boris Šmárik
Počet stran:	36
Počet příloh:	2
Počet zdrojů:	5
Klíčová slova:	hydratační jednotka Hydratační vana (hydrátor) expandér ventilátor šnekový dopravník lopatky elektromotor spojka převodovka svařenec ložiskové těleso

V tomto projektu jsem řešil průběh výroby hašeného vápna. Celý 3D model hydratační jednotky jsem vytvořil v programu Autocad Inventor 2011. Výpočet řemenového převodu jsem provedl za pomoci Design acceleratoru v programu Autocad Inventor. Jednotlivé části sestav jsou pohyblivé a zbytek pevný z důvodu potlačení pohyblivosti v sestavě sestavy. K práci jsem přiložil výkresovou dokumentaci vychlazovacího šneku.

Resume

In these project i studied how is slaked lime made. The 3D model is made in program Autocad Inventor 2011. The bearing calculations were made in Design acceleratoru in program Autocad Inventor. Individual part of report are mobility and others are fixed because the inventor doesn't permit mobility in report which is in report. Attached annex is drawings the hydration units.

Seznam literatury a dalších zdrojů

1. Wikipedie, otevřená encyklopedie. [Online] WIKIMEDIA-NSSET, 26. Červen 2005. [Citace: 23. Leden 2012.] <http://www.wikipedie.cz>. ISBN neuvedeno.
2. CARMEUSE CZECH REPUBLIC s.r.o. [Online] REG-INTERNET-CZ, 29. Duben 2003. [Citace: 23. 1 2012.] <http://www.carmeuse.cz>. ISBN Neudáno.
3. **Trčka, Josef.** *Dopravník betonových směsí.* [Dokument PDF] Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2006. neuvedeno.
4. **Leinveber, Jan a Vávra, Pavel.** *Strojnické tabulky.* Úvaly : Albra-pedagogické nakladatelství, 2008. str. 914. ISBN 978-80-7361-051-7.
5. **Žajdlík, Petr.** *Analýza odsávacího systému technologických zplodin v elektronické výrobě.* [Dokument PDF] Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2008. ISBN neudáno.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Expandér	10
Obrázek 2 -Plášť expandéru 1,2	10
Obrázek 3 - Odpadní potrubí 1	11
Obrázek 4 - Odpadní potrubí 2	11
Obrázek 5 Předmíšecí šnek.....	13
Obrázek 6 Předmíšecí šnek bez víka	14
Obrázek 7 Šnek lopatkový.....	14
Obrázek 8 Spojení šneku s převodovkou.....	15
Obrázek 9 Polohy přívodu vody	16
Obrázek 10 Hydratační vana	17
Obrázek 11 Rameno hydratačního šneku	18
Obrázek 12 Těsnící ucpávka.....	19
Obrázek 13 Ložiskové těleso-řez.....	20
Obrázek 14 Ventilátor.....	21
Obrázek 15 Pohon ventilátoru	22
Obrázek 16 Oběžné kolo	23
Obrázek 17 Konzola ventilátoru.....	24
Obrázek 18 Výpočet řemenového převodu 11	26
Obrázek 19 Výpočet řemenového převodu 2	27
Obrázek 20 Sestava-pohled 1	28
Obrázek 21 Sestava-pohled 2	28
Obrázek 22 Sestava-pohled 3	29
Obrázek 23 Sestava-pohled 4	29
Obrázek 24 Sestava-pohled 5	30

Cizojazyčný slovník

hydratační jednotka	hydration units
hydratační vana	hydrating bath
expandér	expander
ventilátor	ventilator
šnekový dopravník	screw conveyor
lopatky	blades
elektromotor	electromotor
spojka	clutch
převodovka	gearbox
svařenec	weldment
ložiskové těleso	bering body
ložisko	bearing
variátor	variator
potrubí	pipeline
víko	cover
hřídel	shaft
vápno	lime
vápenný hydrát	hydrated lime
řemenice	pulley

Přílohy

Příloha 1: Operační list

Příloha 2: Výkres sestavy

Příloha 3: 3D model